

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЕ-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Конспект лекцій

Організація виробництва

ХНАДУ 2012

Горєлов Д.О.

Організація виробництва: Конспект лекцій. — Х.: ХНАДУ,
2012. — 544 с.

Розділ 1. Організаційні основи виробництва.....

- 1.1. Сутність і суспільне значення виробництва
 - 1.2. Предмет, метод і зміст курсу
 - 1.3. Історія розвитку теорії та практики організації виробництва
- 12

Розділ 2. Виробничі системи.....

- 2.1. Виробництво як відкрита система
- 2.2. Організаційні основи виробничих систем
- 2.3. Підприємство — складна виробнича система

Розділ 3. Виробничі процеси.....

- 3.1. Технологія і виробничий процес
- 3.2. Принципи раціональної організації виробничого процесу 74
- 3.3. Планування виробничого процесу
- 3.4. Організаційні типи виробництва

Розділ 4. Організація трудових процесів і робочих місць.....

- 4.1. Трудовий і виробничий процеси
- 4.2. Організація праці та її форми
- 4.3. Організація і обслуговування робочих місць

Розділ 5. Нормування праці.....

- 5.1. Вимірювання праці
- 5.2. Аналіз трудових процесів і затрат робочого часу
- 5.3. Визначення норм праці

Розділ 6. Організація виробничого процесу в просторі.....

- 6.1. Просторові зв'язки у виробничому процесі
- 6.2. Виробнича структура та її види
- 6.3. Просторове розташування підприємства

Розділ 7. Організація виробничого процесу в часі.....

- 7.1. Виробничий цикл
- 7.2. Розрахунок тривалості виробничого циклу простого процесу

7.3. Визначення виробничого циклу складного процесу

Розділ 8. Організація допоміжних виробництв.....

- 8.1. Виробнича інфраструктура
- 8.2. Забезпечення виробництва технологічним оснащенням 224
- 8.3. Ремонтне обслуговування устаткування
- 8.4. Енергетичне забезпечення виробництва

Розділ 9. Організація обслуговуючих господарств.....

- 9.1. Транспортне обслуговування.....
- 9.2. Матеріальне обслуговування виробництва.....

Розділ 10. Одичний та партійний методи організації виробництва.....

- 10.1. Сутність і умови вибору організаційного методу
- 10.2. Організація непотокового виробництва
- 10.3. Партійний метод обробки

Розділ 11. Потокове та автоматизоване виробництво.....

- 11.1. Потокове виробництво
- 11.2. Автоматизоване виробництво

Розділ 12. Організаційно-виробниче забезпечення якості та конкурентоспроможності продукції.....

- 12.1. Якість продукції (послуг)
- 12.2. Контроль якості та випробування продукції
- 12.3. Міжнародні системи управління якістю продукції
- 12.4. Конкурентоспроможність продукції
- 12.5. Міжнародні системи сертифікації

Розділ 13. Комплексна підготовка виробництва до випуску нової продукції.....

- 13.1. Система створення та освоєння нової продукції.....
- 13.2. Організація науково-технічних досліджень і конструкторської підготовки виробництва.....

13.3. Проектно-конструкторська підготовка виробництва.....	
13.4. Технологічна і екологічна підготовка виробництва.....	
13.5. Організаційна підготовка виробництва й освоєння нового продукту.....	

Розділ 14. Організаційне проектування виробничих систем.....

14.1. Загальні положення та принципи формування організаційного проекту виробництва.....	
14.2. Діагностика стану виробничої системи.....	
14.3. Процес організаційного проектування та раціоналізації виробничих систем	

Література.....

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА

1.1. СУТНІСТЬ І СУСПІЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

Виробництво і виробнича діяльність. Джерелом існування, розвитку та підвищення життєвого рівня людини є виробнича діяльність. Виробнича діяльність спрямована на задоволення потреб. Засоби для задоволення потреб, тобто споживчі блага, створюються у виробництві.

Інколи тлумачення слова «виробництво» зводиться до позначення ним масового випуску продукції, виготовлення матеріальних цінностей на численних підприємствах, що значно звужує зміст цього поняття. У широкому розумінні *«виробництво» — це цілеспрямована діяльність зі створення будь-якого корисного продукту (товари, предмети, речі, послуги, інформація, знання тощо).*

Забезпечення життєдіяльності людей потребує вироблення величезної кількості видів кінцевої продукції. Така продукція має проміжні компоненти. Для виробництва будь-якої машини необхідні відповідне устаткування, метал, пластмаса та інші матеріали. У свою чергу, для виготовлення металу або пластмаси треба видобувати сировину, руду, енергію, розробляти і використовувати економічну технологію, опрацьовувати і реалізовувати проекти. Таким чином, сучасні кінцеві продукти створюються на різних, але взаємопов'язаних виробництвах, що і зумовлює широке розуміння поняття «виробництво».

Виробництво можна охарактеризувати як систему, де здійснюється цілеспрямований процес перетворення вхідних елементів (сировини, матеріалів) у корисну продукцію. Іншими словами, виробництво являє собою певну технологію, відповідно до якої здійснюється трансформація вкладених ресурсів у кінцевий результат — продукцію (послуги).

Виробництво є важливим компонентом функціонування будь-якої держави, тому що воно визначає її економічну безпеку, сталість фінансової системи і рівень життя людей.

Основна мета (місія) виробництва в ринкових умовах, згідно зі статутом підприємства, полягає в забезпеченні споживача необхідною йому продукцією (послугами) у певні строки, заданої якості та комплектації, з мінімальними витратами для виготовлювача (продуцента). Економічний результат діяльності підприємства, його фінансовий стан і майбутній розвиток залежать від того, наскільки раціонально організовано виробництво, чи відповідає воно сучасним вимогам оптимальності, гнучкості, мобільності, високої культури, екологічності, конкурентоспроможності тощо.

Виробниче підприємство (фірма) для забезпечення своєї життєдіяльності перш за все орієнтується на ринковий попит з його вимогами до якості, споживчих властивостей та ціни товару (послуги). Тому завдання менеджерів вищого, середнього рівня та спеціалістів підприємства (фірми) полягає у визначенні стратегії і тактики організації виробництва, котрі спрямовані на забезпечення його конкурентоспроможності, скорочення витрат на виготовлення продукції.

Метою формування та реалізації виробничої політики є пристосування підприємства до вимог ринку з мінімальними витратами, але це потребує від керівників та спеціалістів обізнаності з широкого кола питань за межами сфери виробництва. Виробництво — це тільки частина процесу, що постійно оновлюється, і тому всі техніко-технологічні та організаційно-економічні рішення можна приймати тільки на підставі аналізу достатньо повної і точної інформації про вимоги ринку, що очікуються, можливості і загрози зовнішнього середовища, слабкі та сильні сторони власної діяльності.

Якщо розглядати виробництво як систему взаємопов'язаних елементів, якими є робочі місця, їх групи, підрозділи та підприємство в цілому, то постановка організаційних завдань взаємодії та узгодженості всіх складових залежить передусім від вимог до продукції, технології її виготовлення і самої виробничої системи. Але організаційні завдання можуть бути наперед визначені невикористаними резервами функціонування самої системи, наприклад, наявністю в ній внутрішньозмінних утрат, браку, неритмічного випуску продукції та ін.

Суб'єкти матеріального виробництва в ринкових умовах під впливом конкуренції змушені постійно пристосовуватись до вимог

споживачів стосовно якості товарів (послуг), ціни, сервісного обслуговування тощо. Техніка та технологія виготовлення продукції і надання послуг мають розвиватися динамічно, урахуовуючи зміни як у зовнішньому, так і у внутрішньому середовищі господарювання. Чим складніша продукція проектується і виготовляється, тим більша кількість найменувань сировини, матеріалів, напівфабрикатів, устаткування, інструменту, енергії, транспорту, виробничих та складських приміщень для її виробництва використовується. При цьому має залучатися виробничий персонал різної кваліфікації і спеціалізації, котрий повинен у межах повноважень доцільно і високоефективно об'єднати, організувати підпорядковані йому компоненти, щоб досягти основної мети — своєчасно виготовити якісну продукцію, задовольнити потреби споживачів і отримати прибуток для подальшого процесу відтворення.

Сутність організації виробництва. Перехід на ринкові відносини суттєво змінює погляд на організацію виробництва, яка створює умови для найефективнішого використання техніки, предметів праці та людей у процесі виробництва і тим самим сприяє підвищенню його результативності.

Під організацією виробництва розуміється координація й оптимізація в часі та просторі всіх матеріальних, трудових елементів виробництва з метою випуску в певні строки необхідної споживачам продукції з найменшими витратами за умов належної якості й отримання достатнього прибутку від її реалізації для подальшої продуктивної діяльності.

У сучасній економічній літературі термін «організація виробництва» трактується як «способи вибору, розподілу і кооперування елементів виробництва для досягнення поставлених цілей при мінімальних затратах ресурсів».

У подальшому при розгляді матеріалу посібника будемо розуміти під організацією виробництва сукупність правил, процесів, дій, що забезпечують форму та порядок поєднання праці і речових елементів виробництва з метою підвищення ефективності виробництва та збільшення прибутку.

Різноманітність визначень організації виробництва свідчить про досить коротку історію розвитку науки, якій менше ста років і яка переживала стрімкі підйоми та десятиріччя застою.

Усупереч традиційним, планово-адміністративним підходам, де організація виробництва розглядалася як узагальнене поняття в промисловості з позиції спеціалізації, кооперування й концентрації, як «посилувач» використання основних фондів, в

умовах підприємницького типу господарювання в центрі уваги перебувають нові цілі виробництва, які передбачають: гнучку і своєчасну його перебудову для виготовлення інших видів продукції в разі зміни попиту; оптимальне утворення, котре функціонує з найменшими витратами; високоорганізоване з культурними традиціями виробництво, що здібне випускати конкурентоспроможну продукцію «точно вчасно» і в сукупності забезпечувати стійкий фінансовий стан підприємства.

Для керівників і спеціалістів підприємств важливо: а) мати повне і ясне уявлення про стан свого виробництва; б) об'єктивно оцінювати ситуацію, що склалася; в) уявляти дійсні перспективи, розробляти стратегію подальшого розвитку, а також виявляти високі організаторські здібності, використовуючи всі можливості для досягнення поставлених цілей.

Кожне підприємство має свої особливості виробництва, які визначають специфічні комплексні завдання з його організації: проектування та освоєння нових товарів, забезпеченість сировиною, використання робочої сили та устаткування, поліпшення асортименту та якості продукції, транспортування, складування та сервісне обслуговування в процесі експлуатації.

Взаємозв'язок технології та організації виробництва. Багато завдань організації виробництва вирішується на підприємстві завдяки технології, що застосовується, тому слід відокремити те, що належить до функцій технології та організації виробництва. Технологія характеризує способи, варіанти виготовлення продукції і це обумовлює її функцію, яка спрямована на визначення можливих типів машин, інструменту, пристроїв, оснащення, складності робіт, рівня кваліфікації персоналу, норм витрат матеріальних ресурсів і часу для виробництва кожного виду продукції. Технологія визначає, що і як, за допомогою яких засобів виробництва треба робити з предметом праці для перетворення його в продукт з потрібними властивостями.

До функції організації виробництва відносяться роботи з визначення конкретних значень параметрів технологічного процесу на основі аналізу можливих варіантів і вибору найефективнішого відповідно до мети і умов виробництва. Наприклад, оптимізувати завантаження устаткування за певним критерієм з урахуванням обмежень щодо використання ресурсів або вибрати оптимальну продуктивність того чи іншого устаткування з огляду на його кількісні та якісні характеристики, кваліфікацію персоналу, економічні критерії

ефективності виробництва. Таким чином, основне завдання організації виробництва полягає в тому, щоб якнайліпше поєднати предмет праці і знаряддя праці, а також саму працю, щоб перетворити предмет праці в продукт необхідних властивостей з найменшими витратами робочої сили і засобів виробництва.

У кожному конкретному випадку організація виробництва обґрунтовує економічну доцільність заходів, що передбачаються чи вже здійснюються, оскільки для підвищення ефективності виробництва недостатньо впровадити окремі заходи, що забезпечують тільки підвищення продуктивності устаткування, або зниження трудомісткості продукції, або поліпшення якості, або економію витрат сировини, енергії та ін. Ефективність виробництва визначається методами раціонального використання елементів виробництва в його сукупності.

Особливостями організації виробництва є розгляд у взаємозв'язку елементів виробництва і вибір таких методів та умов їх використання, які найповніше відповідають меті виробництва. На практиці буває доцільним змінити параметри технологічного процесу, зокрема, зменшити продуктивність окремих верстатів, машин, щоб забезпечити сполучення компонентів виробництва або збільшити виробничу зону, що обслуговується робітниками, і включити в роботу більшу кількість устаткування.

Раціональна організація виробництва полягає в тому, щоб інтегрувати всю сукупність різнорідних компонентів, які реалізують процес виробництва, у цілісну і високоефективну виробничу систему, усі елементи якої ретельно взаємоузгоджені між собою за всіма параметрами її функціонування.

Якщо у виробничій дійсності завданнями технології є підвищення потенційних можливостей збільшення обсягів виготовлення продукції, поліпшення якості, зниження норм витрат ресурсів при її виготовленні, то завдання організації виробництва — визначення методів та умов для досягнення цих можливостей з урахуванням зовнішніх та внутрішніх чинників роботи підприємства. Безумовно, усі без винятку питання організації виробництва розглядаються і вирішуються крізь призму технології. Водночас організація виробництва має свої специфічні завдання:

- поглиблення спеціалізації, удосконалення форм організації виробництва, швидка (гнучка) переорієнтація виробництва на інші види продукції, забезпечення безперервності і ритмічності

виробничого процесу, удосконалення організації процесів праці та виробництва в просторі й у часі;

- відповідність асортименту машинного парку, пропорційність виробничих потужностей, оптимальна спеціалізація підприємства, реконструкція і переозброєння виробництва;

- інструментальне та енергетичне обслуговування виробництва, нормування витрат ресурсів, вибір оптимальних систем забезпечення, форм організації підрозділів та їх взаємодії з зовнішнім середовищем;

- оптимізація експлуатаційних режимів роботи устаткування, раціоналізація методів ремонту і профілактичних робіт, виявлення причин простою та їх усунення;

- визначення рівня незавершеності виробництва, запасів матеріальних ресурсів і готової продукції, організація їх транспортування та збереження;

- організація забезпечення підприємства сировиною, матеріалами в разі зменшення їх запасів та запасів готової продукції;

- створення і освоєння нової продукції та технології, формування якості і забезпечення конкурентоспроможності виробів.

1.2. ПРЕДМЕТ, МЕТОД І ЗМІСТ КУРСУ

Об'єктом вивчення дисципліни є виробнича діяльність промислового підприємства (фірми) з перетворення ресурсів в економічне благо. Усі ресурси мають обмежений характер, тобто природні, трудові, виробничі, інформаційні ресурси та інші, що необхідні для ефективної діяльності підприємства.

Предметом курсу «Організація виробництва» є вивчення методів та засобів найраціональнішого сполучення (організації) трудових і речових компонентів сукупного виробничого процесу виготовлення продукції, надання послуг, які забезпечують безперерійність та ритмічність діяльності підприємства в конкретних умовах, виходячи з поставлених перед ним цілей та завдань.

Оптимальні кількісні та якісні залежності виробничих процесів, параметри та показники виробництва продукції є вихідною інформацією для планування роботи підприємства і його підрозділів. Плани реалізуються за допомогою управління. Організація виробництва спрямована на вивчення певного

напряму економіки, тому належить до функціональних економічних наук.

Дисципліна «Організація виробництва» перебуває у взаємозв'язку з іншими науками і вивчається одночасно з курсами: «Основи промислової технології і матеріалознавство», «Інформатика та комп'ютерна техніка», «Економіка підприємств», «Менеджмент», «Маркетинг», «Бухгалтерський облік», «Економічний аналіз», «Економіка праці», «Планування діяльності підприємства», «Економіка і організація інноваційної діяльності», «Операційний менеджмент» і т. д.

Ринкові умови господарювання потребують оволодіння сталими теоретичними знаннями не тільки про основні принципи та методи організації промислового виробництва, але й про управління інноваційними процесами, реформування і реструктуризацію виробничих систем, а також передбачають набуття необхідних практичних навичок обґрунтовувати та реалізовувати організаційно-управлінські рішення з метою забезпечення високих результатів у виробничо-господарській діяльності.

Організація виробництва як дисципліна перебуває в центрі вузлових питань економіки у своїй галузі та ґрунтується на розумінні й використанні об'єктивних економічних законів і принципів.

Вивчення дії економічних законів, а також знання низки прикладних і точних наук дає змогу встановити деякі загальні для всіх підприємств та специфічні для підприємств різних галузей принципи, форми і способи організації найефективнішої роботи.

Життя не стоїть на місці, і тому будь-які організаційно-технічні рішення, способи виготовлення продукції, виконання виробничих операцій, методи і прийоми праці, інструменти впливу на мотивацію персоналу, форми господарювання, які високоефективні сьогодні, завтра можуть бути і мають бути поліпшені і замінені досконалішими під впливом конкуренції, технологічного розвитку, умов виробництва, що постійно змінюються.

Розглядаючи організацію виробництва з позиції діалектичного методу, її можна визначити як безперервну творчу роботу, результатом якої є підвищення ефективності виробництва. Тому організацією виробництва вважають ланцюжок безперервних нововведень, спрямованих на проектування і випуск нових виробів або випуск старих виробів за новою технологією.

Спираючись на діалектичний метод, курс «Організація виробництва» використовує такі провідні методи дослідження, як економічний аналіз і синтез, балансовий, експертний, економіко-математичний, моделювання, системного підходу.

У реальному житті вирішення практично всіх завдань виробництва продукції чи надання послуг можливе тільки на основі системного підходу, що передбачає вивчення об'єкта як виробничої системи складових ресурсів. Системний підхід передбачає оптимізацію роботи всієї виробничої системи як цілого, а не окремих її частин.

Метою викладання дисципліни «Організація виробництва» є формування у студентів комплексу професійних знань з теоретичних основ і сучасного досвіду виробництва; усвідомлення сутності його понять та категорій; з'ясування змістовності проектно-технічної підготовки і виготовлення продукції; прищеплення ним практичних навичок системного аналізу виробничих процесів; набуття і закріплення умінь використання принципів, методів, способів та інструментів раціональної організації виробничих систем, а також сприяння розвитку дослідницьких і організаторських здібностей в підготовці організаційних проектів виробництва та ефективної їх реалізації.

Коло робіт з організації виробництва охоплює такі напрями:

- вибір варіанта технології, визначення ресурсів та системи машин її реалізації з метою виготовлення певного продукту;
- технологічне планування робочих місць, діляниць, підрозділів та підприємства в цілому;
- проектування та раціоналізація трудових процесів і методів роботи;
- стандартизація і уніфікація процесів та складових компонентів виробів;
- дослідження, проектування й освоєння нових виробів;
- технічне обслуговування виробництва;
- контроль і забезпечення якості продукції та технології;

Організація виробництва як дисципліна безпосередньо пов'язана з виробничим та операційним менеджментом, але між ними існують відмінності, які полягають у спрямованості спеціалізованих завдань. Якщо організація виробництва спрямована на вибір технології, розподіл та організаційне сполучення ресурсних складових виробничих систем для виготовлення конкретних матеріальних продуктів, то виробничий та операційний менеджмент являють собою сферу

управління виробничими ресурсами на основі розроблення організаційних систем, що забезпечують максимально ефективне використання матеріалів, кадрового потенціалу, устаткування і виробничих приміщень у процесі виготовлення продукції або надання послуг. Іншими словами, подібно до маркетингу й фінансів виробничий та операційний менеджмент — це управління бізнес-процесами. Організація виробництва являє собою сферу застосування інженерного підходу та кількісних методів для прийняття рішень.

1.3. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Наявність культових пам'яток і архітектурно-будівельних споруд, що залишаються до цього часу неперевершеними шедеврами, дає підставу стверджувати про унікальну культуру і високий рівень організації проектування та виробництва, що існували в минулому. Перші «зафіксовані на твердому матеріалі» ідеї організації виробництва відносяться до часів єгипетських фараонів. Для спорудження пірамід і гігантських зрошувальних систем залучалися тисячі людей, цілеспрямоване використання зусиль яких потребувало планування, організації і контролю. У V—VI тисячоріччях до н. е. почала застосовуватись практика письмових запитань і консультацій спеціалістів з різних проблем. Пізніше в Греції почали вивчати методи виконання трудових операцій, питання його ритмічності, а Платон сформулював принцип спеціалізації.

Промислова революція кінця XVIII — початку XIX ст. відкрила нову епоху в розвитку теорії і практики організації й управління виробництвом. До того часу товари вироблялися в маленьких майстернях ремісниками та їх учнями. Від початку до кінця виробнича діяльність виконувалася зазвичай однією людиною. Використовувалися прості ручні інструменти, виробниче приладдя та оснащення. Складові таких виробів (наприклад, столу або стільця) дещо відрізнялися і їх не могли використати для іншого подібного екземпляра виробу. Тому не було потреби створювати запаси комплектуючих деталей. У разі виходу з ладу виробів для заміни деталей їх виготовлювали знов і підганяли вручну. Виробництво було трудомістким та занадто повільним.

Винахід парового двигуна Джеймсом Уаттом у 1764 р. дав змогу забезпечити джерело енергії для використання машин на

фабриках. Виникнення можливостей застосування нових видів енергії для приведення в дію механізмів створило умови для організації машинного виробництва. Спеціалізована трудова діяльність мануфактурного робітника змінилася діями високопродуктивних механічних комплексів обробки сировини і матеріалів. Весь процес був розподілений на складові фази. Відкрилися можливості для технологічного застосування науки, розвитку прикладних досліджень, що пов'язані з матеріальним виробництвом.

Велике машинне виробництво потребувало узгоджених дій усіх його ланок, установлення і суворого виконання певних норм і пропорцій між усіма сторонами виробництва. Адже виникли такі проблеми, як забезпечення пропорційності кількості робітників та машин, їх продуктивності і темпів роботи, а також багатоглядні завдання організації та управління виробництвом, починаючи з технічної підготовки виробництва, конструювання нових виробів, проектування технологічних процесів та інших робіт.

Застосування емпіричних методів вже не задовольняло потреби підвищення ефективності виробництва. Стали широко використовуватись наукові експерименти, за допомогою яких здійснювались спроби визначити норми виробітку і оплати праці, максимальні швидкості роботи устаткування, розрахувати оптимальні обсяги виготовлення продукції, удосконалити організацію виробництва і праці.

Підвищення інтересу до розроблення елементів наукової організації виробництва підтверджується публікаціями. На початку XVIII ст. французький автор Л. Шевальє в книжці «Техніка організації виробництва підприємств» наводив дані про доповідь Аммонтона (1700) «Про експерименти щодо дійсної швидкості людей і коней під час різноманітних робіт», про працю Вобана (1688) «Про проведення хронометражу для встановлення відрядної оплати праці», про дослідження Перрона (1738) з питань поділу праці в процесі виготовлення шпильок.

Адам Сміт (1723—1790) у своїй класичній праці «Дослідження про природу і причини багатства народів» (1776) сформулював учення про поділ праці як основну складову організації виробництва. Він обґрунтував, що підвищувати продуктивність праці можна трьома способами: за рахунок збільшення спритності та майстерності окремого робітника; за рахунок економії часу; за рахунок сприяння винаходу машин. Водночас

А. Сміт попереджав про негативні наслідки глибокого поділу праці в машинному виробництві, де діяльність робітника зводиться до виконання операцій, які постійно повторюються, не потребуючи освіти, кваліфікації.

У табл. 1.1 подається короткий огляд історичного розвитку організації та управління виробництвом, починаючи з часів А. Сміта.

Уперше застосував формалізовані регламенти до організації праці та управління виробництвом Р. Аркрайт (1732—1793) — англійський текстильний фабрикант, винахідник ткацького верстата. Він об'єднав під дахом своєї фабрики всі процеси текстильного виробництва і ввів ієрархічний принцип його організації. На основі планування розташування устаткування, поділу праці, координації робіт машин і персоналу, підтримання дисципліни йому вдалося забезпечити безперервність технологічного процесу і тим самим, зекономивши на витратах, успішно конкурувати на ринку.

Р. Аркрайт також установив для робітників «фабричний кодекс» у вигляді системи штрафних санкцій, які фіксувалися в спеціальній книзі для відрахувань із заробітної плати за невиконання встановлених вимог. Розмір штрафів залежав від величини відхилення. Іншими словами, людина повністю була підпорядкована інтересам власника у найповнішому використанні машин і механізмів, що фактично робило її так званим обслуговуючим додатком до них.

Рекомендації щодо хронометражу виклав відомий фізик Кулон (1798) у своїй доповіді «Про продуктивність людської праці».

Багато нового в організацію та управління виробництвом упровадив Роберт Оуен (1771—1858), працюючи директором і керуючим менеджером низки шотландських текстильних фабрик. Соціально-економічний експеримент, який він здійснив у 1800—1828 рр., довів, що для забезпечення підвищення продуктивності праці доцільно надати робітникам житло, поліпшити умови праці, побуту та відпочинку, створити магазини з товарами першої необхідності за доступними цінами, підвищити мінімальний вік прийняття дітей на роботу, скоротити тривалість робочого дня, створити в робітничих селищах школи. Але ці ідеї знайшли своє застосування тільки через півтора сторіччя.

З ім'ям американського винахідника Елі Уітні (1790-ті роки) пов'язана поява концепції «взаємозамінюючих частин», суть якої полягала в розробленні системи допусків у розмірах деталей, щоб

вони стали стандартизованими і без припасування підходили до будь-якого комплексу виробів.

Винахідник першої обчислювальної машини англієць Чарльз Беббідж (1791—1871) результати своїх досліджень і практичні рекомендації виклав у праці «Про економію матеріалів і обладнання», де дав методичку вивчення затрат робочого часу під час здійснення різних операцій, застосування преміювальної системи оплати праці, порівняльного аналізу однопрофільних підприємств і виявлення напрямів підвищення ефективності роботи на основі статистичних даних.

Наприкінці XIX ст. у виробництві різко зросли масштаби і концентрація, виникли великі підприємства, на яких були зайняті тисячі і десятки тисяч людей. На підприємствах установлювалося обладнання, машини і механізми, які дорого коштували, упродовжувалися дуже складні технологічні процеси виготовлення продукції, відповідно підвищувалися вимоги до освіти, навиків і вмінь робітників. Індустріальні методи виробництва потребували адекватних організаційно-виробничих структур, схем зв'язків та управління, жорсткого виконання технологій, точності виконання трудових операцій.

З поглибленням поділу праці, спеціалізації і кооперування зростала роль чіткої організації і регулювання, документального оформлення і закріплення узгоджених у часі і просторі операцій та процесів виробництва з метою сталого виготовлення продукції з меншими витратами. На кожному підприємстві (фабриці) розроблялися інструкції, що були орієнтовані на виробництво, організацію випуску продукції й ефективного використання машин і механізмів. Це сприяло появі нової галузі прикладних промислових знань. Поступово набував поширення науково-технічний та інженерний підхід до організації та управління виробництвом, а також іншими сферами діяльності промислових підприємств.

Початок систематизованих досліджень виробництва пов'язаний з американським інженером Фредеріком У. Тейлором (1856—1915), який започаткував раціоналістичну школу наукової організації виробництва. Почавши працювати учнем у механічній майстерні, він за 10 років пройшов шлях до головного інженера великого металургійного підприємства. Завдяки самостійній наполегливій підготовці Ф. Тейлор успішно склав іспити і отримав диплом інженера. Наприкінці XIX ст. він почав вивчати проблеми наукової організації праці робітників. Основні дослідження провів у сталеливарних компаніях і на машинобудівних

підприємствах. Їх результати виклав у працях «Управління фабрикою» (1903), «Принципи наукового управління» (1911), «Свідки перед спеціальною комісією Конгресу» (1912).

Глибокі знання виробництва, досвід і системне мислення дали змогу Ф. Тейлорові провести комплексні дослідження з питань техніки і технології, результатом яких були запропоновані прогресивні ідеї і положення, що внесли вирішальний внесок у становлення та розвиток великого, науково організованого суспільного виробництва. Ф. Тейлор визначив, що «головним завданням управління підприємством має бути забезпечення максимального прибутку для підприємця». Ставлячи за головну мету максимальне збільшення продуктивності праці, він запропонував конкретні рішення, які спрямовані на раціональне використання праці робітників і засобів виробництва: введення суворого регламенту на застосування матеріалів і інструментів; стандартизація інструментів, робочих операцій; точний облік робочого часу; дослідження трудових операцій шляхом поділу їх на складові елементи та хронометражу; встановлення контролю за кожною операцією та ін.

Ф. Тейлор запропонував низку заходів, які дістали назву «вивчення роботи». З метою ретельного вивчення трудових прийомів він залучав кваліфікованих, спеціально підготовлених робітників, майстерно володіючих цими прийомами. У процесі аналізу рухів окремих робітників кожен такий рух поділявся на елементарні складові частини і, за допомогою хронометражу, створювався «ідеальний метод роботи», що ґрунтувався на селекції найліпших елементів трудового процесу різних робітників. Хронометраж давав змогу визначити й усунути «помилкові», «повільні» та «некорисні» рухи. Розробляючи оптимальні методи роботи, Ф. Тейлор намагався науково обґрунтувати «ліпший метод» виконання кожної роботи в найкоротший час. Результати проектних досліджень були вражаючі. Тільки в процесі проведення експериментальних робіт продуктивність праці зросла за три роки вдвічі.

Проблему впровадження найбільш досконалих прийомів і методів роботи Ф. Тейлор пов'язав зі стандартизацією інструментів, з урахуванням особливостей конкретних видів роботи. Важливе значення приділялося навчанню науковим методам і тренінгу робітників, а також встановленню норм продуктивності (виробітку). Він уперше обґрунтував теорію, що підвищення продуктивності залежить від системного підходу до людини та машини, розглядаючи їх як цілісну систему при

визначальній ролі людини. Тейлор підкреслював: «Головний елемент будь-якої виробничої системи — людина. Треба робити все, щоб їй було добре»... «Має бути заохочувальна система оплати праці, яка б спонукала робітників експлуатувати машину, точно дотримуючись інструкцій і якнайефективніше». У працях дослідника міститься розробка різних систем відрядної оплати праці відповідно до науково обґрунтованих методів нормування праці.

На підставі проведених досліджень він дійшов висновку про необхідність відокремлення функцій, які стосуються організації робіт, від функцій їх безпосереднього виконання, а також розподілу відповідальності за виконання цих функцій. Запропонований апарат функціональних керівників (майстрів, інструкторів) мав організувати і спрямувати один з однорідних видів діяльності кількох робітників. За його рекомендаціями планування було відокремлено в самостійну функцію. При цьому запропоновано також попередньо планувати методи роботи і всю виробничу діяльність підприємства в цілому.

Важливою умовою впровадження положень цієї системи, як підкреслював Ф. Тейлор, стає налагодження і зміцнення співробітництва між адміністрацією і робітниками в практичній реалізації системи організації праці.

Таким чином, сформувалася система Ф. Тейлора, суть якої ґрунтувалася на таких принципах:

1. Точне встановлення часу (виробітку) на основі розподілу процесу обробки, хронометражу операцій і вивчення рухів.
2. Підбір інструментів, устаткування, режимів обробки, прийомів виконання робіт і робітників для досягнення максимальної продуктивності.
3. Контролювання методів роботи, а не продуктивності.
4. Повне відокремлення робітників від функцій адміністрації.
5. Функціональна система управління, що базується на розподілі безпосередньо адміністративних функцій.

Система Ф. Тейлора набула поширення в перші три десятиріччя ХХ ст., її основні положення стали класичними і до цього часу використовуються в промисловому виробництві, поступово удосконалюючись і доповнюючись.

Крім Ф. Тейлора, значними представниками раціоналістичної школи були Френк та Ліліан Гілбрети, які вивчали робочі операції, використовуючи кінокамеру та мікрохронометр, що був їхнім винаходом. Ґрунтуючись на

інформації, що була отримана за допомогою стоп-кадрів, вони визначили так звані мікроелементні рухи, з яких складаються трудові дії, що послідовно формують трудові операції. За допомогою досліджень вони довели, що основні елементи виробничих операцій не залежать від змісту роботи. Це відкриття дало змогу проектувати раціональні методи виконання виробничих операцій шляхом усунення зайвих непродуктивних рухів, що значно підвищувало продуктивність праці. Таким чином, було покладено початок вивченню витрат часу на рухи, дії, операції, моделюванню їх на графіках та використанню в організації та плануванні робочих місць.

Серед піонерів раціоналістичної школи — Гаррі Гантт (1861—1919). Найближчий помічник Ф. Тейлора відкрив значення нематеріального стимулювання робітників і розробив систему планування виробничих операцій, які використовуються в сучасному виробництві під назвою «графіки Гантта». За таким графіком кожний робітник міг бачити результати своєї праці і розмір заробітку в будь-який час. На графіку відображалися також часові зв'язки між розділами виробничої програми та хід виконання завдань, що і зумовило покладення його в основу оперативного планування виробничого процесу в межах підприємства, а також сітьових графіків, які були запроваджені пізніше. Так само як технологічні операції розчленовуються на елементи та мікроелементи, уважав Г. Гантт, розчленуванню підлягають також операції управління.

Заслуга Г. Гантта полягає в організації *урочної системи* заробітної плати, яка на відміну від поштучної (відрядної) системи Ф. Тейлора є почасовою. При виконанні уроку (завдання) виплачується робітнику премія в розмірі 30—40 % від почасової оплати. Така система найбільш гуманна та універсальна, тому набула поширення і постійно доповнюється та вдосконалюється залежно від умов виробництва.

У теорію і практику організації та управління виробництвом значний внесок зробив Харрінгтон Емерсон (1853—1931), який у праці «Дванадцять принципів продуктивності» (1911) обґрунтував організаційні умови, виконання яких забезпечує підвищення результатів у тій або іншій сфері діяльності: 1) точність формулювання і встановлення цілей, до досягнення яких повинен прагнути кожен керівник та його підлеглі на всіх рівнях управління; 2) підхід з позиції здорового глузду до аналізу кожного нового процесу з урахуванням перспективних цілей, визнання помилок і пошуку їх причин; 3) компетентність

консультації, яка передбачає наявність необхідних спеціальних знань керівника; 4) дисципліна, що ґрунтується на чіткій регламентації діяльності, контролі, своєчасному стимулюванні; 5) справедливе ставлення до персоналу; 6) швидкий, надійний, повний, точний і постійний облік; 7) диспетчерування (регулювання процесів) за принципом «...ліпше диспетчерувати хоча б незаплановану роботу, ніж плануючи роботу не диспетчерувати її»; 8) норми, розклади та інструкції, що сприяють пошуку і реалізації резервів; 9) нормалізація умов праці, що забезпечує таке поєднання часу, зусиль і собівартості, за якого досягаються найкращі результати; 10) нормування операцій, яке полягає в стандартизації способів їх виконання, тобто встановлення часу і послідовності виконання кожної операції; 11) складання письмових (формалізованих) стандартних інструкцій, щоб працювати найшвидшим і найлегшим способом, зменшуючи зусилля та вивільняючи мозок для ініціативи та розроблення ефективніших способів; 12) винагорода за продуктивність з метою заохочення праці кожного працівника.

Х. Емерсон перший указав на необхідність комплексного підходу до вирішення складних завдань організації та управління виробництвом з урахуванням їх ефективності (поняття введене ним), під якою розумілося максимально вигідне співвідношення між витратами і результатами.

Подальший розвиток системи Ф. Тейлора було зроблено відомим усьому світу виробником автомобілів Генрі Фордом (1863—1947). Розробивши конструкцію легкового автомобіля, він поставив собі за мету створити його дешевим. Використовуючи принципи поділу роботи на дрібні операції і прийоми,

Г. Форд у 1913 р. спроектував та впровадив на своєму автозаводі потоково-безперевну систему виробництва на основі стрічкового конвеєра. Це були радикальні технологічні, технічні і, особливо, організаційні нововведення у виробництво. Цикл складання одного автомобіля скоротився з 1,5 дня до 93 хвилин, що підтвердило високу ефективність організації масового і потокового (конвеєрного) виробництва на базі організації предметних дільниць і ліній з прямоточним характером виробництва. При тому, що в часи стаціонарного складання термін був 728 годин праці одного робітника. Організація виробництва та управління зводилася до таких принципів:

1. Жорстко побудована за вертикаллю організація управління декількох підприємств (виробництв); управління всіма частинами та етапами виробництва з одного центру.

2. Масове виробництво, що забезпечує мінімальну вартість, яка задовольняє масового споживача та дає максимальний прибуток виробникові.

3. Розвиток стандартизації, що вможливлює швидкий і без зайвих витрат перехід на нові види продукції.

4. Конвеєр з глибоким поділом праці на велику кількість операцій.

5. Постійне вдосконалення організації та управління виробництвом.

Анрі Фойоль створив систему управління виробництвом, яка базується на виокремленні 6 груп функцій (операцій): технічні (виробництво, виготовлення, перероблення); комерційні (купівля, продаж, облік); фінансові (пошук капіталів та управління ними); охорони (охорона майна та осіб, що працюють); облік (баланси, витрати, статистика); адміністративні (передбачення, організація, керування, узгодження, контроль).

У той час, як школа наукового менеджменту виробництва робила акцент на фізичних та технічних аспектах організації праці, школа людських відносин всіляко підкреслювала значущість особистісного чинника в трудовому процесі. Основою такої школи стали праці Елтона Мейо, який працював у 1930-х роках у Готорнському відділенні компанії «Вестерн електрик». Його дослідження показали, що крім фізичних та технічних аспектів трудового процесу принципове значення для підвищення продуктивності праці має мотивація робітника.

У 1915 р. Ф. У. Харріс розробив одну з перших математичних моделей для управління запасами, започаткувавши кількісні методи, які спрямовують процес вироблення рішень.

У 1930-х роках три співробітники телефонної станції фірми «Bell» — Х. Ф. Додж, Х. Дж. Ромінг та У. Шухарт — розробили статистичні процедури для вибіркового обстеження та контролю за якістю. У 1935 р. Л. Х. С. Типпет провів низку досліджень, які заклали основу для теорії вибіркової статистики. Статистичний метод контролю якості дав змогу врахувати всі взаємодіючі чинники, що пов'язані з розробленням нової продукції, плануванням підприємством продуктивної праці, оточуючими умовами, використанням матеріалів та відносинами покупців. Унаслідок розвитку та вдосконалення кількісних методів аналізу були розроблені моделі для прогнозування, управління

ресурсами, керівництва проектами та інші, що використовуються і набувають популярності з появою сучасних комп'ютерних технологій та програмного забезпечення.

Працюючи в Росії та Польщі, К. Адамецький (1866—1933) створив теорію побудови виробничих процесів у часі, розробив графіки руху деталей по операціях та формули для розрахунку виробничого циклу.

У 1933 р. Г. Б. Мейnard та його помічники впровадили в практику організації праці та виробництва поняття *раціоналізації методів роботи* як системи, за якої кожна операція або елемент роботи ретельно аналізується з метою усунення всіх зайвих рухів, операцій і на цій основі проектується найшвидший і найраціональніший спосіб виконання кожної необхідної операції. Тільки після здійснення всіх таких заходів можна точно виміряти тривалість виконання роботи при нормальній інтенсивності праці робітників.

На підставі розробленої Ф. Гілбертом концепції універсальних мікрорухів (або терблівів) у 1948 р. Г. Б. Мейnardом була створена система мікроелементного нормування (МТМ), що дало змогу, незалежно від галузі промисловості, використовувати типові мікрорухи в різному сполученні та послідовності, проектувати нормативи і раціональні методи роботи. Після цього визначення норми на будь-яку операцію здійснювалося в такій послідовності: установлення методу здійснення конкретної операції; розчленування цієї операції на мікрорухи; визначення нормативів для кожного мікроруху; підсумовування цих нормативів.

У 1940-х роках професор Сергій Петрович Митрофанов розробив наукові принципи групових методів обробки деталей, які набули поширення в усьому світі, відкрили широкі можливості для автоматизації виробничих процесів та застосування високоефективних групових поточних ліній у серійному та дрібносерійному виробництві зі значним скороченням часу на його технологічну підготовку.

Під час Другої світової війни та в повоєнні роки складні проблеми управління матеріально-технічним забезпеченням та створенням систем озброєнь зумовили необхідність створення наукових груп дослідників з різних сфер для вивчення структури та проведення аналізу виробничих проблем у кількісному виразі з наступним виробленням оптимального рішення. У результаті були розроблені методи дослідження операцій: моделювання

виробничої діяльності, теорія черг, теорія прийняття рішень, математичне програмування, методи сітьового планування проектів (PERT та CPM).

60—70-ті роки XX ст. характеризуються масовим використанням комп'ютерної техніки в плануванні та управлінні виробництвом. Співробітниками компанії ІВМ Д. Орликом та консультантом О. Уайтом був розроблений метод планування матеріальних потреб (MRP) з використанням комп'ютерної техніки. Комп'ютерна програма дала змогу оперативно коригувати графіки виробничого процесу та закупок матеріалів, управляти запасами з урахуванням прогнозів, потреб у випуску складної продукції, які постійно змінюються. Такий підхід ефективно застосовується в прогнозуванні та управлінні проектами.

Дослідники Гарвардської бізнес-школи на початку 1980-х років розробили модель виробничої стратегії. У її основі — вибір альтернатив та фокусування виробництва на обмеженій кількості завдань для забезпечення конкурентних переваг у затратах, якості продукції, гнучкості.

Водночас у Японії склалася нова «точновчасна» філософія виробництва JIT (just-in-time), суть якої полягає в єдиному комплексі заходів забезпечення в умовах великомасштабного виробництва та мінімальних товарно-матеріальних запасів, тобто необхідні деталі і комплектуючі доставляються в певне місце у встановлений час (або в разі потреби) для оброблення чи складання. У сукупності з концепцією «всеосяжного контролю якості» (TQC — Total Quality Control), мета якої в усуненні будь-яких виробничих дефектів, система «точно вчасно» забезпечує стійку конкурентоспроможність продукції, сприяє підвищенню гнучкості виробництва.

В останні десятиліття дедалі більший вплив на організацію та управління виробництва справляє автоматизація. Створюються і функціонують інтегровані виробничі системи (Computer — Integrated manufacturing — CIM), гнучкі виробничі системи (Flexible manufacturing systems — FMS) та завод майбутнього (Factory of the future — FOF).

Наприкінці 1990-х років найбільшого розмаху у відомих компаніях світу набула концепція «всеосяжного управління якістю», суть якої полягає у формуванні і забезпеченні якості на кожному робочому місці шляхом покладення відповідальності за виконання критеріїв якості на всіх учасників процесів проектування виробів, забезпечення підготовки виробництва,

виробництва, перевірки і випробування, пакування та транспортування, монтажу та експлуатаційного обслуговування. Уведення в дію міжнародних стандартів (МС) ISO 9000, що розроблені Міжнародною організацією зі стандартизації, спрямовані на формування «систем якості» на кожному підприємстві, сертифікацію продукції, атестацію технології і акредитацію виробництва. Такий підхід зумовлений глобалізацією ринків і в цьому зв'язку з необхідністю під час оформлення споживачами контрактів-замовлень включати до них вимоги щодо якості продукції згідно з діючими стандартами.

Жорстка конкуренція компаній та її посилення в умовах глобального економічного спаду сприяли вдосконаленню процесів організації та управління виробництвом. Виникла концепція оновлення бізнес-процесів, яка ґрунтується на революційних підходах. Передбачається, що всі етапи бізнес-процесу ретельно розглядаються, аналізуються з метою усунення неприбуткових операцій, процесів з наступним проектуванням нових ефективних процесів та їх комп'ютеризацією.

Світове суспільство щодаля більше непокоїться станом навколишнього середовища, безпекою здоров'я та життя наступних поколінь. Тому однією зі значних міжнародних природоохоронних ініціатив стала система МС ISO 14 000, яка виникла в 1996 р. і має на меті зменшення шкідливих впливів на довкілля через поліпшення екологічної «поведінки» фірм, створення державної екологічної політики, уточнення умов міжнародної торгівлі.

Система стандартів орієнтована на екологічний менеджмент, використання певних інструментів екологічного контролю та оцінки діяльності підприємства, на оцінювання екологічних впливів продукції на всіх стадіях її життєвого циклу. ЄС оголосив про свої наміри допускати на ринок країн Співдружності продукцію тільки фірм, що сертифіковані за МС ISO 14 000.

Таблиця 1.1

**ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ НАУКИ
ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ВИРОБНИЦТВА**

Час виникнення	Концепції та їх основний методичний внесок у теорію і практику	Авторство
1776	Поділ праці	А. Сміт

1770	Фабричний кодекс: суворий розклад, система штрафів за відхилення від нього	Р. Аркрайт
1790	Взаємозамінні частини виробів	Е. Уїтні
1911	Принципи наукового управління: виділення та вивчення елементів операцій; хронометраж; нормування праці; облік; контроль; стимулювання праці	Ф. Тейлор
1911	Дослідження трудових рухів. Виникнення промислової психології	Френк та Ліліан Гілбрет
1912	Діаграма графіка робіт, що відображає реальні та очікувані показники діяльності	Г. Гантт
1913	Складальна конвеєрна лінія. Поточна організація виробництва, диференціація та стандартизація елементів виробництва	Г. Форд
1915	Математична модель управління запасами. Визначення економічно доцільного розміру партії замовлення	Ф. Харріс
1920-ті роки	Побудова виробничих процесів у часі, моделювання графіків руху деталей по операціях, формули розрахунку виробничого циклу	К. Адамецький
1930	Дослідження мотивації праці	Е. Мейо
1930-ті роки	Методи вибіркової перевірки та статистичні таблиці для контролю якості	У. Шухарт, Х. Додж, Х. Ромінг, Л. Типпет
1940-ві роки	Міждисциплінарні підходи до складних системних проблем: симплексний метод і лінійне програмування	Д. Данціг
1940-ві роки	Методи групової обробки деталей, що сприяли автоматизації та поширенню високоефективних групових поточних ліній у серійному та дрібносерійному виробництві	С. Митрофанов
1940-ві роки	Мікроелементне нормування праці (МТМ)	Г. Мейнард, В. Іоффе

Закінчення табл. 1.1

Час виникнення	Концепції та їх основний методичний внесок у теорію і практику	Авторство
50—60-ті роки XX ст.	Методи дослідження операцій: моделювання виробничої діяльності, теорія черг, теорія прийняття рішень, математичне програмування, методи сітьового планування проектів (PERT та CPM)	Велика кількість дослідників
60-ті—70-ті роки XX ст.	Широке використання комп'ютерної техніки: графіки закупок, управління запасами, прогнозування, управління проектами, планування матеріальних потреб (MRP)	Фірми-виробники, дослідники та користувачі
1980-ті роки	Моделювання виробничих стратегій як засобу конкурентної боротьби	Дослідники Гарвардської бізнес-школи
1980-ті роки	Концепції якості та гнучкості виробництва, конкуренції на основі часового чинника: JIT (точно вчасно), Канбан, TQC (всеосяжний контроль якості) та автоматизація виробництва (Рока-ujkes, CIM, CAD/CAM, роботи та інше)	Т. Оно, У. Демінг, Д. Юран та групи дослідників у різних інженерних галузях розвинених країн
1990-ті роки	Концепція всеосяжного управління якістю. Уведення міжнародних стандартів ISO 9000, розгортання функції якості, сумісне проектування, функціонально-вартісний аналіз, модель безперервних поліпшень	Міжнародна організація стандартизації
1990-ті роки	Моделювання оновлення бізнес-процесів та радикальних змін	М. Хаммер, консалтингові фірми
Початок XXI ст.	Екологічний менеджмент. Уведення системи міжнародних стандартів ISO 14000 з метою зменшення забруднення довкілля	Міжнародна організація стандартизації

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Розкрийте сутність понять «виробнича діяльність» та «виробництво».
2. Які сучасні вимоги ставляться до виробництва?
3. Яке з визначень поняття «організація виробництва» найточніше відображає її суть?

4. У чому полягає взаємозв'язок функцій технології та організації виробництва?

5. Охарактеризуйте конкретне коло завдань організації виробництва.

6. Визначте, що є предметом і завданнями курсу «Організація виробництва».

7. Опишіть у загальних рисах методи, які використовуються при вивченні курсу. Розкрийте сутність системного підходу.

8. У чому, на ваш погляд, полягає різниця між поняттями «виробничий менеджмент», «операційний менеджмент» та «організація виробництва»?

9. Укажіть місце, роль і значення курсу «Організація виробництва» серед інших функціональних економічних дисциплін.

10. Чому дослідження виробництва стали активно проводитися у XVIII столітті?

11. Як впливають на ефективність виробництва поділ праці та стандартизація елементів предметів праці і хто на цьому акцентував увагу?

12. Хто запропонував заздалегідь планувати методи роботи та всю виробничу діяльність підприємства в цілому?

13. Коротко охарактеризуйте внесок Ф. Тейлора в організацію та управління виробництвом.

14. Поясніть, чому основні елементи виробничих операцій не залежать від змісту роботи і хто це довів?

15. Охарактеризуйте переваги поточної організації виробництва і в чому полягає заслуга Г. Форда перед суспільством.

16. Стисло охарактеризуйте нововведення у сфері організації та управління виробництвом на межі 20-х—40-х років XX ст. та оцініть їх вплив на промисловість.

17.3 чим пов'язана активізація дослідження операцій і впровадження яких нових методів підвищило рівень планування та організації виробництва?

18. Охарактеризуйте вплив комп'ютерної технології на виробництво.

19. Чому і які виробничі стратегії стали засобом конкурентної боротьби? Дайте їх стисло характеристику.

20. Що розуміють під сучасними концепціями якості, гнучкості та часової конкуренції? Які є методи та інструменти їх реалізації?

21. Чим відрізняється концепція всеосяжного управління якістю від концепції всеосяжного контролю якості?

22. Що розуміється під перепроєктуванням бізнес-процесів і з чим це пов'язано?

23. Яку роль і значення для людства на сучасному етапі розвитку має екологічний менеджмент?

РОЗДІЛ 2

2.1. ВИРОБНИЦТВО ЯК ВІДКРИТА СИСТЕМА

Виробнича функція. Виробництво — найважливіша сфера людської діяльності з перетворення предметів праці з метою задоволення потреб всіх суб'єктів суспільства. Таким чином, *виробнича функція* охоплює всі дії, що безпосередньо пов'язані з виготовленням товарів чи наданням послуг. Вона відіграє головну роль у створенні товарів або послуг і є ядром будь-якого промислового підприємства. *Ресурсні вкладення* здійснюються для отримання готових виробів за допомогою одного або кількох *процесів перетворення* (збереження, транспортування, оброблення). Щоб гарантувати бажаний (замовлений) продукт, на різних етапах процесу перетворення здійснюються заміри (*зворотний зв'язок*), а потім порівнюють результати з установленими стандартами і в разі необхідності коригують дії (*контроль*). На рис. 2.1 схематично показана виробнича функція як процес перетворення вкладених ресурсів у кінцеву продукцію.

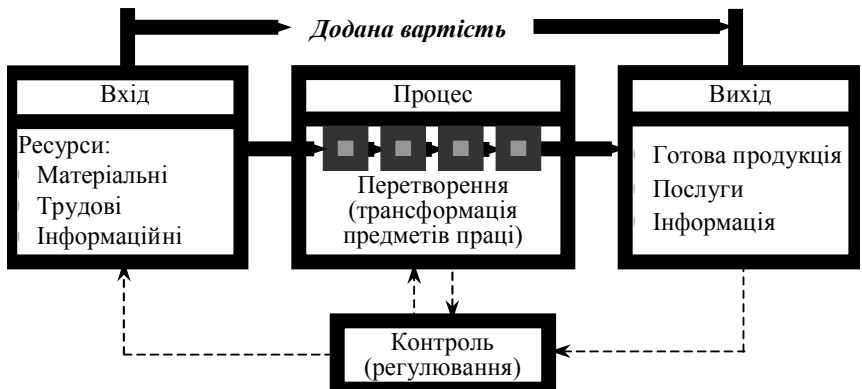


Рис. 2.1. Схема виробничої функції як процес перетворення вкладених ресурсів у кінцевий продукт
Економічна сутність виробничої системи полягає у створенні (у процесі перетворення) доданої вартості як різниці між

вартістю вкладень та вартістю або ціною кінцевого продукту. Аналіз складових процесу перетворень дає змогу усунути чи перепроектувати збиткові операції, збільшуючи тим самим додану вартість.

Досягнення мети виробництва з виготовлення продукції для задоволення потреб споживачів можливе тільки за умови тісної взаємодії виробничої функції насамперед з функціями маркетингу та фінансів, а також іншими допоміжними функціями. Такий взаємозв'язок трьох основних функцій відображений на рис. 2.2.

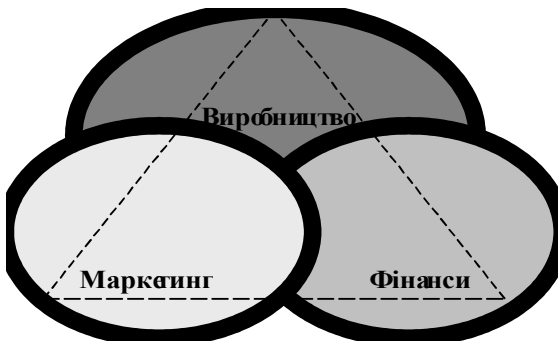


Рис. 2.2. Перетин і взаємозв'язок трьох основних функцій

Фінансова функція передбачає дії з забезпечення виробничої функції ресурсами за вигідною ціною і з розподілом цих ресурсів, у тому числі й за іншими функціями. Персонал, який виконує операції по кожній з функцій, працює спільно, обмінюючись інформацією та досвідом щодо:

- підготовки кошторисів, бюджетів для визначення фінансових потреб або наступного їх коригування у випадку змін умов функціонування. Оцінюється також робота підрозділів підприємства відносно прийнятого бюджету;
- економічного аналізу та оцінювання запропонованих інвестицій в устаткування, технологію виробництва;
- забезпечення необхідними фондами для своєчасного фінансування виробничого процесу. Ретельне планування набуває важливого і навіть критичного значення в умовах обмеження фондів та сприяє подоланню проблем з потоком грошової готівки.

Маркетингова функція полягає: у продажу і просуванні на ринок товарів та послуг; у здійсненні заходів у сфері реклами та

ціноутворення; в оцінці побажань і потреб споживачів; у доведенні до виробничників результатів короткострокових маркетингових досліджень і до дизайнерів та проектувальників — довгострокових.

Виробничники мають потребу в інформації про поточний попит, щоб спланувати виробництво (купувати необхідні матеріали і складати робочі графіки). Дизайнерам і проектувальникам необхідна маркетингова інформація для поліпшення та модернізації існуючих товарів і розроблення нових. Тому маркетинг, проектування та виробництво мають працювати разом у тісному контакті. При цьому маркетингова інформація характеризує запити споживачів і вимоги до конструкційних та функціональних особливостей нових видів товарів, що важливо для проектувальників.

Виробничники також зацікавлені в отриманні своєчасної інформації про потреби в нових виробках, щоб розробити технологічні процеси і придбати необхідне устаткування.

Фінансисти активно включаються в процес обміну інформацією і повідомляють про наявність фондів (при короткостроковому плануванні), а також, які фонди потрібні для виготовлення нових виробів (за умови довгострокового планування).

У свою чергу, важливі відомості про терміни виробничого процесу, що їх отримують маркетологи, дають змогу своєчасно інформувати споживачів про виконання замовлення.

Отже, у процесі активної взаємодії функцій маркетингу, виробництва та фінансів розробляються вироби, прогнозуються і створюються реальні виробничі графіки, приймаються кількісні та якісні рішення, здійснюється обмін інформацією про стан діяльності. Залежно від виду діяльності підприємства на додаток до розглянутих функцій формуються інші функції, які забезпечують їх ефективне здійснення (наприклад, матеріально-технічного забезпечення, бухгалтерського обліку, технічного обслуговування, управління персоналом, технічної підготовки виробництва, збуту тощо).

Система та її сутність. Дослідження взаємопов'язаних умов та чинників, що забезпечують успішне виконання виробничої функції як важливої сфери діяльності людей, потребують розглядання її з позиції системного підходу, як своєрідну складну систему.

Поняття «система», її межі достатньо умовні і залежать від об'єкта та мети дослідження. *Системою можна назвати будь-який об'єкт, що має у своєму складі сукупність взаємопов'язаних*

і взаємодіючих частин або елементів. Будь-яка система складається з не менш як чотирьох основних компонентів: входу, процесу, виходу та пристроїв зворотного зв'язку і контролю.

Той самий об'єкт, що входить в іншу систему, розглядається в ній уже як підсистема або елемент. Наприклад, верстат у цілому є технологічною системою, його окремі частини — агрегати, вузли, деталі являють собою підсистеми та елементи.

У разі дослідження системи, де головною підсистемою є людина, верстат виступає із зовсім іншими властивостями, ніж у системі «верстат». У свою чергу, система «верстатник — верстат» діє як підсистема, якщо предметом розгляду є система «виробнича дільниця», яка об'єднує кілька таких підсистем. Отже, будь-який об'єкт може бути одночасно як самостійною системою, так і елементом різних систем.

Водночас об'єкт, який вибирається для дослідження з позицій системного підходу, повинен мати низку ознак, що характеризують його як систему. Зокрема, серед ознак систем, які призначені для виконання виробничих функцій, мають бути такі: 1) основні вхідні компоненти; 2) сукупність елементів; 3) суттєві зв'язки між елементами; 4) інтегративні (об'єднувальні) властивості; 5) цілісність; 6) внутрішня упорядкована структура й організація; 7) мета функціонування і критерії оцінювання функціонування системи; 8) керуючий або регулюючий пристрій; 9) межі з зовнішнім середовищем і здатність системи до взаємодії з ним; 10) особливі властивості елементів, з якими вони входять в дану систему.

Існування будь-якої системи, успішне виконання нею своїх завдань можливе за наявності *зв'язків між елементами*, що об'єднують їх в єдине ціле, завдяки чому здійснюється функціонування системи відповідно до поставленої мети. В окремій системі зв'язки між її елементами значно міцніші, ніж з іншими елементами інших систем. Такі зв'язки називаються *системоутворювальними*. Деяку кількість елементів, для яких характерні слабкі, непостійні зв'язки або повна їх відсутність, не можна назвати системою.

Внутрішні властивості системи та її взаємодія із зовнішнім середовищем визначається шляхом виділення і вивчення типів зв'язків. Серед них найважливішими є *зв'язки функціонування*, які підрозділяються на: *матеріальні* (потокі матеріалів, предметів праці, енергії), *інформаційні* (потокі інформації, зв'язки між людьми тощо). Зв'язки розрізняються також за напрямом: *прямі і зворотні*. Вони пов'язані між собою і є умовою управління

процесом перетворення, особливо зворотного впливу результатів на його протікання.

Виділення системи з оточуючого середовища як цілісного об'єкта здійснюється завдяки системоутворювальним зв'язкам. Цілісність системи визначає, що її поведінка в цілому залежить передусім від взаємодії внутрішніх елементів, незалежно від впливів зовнішнього середовища. Цілісність системи вказує на її *інтегративність*, спроможність об'єднувати елементи, що входять до неї.

Відомо, що результативність системи залежить від результатів функціонування її окремих елементів, але загалом про діяльність системи можна робити висновки за результатами роботи взаємопов'язаних елементів. Водночас поведінка системи в цілому не завжди визначається діяльністю окремих її елементів. Наприклад, на деяких робочих місцях якісно і своєчасно виконують завдання, але дільниця загалом функціонує незадовільно.

Виходячи з визначення системи, вона має *внутрішню упорядковану структуру й організацію*. Структура розглядається як кількісний і якісний склад основних елементів системи та способів їх взаємозв'язку, які забезпечують сталий стан системи. Організація передбачає порядок розташування і взаємодію елементів системи. Структура й організація цілісної системи підвищують рівень визначеності, завдяки спрямованій поведінці її елементів. Структура й організація можуть бути формальними (що передбачені проектом) і неформальними (як результат випадкових зв'язків і відносин).

Бажаний, можливий та необхідний стан системи на «виході» визначається спроможністю задовольнити певні потреби, що є її загальною метою функціонування (наприклад, кількість і якість певного виду продукції як результат «процесу» виготовлення з ресурсів «входу»). Ступінь досягнення *поставленої мети* визначається за допомогою *критеріїв оцінки* зіставленням показників «виходу» з «входом», тобто результатів (обсягів і якості продукції) з затратами (всіх видів ресурсів на її виготовлення). Критерії оцінки функціонування системи дають змогу вибрати найбільш доцільний (оптимальний) варіант використання обмежених ресурсів.

Досягнення поставленої мети забезпечується контролем параметрів системи на «виході», порівнянням їх із заданими і впливом на «вхід» таким чином, щоб підтримувати систему в рівновазі, забезпечувати її функціонування в певному режимі

роботи. Функції контролю, порівняння і впливів виконує *пристрій управління* або керуючий (регулюючий) пристрій, який є складовою системи.

Кожна система існує і функціонує в певних межах, що відокремлюють її від зовнішнього середовища, але водночас вона може *функціонувати і розвиватися* тільки за умови активної взаємодії з *навколишнім середовищем*. При цьому зовнішнє середовище охоплює сукупність зовнішніх для системи об'єктів, які або впливають на неї, або вона впливає на них. Таким чином, система під час свого функціонування змушена постійно адаптуватися до зовнішнього середовища на «вході» (до постачальників ресурсів) і на «виході» (до споживачів), узгоджуючи з його вимогами свої матеріальні, інформаційні й трудові зв'язки.

Суттєвою ознакою системи є *особливі властивості*, які має кожен з елементів і підсистем, що входять до неї. Властивості розглядаються як кількісна або якісна оцінка параметрів об'єктів, за якими здійснюється їх взаємозв'язок усередині системи та з елементами інших систем (вид продукції, що виготовляється, кількість і кваліфікація працівників тощо). Відокремлення об'єктів усередині системи з визначенням їх функцій та параметрів у певних одиницях виміру здійснюється завдяки властивостям її елементів.

Класифікація систем. Досліджуючи системи, їх класифікують за певними ознаками.

Залежно від умов створення всі системи належать або до *природних* (у тому числі живі системи), або до *штучних*, які створені людиною (зокрема, виробничі системи різних рівнів).

Ступінь взаємодії з зовнішнім середовищем поділяє системи на: *відкриті*, які на «вході» і «виході» здійснюють активний обмін (енергією, матеріалами, інформацією, продукцією, послугами), та *закриті*, що не взаємодіють із зовнішнім середовищем (наприклад, хімічна реакція в спеціальному посуді). Закриті системи, не отримуючи ресурсів, занепадають.

До *фізичних систем* належить сукупність природних або штучних об'єктів, що мають речову форму і реально взаємодіють між собою (наприклад, територія підприємства, споруди, будівлі, машини, устаткування, які забезпечують нормальний процес трансформації сировини, матеріалу).

Абстрактні системи являють собою символічне відображення зв'язків або процесів, які здійснюються у фізичних моделях, визначаючи їх поведінку, наприклад, моделі окремих об'єктів, явищ

або процесів. *Моделі* також розподіляються на *фізичні* — моделі зовнішньої подібності (устаткування, робочих місць, підприємств, структура речовини і т. д.); *абстрактно-схематичні* (графіки, схеми, креслення тощо) і *абстрактно-математичні*, що відображають числові залежності або зв'язки в системі або в її окремій частині (система управління, функціональні, кореляційні залежності та ін.).

Системи належать до *простих*, якщо мають у своєму складі обмежену кількість взаємопов'язаних елементів, які забезпечують виконання нескладних функцій системи (наприклад, терморегулюючий пристрій у приміщенні). *Складні* системи складаються з великої кількості взаємодіючих частин (підсистем, елементів), які виконують складні різноманітні функції і вирішують великі завдання. Особливість складної системи полягає в можливості послідовного розподілу її на частини, підсистеми й елементи та дрібніші складові, але тільки до певної встановленої межі.

Системи з головним, провідним елементом, зміни в якому викликають зміни всіх вхідних елементів, їх поведінки і системи в цілому, називаються *централізованими* системами (наприклад, керуючий орган будь-якого об'єкта). *Децентралізована* система складається з рівнозначних елементів, зміна в одному з яких не веде до змін в інших, що з'єднані послідовно або паралельно (наприклад, групова робота).

Системи, у яких стан внутрішніх елементів і її поведінка в цілому змінюються з часом, відносять до *динамічних* систем. При цьому зміни можуть виникати під впливом як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. У *статичних* системах стан окремих елементів і поведінка системи в цілому не змінюються в часі.

Природні і штучні системи, що змінюють поведінку в часі від випадкових впливів як зовнішнього середовища, так і внутрішніх процесів, належать до *ймовірних* систем. *Детерміновані* системи відрізняються поведінкою, яка визначається попереднім станом і характером входу системи. Для підтримки такої системи в рівновазі необхідно мати додаткові регулюючі (керуючі) пристрої не тільки на вході, а й для обліку зовнішніх і внутрішніх впливів.

Системи зі *зворотним* зв'язком мають властивості впливу на «вхід» за результатами діяльності на «виході» на основі інформації, яка передається каналами зворотного зв'язку (наприклад, автоматичні регулятори, живі та виробничі системи).

До *регульованих* належать системи, поведінка яких утримується за допомогою керуючого пристрою в певних межах, що задані метою її функціонування. Такі системи відносять до категорії кібернетичних.

Система вважається *стабільною*, якщо показники її функціонування зберігаються на певному рівні (наприклад, автомобіль, верстат, підприємство).

Вимоги сполучення з зовнішнім середовищем або оптимізації характерні для штучних систем. *Сполученою* вважається система, яка відповідає зовнішньому середовищу, функціонує відповідно до його вимог або іншої взаємопов'язаної з ним системи (наприклад, якщо результат задовольняє споживачів, тоді система відповідає зовнішньому середовищу і вона вважається оптимальною в даний час).

Системами, що складаються з комплексу взаємозалежних об'єктів, є: господарство країни, галузь промисловості, підприємство, цех, дільниця, робоче місце. Водночас складними системами є також комплекси функцій, види діяльності, що здійснюються на підприємствах. Як єдину складну систему можна розглядати всю діяльність підприємства, що складається з мережі підпорядкованих, менше складних систем.

Виробнича система та її структура. *Виробничі системи (ВС) — це особливий клас систем, що об'єднують працюючих, знаряддя і предмети праці та інші елементи, які необхідні для функціонування системи, у процесі якого створюється продукція або послуги.*

Елементами виробничої системи є люди і матеріальні об'єкти — праця, знаряддя, предмети, продукти праці, а також технологія, організація виробництва.

Виробнича система на первинному рівні може розглядатися як *група механізмів* (устаткування, апарати тощо), що обслуговуються робітником (оператор, машиніст). Кожний механізм і робітник, що обслуговує його, являють собою два взаємодіючих та взаємозалежних елементи, які складають систему «людина — машина». Під елементом виробничої системи розуміється складова частина системи, яка не розчленовується на дрібніші складові. Елементами виробничої системи нижчого рівня (дільниці, цеху, відділу) є робочі місця (частина виробничої площі з розташованими на ній верстатами або агрегатами та робітниками, які їх обслуговують), які оснащені приладдям та інструментом, партією деталей (або інший вимір предметів праці) та ін.

Інтеграція первинних систем «людина — машина» створює *виробничу дільницю* — складну систему, яка охоплює основних і допоміжних робітників, основне і допоміжне устаткування, функціональні підсистеми зі складним комплексом взаємозв'язків, взаємовідносин та інтересів, що й зумовлює її складну структуру та організацію.

До систем вищого рівня належать цехи, підприємства, галузі і т. п. При цьому кожна ланка системи, підсистеми будь-якого рівня відбиває найістотніші риси системи вищого рівня, частиною якого вони є.

У виробничій системі здійснюються виробничі процеси. Їх основою і визначальною частиною є технологічні процеси, під час яких робітник за допомогою знарядь праці впливає на предмети праці і перетворює їх у продукт праці — готову продукцію.

Усі матеріальні елементи і підсистеми виробничої системи характеризуються особливим складом, взаємним розташуванням і взаємозв'язками, які створюють *технологічну, або виробничу структуру*. Формальна, що передбачена проектом, структура виробничої системи формується за технологічним або функціональним принципом. Вона складається з основних та допоміжних елементів. До *основних елементів* належить технологічне устаткування та оснащення, яке призначене для безпосередньої обробки чи складання предметів праці (верстати, комплекси машин, конвеєри, інструмент, пристрої, приладдя тощо).

Нормальне функціонування основних елементів залежить від забезпечення їх енергією, інструментом, ремонтом, а також транспортуванням, складуванням предметів, контрольними і випробувальними стендами та приладами. Ці функції виконують відповідні допоміжні елементи виробничої системи, у яких на вході є як зовнішні, так і внутрішні зв'язки, а на виході тільки внутрішні. Тому необхідними для основних елементів виробничої системи можуть бути лише ті допоміжні елементи, продукція і послуги, які не є результатом діяльності інших самостійних систем (виробництв, підприємств).

Виробнича система поряд з технологічними (матеріальними) містить *соціальні елементи* — робітників, які використовують засоби праці і керують ними при виготовленні продукції. *Сукупність груп людей певного професійного складу, що узгоджено взаємодіють у процесі виконання заздалегідь передбачених функцій*

на технологічному устаткуванні для досягнення поставленої мети, становить соціальну структуру виробничої системи. Таким чином, соціальні та матеріальні елементи формально діють як цілісна складова виробничої системи. Існування матеріальної і соціальної структур зумовлене поділом праці всередині виробничої системи. Тому структура елементів має відповідати її загальним цілям і постійно пристосовуватися до них, адже кожен елемент і підсистема як відносно відокремлені частини виконують чітко визначені завдання.

Виробнича система визначається поведінкою, еволюцією і набором структур. *Структура виробничої системи — це сукупність елементів і стійких зв'язків між ними, що забезпечують цілісність системи і її тотожність самій собі, тобто збереження основних властивостей системи під час різноманітних зовнішніх і внутрішніх змін.*

Структура виробничої системи визначається складом і взаємозв'язками її елементів і підсистем, а також зв'язками з зовнішнім середовищем. Розрізняють просторову (розташування елементів системи в просторі) і часову (послідовність змін у часі стану елементів і системи в цілому) структури виробничих систем. Вони тісно взаємопов'язані і взаємозалежні.

Структура ВС, зображена на рис. 2.3, — це інваріантна в часі фіксація елементів і зв'язків між ними. Функціонування ВС означає її дію в часі. Залежно від мети й аналізу ВС може бути подана різноманітними структурами, наприклад, структурою основних фондів, структурою кадрів, виробничою структурою і т. п.

Цілісність виробничої структури є однією з основних властивостей. Усі елементи ВС функціонують з єдиною загальною метою — розроблення, проектування, виготовлення необхідної продукції. Будь-яка ВС має вхід, процес, вихід і зворотний зв'язок.

Через пристрій входу в систему надходять вихідні ресурси (сировина, матеріали, паливо, пальне, енергія, праця та інше), що забезпечують функціонування системи. Цей процес є центральним основним компонентом системи, завдяки якому ресурси входу перетворюються і набувають зовсім інших нових властивостей, які вони отримують на виході. Вихід системи є результатом функціонування системи, може бути окремо виробом, послугою, інформацією чи всім одночасно залежно від спеціалізації виробничої системи.

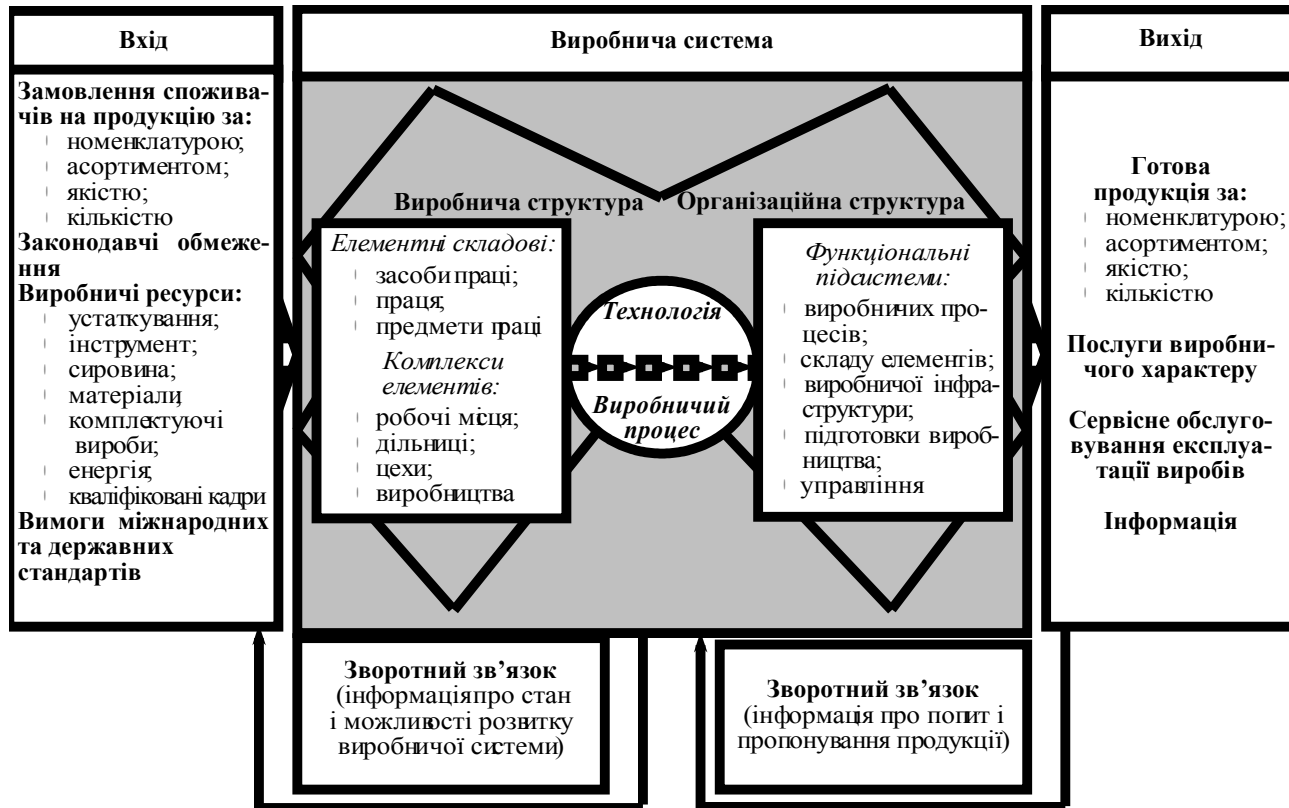


Рис. 2.3. Структура виробничої системи

Споріднення елементів виробничої системи. Елементи, які входять до складу виробничої системи, відрізняються за своїми властивостями. Кожен з них, як структурно відокремлена частина системи, виконує тільки йому властиві функції. Водночас функції кожного елемента системи підпорядковані завданням і цілям системи (наприклад, на робочому місці виконуються операції відповідно до завдань, що впливають із закономірностей технологічного процесу, і тим самим підпорядковані основній меті забезпечення ефективного функціонування виробничих систем дільниці, цеху, підприємства в цілому).

Характерна особливість елемента виробничої системи — тісний взаємозв'язок та взаємодія з іншими частинами або елементами системи шляхом:

- або послідовного здійснення частини функцій над предметом праці, що виконуються системою в цілому до отримання готового продукту;
- або комплексного перероблення однорідної сировини і отримання з неї різноманітних продуктів;
- або паралельного виконання однорідних, але не однакових функцій з оброблення багатьох видів матеріалів і отримання з них частин готового продукту.

У першому випадку вхід кожного елемента за ходом процесу збігається з виходом попереднього, а вхід і вихід системи в цілому відповідно — з входом і виходом першого і останнього елемента. Таке розташування елементів дає змогу використовувати додаткові корисні властивості, що отримуються на виході попереднього елемента, надходять на вхід наступного у вигляді частини необхідних ресурсів, завдяки чому досягається багаторазове використання частини ресурсів, що витрачені на вході системи. Прикладом такої системи є металургійний завод, де тепло рідинного чавуну з доменної печі використовується як одне з джерел тепла в сталеплавильному виробництві, потім тепло злитків економить енергію для нагрівання їх під прокат у відповідному цеху. Вимоги економічності технології диктують всебічне скорочення перерв у процесі обробки предметів праці під час переходу від однієї стадії до іншої шляхом зосередження всіх елементів в одній системі.

Для систем другого виду характерною є наявність багатьох виходів при одному вході. Комплексні технології глибокого перероблення сировини потребують послідовно-паралельної

побудови елементів виробничої системи агрегатно-сепаратного типу. Прикладом може бути хімічний комбінат.

Третій вид виробничих систем відрізняється одним виходом при багатьох входах. Так, на машинобудівному підприємстві використовується одночасно багато різноманітної сировини, матеріалів, способів їх перероблення для виготовлення кінцевого продукту (виробу). Характерною особливістю при цьому є існування трьох взаємопов'язаних послідовних підсистем: заготівельної, що забезпечує первісне змінювання форми матеріалу (металу); обробної, яка пов'язана з отриманням готових деталей із заготовок; складальної, що зайнята з'єднанням окремих деталей у вузли і готовий виріб — машину. Наприклад, заготовки з металу можна отримати різними методами: литтям (відливки), тиском (поковки), штампуванням, механічним обробленням або зварюванням. Подальша обробка заготовок — механічна, термічна тощо здійснюється в різній послідовності і різними робочими інструментами та машинами. Крім того, окремі частини виробу — вузли, агрегати можуть збиратися в підсистемах-елементах (цехах, дільницях) виробничої системи таким чином, щоб бути готовими до початку складання виробу в цілому.

До важливих особливостей виробничої системи третього виду слід також віднести:

- існування кількох паралельних входів і виходів кожного з її елементів (наприклад, ливарний цех може одночасно подавати заготовки кільком механічним цехам, а кожний механічний цех отримати їх одночасно від низки однорідних і різнорідних цехів свого підприємства, а також зі сторони — безпосередньо з входу системи);

- надання певних заданих властивостей проміжним продуктам, але відсутність додаткових супутніх властивостей, які можна використовувати в наступних стадіях;

- можливість затримки проміжних продуктів на стадіях виготовлення у зв'язку з необхідністю впливу сил природи для виділення зайвої енергії (наприклад, охолодження, сушіння).

Остання обставина зумовлює переривчастий (дискретний) характер процесу, у якому вихід попереднього за ходом елемента не може бути суміщений за часом входом наступного. У свою чергу, дискретний характер процесу системи створює об'єктивні передумови для виділення з неї однорідних елементів у відокремлені спеціалізовані виробництва, що виготовляють проміжні продукти для багатьох виробничих систем, де вони

споживаються у вигляді вхідних матеріальних ресурсів (заготовок, деталей, комплектуючих виробів) при виготовленні кінцевого продукту. У такий спосіб забезпечується висока концентрація однорідного виробництва, що є умовою технологічного прогресу і підвищення ефективності виробництва.

Виникненню матеріальних зв'язків у виробничій системі передують *інформаційні зв'язки*, під якими розуміють спілкування і взаємодію людей шляхом обміну усними, письмовими, графічними та іншими видами відомостей. Завдяки інформаційним зв'язкам забезпечується інтеграція елементів системи в єдине ціле, оскільки системоутворюючі елементи пов'язані з рухом інформації. Інформаційні зв'язки на відміну від матеріальних мають прямий і зворотний рух. Якщо прямі зв'язки визначають еталон поведінки системи та її елементів, то зворотні відображають відомості про результати виконання завдань і параметри функціонування елементів. При цьому інформація супроводжує матеріальний потік, що відбиває рух реальних матеріальних ресурсів під час їх перетворення в готовий продукт. Таким чином здійснюються зв'язки внутрішнього стану системи. На «виході» системи виникають інформаційні зв'язки стосовно результатів функціонування, які відображають відомості про кількість, якість, споживчі властивості виробів (послуг), про економічні показники процесів та ін. На підставі отриманої інформації аналізуються, виробляються організаційно-управлінські рішення і здійснюються адміністративно-економічні впливи на систему та її елементи.

Матеріальні зв'язки виробничої системи починаються з моменту виконання замовлення на сировину, матеріали та завершуються відвантаженням готової продукції споживачам. Цикл руху матеріалів охоплює час їх виготовлення, упакування, відвантаження, транспортування від постачальника, складування та зберігання в продуцента кінцевої продукції. Далі ці матеріали у безпосереднього виробника підлягають обробці, складанню, упакуванню і відвантаженню готової продукції споживачам. Матеріальний потік, таким чином, є результатом взаємодії незалежних виробничих систем: постачальника, транспортувальника і продуцента готових виробів. Вони взаємодіють завдяки інформації, яка стає первісним вхідним ресурсом процесу виробництва системи.

2.2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

У будь-яких системах кожен елемент (як частина) потрібен для підтримання і функціонування всієї системи і поза неї існувати не може. Це є проявом системної залежності й організації. Системи формуються і функціонують на основі загальних (універсальних) законів і окремих принципів. Усі закони і принципи організації діють взаємопов'язано, а не ізольовано.

Принципи організації — основні правила, що відображають загальні універсальні закони організації. Принципи розробляються на підставі аналізу повторюваності реальних процесів організації виробництва і перевіряються практикою. Вони об'єктивні й обов'язкові. Але знання принципів ще не гарантує успіху. З розвитком і удосконаленням самого виробництва, створенням нових законів можуть вироблятися нові принципи та уточнюватися існуючі.

Закони організації виробничих систем. Основний закон організації — *закон синергії* — полягає в тому, що сума властивостей (потенціалів, енергії, якості) організованого цілого перевищує «арифметичну» суму властивостей кожного з елементів системи. При цьому під властивістю елемента розуміють параметри, що його характеризують, їх взаємозалежність, зміни в часі, якості та ін. Ефект синергії виникає за рахунок взаємної участі, взаємодії елементів, що перебувають у межах цілого і мають різноманітні практичні застосування. У виробничих системах організаційний ефект має такі складові, як спеціалізація, синхронність, ритмічність. Джерелом додаткової енергії такої системи є взаємопосилення сукупності її елементів. Ефект посилення індивідуальних дій покладений в основу створення виробничих систем будь-якого рівня.

Закон єдності аналізу-синтезу визначає те, що процеси розподілу, спеціалізації, диференціації та інші необхідно доповнювати протилежними процесами: з'єднання, універсалізації, інтеграції і т. д. Використання цього закону передбачає вибір ознак або підстав спочатку для розподілу (класифікації), а потім для з'єднання (групування) у нові класи. Закон ставить вимогу розподілу діючих систем на підсистеми (елементи) з метою наступного перегрупування (трансформації) у нові системи для забезпечення їх ефективного функціонування.

Закон *пропорційності* означає потребу певного співвідношення між частинами цілого.

Вимога закону *композиції* полягає в тому, що мета діяльності підсистеми (елемента) одночасно є підціллю діяльності системи.

Згідно з законом *самозбереження* кожна реальна фізична (матеріальна) система спрямована на збереження своєї цілісності та на економію витрат своїх ресурсів.

Важливий висновок випливає із закону *організованості-інформованості*, відповідно до якого в системі не може бути більше порядку, ніж інформації.

Кожна виробнича система як організація, йдеться в законі *онтогенезу*, у своєму розвитку проходить фази життєвого циклу: народження, становлення, розквіту, згасання.

Під законом організації виробничих систем розуміються необхідні, суттєві, стійкі співвідношення між елементами виробничої системи, а також між цією системою і зовнішнім середовищем. Закони організації виробничих систем утворюють систему законів, які взаємозалежні і взаємообумовлені, а всі разом становлять ціле. Основні групи законів організації укладаються в такій послідовності: закони статички, закони розвитку.

Закони статички організації виробничих систем:

1. Закон *відповідності виробничих систем цілям*, що перед ними поставлені. Кожна система при формуванні цілеспрямована на задоволення певних потреб. Виходячи з вимог цього закону:

- *цілевизначення* системи, її підсистем і елементів передбачає розроблення системи цілей, підцелей і шляхів їх здійснення;

- *функціонування* системи, підсистем і елементів оцінюються виміром ступеня досягнення мети;

- *безперервність функціонування* системи зумовлена необхідністю постійного досягнення цілей, що змінюються, та підвищенням ефективності виробництва.

2. Закон *відповідності організації виробничої системи зовнішньому середовищу*. Зумовлений відкритістю цих систем та взаємодією їх з динамічним зовнішнім середовищем він потребує відповідності:

- економічним законам;

- державному устрою (правовим законам, нормам, інструкціям тощо);

- системі вищого рангу;

- рівня спеціалізації та кооперування зовнішньому середовищу;

• екологічним стандартам (допустимі викиди виробничої системи в навколишнє середовище).

3. Закон *відповідності елементів виробничої системи одному*. У процесі створення і функціонування виробничої системи достатньо чітко формулюються вимоги до продукції (послуг), яку вона виготовляє, а також до параметрів сировини та матеріалів відповідно до обраної технології. Тому насамперед важливе значення має *відповідність технологічного процесу сировині та продукції*.

Матеріальні елементи системи інтегруються в підсистеми відповідно до спеціалізації, визначеної технологією обробки матеріалів чи складання виробів. Тому *всі підсистеми мають відповідати одна одній і системі в цілому*.

Виробнича система може ефективно функціонувати тільки за умови взаємопов'язаної результативності всіх її елементів. Відповідність елементів системи досягається описом виробничого процесу, що об'єднує характеристики матеріальних і енергетичних ресурсів на «вході» в систему, технологічного процесу, устаткування, що застосовується, вимог до персоналу. Усе це потребує *відповідності устаткування технологічному процесові*.

Кожен елемент виробничої системи, виходячи з вимог результативності, має бути раціональним (з погляду параметрів спеціалізації, устаткування, форми організації праці — індивідуальна, колективна, багатOVERстатна, а також планування й оснащення робочого місця, кваліфікації робітника, що його обслуговує). Таким чином, вимога раціональності елементів виробничої системи зумовлює необхідність *відповідності кваліфікації робітників устаткуванню і технологічному процесові*.

На стадії організаційного проектування можна достатньо точно сформулювати функції кожного елемента системи і досягти *відповідності кожного елемента виробничої системи функції, що виконується*. Остання визначається як похідна від мети системи, підцілей того або іншого рівня. Функція кожного елемента

системи визначає спосіб досягнення її мети, що підкреслює визначальну роль технології відносно устаткування та кадрів в організації виробничої системи. Вимоги відповідності елемента системи функції, що виконується, поширюються на потоки вхідних у систему елементів: матеріалів, комплектуючих

деталей, вузлів, інформації тощо, а також на потоки вихідних з неї елементів: продукції, послуг, інформації та ін.

Структура системи, її упорядкованість значною мірою визначаються прийнятою формою організації виробничої системи (одинична, серійна чи масова), яка залежить від виду продукції та розміру партії деталей (виробів), що випускаються. Звідси справедлива *вимога відповідності форми організації виробничої системи виду продукції, що випускається, та розміру партії виробів.*

4. Закон відповідності зв'язків елементів виробничих систем їх властивостям і сутності системи.

У системах усі елементи об'єднані між собою зв'язками *взаємодії* (наприклад, верстат і робітник, що його обслуговує), матеріальними, енергетичними, інформаційними та іншими зв'язками. Крім формальної службової інформації, у виробничій системі циркулює також неформальна, особиста інформація, яка впливає на поведінку всіх категорій працюючих людей. Класифікують зв'язки елементів виробничої системи за такими ознаками:

1) За характером матеріальних взаємовідносин у просторі:

- *жорсткі матеріальні зв'язки* — предмети праці передаються для обробки з одного до певного іншого робочого місця (якщо обробляються різні предмети праці, тоді кожен предмет передається тільки одному робочому місцю, але таких місць може бути кілька);

- *альтернативні матеріальні зв'язки* — предмети праці переходять на одне з багатьох робочих місць;

- *компенсаційні альтернативні зв'язки* — предмети праці спочатку надходять на склад, а потім або на інший склад, або на робочі місця.

Жорсткі й альтернативні зв'язки використовуються в потоковому чи зміно-потоківому виробництвах, компенсаційні — у всіх організаційних типах виробництва. Матеріальні зв'язки передбачають визначення виду транспортних засобів, їх кількість, а також значною мірою обсяг вантажопотоку.

2) За характером взаємовідносин у часі:

- *постійні* — притаманні масовому виробництву;

- *циклічно-повторювальні* — поширені в серійному типі виробництва;

- *випадкові (разові)* — характерні одиничному виробництву.

3) За характером складності елементів:

•*прости*, які діють на робочому місці при одному «вході» і одному «виході» для матеріальних зв'язків;

•*складні* — зумовлені поліструктурністю виробничих систем з множиною зв'язків кожного елемента з підсистемами та іншими елементами системи. При цьому стохастичні зміни в системі і зовнішньому середовищі визначають використання не тільки постійних, а й альтернативних (ситуаційних) та компенсаційних зв'язків.

Унаслідок зростання кількості зв'язків, зменшення їх постійності та жорсткості організація виробничої системи значно ускладнюється. У деяких випадках складність зв'язків визначається її довжиною, яка охоплює ієрархічний рівень елементів системи. Тому в практичній діяльності велика увага приділяється *спрощенню зв'язків* системи. Доцільність спрощення зв'язків зумовлюється перевагами предметної спеціалізації перед технологічною.

4) За характером впливу обставин на взаємовідносини:

•*упорядковані*, які являють собою намагання спростити зв'язки, забезпечивши їх незмінність у часі;

•*еластичні*, що передбачають можливість заміни (на деякий час) зв'язків з одними елементами системи на зв'язки з іншими елементами. Така здатність до зміни системи впливає з умови створення її структури на зв'язках елементів, що входять до складу системи. Еластичність зв'язків дає змогу обминути елементи виробничої системи, що виявилися непрацездатними, і відповідно підвищити надійність системи, а також локалізувати негативні впливи середовища.

Упорядкованість і еластичність зв'язків перебувають у діалектичній єдності. Для сучасних виробничих систем зв'язки мають бути водночас упорядкованими й еластичними, щоб одночасно забезпечувати адаптивність до вимог зовнішнього середовища і достатню результативність.

Розглянуті види зв'язків характерні для всіх інших елементів виробничого процесу. Якщо розчленувати виробничий процес на значну кількість простих операцій, то він буде складним, а за невеликої кількості складних операцій — простим.

За кожним робочим місцем можливе закріплення однієї або кількох однорідних операцій. Бажання спростити зв'язки призводить до укрупнення операцій, що відповідно ускладнює конструкцію верстатів і агрегатів робочого місця. В такому випадку до уваги беруть їх експлуатаційні характеристики та економічну доцільність.

Зв'язки між елементами виробничої системи визначають їх просторове розташування та особливості формування організаційних підсистем. Тому необхідні відповідність просторової та організаційної структур, міцність зв'язків між елементами виробничої системи.

Під впливом цієї вимоги, з одного боку, здійснюється раціоналізація внутрішньосистемних перевезень, а з другого — створюються передумови для організації і функціонування раціональної керуючої підсистеми. Складність управління виробничою системою зумовлена її поліструктурністю, великою кількістю працюючих, стохастичними та іншими явищами, тому потребує *взаємної відповідності структур керованих і керуючих підсистем системі в цілому.*

5) Закон резервів у виробничих системах відіграє важливу роль.

Він зумовлений необхідністю компенсації відхилень від параметрів функціонування системи. Таким, наприклад, як відхилення в рівні пропускної спроможності робочих місць та інших підрозділів, що виникають унаслідок змін попиту споживачів, відмов устаткування та інструменту, коливання термінів постачання ресурсів, з'явлення на роботу персоналу за спеціальностями та інших причин.

Резерви виробничої системи при їх різноманітності можна згрупувати таким чином:

- *організаційні резерви* створюють можливість перебудови структури системи (наприклад, *просторової* структури — шляхом зміни зв'язків елементів, їх функцій; *часової* структури — змінюючи послідовність робіт). Іноді вони сприяють передачі або отриманню деяких робіт даною виробничою системою в процесі перерозподілу завдань з іншими виробничими системами;

- *інтенсивно-екстенсивні резерви*, що забезпечують тимчасову зміну інтенсивності роботи устаткування та робітників (наприклад, зміни швидкості операції різання), збільшення тривалості роботи устаткування (наприклад, збільшення кількості змін) та елементів системи (понаднормовані години роботи робітників);

- *ресурсні резерви* об'єднують резерви устаткування, робітників, незавершеного виробництва, інструментів, матеріалів тощо. Наприклад, проблеми, пов'язані з відмовою верстата, можуть усуватися різними шляхами: використанням накопиченого незавершеного виробництва, введенням у роботу резервного верстата, передачею операції на інші верстати і т. д.

Для організації будь-якої виробничої системи важливо мати уявлення про *конкретність резервів, відповідність розміщення резервів місцям виникнення потреби в них.*

На відміну від ресурсів указані резерви взаємозамінні. Співвідношення в заміні резервів непостійні і залежать від рівня насиченості даним резервом. Резерви пов'язані з наявністю надлишкових ресурсів та інформації. Їх різноманітність та взаємозамінність визначає вибір ефективних видів резервів, який залежить від типу виробничої системи, виробничої ситуації, співвідношення видів ресурсів та інших чинників.

Для виробничих систем найефективнішими вважаються резерви часу та інформації. *Резерви часу* розглядаються як можливість зміни черговості робіт. *Резерви інформації* передбачають наявність варіантних технологій, дозвіл на заміну матеріалів, інструменту та ін. З погляду економічності найвагоміші резерви інструменту, незавершеного виробництва, на відміну від резервів устаткування та робочої сили. Для робочої сили економічно доцільним є суміщення професій, багатOVERстатного обслуговування і колективних форм організації праці.

Умови економічності виробництва та управління ставлять завдання *оптимізації видів та величини резервів.* Під оптимізацією резервів розуміється встановлення оптимальної величини кожного конкретного виду ефективних резервів.

б) Закон *усунення надлишковості* означає, що кожна виробнича система має бути завершеною, тобто відмежованою мінімальними зв'язками від інших систем.

Завершеність виробничої системи та її підсистем полягає у створенні структури, яка б сприяла досягненню мети, що стоїть перед системою, мати чіткі й обмежені зв'язки з зовнішнім середовищем і не містити зайвих підсистем і елементів.

Необхідність постійного раціонального вибору елементів системи і зв'язків, форм організації системи і підсистем у процесі досягнення поставлених цілей потребує спрощення структури самої виробничої системи та її елементів.

Законои розвитку виробничих систем. Нормальний стан виробничої системи пов'язаний з безперервним її функціонуванням. При цьому, перебуваючи в динамічній рівновазі, виробнича система постійно розвивається під впливом:

• *змін зовнішнього середовища* (потреби в номенклатурі, кількості, якості продукції, зміни матеріалів і комплектуючих, соціальних вимог, інфраструктури та ін.);

- *спрацювання матеріальних елементів системи;*
- *розвитку особистостей,* що складають трудовий колектив, його оновлення та підвищення кваліфікації;
- *технологічного прогресу,* який в умовах конкуренції вимушує вдосконалювати існуючу технічну базу, ліпше використовувати устаткування.

Розвиток виробничої системи здійснюється з різною швидкістю і підпорядкований відповідним законам:

1. Закон *інерції*, який відбиває об'єктивну властивість системи зберігати свій стан, поки які-небудь впливи його не змінять.

Цей закон наочно ілюструється станом і розташуванням устаткування, матеріальними зв'язками робочих місць, часовою структурою виробничого процесу, повільною зміною виробничого колективу, поділом робіт за робочими місцями відповідно до встановленого порядку, існуючих традицій, а також культури даної виробничої системи.

Управління системою можна уявити як засіб подолання внутрішніх суперечностей (зміна виробничої структури, господарського механізму, відносин у колективі тощо), прогнозування динаміки досягнення мети виробничої системи (поліпшення якості, структури асортименту й обсягу випуску продукції, зміни самої виробничої системи тощо). Зі зменшенням термінів прогнозу останній стає дедалі різноманітнішим і конкретнішим. Наявність прогнозу дає можливість своєчасно здійснювати організаційну перебудову виробничої системи.

2. Закон *еластичності* відбиває спроможність виробничих систем деформуватися, змінюватися з часом відповідно до умов, що змінилися. Проявляється він у різноманітних аспектах: кількісному (можливість зміни обсягів робіт, що виконуються); якісному (можливість зміни виробів, що істотно відрізняються за конфігурацією, розмірами деталей, точністю обробки та іншими характеристиками від тих, що раніше вироблялися); оперативному (можливість негайних змін під впливом ситуаційних вимог) та стратегічному (можливість пристосування до змін зовнішнього середовища через тривалі відрізки часу).

Оперативна еластичність системи забезпечується організаційними, інтенсивно-екстенсивними та матеріальними резервами. *Стратегічна еластичність* виробничої системи визначається еластичністю найдовготриваліших (що повільно оновлюються) елементів виробничої системи. *Еластичність професійних здібностей робітників* забезпечується системою їх

навчання та підвищення кваліфікації, оновленням колективу, регулюванням його чисельності. *Еластичність устаткування* забезпечується резервуванням його технологічних можливостей виготовлення продукції, що змінюється в певних параметрах. Сприяють оптимізації рівня еластичності виробничої системи також резервні площі, потужності, предмети праці і т. д.

Необхідна еластичність виробничої системи визначається вимогами зовнішнього середовища. За інших рівних умов значні резерви зменшення впливу зовнішнього середовища на еластичність виробничої системи пов'язані з уніфікацією, яка може бути комплексною: одночасно охоплювати деталі, вузли, вироби, інструменти, пристосування, також технологію (використання групової технології), заготовки тощо.

3. Закон *безперервності вдосконалення* зумовлений змінами стану і вимог зовнішнього середовища (економічна ситуація, ринки збуту, умови постачання ресурсів) та цілями виробничої системи (за обсягом, якістю, видом продукції, що випускається, її собівартістю). Усі необхідні зміни у виробничій системі здійснюються в межах її еластичності. Система вдосконалюється в процесі власного розвитку. Є два види розвитку виробничих систем:

- *саморозвиток* передбачає насамперед зміну параметрів, що визначають гнучкість виробничої системи: невикористані можливості усуваються, а замість цього збільшуються межі всіх її елементів в потрібному напрямі. Саморозвиток — процес, що планується та керується, і який здійснюється шляхом перепідготовки й заміни працюючих, модернізації устаткування, заміщення зношеного устаткування новим, удосконалювання технології, структурної перебудови системи та ін.;

- *реконструкція* являє собою суттєве перетворення відповідно до умов, що змінюються в зовнішньому і внутрішньому середовищах виробничої системи. При цьому усуваються виникаючі суперечності, передусім у більш інертних частинах виробничої системи (у технологічному процесі й устаткуванні). На практиці реконструкція означає майже повну заміну устаткування, введення нових або вдосконалення діючих технологічних процесів і т. д. Створюється нова виробнича система з використанням елементів існуючої (робітників, будівель, споруд, частини устаткування). При цьому система має відповідати вимогам всіх законів організації.

Особливості і властивості виробничих систем. Виробничі системи, незважаючи на їх значну різноманітність, залежно від

виду діяльності, типу виробництва, галузевих особливостей, мають ряд загальних особливостей, що відрізняють їх від систем інших класів і визначають своєрідність законів, принципів функціонування та розвитку. Найістотніші з них:

- *цілеспрямованість* виробничих систем — пов'язана зі створенням їх для задоволення певних потреб і спроможністю виробляти необхідну продукцію або робити послуги;

- *поліструктурність* виробничих систем — характеризується одночасним існуванням у них підсистем, що перетинаються, де кожний елемент системи одночасно входить у кілька підсистем і функціонує відповідно до їх вимог та цілей;

- *відкритість* виробничих систем, що виявляється не тільки в матеріальному, енергетичному обміні, а й в обміні інформацією з зовнішнім середовищем;

- *складність* виробничих систем, яка зумовлена їх основними елементами: працівниками, знаряддям і предметами праці; цілеспрямованістю, поліструктурністю, відкритістю, альтернативністю зв'язків, великою кількістю процесів, що здійснюються в системі;

- *різноманітність* виробничих систем, яка характеризується такими поняттями, як: спеціалізація, концентрація, пропорційність окремих частин системи і підсистем, прямоточність виробничих процесів, ритмічність часткових виробничих процесів, вид продукції, серійність виробництва. Ці особливості у взаємозв'язку та взаємозумовленості визначають раціональність форм організації виробничих систем та їх підсистем, які відрізняються переважно характером зв'язків між елементами.

У процесі проектування та вдосконалювання виробничих систем їм надаються такі певні властивості:

- *результативність* — характеризує спроможність виробничої системи створювати продукцію або надавати послуги, що необхідні споживачам. Вона забезпечується організацією виробничої системи;

- *надійність* — передбачає стійке функціонування, здатність до локалізації у порівняно невеликих частинах системи негативних наслідків стохастичних обурень, що відбуваються як усередині системи, так і в зовнішньому середовищі. Надійність системи забезпечується внутрішньосистемними резервами, системою управління і кооперацією з іншими виробничими системами;

• *гнучкість* — являє собою можливість пристосовувати виробничі системи до умов зовнішнього середовища, яке змінюється, насамперед через поліпшення продукції, що випускається. Забезпечується властивостями елементів системи і внутрішньосистемними резервами;

• *керованість* — відбиває допустимість тимчасової зміни процесу функціонування в бажаному напрямі внаслідок керуючих впливів. Забезпечується внутрішньосистемними резервами і розчленуванням системи на підсистеми, що відносно незалежні, а також обмеженням розмірів системи. Ступінь керованості визначається співвідношенням керованих і некерованих процесів у системі управління;

• *довготривалість* — характеризує здатність виробничої системи протягом тривалого часу зберігати результативність;

• *структура* — визначає сукупність взаємопов'язаних ланок елементів, що створюють систему. Загалом структуру характеризують найбільш суттєві та стійкі властивості системи, відносини між її елементами;

• *організація виробництва* — відображає оптимізацію та координацію в часі та просторі всіх основних і допоміжних елементів системи та її підсистем, спрямованих на виготовлення необхідної споживачам продукції (послуг);

• *рівень організації виробничої системи* — відбиває ступінь наближення організації системи до ідеального стану.

2.3. ПІДПРИЄМСТВО — СКЛАДНА ВИРОБНИЧА СИСТЕМА

Цілі та завдання формальної організації. Для створення матеріальних благ, що забезпечують існування і розвиток в умовах фізичних, біологічних, психологічних та інших обмежень, люди змушені поєднувати свої зусилля. За певної організації об'єднання зусиль продуктивніше і потребує значно менших витрат енергії, часу, матеріальних та інших необхідних ресурсів. Досягнення так званого «ефекту організації» — один з найважливіших принципів господарської діяльності людей.

Організація як форма спільної діяльності людей має певні ознаки. Так, основу будь-якої організації становлять люди, об'єднані в групи (не менш як дві особи). Групи створюються для досягнення певної мети. Щоб її досягти, люди в групах працюють разом, і їхня діяльність певним чином координується. Усе це дає змогу визначити, що *організація* — це спільна

діяльність групи людей, яка координується для досягнення їх загальної мети.

Така координована взаємодія передбачає створення офіційно встановленої і зафіксованої формальної організації та визначення порядку функціонування її частин. *Формальну організацію, основна мета діяльності якої лежить в економічній сфері, називають підприємством.* Законом України «Про підприємства в Україні» встановлено, що підприємство є основною первинною організаційно-господарською ланкою економічної системи країни, яка, виготовляючи і реалізуючі продукцію та послуги, забезпечує досягнення своїх цілей.

Головна мета підприємства — задовольнити запити і потреби ринку в певних видах продукції та послуг. Економічним результатом діяльності підприємства є одержання максимального прибутку в довгостроковій перспективі.

Для досягнення головної мети і прибутковості своєї діяльності підприємство повинне забезпечувати:

- конкурентоспроможність продукції, що випускається, та послуг, які надаються;
- високий рівень організації, розвиток та підвищення ефективності виробничої системи;
- прискорення оновлення номенклатури та асортименту продукції (послуг), що випускається;
- упровадження прогресивних технологій та устаткування;
- створення сприятливих умов для високопродуктивної праці персоналу.

Основне завдання будь-якого промислового підприємства полягає у випуску певної за спеціалізацією продукції. Розмаїтість видів продукції потребує її класифікації за ознакою застосування (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Класифікація продукції за ознаками застосування

Продукція — це результат діяльності або процесу. Нею можуть бути послуги, обладнання, матеріали, що переробляються, програмне забезпечення та ін. Розрізняють продукцію матеріальну (деталі, вироби) і нематеріальну (інформація). *Кінцевою* вважається продукція, що виробляється підприємством і передається іншим господарським суб'єктам. При цьому вона може мати вигляд як споживчих, так і інвестиційних (виробничих) благ. *Споживча* продукція (наприклад, меблі, телерадіоапаратура, продукти харчування тощо) використовується безпосередньо. Інвестиційна продукція (наприклад, машини, інструменти, технологічні лінії) призначена для того, щоб з її допомогою робити інші продукти. Таким чином, застосування певного кінцевого продукту є критерієм його віднесення до споживчих чи інвестиційних благ. Для підприємства комп'ютери, лампи для освітлення, наприклад, є інвестиційними продуктами, а для домашнього господарства — споживчими.

Проміжні продукти в багатостадійному виробництві використовуються в наступних процесах як чинники виробництва. Деталі та вузли, з яких складаються вироби, є проміжним продуктом. Ця особливість показує, що чітко розділити блага (вироби) на продукти та виробничі чинники складно, і вирішальним для класифікації є місце благ (виробів) у виробничому процесі.

Відходи — це продукти, що залишаються при виготовленні благ (виробів) чи їхньому використанні і не можуть більше застосовуватися як споживчі чи виробничі блага (наприклад, обрізки листового металу, стружка при обробці матеріалів). Відходи можуть бути використані для виготовлення непрофільної (побічної) продукції або спрямовані на перероблення.

Виходячи з законів і принципів організації та розвитку, загальних особливостей та характерних властивостей виробничих систем, промислове підприємство, що являє собою сукупність функціонуючих елементів і зв'язків між ними, спрямованих на зміну форм, властивостей вхідних ресурсів та випуск певних видів продукції, послуг, належить до класу дуже складних виробничих систем.

Властивості підприємства. З погляду економічних відносин промислове підприємство являє собою складну підприємницьку структуру, для якої характерні виробничо-технологічна та

організаційно-економічна єдність, а також господарська самостійність (рис. 2.5).

Виробничо-технологічна єдність означає тісний взаємозв'язок і взаємозалежність усіх складових підрозділів підприємства, що визначається спільністю споживаних сировини, матеріалів і послуг, призначення виготовленої ними продукції і технологічного процесу. Технологічний взаємозв'язок доповнюється допоміжними й обслуговуючими підрозділами (господарствами).

Організаційно-економічна єдність характеризується наявністю: єдиних органів управління; єдиного виробничого колективу; адміністративної відособленості; взаємозв'язку плану виробництва з забезпечуючими його виконання матеріальними, трудовими, технічними і фінансовими ресурсами; організації діяльності на засадах комерційного розрахунку. Замкнена система організаційно-адміністративних відносин і зв'язків підприємства забезпечує його організаційно-адміністративну самостійність. Вона зазвичай підкріплюється правом юридичної особи. Центральною фігурою на підприємстві є генеральний менеджер (директор), який у межах своїх повноважень приймає самостійні рішення щодо механізму і результатів функціонування підприємства та діяльності персоналу.

Повна *господарська самостійність* підприємства полягає в самозабезпеченості необхідними основними та оборотними коштами для здійснення виробничої діяльності та надання послуг, самостійному збуті виготовленої продукції, наявності самостійної закінченої системи звітності та бухгалтерського балансу.

Підприємству належить установлений розмір основного й оборотного капіталу; воно відповідає за фінансові результати своєї діяльності (прибутки або збитки); має право в певних межах самостійно розпоряджатися фінансовими ресурсами (чистим прибутком, накопиченою амортизацією, кредитами); має розрахункові рахунки в банках (включаючи валютні).

При частковій відокремленості підприємство є складовою фірми (компанії) поряд з іншими підприємствами, що означає обмеженість його фінансово-господарських прав, які регламентуються положенням чи статутом.

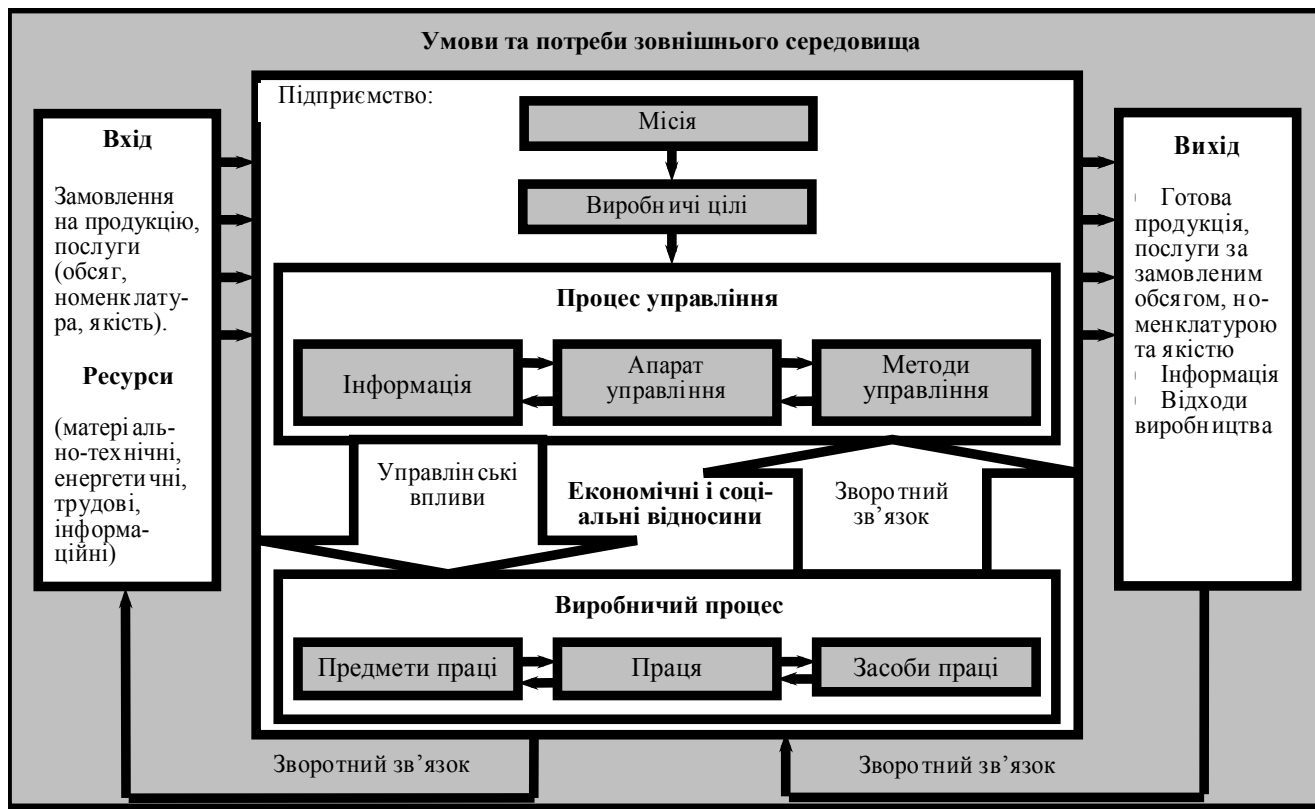


Рис. 2.5. Підприємство як складна виробнича система

Підприємства класифікуються за різноманітними ознаками. Залежно від розмірів розрізняють дрібні, середні та великі підприємства; на дрібних працюють десятки людей; на середніх — сотні; на великих — тисячі; можна також говорити про дуже великі підприємства, на яких працюють десятки тисяч людей.

За характером продукції, що випускається, і сферою діяльності підприємства поділяються на промислові, сільськогосподарські, транспортні, торгові та ін.

На підставі організаційного типу виробничих процесів розрізняють підприємства з масовим (кондитерська фабрика), серійним (домобудівний комбінат) і одиничним (судноверф) виробництвом.

За ступенем спеціалізації продукції розрізняють три типи підприємств:

- універсальні, що випускають різноманітну, не обов'язково взаємопов'язану продукцію;
- спеціалізовані, які виробляють однорідні вироби (послуги);
- комбінати, процес виготовлення продукції на яких складається з окремих послідовних етапів часткового перетворення предметів праці.

За ступенем механізації та автоматизації виробничих процесів підприємства бувають автоматизовані, комплексно-механізовані, частково механізовані.

Виробничі процеси на підприємстві здійснюються завдяки його техніко-виробничій базі, яка становить матеріальну основу підприємства. Вона містить активні елементи (технологічне устаткування), за допомогою яких справляється безпосередній вплив на предмети праці — сировину, матеріали, комплектуючі вироби; а також пасивні елементи (будинки, споруди, комунікації), що створюють необхідні умови для такого впливу — захист від температурних змін, вітру, осадків, освітлення і багато чого іншого.

До основних елементів техніко-виробничої бази підприємства належать насамперед будинки і споруди виробничого призначення (корпуси цехів, труби, естакади, складські приміщення), а також різноманітне устаткування та машини, які групують за певними ознаками. До важливих елементів виробничої системи підприємства належать також транспортні засоби та інструменти всіх видів.

Інформація про стан та використання техніко-виробничої бази, її окремих елементів потрібна для прийняття обґрунтованих управлінських рішень з планування діяльності та розвитку виробничої системи.

Підприємство одночасно розглядається як соціально-економічна система, що містить функціональні підсистеми, серед яких основною є колектив працівників за відповідними професійно-кваліфікаційними категоріями. У єдиній системі підприємства виділяють ієрархічні, функціональні, кібернетичні підсистеми.

Будь-яке підприємство є складною ієрархічною системою, яка складається зі ступенів: робоче місце, дільниця, цех, виробництво (рис. 2.6).

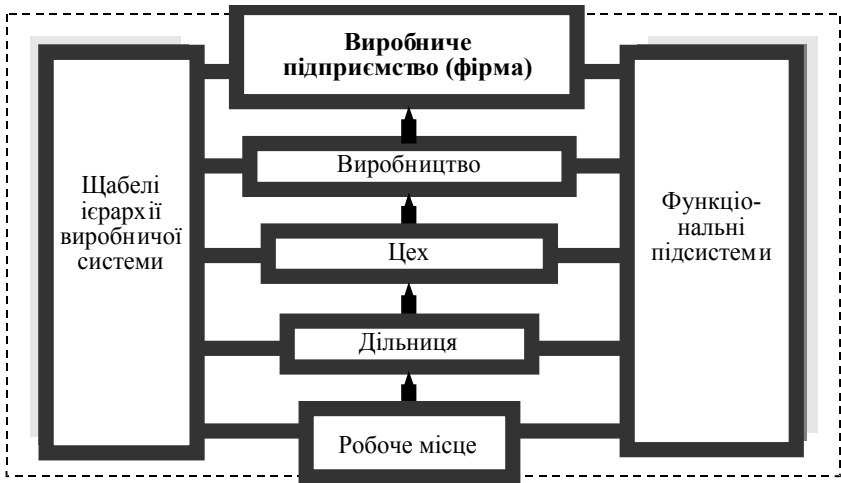


Рис. 2.6. Структура ієрархічної виробничої системи

Кожний верхній щабель являє собою елемент зовнішнього середовища для нижніх ступенів, а кожен нижній є елементом внутрішнього середовища для верхнього. Усі ступені ієрархії можуть підрозділятися на функціональні підсистеми, які мають об'єкт і суб'єкт управління за аналогією з кібернетичними системами.

Застосування системного підходу дає змогу виділити в діяльності підприємств спеціальні функції як відносно відокремлені компоненти.

У межах підсистем здійснюються певні види діяльності. Їх відносна самостійність, визначеність цілей та зміст дають їм можливість інтегруватися у функціональні підсистеми:

1. Організація виробничих процесів: технічна підготовка виробництва, виробничі та трудові процеси, забезпечення якості продукції.

2. Елементна складова виробництва: будівлі, споруди, виробничі приміщення, устаткування, пристрої, прилади;

предмети праці певних властивостей; кадри різних рівнів кваліфікації.

3. Виробнича інфраструктура підприємства: технічне обслуговування і ремонт основних матеріальних елементів виробничої системи, її матеріально-технічне й енергетичне забезпечення та транспортне обслуговування, а також складське і тарне господарство, збут готової продукції.

4. Управлінська підсистема підприємства: техніко-економічне планування, фінансування, бухгалтерський облік, науково-технічний та соціальний розвиток підприємства.

Кожна ланка та функціональні підсистеми підприємства подібно до кібернетичних систем мають «вхід», «процес» і «вихід». Усе це зумовлює наявність у них об'єктів і суб'єктів управління, які пов'язані між собою каналами зв'язку. Залежно від пріоритетів і мети діяльності функціональні підсистеми підприємства підлягають перегрупуванню. Наприклад, однорідні елементи і зв'язки за функціональним змістом об'єднують у підсистеми: технічну, технологічну, організаційну та соціальну.

В умовах ринкових відносин рішення про створення нового підприємства або реконструкцію діючого має прийматися, коли прогнозований прибуток від його функціонування перевищує середній рівень.

Мета створення підприємства пов'язана з потребами ринку, конструкцією і технологією виготовлення продукції, обсягами її випуску, організаційним типом виробництва, вибором елементів виробничої системи, визначенням виробничих потужностей, їх розташуванням на певній площі та іншими параметрами.

Мета і підцілі створення і функціонування виробничої системи можуть бути різноманітними. Тому для побудови дерева цілей використовують системне формулювання цілей і підцілей.

Дерево цілей дає змогу оцінити ймовірність досягнення цілей вищого та нижчого рівнів відповідно до ресурсів, визначити пріоритетні цілі, а також оцінити функціонування системи, її підсистем, елементів. Ступінь досягнення оперативних цілей визначається показниками виконання планів, завдань, графіків та іншими показниками, що характеризують виробничу діяльність.

Сучасні виробничі стратегії та концепції організації виробництва. В умовах глобалізації товарних ринків конкурентоспроможність стає вирішальним чинником досягнення успіху будь-якого підприємства. Конкурування здійснюється різними способами: ціною, якістю, споживчими властивостями продукції (послуг), сервісним обслуговуванням,

термінами виконання замовлень, гнучкістю пристосування виробництва до нових виникаючих потреб ринку, швидкістю вдосконалення існуючих чи проектування нових виробів (послуг). Тому умовою виживання в сучасній системі господарювання є моніторинг ринкової ситуації шляхом маркетингових досліджень, оцінювання власних можливостей і постійне коригування та перегляд цілей підприємства.

Досягнення чітко сформульованої мети в оптимальному режимі можливе за наявності конкретного плану — загальної та виробничих стратегій за функціональними сферами діяльності, дія яких охоплює вироби (послуги), процеси, методи і ресурси виробництва, якісні і цінові показники, терміни виготовлення продукції, її сервісне обслуговування та графіки роботи.

Практика підприємницької діяльності виробила деякі виробничі стратегії:

1) увага на спрощення; 2) постійне вдосконалення; 3) активізація та підтримка інновацій; 4) ретельний вибір процесів; 5) безперервне навчання; 6) виробниче прогнозування; 7) зменшення розміру партії виробів; 8) скорочення виробничих запасів; 9) мінімізація запасів заготовок; 10) зменшення різноманітності робіт; 11) збільшення частоти поставок комплектуючих виробів; 12) всезагальний контроль (перевірка та статистичний контроль процесів).

Зазначені виробничі стратегії тією чи іншою мірою втілені в сучасних взаємопов'язаних концепціях організації виробництва. Узагальнено їх можна подати трьома групами:

1) *Виробництво «точно вчасно»* — отримання всіх матеріалів, комплектуючих тоді, коли вони потрібні для складання і випуску продукції готових виробів. При цьому постачальник повинен поставляти комплектуючі по кілька разів на день.

2) *Виробляти правильно з першого разу* — тотальний комплексний (всеосяжний) контроль якості. Якість продукції (послуг) забезпечується шляхом включення положень про відповідальність за якість в кожну посадову інструкцію або опис робіт виробничого робітника. Новий робітник повинен вивчати принципи якості одночасно з навчанням виробничим операціям на устаткуванні. Якість формується на робочих місцях, а не внаслідок контролю виготовленої продукції.

3) *Комплексне профілактичне обслуговування*. На виробничих робітників покладається обов'язок ретельно здійснювати профілактичні операції та обслуговувати устаткування, на якому вони працюють, щоб виключити його відмови. Це потребує

високої кваліфікації робітників, проте підвищується якість процесу, продуктивність та гнучкість виробничої системи (робочого місця).

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Визначте три основні функціональні сфери в організації промислового підприємства та опишіть їх взаємозв'язок.
2. Охарактеризуйте поняття «система», її ознаки та вимоги до неї.
3. Дайте визначення поняття «виробнича система». У чому полягає її особливість?
4. Охарактеризуйте елементи виробничої системи та її структуру.
5. Які є види виробничих систем і чим вони відрізняються?
6. опишіть роль і значення зв'язків виробничої системи.
7. У чому суть законів організації виробничих систем і яка сфера їх застосування?
8. Охарактеризуйте основні закони організації і наведіть конкретні приклади їх прояву.
9. Чому закони організації поділяються на закони статички та розвитку?
10. За якими ознаками класифікуються зв'язки виробничої системи? Наведіть приклади прояву та застосування.
11. Яку роль відіграють резерви виробничої системи і як вони впливають на її функціонування?
12. Охарактеризуйте закони розвитку виробничої системи.
13. Якими особливостями та властивостями відрізняються виробничі системи від систем інших класів?
14. Які властивості надаються виробничим системам при їх проектуванні та вдосконаленні?
15. Чому створюються підприємства і за якими ознаками вони відносяться до виробничих систем?
16. Охарактеризуйте підприємство як виробничу систему та його ієрархічну структуру.
17. опишіть функціональні підсистеми підприємства.
18. У чому полягають особливості створення та функціонування виробничої системи?
19. Охарактеризуйте сучасні стратегії та концепції виробництва.

ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ

3.1. ТЕХНОЛОГІЯ І ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС

Сутність та види технологій. Основне завдання будь-якої виробничої системи полягає в тому, щоб сприйняти «на вході» всі вкладення — затрати (чинники виробництва), перетворити їх і «на виході» видати результат — готову продукцію. Така трансформація визначається як виробництво, мета якого надати сукупності ресурсів нових властивостей, що здатні задовольнити виникаючі потреби. Для отримання корисного результату (продукції, послуг) необхідно перетворити вкладення-затрати «на вході» у виробничу систему, виконавши низку дій за певними правилами, які визначає технологія. *Технологія* (технос — мистецтво, ремесло та логос — наука) дослівно з грецької — наука про ремесла, наука про промисловість (виробництво). Класичне її визначення — *це наука про способи і процеси отримання та перероблення продуктів природи, сировини, матеріалів у предмети споживання і засоби виробництва*. Сучасний рівень виробництва та кон'юнктури ринку вкладають новий зміст у поняття «технологія», розглядаючи її як *науку про найбільш економічні способи і процеси виробництва сировини, матеріалів та виробів*.

Процес — *це серія операцій (видів діяльності), які здійснюються над початковими матеріалами (вхід процесу), збільшують його цінність і приводять до певного результату (виходу процесу)*. Цінність початкового матеріалу збільшується за рахунок застосування кваліфікованої праці та знань.

За характером якісних змін сировини і матеріалів технології поділяються на фізичні, механічні та хімічні.

Фізична і механічна технології розглядаються як процес перероблення сировини і матеріалів зі зміною розмірів, форми, фізичних і механічних властивостей, але, як правило, без зміни внутрішньої побудови та складу речовини (наприклад,

виготовлення металевих чи дерев'яних деталей методом обробки різанням).

Хімічна технологія характеризується змінами не тільки фізичних властивостей, а й агрегатного стану, хімічного складу та внутрішньої побудови речовини (наприклад, унаслідок коксування вугілля отримують бензол, нафталін, водень, метан, етилен та інші продукти; з газу метану отримують водень, етилен, метиловий спирт та інші продукти).

Усі технології взаємопов'язані, між ними неможливо провести чітку межу, оскільки механічні процеси часто супроводжуються змінами як фізичних, так і хімічних властивостей. Хімічні процеси, зазвичай, супроводжуються механічними.

Технологічний процес. Практичне використання будь-якої технології відбувається через *формалізовану доцільну сукупність дій, спрямованих на зміну форми, розмірів, стану, структури, місцезорташування предмета праці, яка являє собою технологічний процес.*

Технологічний процес — це сукупність операцій з добування, перероблення сировини і матеріалів у напівфабрикати та виготовлення готової продукції. Кожен технологічний процес може бути розчленований на певну кількість типових технологічних ланцюгів або операцій і поданий як технологічна схема.

У технологічній схемі спосіб виробництва (виготовлення) відображає шляхом послідовного опису операцій, що протікають у відповідних апаратах, машинах або іншому устаткуванні. Умовний розподіл процесів на фізичні та хімічні сприяє їх типізації та полегшує вибір найефективнішого способу перероблення сировини, обробки матеріалів, складання вузлів виробів.

За джерелом необхідної енергії технологічні процеси бувають *пасивні* та *активні*. Перші здійснюються як природні процеси (наприклад, сушіння в звичайних умовах). Активні технологічні процеси є наслідком або безпосереднього впливу людини на предмет праці, або впливів засобів праці, що приводяться в дію енергією, раціонально перетвореною людиною.

За ступенем безперервності впливу на предмет праці технологічні процеси розподіляються на *дискретні* (переривчасті або періодичні), *неперервні* та *комбіновані* (рис. 3.1).

Дискретний технологічний процес характеризується чергуванням робочих і допоміжних ходів із чітким розмежуванням їх за часом реалізації. Наприклад, металообробка

здійснюється в такій послідовності: установлення заготовки в патрон верстата (допоміжний хід), підведення різального інструмента (допоміжний хід), оброблення заготовки ріжучим інструментом (робочий хід), контроль (допоміжний хід), зняття деталі з верстата (допоміжний хід), установлення в патрон верстата нової заготовки і т. д.



Рис. 3.1. Види технологічних процесів

Недоліком дискретних технологічних процесів є великі затрати праці (робочого часу) при виконанні допоміжних ходів, оскільки простояє основне технологічне устаткування і не випускається продукція. Дискретні технологічні процеси характерні для машинобудування, будівництва, приладобудування та ін.

Особливість *неперервних* процесів полягає в тому, що їм не властиве чітко виражене чергування (у часі здійснення) робочого і допоміжного ходів. У них завжди можна виділити групу допоміжних ходів, які здійснюються одночасно з робочими, і групу допоміжних ходів, що періодично повторюються, залежно від результатів робочого ходу. Такі процеси притаманні хімічній промисловості, виробництвом термохімічної обробки машинобудівних та приладобудівних підприємств.

Для металургії, енергетики та інших виробництв характерні *комбіновані процеси*, у яких спостерігається сполучення ознак

безперервних і дискретних процесів (наприклад, доменне вироблення чавуну).

За способом впливу на предмет праці та видом устаткування, що застосовується, розрізняють механічні та апаратурні технологічні процеси. Механічні процеси здійснюються вручну або за допомогою машин (верстатів, складальних автоматів тощо), коли предмет праці зазнає механічних впливів, тобто змінюються його форма, розміри, положення. Механічні процеси переважають у машинобудуванні.

Під час апаратурних процесів змінюються фізико-хімічні властивості предметів праці під впливом хімічних реакцій, теплової енергії, різноманітних випромінювань, біологічних об'єктів. Апаратурні процеси протікають в апаратах різних конструктивних форм — печах, камерах, ваннах, посудинах і т. ін. Унаслідок апаратурних технологічних процесів одержують продукт, який від-різняється від сировини за хімічним складом або агрегатним станом. Апаратурні процеси можна спостерігати в хімічній, нафтопереробній, металургійній промисловості, а також у виробництві електричної і теплової енергії.

За кратністю обробки сировини технологічні процеси підрозділяються на процеси з відкритою (розімкнутою) схемою, де сировина підлягає одноразовій обробці (наприклад, конверторний спосіб виплавки сталі) і процеси з циркуляційною (замкнутою) схемою, де сировина неодноразово повертається в початкову стадію для повторної обробки (наприклад, обортове водопостачання, коли вода циркулює в системі після очищення).

Процеси з замкнутою схемою є найбільш досконалими, економічними й екологічно чистими, нешкідливими, хоча відрізняються складністю і витратами на їх упровадження.

Будь-який технологічний процес можна розглядати як систему (рис. 3.2), яка має входи (склад сировини, її кількість, температура тощо) і виходи (деталі, вузли, готова продукція, їх кількість, якість та інші параметри).

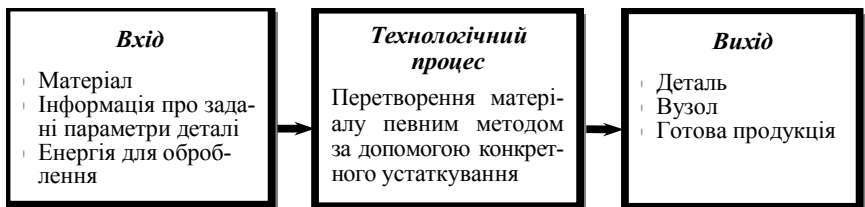


Рис. 3.2. Схема технологічного процесу як системи

Технологічний процес об'єднує низку стадій (ступенів), від швидкості яких залежить швидкість здійснення всього процесу. У свою чергу, стадії розчленовуються на операції. *Технологічна операція* — це завершена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці та характеризується постійністю предмета праці, знаряддя праці і особливостей впливу на предмет праці.

Будь-який технологічний процес можна розглядати як частину складнішого процесу і сукупність менш складних процесів. Тому технологічна операція може бути елементарним процесом, якому ще притаманні характерні ознаки технологічного процесу (рис. 3.3).

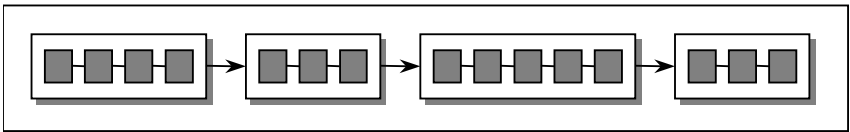


Рис. 3.3. Технологічний процес як сукупність операцій і елементарних процесів

З технологічного погляду елементами операції є: установа, технологічний перехід, допоміжний перехід, робочий хід, допоміжний хід, позиція.

Установка — частина технологічної операції, незмінним елементом якої є закріплення оброблюваної заготовки або складальної одиниці.

Технологічний перехід — закінчена частина технологічної операції, що характеризується постійністю інструмента, який застосовується, та поверхонь, що створюються обробкою або з'єднанням під час складання.

Допоміжний перехід — закінчена частина технологічної операції, яка складається з дій людини та (або) устаткування, що не супроводжуються обробкою, але необхідні для виконання технологічного переходу (установлення і зняття оброблюваної деталі, зміна інструмента тощо).

Робочий хід — закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента відносно заготовки і яка супроводжується зміною форми, розмірів, чистоти поверхонь або властивостей заготовки.

Допоміжний хід — закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента щодо заготовки, але не супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивостей заготовки, проте необхідна для виконання робочого ходу (підведення інструмента до заготовки; відведення інструмента).

Позиція — фіксоване положення, яке надається незмінно закріпленій заготовці, що обробляється, або складальній одиниці разом з пристосуванням відносно інструмента або нерухомої частини устаткування для виконання певної частини операції.

Робочий хід — це головна частина технологічного процесу. Решта його частин стосовно робочого ходу є допоміжними.

Розчленовування технологічного процесу дає змогу виявити елементи операцій, що протікають найповільніше, оцінити шляхи і вартість їх прискорення, проаналізувати особливості затрат праці і можливі варіанти економії.

Вибір найбільш економічних і раціональних операцій — один із шляхів підвищення ефективності виробництва. Такий вибір здійснюється на підставі вивчення основних параметрів, що характеризують технологічний процес. Їх можна об'єднати в три групи.

Перша група параметрів характеризує особливості конкретних технологічних процесів (тиск, температура, склад сировини тощо), технічні характеристики устаткування, схеми конструювання устаткування та ін. Ці параметри вможливають виділення конкретного технологічного процесу з низки однотипних, але не дають змоги простежити його розвиток під дією різноманітних чинників.

Друга група параметрів характеризує низку однотипних технологічних процесів. Серед них — енергоємність, фондомісткість, затрати різноманітних видів матеріальних ресурсів на одиницю продукції і металомісткість, параметри продуктивності та ін. Використовуючи параметри даної групи, можна порівнювати різноманітні набори однотипних технологічних процесів між собою, але неможливо виявити закономірності розвитку всієї низки однотипних технологічних процесів.

Для виявлення закономірностей розвитку технологічних процесів у загальному вигляді, що необхідно для вивчення динаміки розвитку виробничих систем і техніко-технологічного розвитку в цілому, використовуються параметри третьої групи,

які мають найбільше спільного — це *жива і минула праця*, що витрачається під час технологічного процесу.

Будь-який технологічний процес удосконалюється шляхом підвищення ефективності використання минулої праці і зниження затрат живої праці. Для характеристики технологічного процесу необхідно знати співвідношення живої і матеріалізованої праці в даному процесі. Доцільність цих параметрів пояснюється і тим, що вони пов'язані з такою основною характеристикою, як продуктивність праці.

Сутність виробничого процесу. Технологічний процес становить основу будь-якого виробничого процесу, є найважливішою його частиною, яка пов'язана з переробленням сировини, обробкою матеріалів і перетворенням їх у готову продукцію.

Виробничий процес — це сполучення предметів, знарядь праці та живої праці в просторі і часі, що функціонують для задоволення потреб виробництва.

Виробничий процес пов'язаний з відтворенням матеріальних благ і виробничих відносин. Матеріальні блага відтворюються через сукупність взаємопов'язаних процесів праці і природних процесів, унаслідок яких вхідні сировина, матеріали і напівфабрикати перетворюються за певною технологією в готову продукцію необхідного виду.

Визначальним у виробничому процесі є процес праці — цілеспрямована діяльність людини, яка за допомогою засобів праці (устаткування, інструменту, оснащення) видозмінює предмети праці (вхідну сировину, матеріали, напівфабрикати), перетворюючи їх у готову продукцію.

Природні процеси здійснюються без посередньої участі людини під впливом сил природи (охолодження, сушіння тощо), але можуть бути інтенсифіковані за допомогою штучних умов, створених спеціальними пристроями (наприклад, камери сушіння).

Основними елементами, що визначають процес праці і, відповідно, виробничий процес, є доцільна діяльність (або сама праця), предмети праці і засоби праці. Доцільна діяльність (або сама праця) здійснюється людиною, яка витрачає нервово-м'язову енергію для виконання різних механічних рухів, спостереження і контролю за впливом знарядь праці на предмети праці. Предмети праці визначаються конструкцією продукції, що випускається виробничою системою.

Основною продукцією на виробничому підприємстві є виріб — будь-який предмет праці або набір предметів праці, які

підлягають виготовленню. Залежно від призначення розрізняють вироби основного і допоміжного виробництва. До виробів основного виробництва належать ті, що призначені до реалізації. Вироби, які виготовляються для власних потреб підприємства (спеціальний інструмент, оснащення), відносять до виробів допоміжного виробництва.

Усі вироби класифікуються за певними ознаками за такими видами: деталі, складальні одиниці, комплекси, комплекти, специфіковані та неспецифіковані.

Деталь — предмет, який не може бути розділений на частини без його руйнації. Деталь може складатися з кількох частин (предметів), приведених у постійний неподільний стан яким-небудь способом (наприклад, зварюванням).

Складальна одиниця (вузол) — рознімне або нерознімне сполучення кількох деталей.

Комплекси і комплекти можуть складатися зі сполучених між собою складальних одиниць і деталей.

До *неспецифікованих* належать вироби, які не мають складових частин (деталей).

Якщо виріб має дві і більше складових, то вважається *специфікованим* (складальні одиниці, комплекси, комплекти).

Вироби характеризуються якісними і кількісними параметрами, які наведені нижче.

1. *Конструктивна складність*. Залежить від кількості деталей і складальних одиниць у виробі, їх кількість може коливатися від кількох штук (прості вироби) до десятків тисяч (складні вироби).

2. *Розміри і маса*. Розміри можуть коливатися в межах від кількох міліметрів (або навіть менше) до десятків (навіть сотень) метрів (наприклад, морські судна). Маса виробу залежить від розмірів і відповідно може змінюватися від грамів (міліграмів) до десятків (і тисяч) тонн. Виходячи з цих параметрів, усі вироби поділяють на дрібні, середні і великі залежно від галузі машинобудування (виду продукції).

3. *Види, марки і типорозміри матеріалів, що застосовуються*. Їх кількість досягає десятків (навіть сотень) тисяч.

4. *Трудомісткість обробки* деталей і складання виробу в цілому може коливатися в межах від часток нормохвилини до кількох тисяч нормогодин. За цією ознакою розрізняють нетрудомісткі (малотрудомісткі) і трудомісткі вироби.

5. *Ступінь точності обробки* деталей і складання вузлів та виробів. У зв'язку з цим вироби підрозділяють на високоточні, точні і низькоточні.

6. *Питома вага* стандартних, нормалізованих і уніфікованих деталей та складальних одиниць.

7. *Кількість виробів*, що виготовляються. Може коливатися від одиниць до мільйонів на рік.

Характеристики виробів багато в чому визначають організацію виробничого процесу в просторі і в часі. Наприклад, конструктивна складність виробів істотно впливає на кількість обробних і складальних цехів або дільниць і співвідношення між ними.

Чим складніший виріб, тим більша частка в трудомісткості припадає на складальні роботи, а на виробничих площах та в структурі підприємства — на складальні дільниці і цехи. Розмір, маса і кількість виробів впливають на організацію їх складання, на створення того або іншого виду потокового виробництва, організацію транспортування деталей, складальних одиниць і виробів на робочі місця, дільниці і цехи, багато в чому визначають вид руху по робочих місцях (операціях) і тривалість виробничого циклу.

Для великих і важких виробів застосовують нерухомі потокові лінії з періодичним рухом конвеєрів, які оснащені піднімальними кранами і спеціальними транспортними засобами. Переміщення виробів по операціях організується в основному за паралельним принципом. Тривалість виробничого циклу виготовлення таких виробів велика, вона вимірюється іноді роками. У деяких випадках у механічних цехах організуються дільниці великих, дрібних і середніх деталей.

На сполучення заготівельних і обробних дільниць або цехів впливають види і марки матеріалів, що обробляються. У разі великої кількості заготовок з литва і поковок стає необхідним створення ливарних цехів (чавуноливарних, сталеливарних, кольорового литва тощо), ковальських і пресових (гарячого і холодного пресування) цехів. При виготовленні багатьох заготовок з прокатного матеріалу створюються заготівельні дільниці або цехи. Для механічного оброблення деталей з кольорових металів організуються окремі дільниці.

Ступінь точності і чистоти обробки та складання впливає на склад устаткування, дільниць та їх розташування. З метою оброблення особливо точних деталей і складання вузлів та виробів, що

потребують створення особливих санітарно-гігієнічних умов, організуються окремі дільниці.

Склад устаткування дільниць і цехів також залежить від питомої ваги стандартних, нормалізованих і уніфікованих деталей та складальних одиниць. Виготовлення стандартних і нормалізованих деталей, як правило, ведеться на спеціальних дільницях або в спеціальних цехах. З цією метою організується потоково-масове виробництво.

Кількість виробів і трудомісткість їх виготовлення впливають на склад і кількість устаткування цехів і дільниць, їх розташування, можливість організації потокового виробництва, тривалість виробничого циклу, розмір незавершеного виробництва, собівартість та інші економічні показники роботи підприємства.

До покупних *комплектуючих виробів* належать вироби, що їх не виготовляють на даному підприємстві, а одержують готовими ззовні.

На кожному машинобудівному заводі зазвичай одночасно виготовляється кілька виробів, різноманітних за конструкцією та розмірами. Перелік усіх видів виробів, що випускаються заводом, називається *номенклатурою*.

До *засобів праці* зараховують знаряддя виробництва, землю, будинки і споруди, транспортні засоби. Серед засобів праці визначальну роль відіграє устаткування, особливо робочі машини.

На кожному одиницю устаткування підприємством-виготовлювачем складається паспорт, у якому вказуються дата виготовлення устаткування і повний перелік його технічних характеристик (швидкість обробки, потужність двигунів, правила обслуговування й експлуатації тощо).

Елементи процесу праці (праця визначеної кваліфікації, знаряддя і предмети праці) і часткові виробничі процеси (виготовлення окремих вузлів готового продукту або виконання певної стадії процесу виготовлення продукції) поєднуються за якісними і кількісними ознаками в кількох напрямках. Розрізняють поелементний (функціональний), просторовий і тимчасовий види організації виробництва.

Поелементна організація виробництва пов'язана з упорядкуванням техніки, технології, предметів праці, знарядь і самої праці в єдиний процес виробництва. Вона передбачає впровадження найпродуктивніших машин і устаткування, що забезпечують високий рівень механізації й автоматизації

виробничого процесу; використання високоякісних і ефективних матеріалів; удосконалювання конструкцій і моделей виробів, що випускаються; інтенсифікацію і впровадження прогресивніших технологічних режимів.

Основні завдання поелементної організації виробництва полягають у правильному і раціональному доборі устаткування, інструментів, матеріалів, заготовок і кваліфікованого складу кадрів, щоб забезпечити повне їх використання в процесі виробництва. Проблема взаємної відповідності елементів процесу виробництва особливо актуальна в складних висококомеханізованих і автоматизованих процесах при динамічній номенклатурі виробництва. Сполучення часткових виробничих процесів забезпечує *просторова і часова організація виробництва*.

Класифікація виробничих процесів. Виробничий процес об'єднує множини часткових процесів, що спрямовані на виготовлення готового продукту, які можна класифікувати за певними ознаками:

1. *Залежно від ролі в загальному процесі виготовлення готової продукції* розрізняють основні, допоміжні та обслуговуючі виробничі процеси (рис. 3.4).

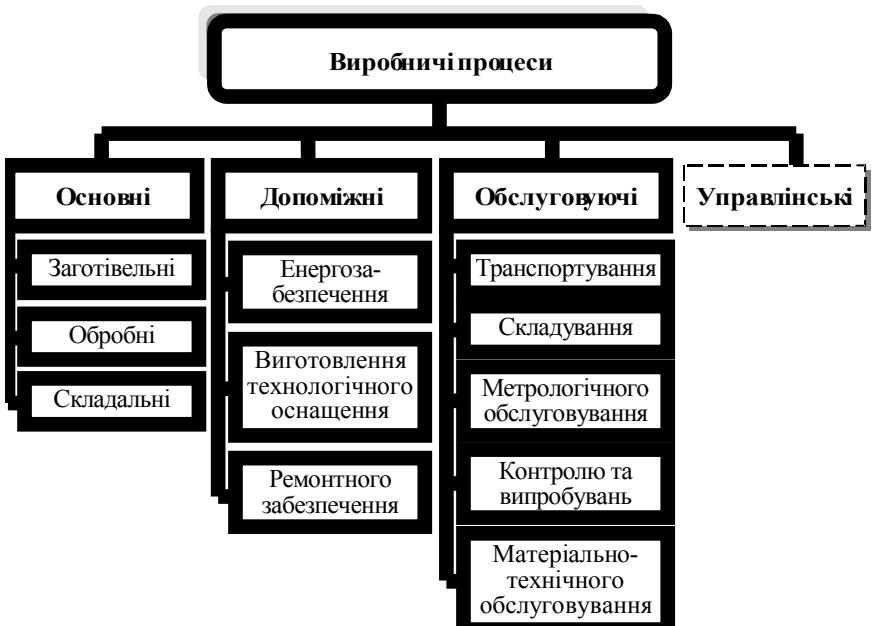


Рис. 3.4. Структура виробничих процесів

Основні процеси спрямовані на зміну основних предметів праці і надання їм властивостей готових продуктів. У цьому випадку частковий виробничий процес пов'язаний або з реалізацією якоїсь стадії обробки предмета праці, або з виготовленням деталі готового виробу. Залежно від стадії (фази) виготовлення готового виробу основні виробничі процеси поділяють на:

- *заготівельні*, які здійснюються на стадії створення поковок, отливок, заготовок (наприклад, на машинобудівному заводі вони охоплюють розкрій та порізку матеріалу, ливарні, ковальські і пресові операції; на швейній фабриці — декатирування і розкрій тканини; на хімічному комбінаті — очищення сировини, доведення її до потрібної концентрації). Продукція заготівельних процесів використовується в різних обробних підрозділах;

- *обробні*, що відбуваються на стадії перетворення заготовки або матеріалу в готові деталі шляхом механічної, термічної обробки, а також обробки з застосуванням електричних, фізико-хімічних та інших методів (наприклад, у машинобудуванні обробка здійснюється металообробними дільницями і цехами; у швейній промисловості — пошивними; у металургії — доменними, прокатними цехами; у хімічному виробництві — за допомогою крекінгу, електролізу та ін.);

- *складальні*, які характеризують стадію отримання складальних одиниць або готових виробів та процесів регулювання, доведення, обкатки (наприклад, у машинобудуванні — це складання і фарбування; у текстильній промисловості — фарбувально-оздоблювальні роботи; у швейній — оздоблення і т. д.).

Допоміжні процеси створюють умови для нормального перебігу основного процесу виробництва. Допоміжні процеси спрямовані на виготовлення або відтворення виробів, що використовуються в основному процесі, але не входять до складу готового продукту (наприклад, виробництво і передавання енергії, пари, стиснутого повітря для свого виробництва; виготовлення і ремонт інструменту, оснащення для власних потреб; виробництво запасних частин для власного устаткування і його ремонт тощо).

Структура і складність допоміжних процесів залежать від особливостей основних процесів та складу матеріально-технічної бази підприємства. Збільшення номенклатури, різноманітність і ускладнення готового продукту, підвищення технічної оснащеності виробництва викликають необхідність розширення

складу допоміжних процесів: виготовлення моделей і спеціальних пристосувань, розвитку енергетичного господарства, збільшення обсягу робіт ремонтного цеху. Деякі допоміжні процеси (наприклад, виготовлення технологічного оснащення) також можуть складатися з заготівельної, обробної та складальної стадій.

Обслуговуючі процеси спрямовані тільки на забезпечення належного здійснення основних і допоміжних процесів на своєму підприємстві. Вони призначені для переміщення (транспортні процеси), збереження в чеканні наступної обробки (складування), контролю (контрольні операції), забезпечення матеріально-технічними та енергетичними ресурсами і т. ін.

Основними тенденціями організації обслуговуючих процесів є максимальне суміщення з основними процесами і підвищення рівня їх механізації та автоматизації. Такий підхід уможливорює автоматичний контроль процесу основної обробки, безперервне переміщення предметів праці за технологічним процесом, автоматизоване подавання предметів праці до робочих місць і т. д.

Управлінські процеси переплітаються з виробничими, вони пов'язані з розробленням і ухваленням рішення, регулюванням і координацією виробництва, контролем за точністю реалізації програми, аналізом та обліком проведеної роботи. Тому деякі фахівці зараховують *управлінські процеси* до специфічних виробничих процесів. Така думка зумовлена тим, що сучасні знаряддя праці оснащені керуючо-контрольними механізмами, які органічно інтегруються з робочими, рухомими і передатними механізмами (наприклад, автоматизовані потокові лінії, верстати з числовим програмним управлінням, автоматизовані системи управління технологічним процесом, мікропроцесорна техніка тощо). Одним із напрямів підвищення гнучкості та надійності основних виробничих процесів є широке використання робототехніки, автоматизації виробництва поряд з високою універсалізацією операторів автоматизованих комплексів.

2. *За характером впливу на предмет праці виробничі процеси* поділяються на:

- *технологічні*, під час яких відбувається зміна форми, структури, складу, якості предмета праці під впливом живої праці і знарядь праці;

- *природні*, коли змінюється фізичний стан предмета праці під впливом сил природи (сушіння після пофарбування, охолодження литва та ін.). З метою інтенсифікації виробництва

природні процеси послідовно переводяться в технологічні процеси зі штучними умовами здійснення в спеціальних апаратних системах.

Технологічні виробничі процеси, у свою чергу, класифікуються за методами перетворення предметів праці в готовий продукт на: *механічні, хімічні, монтажно-демонтажні* (складально-розбиральні) і *консерваційні* (змащування, фарбування, упакування тощо). Таке групування є основою для визначення складу устаткування, його просторового планування та методів обслуговування.

3. За формами взаємозв'язку із суміжними процесами розрізняють:

- *аналітичні* виробничі процеси, коли внаслідок первинного оброблення (розчленовування) комплексної сировини (нафта, руда, молоко і под.) одержують різноманітні продукти для наступної обробки;

- *синтетичні*, під час яких напівфабрикати, що надійшли з різних процесів, перетворюють у єдиний виріб;

- *прямі*, що створюють з одного виду матеріалу один вид напівфабрикатів або готового продукту.

Вид виробничого процесу залежить від параметрів початкової сировини та конструктивно-технологічних особливостей готового продукту. Аналітичні процеси характерні для нафтопереробної та хімічної галузей промисловості, синтетичні — для машинобудування, прямі — для простих процесів виробництва (наприклад, цеглове виробництво).

4. За ступенем безперервності виробничі процеси поділяють на:

- *безперервні*;

- *дискретні (перервні) процеси*.

5. За характером устаткування, що використовується, розрізняють:

- *апаратні (замкнені)* виробничі процеси, де технологічний процес здійснюється в спеціальних агрегатах (апаратах, ваннах, печах), які обслуговує оператор, спостерігаючи за приладами управління;

- *відкриті (локальні)* процеси, коли робітник обробляє предмети праці за допомогою набору інструментів і механізмів.

6. За рівнем механізації виробничі процеси групуються на:

- *ручні процеси*, що виконуються робітником за допомогою ручного інструменту, без застосування машин, механізмів і механізованих інструментів;

• *машинно-ручні*, які виконуються робітником за допомогою машин і механізмів (наприклад, обробка деталі на універсальному токарному верстаті);

• *машинні*, що здійснюються на машинах, верстатах і механізмах за обмеженої участі робітника;

• *автоматизовані*, які здійснюються на машинах-автоматах, при цьому робітник управляє виробничим процесом та контролює його перебіг;

• *комплексно-автоматизовані*, під час яких поряд з автоматичним виробництвом здійснюється автоматичне оперативне управління.

7. *За масштабами виробництва* однорідної продукції розрізняють виробничі процеси:

• *масові* — у разі великих обсягів випуску однорідної продукції протягом тривалого часу;

• *серійні* — за відносно широкої номенклатури продукції, що періодично повторюється, коли за робочими місцями закріплюються кілька операцій, які виконуються у певній послідовності; частина робіт може виконуватися безупинно, частина — протягом кількох місяців на рік; склад процесів має повторювальний характер;

• *індивідуальні (одиничні)* — характерні для номенклатури виробів, що постійно змінюється, коли робочі місця завантажуються різними операціями, які виконуються без певного чергування, при цьому процеси, що здійснюються, здебільшого унікальні (одиничні) і не повторюються.

8. *За характером об'єкта виробництва* виробничі процеси поділяються на:

• *прості*, які складаються з операцій, послідовно виконуваних під час виготовлення деталей, що мають технологічну схожість;

• *складні*, що включають операції, які виконуються послідовно та паралельно (наприклад, при виготовленні та збиранні вузлів, складальних одиниць або виробів у цілому). На рис. 3.5 схематично зображена структура простих і складних виробничих процесів.

Виробнича операція. Основні виробничі процеси розбиваються на часткові процеси, основною структурною одиницею яких є операція.

Виробничою операцією називається частина основного виробничого процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці без переналагодження устаткування над одним або кількома виробами одним робітником або групою робітників.

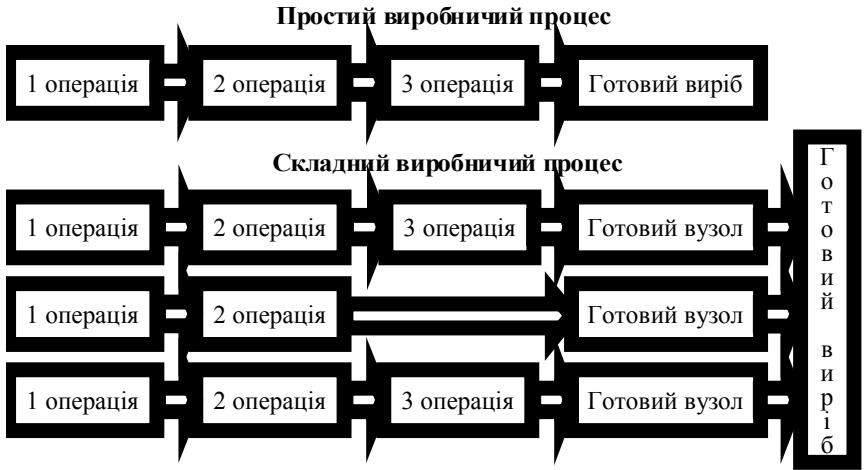


Рис. 3.5. Загальна схема простого та складного виробничих процесів

В умовах автоматичного виробництва виробнича операція виконується під спостереженням і контролем робітника-оператора.

Робоче місце являє собою частину виробничої площі, яка оснащена всім необхідним устаткуванням, інструментами, пристроями, приладами, де робітники виконують окремі операції виробничого процесу.

Налагодження — це підготовка технологічного устаткування та оснащення до виконання певної виробничої операції.

Усі виробничі операції розподіляються на основні та допоміжні. *Операція, внаслідок якої змінюються форма, розміри або взаємне сполучення виробів, називається основною виробничою операцією або технологічною.*

Операції, що пов'язані зі зміною просторового розташування (транспортування-складування) або контролем якості продукції, називаються допоміжними виробничими операціями.

Взаємозв'язок технології з виробничим процесом, їх структурні складові свідчать про необхідність забезпечення системної єдності основних елементів: робочої сили, предметів і засобів праці для досягнення результатів, що впливають на конкурентоспроможність підприємства, його фінансовий стан.

Виробничий процес має будуватися на певних принципах, які сприяють поліпшенню економічних показників роботи виробничої системи підприємства.

3.2. ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Під організацією виробничих процесів розуміють різні методи сполучення всіх елементів системи в просторі і часі з метою досягнення ефективного їх використання.

Раціональна організація виробничого процесу має відповідати низці вимог і будуватися на таких принципах, як: спеціалізація, диференціація, концентрація, інтеграція, паралельність, пропорційність, безперервність, ритмічність, прямоточність, автоматичність, гнучкість, гомеостатичність (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Взаємозв'язок принципів раціональної організації виробничих процесів

Принцип спеціалізації — форма розподілу праці, яка характеризується виготовленням продукції обмеженої номенклатури, мінімізацією різновидів робіт, процесів, операцій, режимів обробки та інших елементів виробничого процесу.

Спеціалізація підвищує ступінь однорідності виробництва на робочих місцях, дільницях, цехах; збільшує випуск однорідної продукції; спрощує організацію виробництва і створює умови для механізації і автоматизації всіх процесів; сприяє ефективному використанню устаткування і виробничих площ, поліпшенню економічних показників за рахунок можливості використання спеціального, продуктивнішого устаткування, а також зниження собівартості і підвищення якості продукції. Дає можливість

робітникам набути навичок і вміння для раціонального виконання робіт.

Внутрізаводську спеціалізацію підвищують шляхом проведення конструктивної, технологічної і організаційної уніфікації.

Уніфікація — приведення продукції, способів і методів її виробництва або їх елементів до єдиної форми, розмірів, структури, складу.

Виконання принципу спеціалізації суттєво впливає на здійснення інших принципів раціональної організації виробничого процесу.

Принцип диференціації передбачає поділ виробничого процесу на окремі технологічні процеси, операції, переходи, прийоми.

Під час диференціації ручних операцій треба враховувати фізіологічні, психологічні та економічні межі поділу праці. Надмірна диференціація підвищує стомлюваність робітників унаслідок монотонності і високої інтенсивності праці, велика кількість операцій призводить до зайвих витрат на установлення, закріплення деталей, зняття їх з робочого місця, на переміщення знарядь праці і т. д.

Принцип концентрації пов'язаний з підвищенням складності операцій, що виконуються на сучасному високопродуктивному устаткуванні (наприклад, верстати із ЧПУ, обробні центри тощо), коли комплексно здійснюються обробка, складання, транспортування деталей, видалення відходів.

Принцип інтеграції впливає з принципу диференціації операцій і виробничих процесів. Він реалізується, наприклад, у гнучких виробничих системах повного технологічного циклу, на яких деталі або вироби обробляються без участі людини з 100-відсотковою готовністю для складання.

Принцип паралельності передбачає одночасне виконання окремих частин виробничого процесу (операцій) з виготовлення виробу. Він забезпечує одночасність виконання робіт, застосування багатопредметної обробки, суміщення за часом виконання технологічних і допоміжних операцій (машинна обробка, установлення та знімання, контрольні вимірювання, завантаження та розвантаження агрегата). Рівень паралельності виробничого процесу визначається відношенням тривалості виробничого циклу за паралельного руху предметів праці до фактичної його тривалості.

Принцип пропорційності зводиться до забезпечення рівної пропускної спроможності (відносної продуктивності за одиницю часу) виготовлення продукції у всіх частинах виробничого процесу (виробничих підрозділів — основних, допоміжних і обслуговуючих цехів, а всередині них — дільниць і ліній, груп устаткування і робочих місць).

Досягнення пропорційності ґрунтується на нормах, що визначають кількісний взаємозв'язок між елементами виробництва, коли продуктивність устаткування на всіх операціях технологічного процесу пропорційна трудомісткості обробки виробів на всіх операціях. Вона забезпечує безперебійне виробництво, найповніше використання виробничої потужності, запобігає виникненню «вузьких» місць.

Пропорційність виробництва підтримується шляхом упровадження організаційно-технологічних заходів, передових методів праці, удосконалювання оперативного-виробничого планування та ін.

Ступінь пропорційності виробництва характеризується величиною відхилення пропускної спроможності (потужності) кожної стадії процесу виробництва (переділу) від запланованого ритму випуску продукції.

Принцип безперервності передбачає скорочення або зведення до мінімуму перерв у процесі виготовлення продукції, особливо в умовах багатоланцюгового виробництва. Безперервність є однією з найважливіших умов скорочення термінів виготовлення продукції і підвищення рівня використання виробничих ресурсів, забезпечення рівномірної роботи підприємства і випуску продукції в заданому ритмі. Ступінь безперервності визначається відношенням тривалості технологічної частини виробничого циклу до його повної тривалості. Цілоком цей принцип реалізується в безперервному виробництві на підприємствах хімічної, харчової, металургійної галузей промисловості, у машинобудуванні на безперервно-потоківих лініях і в автоматичному виробництві.

У дискретних виробництвах усунути перерви неможливо. Тому завдання полягає в мінімізації часу пролежування деталей між операціями і виробничими процесами.

Принцип ритмічності полягає в забезпеченні випуску за рівні проміжки часу тієї самої або рівномірно зростаючої кількості продукції на всіх стадіях і операціях виробничого процесу. Ритмічність виробничого процесу є одною з основних передумов раціонального використання всіх його елементів і забезпечується

високою технологічною дисципліною, раціональною організацією забезпечення робочих місць, надійною роботою устаткування, застосуванням прогресивних систем оперативного-виробничого планування та управління. Вона сприяє чіткому виконанню договорів з постачання продукції споживачам, поліпшенню фінансового стану підприємства.

Рівень ритмічності характеризується співвідношенням суми недоданої за планом продукції і запланованого її обсягу.

Принцип прямоточності полягає в забезпеченні найкоротшого шляху проходження предметами праці всіх стадій і операцій виробничого процесу. Він характеризується співвідношенням тривалості транспортних операцій і загальної тривалості виробничого циклу.

Можна визначити рівень прямоточності шляхом обчислення співвідношення оптимальної (мінімальної) довжини маршруту проходження предмета праці і фактичної довжини маршруту.

Прямоточність потребує усунення зворотних рухів деталей у процесі їх оброблення, скорочення транспортних маршрутів. З огляду на це важливе значення має раціональне планування розташування за ходом технологічного процесу будівель і споруд, основних і допоміжних цехів на території підприємства, технологічного устаткування на виробничих площах підрозділів. Найповніше принцип прямоточності реалізується за умови потокової організації виробництва.

Принцип автоматичності передбачає максимально можливе та економічно доцільне вивільнення людини від безпосередньої участі у виробничому процесі. Автоматизація виробничих процесів забезпечує збільшення обсягів виробництва, скорочення витрат живої праці, заміну ручної праці інтелектуальною працею операторів, наладчиків, вивільнення ручної праці на шкідливих роботах, підвищення якості робіт. Особливо важлива автоматизація обслуговуючих процесів.

Ступінь автоматизації визначається відношенням трудомісткості робіт, виконуваних автоматизовано, до загальної трудомісткості робіт. Даний коефіцієнт може розраховуватися як для всього підприємства, так і стосовно кожного його підрозділу.

Принцип гнучкості вможливує пристосування виробничого процесу до змін економічних, організаційних умов, а також конструктивно-технологічних вимог до продукції, що виготовляється. Він забезпечує скорочення часу і витрат на переналагодження устаткування під час випуску деталей і

виробів широкої номенклатури. Основний показник — ступінь гнучкості — визначається кількістю часу, що витрачається, і необхідних додаткових витрат при переході на випуск нової продукції.

Найбільшого розвитку цей принцип набув в умовах високоорганізованого виробництва, де використовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, автоматичні засоби контролю, складування, переміщення об'єктів виробництва, здібних до перелагодження.

Принцип гомеостатичності передбачає створення технічних та організаційних механізмів саморегулювання і стабілізації у виробничій системі, щоб вона була здатною стабільно виконувати свої функції в межах допустимих відхилень і протистояти дисфункціональним впливам. До стабілізаційних організаційних систем належать системи оперативного планування і регулювання виробництва, експлуатаційного обслуговування устаткування, резервних запасів та ін.

Розглянуті принципи раціональної організації виробничого процесу тісно пов'язані між собою, доповнюють один одного і різною мірою реалізуються на практиці. Правильне використання зазначених принципів з урахуванням методів організації виробництва забезпечує скорочення тривалості виробничого процесу і підвищення його ефективності.

Проектуючи виробничий процес, його організацію, треба враховувати ці принципи, але оптимальні організаційно-технічні рішення вибирати за критерієм економічної ефективності.

3.3. ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Результативність на виході будь-якої системи залежить від рівня організації виробничих, трудових, творчих та управлінських процесів. Тому менеджерам усіх рівнів і спеціалістам, що розробляють їх, варто дотримуватися *принципу пропорційності* за якістю, кількістю, ресурсами і термінами. Відповідно до закону найменших параметрів (потужність, продуктивність тощо) якість процесу в цілому визначається його компонентом (підсистемою, ланкою, цехом, дільницею, бригадою, виконавцем і т. д.), де даний показник найгірший.

В основі кожного виробничого процесу лежить оптимальний варіант технологічного процесу. Розроблення технологічного процесу полягає в плануванні економічного методу або кількох

методів виготовлення деталі або виробу. Метою розроблення технологічного процесу є забезпечення якості продукції (деталі), яка відповідає кресленням або специфікаціям.

Для встановлення послідовності операцій під час технологічного процесу необхідні такі дані:

- *обсяг виробництва* (впливає на вибір виду обробки, верстатів, оснащення, спосіб транспортування, типу виробництва);

- *матеріал* (від виду і структури матеріалу залежить вибір операцій);

- *допуски, що вказані в кресленнях* (залежить вибір устаткування належної точності обробки та додаткових операцій);

- *вимоги до устаткування* (технічний рівень, технологічна функціональність, кількість);

- *завантаження устаткування* (продуктивність, потужність, точна завантаженість, пропускна спроможність, додаткове придбання устаткування);

- *креслення* (ступінь деталізації, допуски на точність обробки впливають на кількість додаткових операцій);

- *уніфікація термінології* (впливає на правильність розуміння і точність виконання всіх операцій процесу).

У разі підбору необхідних операцій кожен етап виробничого процесу підлягає ретельному осмисленню та аналізу з різних поглядів і з урахуванням усіх чинників. Для технолога-проектувальника виробничого процесу довідковими матеріалами є: карти виробничих операцій; маршрутні карти виробничого процесу; поопераційні карти виробничого процесу; карти завантаження устаткування; відомості про наявність устаткування; технічні паспорти устаткування; ескізи планів розташування устаткування, дільниць, цеху; нормативи часу; установлені накладні витрати по цеху; карти параметрів подач і швидкостей механічної обробки заготовок; відомості про наявність робочої сили певної кваліфікації.

У картах виробничих операцій зазвичай указуються: основні операції і послідовність їх виконання; потрібне устаткування і його розташування, пристосування, що необхідні для виконання операцій; базові поверхні, що визначаються точністю обробки; необхідні контрольно-вимірювальні інструменти. У деяких картах можуть даватися ескізи деталей у зібраному вузлі або виробі для кращого розуміння креслень та призначення деталі.

Основи розроблення технологічного процесу. Попередньо ретельно вивчаються креслення, специфікації та кожна деталь, щоб з'ясувати: що робити, яким чином, чому і де? Продумується логічна послідовність операцій, перелік яких заноситься на карту виробничих операцій. Загальний порядок розроблення та формалізації технологічного процесу такий:

1. Занести до карти всі необхідні дані: найменування деталі, номер креслення, моделі та специфікації, найменування матеріалу, розміри деталі, дату.

2. Записати в карті всі операції в наміченій послідовності, звертаючи увагу на контрольні, транспортні операції та переміщення, під час аналізу яких може виникнути можливість деякі з них усунути, змінити послідовність виконання, скоротити маршрут і обсяг перевезень.

3. Визначити устаткування, на якому будуть виконуватися операції, а також цехи або дільниці, де виконуватиметься робота.

4. Визначити перелік необхідного для виробництва деталей технологічного оснащення (включаючи нестандартне), робочих та контрольно-вимірювальних інструментів.

5. Указати дані про необхідні подачі та режими різання в процесі оброблення заготовки, деталі. Також зазначається підготовчо-завершальний час як частина часу використання устаткування.






Усі дії у виробничому процесу підрозділяють на 5 елементів, які відображаються графічно символами (табл. 3.1).

Послідовність дій на поопераційних картах показується відповідним розміщенням символів на вертикальних лініях, що відображають перебіг виробничого процесу. Матеріал, як покупний, так і оброблений на даному підприємстві, відображається горизонтальними лініями, які «живлять» вертикальні лінії процесу. На вертикальних лініях показують послідовність тільки технологічних та контрольних операцій. Приклад поопераційної карти наведений на рис. 3.7.

На основі поопераційної карти виробничого процесу розробляється маршрутна карта, яка дає уявлення про послідовність усіх основних і допоміжних операцій даного виробничого процесу. Маршрутна карта виробничого процесу (рис. 3.8) характеризує просторово-часові умови реалізації поопераційної карти і містить відомості про операції транспортування, зберігання, затримки в русі матеріалу, а також додаткові дані, що необхідні для аналізу, наприклад, необхідний час та відстань.

Таблиця 3.1

КЛАСИФІКАЦІЯ СИМВОЛІВ ДІЙ У ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ

Вид діяльності	Основний зміст і результат	Символ
Технологічна операція	Доцільна зміна фізичних або хімічних властивостей предмета; з'єднання з іншими предметами; поділ предмета на складові частини; підготовка предмета для виконання іншої операції, контролю, транспортування або зберігання; надання або приймання інформації; планування або складання калькуляцій	
Транспортування	Переміщення предмета з одного місця на інше, за винятком випадків, коли переміщення є частиною самої операції або здійснюється оператором на своєму робочому місці в період здійснення операції або контролю	
Контроль	Установлення відповідності предмета назві чи будь-яким його кількостям або якісним характеристикам	
Перерва (затримка)	Коли умови виробництва не потребують або не допускають негайного переходу до виконання запланованих дій. Але це не стосується тих випадків, коли перерви спеціально встановлюються для зміни фізичних або хімічних властивостей предмета	
Зберігання	Здійснюється, коли предмет неможливо взяти без відповідного дозволу	

Існують два різновиди маршрутних карт виробничого процесу: 1) карта, що характеризує виробничий процес як ряд дій, які здійснюються над матеріалом; 2) карта роботи оператора, що характеризує виробничий процес як дії, які ним виконуються.

Маршрутна карта дає змогу зіставляти спроектовані та існуючі методи роботи. Під час аналізу виробничого процесу задаються послідовно поставлені питання і розглядаються можливі заходи щодо поліпшення процесу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО СПРИЯЮТЬ ПОЛІПШЕННЮ ПРОЦЕСУ

Питання	Постійне наступне питання	Можливі заходи
Що є метою роботи?	Чому?	Усунення непотрібних дій
Де вона має виконуватися?	Чому?	Суміщення або зміна місця
Коли вона має виконуватися?	Чому?	Суміщення або зміна часу виконання або послідовності

Хто її повинен виконувати?	Чому?	Суміщення операцій або заміна виконавця
Як вона має виконуватися?	Чому?	Спрощення або поліпшення методу роботи

Для спрощення аналізу і підвищення ефективності раціоналізації процесу, як показано в прикладі (рис. 3.8), ці питання записуються в карті.

Такий спосіб дає змогу одночасно ілюструвати аналіз і розробку заходів поліпшення виробничого процесу так званім методом «крапок та позначок».

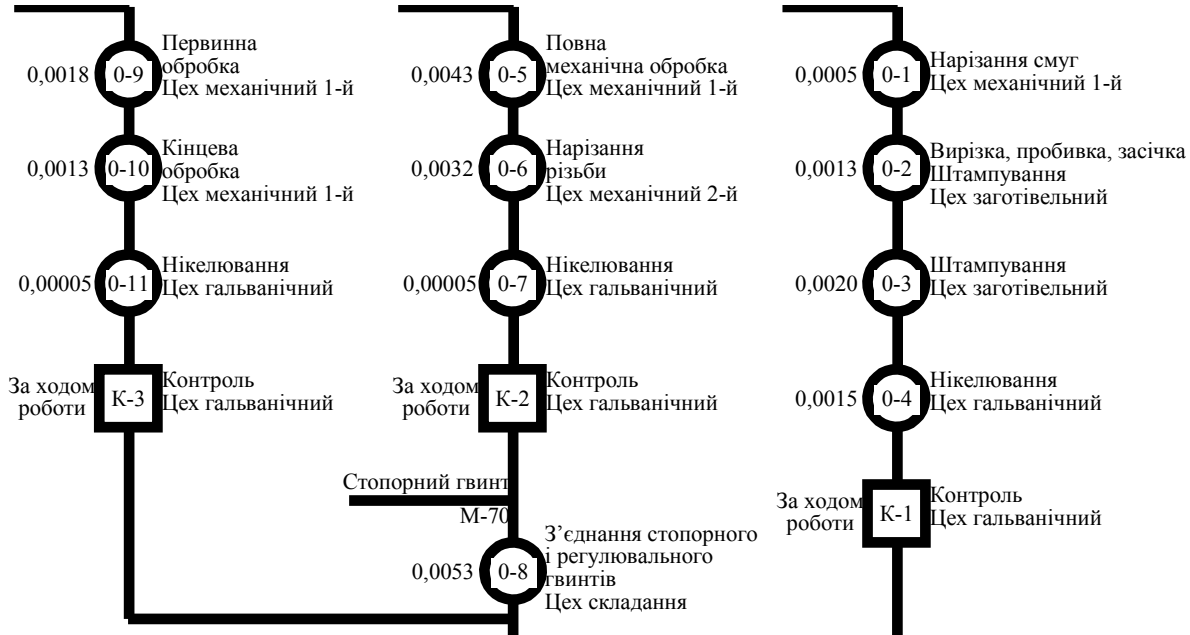
У всіх випадках, коли транспортування має велике значення, на додаток до маршрутної карти виробничого процесу складається маршрутна схема виробничого процесу (рис. 3.9, 3.10). Вона являє собою ескізний план площ та будівель, що показує, де відбуваються всі дії, які зазначені на маршрутній карті виробничого процесу. При цьому всі дії позначаються однаково в обох картах, напрям руху вказується стрілками. Зворотні або повторні рухи в одному напрямі показуються окремими лініями. Використання схеми дає змогу поліпшити планування устаткування і виробничих площ.

ПООПЕРАЦІЙНА КАРТА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Найменування: термостат
 Дата: 10.05.2000
 Вставка А-176
 7/16” шестигранна
 холоднотягнута сталь

(існуючий метод)
 креслення № 82103
 Кресл. Коваль І. І.
 Регулювальний гвинт А-253
 1/4” шестигранна
 холоднотягнута сталь

вир. 4
 відділення малих деталей
 Корпус А-116
 Холоднокатана сталь



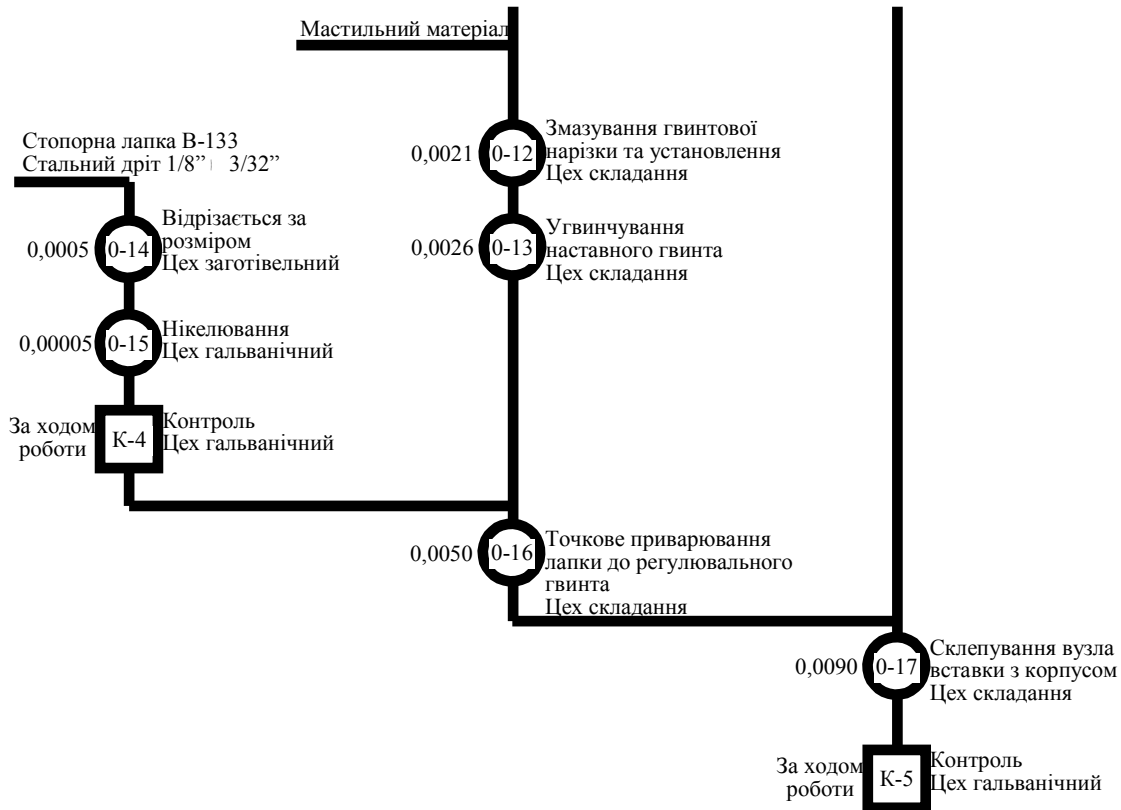


Рис. 3.7. Типова поопераційна карта виробничого процесу

**МАРШРУТНА КАРТА
виробничого процесу**

Робота: пропилювання, перевірка та протирання (старий метод)

Кінцеві дані

Робітник або матеріал — _____ гребні
 Початок процесу: _____ на ділянці пропилювання
 Закінчення процесу: _____ на ділянці полірування
 Креслив _____ В.Р.М. _____ Дата _____

Позначення операції і процесів	Існуючі		Запроектовані		Різниця	
	кіл.	час	кіл.	час	кіл.	час
○ Технологічні	26	57,8				
⇒ Транспортування	18					
□ Контроль	2	7,0				
○ Перерви	9	960				
▽ Зберігання	2	7 дн.				
Загальна відстань транспортування	429 м		м		м	

Елементи існуючого методу	Умовні позначки	Відстань, м	Кількість	Час, хв.	Аналіз					<i>Зуваження</i> я	Заходи						
					Чому?						Усунути	Сумнісність	Зміни			Поліпшення	
					Що?	Де?	Коли?	Хто?	Як?				Послідовність	Місце	Виконавець		
1. Гребінці пропилюються та відкладаються; кілька видів на кожну групу пил	○ ⇒ □ ▽		100	24	•	•	•	•	•								
3. Доставка робітником-розпилювальником до місця обдування	○ ⇒ □ ▽	100			•	•	•	•	•								
4. Очікування очищення	○ ⇒ □ ▽			480	•	•	•	•	•								
5. Переміщення гребінців робітником з обдування великого ящика на полицю	○ ⇒ □ ▽	500	1/2		•	•	•	•	•								
6. Обдування з метою очищення від ошурок	○ ⇒ □ ▽	100	2		✓	•	•	•	✓	Ошурки потрапляють на контролера	✓						✓

Елементи існуючого методу	Умовні позначки	Відстань, м	Кількість	Час, хв.	Аналіз					<i>Зауваження</i>	Заходи						
					Чому?						Усунути	Сумнісність	Зміни			Поліпшення	
					Що?	Де?	Коли?	Хто?	Як?				Послідовність	Місце	Виконавець		
7. Укладування у великий ящик робітником обдування	○ ⇨ □ ▢ ▽		500	1/2	•	•	•	•	•								
8. Транспортування до місця контролю робітником обдування	○ ⇨ □ ▢ ▽	8			•	✓	•	•	•	Перевести контролера в інше місце ?							
9. Очікування контролю	○ ⇨ □ ▢ ▽			120	•	•	✓	•	•	Захаращення проходів			✓				

Рис. 3.8. Маршрутна карта виробничого процесу, яка ілюструє застосування методу «крапок та позначок» для перепроєктування процесу

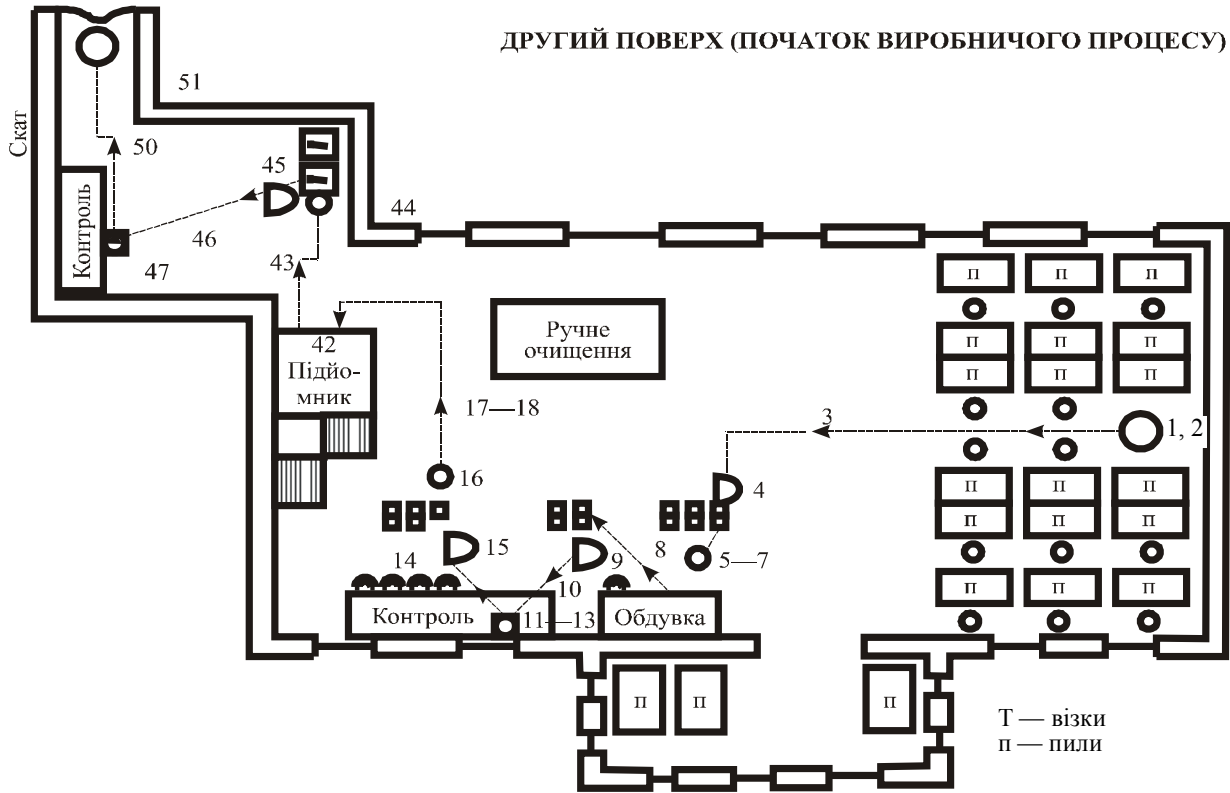


Рис. 3.9. Маршрутна карта (схема) виробничого процесу початку виготовлення виробів по робочих місцях (операціях), які розташовані на другому поверсі будівлі

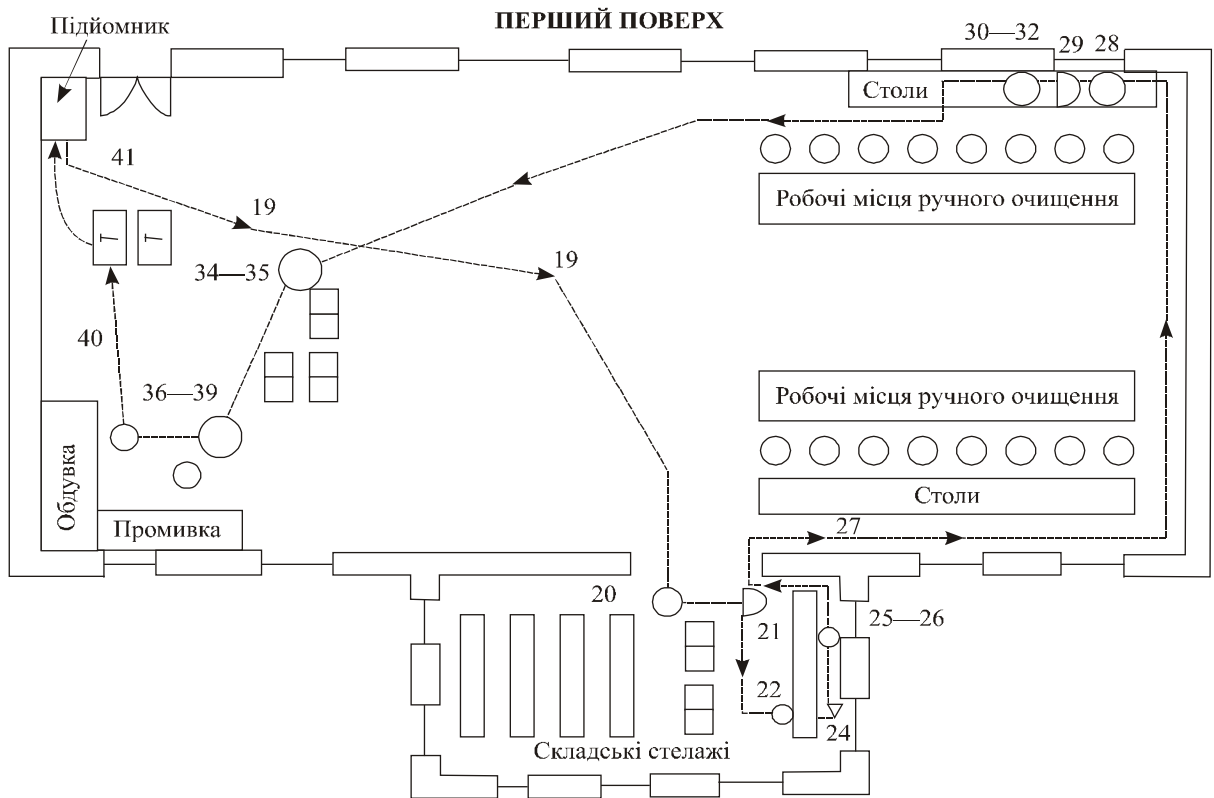


Рис. 3.10. Маршрутна карта (схема) виробничого процесу завершення виготовлення виробів по робочих місцях (операціях), які розташовані на першому поверсі будівлі

3.4. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТИПИ ВИРОБНИЦТВА

Можливості розвитку виробничої системи, удосконалення процесів виробництва, їх спеціалізація та кооперування, ефективність використання живої праці та устаткування значною мірою залежать від структури та обсягів продукції, що випускається, широти та сталості її номенклатури. Залежно від цих чинників робочі місця, дільниці, цехи та промислові підприємства поділяються на кілька організаційних типів. Основоположною ознакою поділу виробництва на організаційні типи є рівень спеціалізації робочих місць, який кількісно вимірюється за допомогою коефіцієнта закріплення операцій.

Коефіцієнт закріплення операцій (K_{30}) являє собою відношення кількості всіх різноманітних технологічних операцій, що виконуються або мають виконуватися протягом місяця на даному робочому місці, до кількості робочих місць:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{j=1}^k PMm_j},$$

де n — кількість найменувань деталей, що обробляються на робочому місці, дільниці, у цеху;

m_i — кількість операцій, що проходить i -та деталь у процесі обробки на робочому місці, дільниці, у цеху;

PMm_j — кількість робочих місць на даній j -й операції, дільниці, у цеху.

Організаційний тип виробництва може визначатися показником рівня серійності (K_c):

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n PM_j}{\sum_{j=1}^k m_i}.$$

Показник рівня серійності (K_c) обернений коефіцієнту закріплення операцій (K_{30}). Для масового виробництва його розмір становить 0,8...1, для серійного — 0,2...0,8 і для одиничного — $< 0,2$.

Організаційний тип виробництва може визначатися через:

- *коефіцієнт серійності*

$$K_c = \tau / T_{\text{шт ср}},$$

де τ — такт випуску виробів, хв/шт.; $\tau = \Phi_{\text{еф}} : N_j$;

$\Phi_{\text{еф}}$ — ефективний фонд часу роботи робочого місця, ділянки, цеху за певний період, хв/міс.;

N_j — обсяг випуску деталей (виробів) j -ї номенклатури за відповідний період;

$T_{\text{шт ср}}$ — середній штучний час по операціях технологічного процесу, хв;

$$T_{\text{шт ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт}_i}}{m},$$

де $T_{\text{шт}_i}$ — штучний час на i -й операції технологічного процесу;

m — кількість операцій;

• коефіцієнт масовості

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт}_i}}{m\tau}.$$

Тип виробництва — це класифікаційна категорія комплексної характеристики організаційно-технічного рівня виробництва, яка зумовлена широтою номенклатури, регулярністю, стабільністю та обсягом випуску продукції, а також формою руху виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначає структуру підприємства і цехів, характер завантаження робочих місць та руху предметів праці в процесі виробництва. Кожний тип виробництва має свої особливості організації виробництва, праці, технологічних процесів і устаткування, застосовуються, складу і кваліфікації кадрів, а також матеріалотехнічного забезпечення. Конкретний організаційний тип виробництва визначає особливості формування системи планування, обліку, оперативного управління процесами.

Розрізняють три основні типи виробництва: одиничне, серійне, масове.

Одиничне виробництво характеризується широкою номенклатурою виробів, малим обсягом їх випуску на робочих місцях, які не мають певної спеціалізації.

Серійному виробництву властива обмежена номенклатура виробів, що виготовляються періодично повторюваними партіями, і порівняно великий обсяг випуску.

Масове виробництво характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, що виготовляються безперервно протягом тривалого часу.

Порівняльна техніко-економічна характеристика організаційних типів виробництва наведена в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ТИПІВ ВИРОБНИЦТВА

Параметри	Виробництво		
	Одиничне	Серійне	Масове
Спеціалізація робочих місць	За кожним робочим місцем не закріплені певні операції	За кожним робочим місцем закріплено від 3 до 20 періодично повторювальних операцій	За кожним робочим місцем закріплені 1—2 постійні операції
Постійність номенклатури	Неповторювана	Повторюється періодично	Постійний випуск однакової продукції
Номенклатура продукції	Широка, різноманітна, неповторювана	Малостійка, обмежена серіями — періодично повторюється випуск виробів	Вузька, постійна, один або кілька однотипних виробів
Тип устаткування	Універсальне	Спеціалізоване	Спеціальне
Розташування устаткування	Технологічний принцип (за групами)	Предметно-замкнений принцип	Предметний принцип
Оснащення	Універсальне	Уніфіковане	Спеціальне
Рівень використання устаткування	Низький	Середній	Високий
Методи організації виробництва	Групові, одиночні	Поточні, партійні, групові	Поточні
Частка ручної праці	Висока	Середня	Низька
Кваліфікація персоналу	Висока	Середня	Низька

Закінчення табл. 3.3

Параметри	Виробництво		
	Одиничне	Серійне	Масове
Коефіцієнт закріплення операцій	$K_{30} \geq 40$	$20 \leq K_{30} \leq 40$ $10 \leq K_{30} \leq 20$ $1 \leq K_{30} \leq 10$	$K_{30} = 1$
Характер виробництва	Постійно змінюється	Змінюється періодично	Сталий, незмінний
Вид руху предметів праці між операціями	Послідовний	Паралельно-послідовний	Паралельний
Тривалість виробничого циклу	Велика	Середня	Мала
Продуктивність праці	Низька	Середня	Висока
Собівартість продукції	Висока	Середня	Низька

Для *одиночного типу* виробництва характерне розроблення укрупнених технологічних процесів і нормативів, у яких зазначаються міжцеховий технологічний маршрут та необхідне устаткування. Уточнення і доопрацювання технологічних процесів здійснюється в цехах і на робочих місцях, що потребує високої універсальної кваліфікації робітників. Устаткування, інструмент і пристосування переважно універсальні. Його габарити і кінематичні можливості мають забезпечувати виконання різноманітних робіт даного профілю. Устаткування розташовується за однотипними групами. Робочі місця, що не мають закріплених за ними операцій, завантажуються різноманітними операціями без певної почерговості. Коефіцієнт закріплення операцій не регламентується і може бути більше 40.

Підприємства з *одиничним типом* виробництва спеціалізуються на виготовленні продукції обмеженого споживання за оригінальною конструкцією і замовленими властивостями.

За *серійного типу* виробництва вироби випускаються серіями, деталі обробляються партіями з певною, заздалегідь установленою періодичністю.

Під *серією* розуміється кількість конструктивно і технологічно однакових виробів, що запускаються у виробництво одночасно або послідовно.

Однорідність конструктивно-технологічних рішень у виробках сприяє створенню великої кількості уніфікованих деталей, які розподіляються для постійного або періодично повторюваного виготовлення за певними робочими місцями.

У разі повторного виготовлення однотипних виробів економічно доцільним є використання поряд з універсальним і спеціалізованим устаткуванням, пристосувань та інструментів, що підвищує спеціалізацію робочих місць. В умовах серійного виробництва для підвищення продуктивності праці, скорочення тривалості виробничого циклу широко застосовуються верстати-автомати, маніпулятори, верстати з ЧПУ, які швидко переналагоджуються.

У серійному виробництві досить детально розробляється технологічний процес, що дає змогу знижувати допуски на обробку, підвищувати точність заготовок.

Залежно від різноманітності номенклатури продукції, величини партії виробів, періодичності її запуску, рівня спеціалізації робочих місць виробництво розрізняють *дрібно-*, *середньо-* і *великосерійне*, для кожного з яких встановлені певні числові значення коефіцієнта закріплення операції.

Для *дрібносерійного виробництва*, що характеризується випуском продукції в невеликій кількості та різноманітної номенклатури, коефіцієнт закріплення операцій становить $20 \leq K_{30} \leq 40$.

Середньосерійний тип виробництва характеризується тим, що предмети праці обробляються стабільними партіями з певною періодичністю, застосовується спеціальне й універсальне устаткування, коефіцієнт закріплення операції обмежується діапазоном $10 \leq K_{30} \leq 20$.

Великосерійне виробництво спеціалізується на випуску порівняно вузької номенклатури виробів у великій кількості, вироби обробляються великими партіями, застосовується спеціальне і спеціалізоване устаткування, тому коефіцієнт закріплення дорівнює $1 \leq K_{30} \leq 10$. Таке виробництво характерне для багатьох процесів у машинобудуванні, для взуттєвих і швейних підприємств.

Для *масового виробництва* характерні обмежена номенклатура продукції і масштабність її вироблення (телевізори, холодильники, пральні машини, трактори,

автомобілі, годинники). Використовується спеціальне устаткування, інструмент і технологічне оснащення. Широко застосовуються верстати-автомати, маніпулятори, автоматичні лінії. Технологічний процес розробляється докладно на кожну операцію з зазначенням інструменту, режимів роботи устаткування, норм затрат часу, матеріалів. Робітники виконують обмежене коло операцій і мають вузьку спеціалізацію, що зумовлює коефіцієнт закріплення операцій, який дорівнює $K_{з0} = 1$. Устаткування розташовується за ходом технологічного процесу, застосовується паралельний метод сполучення операцій, що веде до значного скорочення тривалості виробничого циклу, зменшення незавершеного виробництва, підвищення продуктивності праці та зниження витрат на виготовлення продукції.

Тип виробництва істотно впливає на особливості діяльності підприємства, його економічні показники, виробничу структуру, характер технологічних процесів, їх оснащення, форми організації виробництва і праці, систему планування, контролю та оперативного управління.

Зростання конкуренції потребує від менеджерів усіх рівнів пошуку нових можливостей гнучкого пристосування виробничих процесів до зміни попиту на продукцію, швидкої реакції на замовлені властивості товарів, що їх бажають придбати споживачі різних груп. Організація сучасного виробництва має сталу тенденцію переходу на серійний тип виробництва з випуском товарів невеликими партіями, що дає змогу найоптимальніше використовувати ресурси в умовах ринкової відносної невизначеності.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

- 1. Що являє собою технологія?*
- 2. Охарактеризуйте роль і значення технології для корисної діяльності.*
- 3. Які є види технології і в чому полягають особливості їх застосування?*
- 4. Дайте визначення технологічного процесу й охарактеризуйте його складові елементи.*
- 5. За якими класифікаційними ознаками поділяються технологічні процеси?*

6. За якими параметрами визначають і порівнюють технологічні процеси?
7. Що являє собою структура технологічної операції і які критерії її елементного поділу?
8. Який взаємозв'язок між технологічним і виробничим процесами та виробничою системою?
9. Охарактеризуйте виробничий процес, його сутність та склад.
10. У чому полягає суть основних виробничих процесів?
11. Чому основний виробничий процес рекомендується розділяти на заготівельну, обробну та складальну фази?
12. Охарактеризуйте сутність і спрямованість допоміжних виробничих процесів.
13. Що являє собою частковий виробничий процес? Дайте його визначення та назвіть різновиди складових операцій.
14. Охарактеризуйте структуру виробничого процесу. Наведіть конкретний приклад.
15. Які існують основні принципи організації виробничих процесів?
16. Наведіть приклади, які характеризують прояв кожного з принципів раціональної організації виробничих процесів.
17. Охарактеризуйте зв'язок між виробничим і технологічним процесами.
18. Поясніть сутність розроблення виробничого процесу.
19. Опишіть послідовність проектування технологічного процесу і вимоги до його оформлення.
20. Яку роль відіграє маршрутна карта виробничого процесу та який її зв'язок із маршрутною схемою?
21. Що сприяє вдосконаленню технологічних та виробничих процесів, а також їх просторовому розташуванню?
22. Яким чином формалізується виробничий процес?
23. З якою метою і на підставі яких критеріїв здійснюється класифікація виробничих процесів на організаційні типи?
24. У чому полягає особливість одиничного типу виробництва?
25. Охарактеризуйте ознаки серійного виробництва та його підтипів.
26. Де застосовується масовий тип виробництва і які його характеристики?

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРУДОВИХ ПРОЦЕСІВ І РОБОЧИХ МІСЦЬ

4.1. ТРУДОВИЙ І ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕСИ

Загальна характеристика трудових процесів. Усі види технологічних та виробничих процесів на підприємстві можуть здійснюватися лише внаслідок праці робітників. *Праця являє собою доцільну діяльність людей, яка спрямована на видозміну і пристосування предметів природи до їх потреб.*

Кожний виробничий процес можна розглядати з двох боків: як сукупність змін, що їх зазнають предмети праці, — це технологічний процес, та як сукупність дій робітників із затратами нервово-м'язової енергії, що спрямовані на доцільну зміну предмета праці, — трудовий процес. Отже, існує безпосередній зв'язок між технологічним, трудовим і виробничим процесами (рис. 4.1).

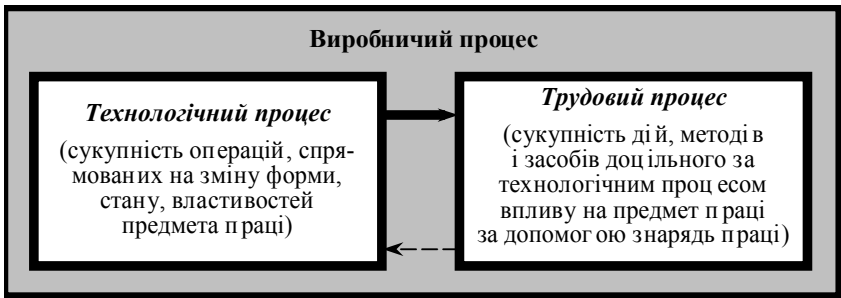


Рис. 4.1. Взаємозв'язок виробничого, технологічного та трудового процесів

Трудовий процес — це сукупність методів і засобів впливу на предмет праці за допомогою знарядь праці або впливів контрольованого (керованого) людиною знаряддя праці на предмет праці з метою випуску матеріального або нематеріального продукту, що здійснюються в певних природних або штучних умовах.

Трудові процеси розрізняються за такими основними ознаками: характером предмета та продукту праці, функціями

працівників, ступенем участі людини у впливі на предмет праці (рівнем механізації), важкістю праці.

За характером предмета праці та продукту праці виділяють три види трудових процесів:

- *речово-енергетичні*, які характерні для робітників і в яких предметом та продуктом праці є речовина (сировина, матеріали, деталі, машини) або енергія (електрична, теплова, гідравлічна тощо);

- *інформаційні*, що притаманні службовцям і предметом та продуктом праці яких є інформація (економічна, конструкторська, технологічна і т. д.);

- *віртуальні*, що пов'язані з інформаційним обслуговуванням робітників та службовців за допомогою комп'ютерних систем та мереж.

За функціями, що виконуються, трудові процеси поділяються на:

- *основні*, які здійснюються робітниками основних цехів (виробництв) під час випуску продукції;

- *допоміжні*, які спрямовані на випуск продукції (надання послуг) для забезпечення нормальної роботи основних цехів (виробництв);

- *обслуговуючі*, притаманні робітникам, що створюють умови нормального функціонування устаткування та робочих місць в основних та допоміжних цехах (виробництвах).

За ступенем участі людини у впливах на предмет праці трудові процеси поділяються на:

- *ручні*, під час яких робітники впливають на предмет праці без застосування додаткових джерел енергії або за допомогою ручного інструмента, який приводиться в рух додатковим джерелом енергії (електричної, пневматичної тощо);

- *машинно-ручні*, за яких технологічний вплив на предмет праці здійснюється за допомогою механізмів, машин (верстатів), але переміщення інструмента відносно предмета праці здійснюється робітником. Наприклад, обробка деталей на металорізальних верстатах з ручним подаванням;

- *машинні*, коли зміна форми, розмірів та інших характеристик предмета праці здійснюється машиною без фізичних зусиль робітника, функції якого полягають у встановленні та знятті предмета праці й управлінні роботою машини. Прикладом такого процесу є обробка деталі на верстаті з автоматичним подаванням інструмента;

- *автоматизовані* процеси характеризуються тим, що технологічний вплив на предмет праці, його установа та

зняття виконується без участі робітника. Залежно від ступеня автоматизації функції робітника полягають у контролі за роботою машини, усуненні відмов, налагодженні, зміні інструмента, забезпеченні необхідних запасів предметів праці та інструмента, складанні програми роботи машини.

Основним елементом трудового процесу є *операція*. У складі операції прийнято вирізняти трудові прийоми, дії та рухи.

Трудовий рух — це однократне переміщення робочого органу виконавця (руки, ноги, тулуба, очей і т. д.) у процесі праці.

Трудова дія — логічно завершена сукупність кількох цільових трудових рухів, які виконуються без перерви одним або кількома робочими органами виконавця за незмінних предметів та засобів праці. Наприклад, трудова дія «взяти інструмент» складається з таких елементарних рухів: а) «простягнути руку до інструмента», б) «взяти (охопити пальцями) інструмент».

Трудовий прийом — це сукупність трудових дій, що виконуються за незмінних предметів та засобів праці і які складають технологічно завершену частину операції. Наприклад, «установити заготовку в пристрій». Трудові прийоми можуть бути основними і допоміжними.

Приклад розподілу трудового прийому на елементи наведений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

СТРУКТУРА ТРУДОВОГО ПРИЙОМУ

Прийом	Трудові дії	Трудові рухи
Установити деталь у пневматичний патрон	1. Взяти деталь	1. Простягнути праву руку до деталі 2. Охопити деталь пальцями
	2. Вставити деталь у патрон	1. Піднести деталь до кулачка патрона 2. Наблизити деталь до розтвору кулачків патрона 3. Посунути деталь до упору
	3. Затиснути деталь в патроні	1. Простягнути ліву руку до рукоятки пневматичного крана 2. Охопити рукоятку крана 3. Повернути рукоятку

Комплекс трудових прийомів являє собою їх сукупність (основних і допоміжних), об'єднаних або за технологічною послідовністю, або за спільністю чинників, які впливають на час виконання. Наприклад, «установити різець на розмір», «установити деталь у

пристрій і зняти її після обробки». В останньому прикладі об'єднання двох прийомів у комплекс здійснене за спільністю чинників (вага деталі), що впливає на час виконання цих прийомів. Комплекси трудових прийомів утворюють виробничу операцію.

Відмінності в знаряддях праці і властивостях предметів праці, що використовуються в матеріальному виробництві, визначають технічно обгрунтовану мету, своєрідність змісту та послідовність дій робітників тієї чи іншої професійної групи.

Зміст трудового процесу визначається технологічним процесом і включає не тільки безпосередній вплив виконавця на предмет праці (або за допомогою устаткування та інструменту), а й спостереження за роботою устаткування, управління і контроль за ходом технологічного процесу.

У процесі праці робітники вступають у виробничі відносини один з одним.

Процес праці як доцільна діяльність реалізується в певній послідовності логічно пов'язаних раціональних прийомів, дій та рухів, які поєднуються в такі *загальні етапи* :

1) аналіз ситуації (проблеми, плану робіт, програми, технології, задуму тощо);

2) уявлення про технологію виконання роботи, можливі впливи чинників зовнішнього середовища, прогнозування результатів процесу;

3) підготовка робочого місця та забезпечення його всім необхідним (матеріально-енергетичними ресурсами, робочою силою, інформацією, технологією і т. д.);

4) виконання роботи — безпосередній трудовий процес;

5) оформлення результатів роботи;

6) здавання і впровадження (реалізація) роботи;

7) стимулювання результатів належно виконаної роботи.

Під змістом праці розуміють найменування конкретних завдань та опис процесів виконання конкретних операцій. На зміст праці істотно впливають: продукція або послуги; засоби праці; технологія; організація виробництва; кваліфікація працівників.

Автоматизація виробництва сприяє підвищенню інтелектуалізації трудової діяльності, яка викликає динамічні зміни в змісті праці. Рутинні операції і процеси передаються техніці, а функції людини у виробничому процесі концентруються на контролі, регулюванні, переналагодженні та прийнятті рішень у нестандартних ситуаціях.

Інженерна психологія розглядає конструкцію машини в сукупності з її оператором, який керує процесом. Проектування системи «людина — машина» здійснюється з урахуванням можливостей машини і людини. З ускладненням конструкцій машин підвищуються антропометричні, фізіологічні, гігієнічні та психологічні вимоги при їх використанні людиною. Психофізіологічні процеси принципово відрізняють трудову діяльність оператора від роботи машин.

Технологічний прогрес змінює умови середовища, у яких оператору доводиться працювати (температура, атмосферний тиск, великі прискорення, вібрація, вологість, випромінювання тощо). Тому на сучасному етапі проектується системний комплекс «людина — машина — середовище», де головна роль відводиться людині.

Такий комплекс забезпечує ліпшу сумісність усіх елементів, підвищує можливості оператора шляхом приведення їх до відповідності умовам середовища та конструкції машини в усіх аспектах: технічному, психологічному, біофізичному, антропометричному, естетичному і т. д.

Оптимізація предметного змісту, знарядь, умов і процесів праці — сфера вивчення ергономіки, яка синтезує досягнення соціально-економічних, природних і технічних наук з метою створення нормальних умов праці та підвищення її ефективності.

Організація трудового процесу полягає у доцільній інтеграції в просторі і часі, за кількістю та якістю предмета праці, знаряддя праці та живої праці.

Основи проектування трудового процесу. Незважаючи на дедалі більший вплив комп'ютерної техніки і виробничих технологій, організатором будь-якої роботи залишається людина. Тому ключовим елементом виробничої стратегії на підприємстві є проектування трудового процесу з урахуванням витрат і зиску від альтернативних рішень для підприємства та працівників.

Метою проектування трудового процесу є визначення змісту і методів роботи, створення продуктивного робочого місця, удосконалення виробничих систем, їх взаємодії з урахуванням вимог технологічного процесу, принципів раціональної організації праці та задоволення потреб виконавців.

Конкретизація трудової діяльності окремого працівника або їх групи в певних організаційно-технічних умовах виробництва визначається як функція проектування трудового процесу. При цьому організатори виробництва, технологи, економісти повинні відповісти на питання: що виробляється, з якими параметрами,

хто робить, де, коли, якими будуть результати трудового процесу, як задовольнити фізіологічні і психологічні потреби робітника.

Вивчення роботи здійснюється у двох напрямках:

- дослідження методів виконання роботи з метою їх удосконалення;
- вимірювання роботи для оцінки ефективності праці.

У першому випадку ведеться пошук оптимального методу виконання робіт. При вимірюванні визначається максимально допустима тривалість роботи.

Під час дослідження роботи і пошуку оптимального методу використовується системний аналіз за допомогою діаграм (робітник — машина, суміщення рухів, карт видів діяльності) і операційних карт з одночасним хронометражем і вивченням норм часу. Вибір типу діаграм залежить від виду діяльності (виробничий процес, робоче місце, взаємодія робітника з устаткуванням, взаємодія робітників), на якому фокусується мета дослідження (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

ВИБІР СПОСОБІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

№ з/п	Об'єкт дослідження	Мета дослідження	Способи формалізації процесу
1	Виробничий процес	Виявити простої, скоротити шляхи транспортування, зменшити кількість стадій процесу	Складання схем потоків, планів обслуговування, карт виробничих процесів
2	Стаціонарне робоче місце	Мінімізувати рухи, дії, раціоналізувати прийоми, спростити метод праці	Формування карт операцій, карт одночасних рухів з використанням принципів економії
3	Взаємодія робітника з устаткуванням	Мінімізувати час простоїв, оптимізувати кількість або комбінацію одиниць устаткування, щоб урівноважити витрати на простої робітників і устаткування	Побудова карт «робітник — машина», карт одночасного ефективного використання робочого часу виконавця та устаткування
4	Взаємодія робітників	Максимізувати продуктивність,	Побудова карт видів діяльності, діаграм

З погляду проектування трудового процесу метою дослідження виробничого процесу є визначення простоїв, відстані транспортування та вимог технології до часу виконання технологічних операцій, щоб зменшити кількість стадій процесу і забезпечити зниження вартості виробу. Процедура дослідження полягає в складанні карти процесу, яка створюється на основі відповідей на запитання:

1. Що робиться (виконується)? Треба чи не треба це робити (виконувати)? Що буде, якщо цього не робити?

2. Де виконується робота? Чому тут її виконують, а не в будь-якому іншому місці?

3. Коли виконується робоче завдання? Наскільки важливий час виконання роботи чи робота не потребує чіткого визначення часу і послідовності операцій? Чи можливе виконання роботи в комбінації з деякими іншими операціями?

4. Яким чином виконується робоче завдання? Чому тільки так? Чи існує інший спосіб виконання завдання?

5. Хто виконує завдання? Може його виконувати інший? Якою має бути кваліфікація виконавця: високою, середньою, низькою?

Структура формування трудового процесу показана на рис. 4.2.

За допомогою подібних питань раціоналізується робота, усуваються зайві, об'єднуються деякі елементи, змінюється порядок їх виконання. Для діагностування виробничої системи корисно складати карту виробничого процесу, у якій відображається маршрут руху будь-якого об'єкта через весь процес.

На стаціонарному робочому місці при переважно ручному характері операцій акцент проектування трудового процесу ґрунтується на спрощенні методу, економічності рухів і дій виконавця. Ліпший метод визначається двома способами. Суть першого полягає у формалізації індивідуального передового методу виконання операції найкваліфікованішим робітником з наступним навчанням інших операторів. Другий спосіб передбачає детальний аналіз кожного етапу роботи кількох робітників, вибір кращих варіантів виконання елементів операцій та їх комбінування в ефективний метод. На підставі отриманих

даних розробляється операційна карта з відображенням усіх елементарних рухів і послідовності їх виконання.



Рис. 4.2. Структура формування трудового процесу

Коли у виробничому процесі задіяна система «робітник — машина», при проектуванні трудового процесу увага фокусується на одночасному ефективному використанні робочого часу виконавця й устаткування. Для аналізу роботи використовується карта «робітник — машина», якщо тривалість роботи оператора менше періоду роботи устаткування. У разі обслуговування робітником кількох одиниць устаткування необхідно знайти мінімальну сумарну вартість простоїв обладнання й оператора.

Для опису взаємодії робітників у бригаді використовується бригадна карта зайнятості і бригодна виробнича карта. Перша містить карти завантаженості кожного члена бригади. Бригодна виробнича карта розробляється для визначення взаємодії робітників з устаткуванням у конкретному виробничому циклі при найліпшому сполученні кількості операторів і обладнання. Такі карти застосовуються в дослідженні і визначенні процесів, що повторюються. На їх підставі розробляються стандартні процедури для конкретних завдань.

Загальна схема поліпшення методу виконання роботи включає послідовність таких дій: 1) вирішити, з якої роботи починати; 2) зібрати інформацію про метод її виконання; 3) проаналізувати визначений метод; 4) розробити досконаліший метод; 5) упровадити визначений метод; 6) проаналізувати ефективність використання цього методу.

Сучасні концепції проектування праці. Існуюча практика проектування виробничого процесу містить елементи двох наукових шкіл: *ефективності* та *поведінкової (біохевіористичної)*. Перша ґрунтується на систематизованому, логічному, формалізованому підходах до опису процесу. Друга виникла у 50-х роках і надалі розвивається, відкриваючи нові аспекти людського чинника у виробництві та методи вирішення деяких проблем, що властиві виробничим системам. Серед таких проблем виділяється незадоволеність працівників роботою у зв'язку з утратою інтересу до неї; жорстким контролем; вузькою спеціалізацією, яка супроводжується монотонністю і рутинністю дрібних операцій; обмеженістю навчання і професійного просування.

Для підвищення інтересу до праці проектувальники стали аналізувати можливості і застосовувати комплексний підхід до її організації. Такий підхід, що поєднує досягнення шкіл ефективності та поведінкової, дістав назву «організація організації праці».

Організація організації праці — це структуризація праці, що передбачає формування змісту праці і часового зв'язку людини з трудовим процесом з метою підвищення дохідності підприємства й одночасно привабливості робочих місць, а також ступеня задоволення працею.

Структуризація праці спирається на висновки психології щодо поведінки і динаміки груп. Поведінка людей значною мірою визначається можливістю задовольнити важливі для кожного потреби. Можливості розширюються з підвищенням активізації мотивації людини відповідним формуванням змісту праці.

До принципів структуризації праці належать: розширення завдань (спеціалізації), збагачення змісту завдань (трудового процесу), зміна роботи, групова робота.

У процесі *розширення завдань* кілька структурно однотипних та пов'язаних між собою конкретних завдань об'єднуються в одне велике загальне завдання (рис. 4.3).

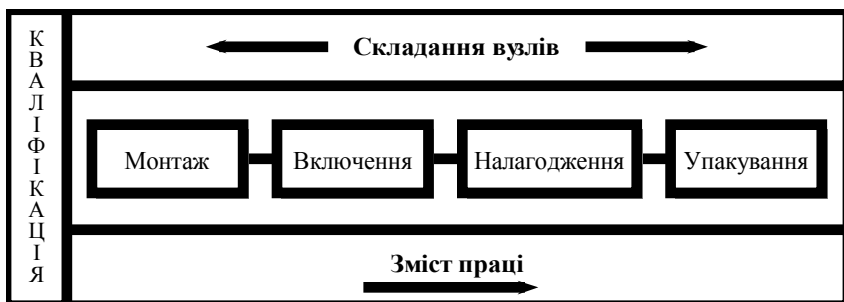


Рис. 4.3. Схема розширення завдань

Переваги: підвищення гнучкості використання персоналу і відповідно робочої системи; зростання інтересу до праці; об'єднання завдання щодо конкретного продукту полегшує оцінювання результатів праці, сприяє зменшенню фізичного та психологічного навантаження на працівника і підвищенню якості продукції внаслідок кращої мотивації.

Недоліки: збільшення затрат часу на навчання; підвищення витрат і відповідних вимог до робітників; додаткова потреба в засобах виробництва, оскільки до розширення завдань продуктивність була меншою.

Збагачення змісту праці полягає в об'єднанні завдань та операцій, які виконуються в різній послідовності, в одне нове завдання.

Для збагачення змісту праці функції окремих завдань, що пов'язані з плануванням, контролем, технічним обслуговуванням і прийняттям рішення, включають до основного завдання (рис. 4.4).

Переваги: розширення свободи дій; підвищення кваліфікації; скорочення часу на узгодження й отримання інформації; зростання привабливості робочих місць.

Недоліки: тривалий час підготовки персоналу; опір управлінських працівників змінам повноважень; тривале очікування поліпшення загальних результатів роботи.

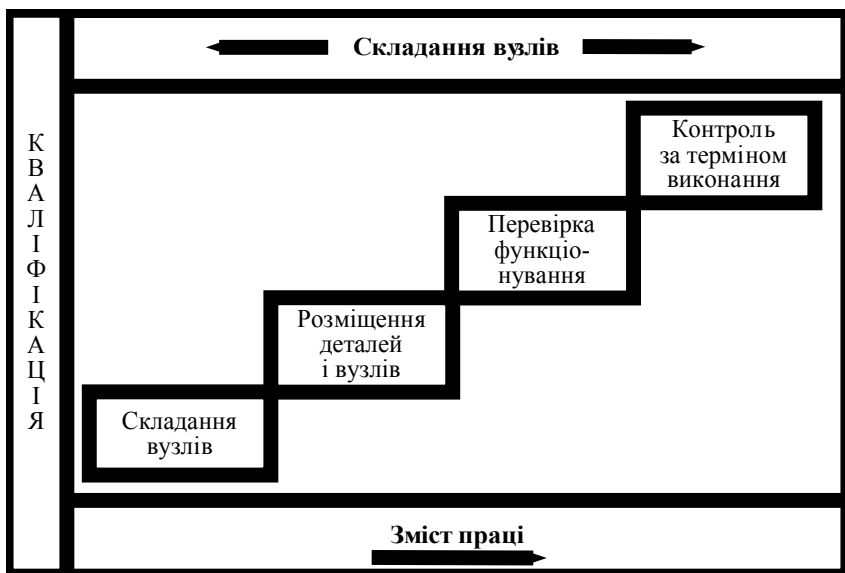


Рис. 4.4. Схема збагачення змісту завдання

Зміна робіт (ротація) розглядається як збагачення змісту праці шляхом здійснення різних видів діяльності на різних робочих місцях.

Ротація буває: планова і непланова; з власної ініціативи і з ініціативи адміністрації. Ротація здійснюється як на окремих робочих місцях, так і в межах групи. Інтервалу у змінах роду занять не існує.

Переваги для робітника: зміна навантаження (психологічного і фізіологічного); можливість підвищення кваліфікації; цікавіша робота.

Переваги для підприємства: більша стійкість робочої системи відносно впливу зовнішніх і внутрішніх негараздів; висока кваліфікація збільшує гнучкість виробничої системи; інтеграція робочих місць у групи; вища якість продукції.

Робота в групах. Під час групової обробки або складання виробів відповідно до умов технології оптимальною структурою може бути група професійних робітників кількістю від 3 до 10 осіб, що виготовляє комплексний продукт.

Робота в групах дає змогу: збільшити свободу прийняття рішень; конкретизує відповідальність: за якість, управління

матеріальними потоками, розподіл робіт між членами групи, за строки виконання робіт, встановлення режиму роботи.

Переваги: у сприятливому соціальному кліматі поліпшується взаємодія всіх членів групи, що впливає на вибір оптимальних варіантів організації роботи; стимулювання соціальних контактів розширює можливості підвищення кваліфікації; скорочення впливу контрольних органів на діяльність групи сприяє задоволенню працею; висока гнучкість виробничої системи створює умови для освоєння нових продуктів; зниження плінності кадрів, зменшення втрат часу і підвищення продуктивності.

Недоліки: можливість конфліктів; неможливість інтегрувати в групу працівників з низькою продуктивністю; опір управлінського персоналу формуванню груп на принципах самоврядування.

4.2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ТА ЇЇ ФОРМИ

Сутність, цілі і завдання організації праці.

Функціонування виробництва, виробничих систем усіх рівнів забезпечується організованою працею людей. Організація праці — важлива складова організації виробництва.

Сутність організації праці полягає у створенні оптимальної взаємодії працюючих людей, знарядь і предметів праці на основі доцільної організації робочих систем (робочих місць) з урахуванням продуктивності і потреб людини. Організація праці спрямована на створення найсприятливіших умов праці, збереження та підтримку на високому рівні працездатності працівників, підвищення ступеня привабливості їх праці та досягнення повного використання засобів виробництва.

Іншими словами, *організація праці* — сукупність технічних, організаційних, санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують ефективніше використання робочого часу, устаткування, виробничих навичок і творчих здібностей кожного члена колективу, усунення важкої ручної праці і здійснення сприятливих впливів на організм людини.

Мета організації праці складається з двох взаємопов'язаних частин: підвищити дохідність підприємства або коефіцієнт корисної дії робочої системи, тобто виробляти більшу кількість продукції належної якості при низьких витратах; гуманізувати працю шляхом зниження високого навантаження на працівників та підвищення безпеки праці.

В умовах ринкової економіки на всіх рівнях управління можна виділити економічні та соціально-психологічні завдання щодо поліпшення організації праці.

Економічні завдання передбачають досягнення максимальної економії живої та уречевленої праці, підвищення продуктивності, зниження витрат на виробництво продукції і надання послуг належної якості.

Соціально-психологічні завдання полягають у створенні сприятливих умов праці і підвищенні культурно-технічного рівня працівників для забезпечення високої їх працездатності і задоволення від роботи.

До основних практичних завдань організації праці належать:

- 1) розроблення і поліпшення процесів, методів та умов праці;
- 2) проектування і раціоналізація робочих місць, машин, інструментів, допоміжних засобів, процесів обробки предметів праці з урахуванням характеру трудових процесів.

Об'єктами організації праці є *робочі системи (робочі місця)* або *системи праці* різної величини, ієрархічного рівня і складності.

На рівні робочих місць *предметом* організації є *трудові рухи, дії, прийом* (комплекси) та умови їх ефективного здійснення.

На рівні кількох взаємопов'язаних «організованих» робочих місць (наприклад, дільниці) *предметом* організації виступають *процеси праці*, які зв'язують цю групу в єдиний технологічний (виробничий) процес.

На рівні підрозділів або підприємства в цілому *предметом* організації є *виробничі процеси* (виробництва), де основною складовою є *трудові процеси*.

Організація праці безпосередньо пов'язана з раціоналізацією, а також аналізом собівартості та вартості процесів і виробів.

Організація праці передбачає комплекс заходів, який охоплює:

- організацію трудових процесів, робочих місць і засобів виробництва з орієнтацією на критерії: кількісний результат, якість, витрати, навантаження на працюючих, безпека;

- організацію процесу праці в межах кількох робочих місць з орієнтацією на критерії: час проходження матеріалу, використання засобів праці;

- проектування виробу за критеріями: функція, продуктивність, форма.

Напрями організації праці. Ринкова ситуація вимагає від підприємств здійснення постійних техніко-технологічних нововведень, результативність яких залежить від рівня організації праці працівників. Основними напрямками підвищення рівня організації праці та її ефективності є:

- *розподіл і кооперація праці*, що полягають в науково обґрунтованому розподілі працівників за певними трудовими функціями, робочими місцями, а також об'єднанні їх у виробничі колективи;

- *організація й обслуговування робочих місць*, що сприяють раціональному використанню робочого часу;

- *нормування праці*, що передбачає визначення норм трудових затрат на виробництво продукції і надання послуг як основу для організації праці та визначення ефективності виробництва;

- *організація підбору персоналу та його розвиток*, що охоплюють планування, профорієнтацію, профвідбір, наймання персоналу, підвищення його кваліфікації, планування кар'єри тощо;

- *оптимізація режимів праці і відпочинку*, які передбачають встановлення найраціональнішого чергування часу роботи та відпочинку протягом робочої зміни, тижня, місяця. Відпочинок, його зміст і тривалість мають максимально сприяти досягненню високої працездатності протягом робочого часу;

- *раціоналізація трудових процесів, прийомів і методів праці* на основі узагальнення прогресивного досвіду. Раціональним вважається такий спосіб роботи, який забезпечує мінімальні затрати часу;

- *поліпшення умов праці*, що передбачає зведення до мінімуму шкідливості виробництва, важких фізичних, психологічних навантажень, а також формування системи охорони і безпеки праці;

- *зміцнення дисципліни праці, підвищення творчої активності працівників*;

- *мотивація й оплата праці*.

Організація праці на підприємствах, в окремих галузях виробництва здійснюється в конкретних формах, різноманітність яких залежить від таких основних чинників: рівня науково-технічного прогресу; системи організації виробництва; психологічних особливостей людей; екологічного стану середовища; а також від низки чинників, зумовлених характером завдань, які вирішуються в різних ланках виробничої системи.

Поділ праці. Відособлення окремих виробничих процесів і робіт передбачає поділ праці. *Під внутрішньовиробничим поділом праці розуміють відокремлення різних видів робіт, які являють собою часткові процеси створення продукції і закріплення їх за робочими місцями, дільницями виробничого процесу.* Мета поділу праці — випуск у встановлені строки високоякісної продукції з мінімальними затратами праці і матеріальних ресурсів.

Є такі форми поділу праці на підприємстві: операційна, функціональна, технологічна, професійно-кваліфікаційна.

Операційний поділ праці передбачає закріплення певної операції за кожним виконавцем, що підвищує спеціалізацію праці, її продуктивність і якість, а також визначає вимоги до організації та обслуговування робочого місця.

Функціональний поділ праці здійснюється на основі виокремлення виробничих функцій з метою професійної спеціалізації працівників. Кожна група підрозділяється за ознакою виконуваних функцій, а вони, у свою чергу, — за професіями. Це, наприклад, робітники — основні і допоміжні, інженерно-технічні працівники та інший персонал.

Основні робітники беруть безпосередню участь у зміні форми і стану предметів праці та виконують технологічні операції з виготовлення основної продукції. Допоміжні робітники створюють необхідні умови для безперебійної та ефективної роботи основних робітників. Вони зайняті на таких роботах: транспортуванні готових виробів, деталей, матеріалів; ремонті устаткування; виготовленні інструменту; технічному контролю якості продукції тощо.

Технологічний поділ праці здійснюється на основі розчленування виробництва на стадії (заготівельну, обробну, складальну), технологічні процеси та операції. За однорідністю здійснюваних технологічних процесів виділяються різні професії і спеціальності (ливарники, ковалі, токарі та ін.).

Професійно-кваліфікаційний поділ праці викликаний різною складністю, точністю і відповідальністю виконуваних робіт, різними вимогами, які стосуються спеціальної підготовки виконавця.

На ступінь і форми поділу праці істотно впливає *тип виробництва*. Так, особливість поділу праці в масовому виробництві порівняно з одиничним полягає в значно більшій диференціації операцій, які виконуються основним робітником. Ця обставина суттєво змінює вимоги до кваліфікації робітників.

Значно відрізняються співвідношення затрат праці основних робітників і робітників, які обслуговують робочі місця основних робітників. У масовому виробництві праця обслуговуючого персоналу більш спеціалізована. Значення праці допоміжних та обслуговуючих робітників у масовому виробництві зростає.

Поділ праці на виробництві нерозривно пов'язаний з кооперацією праці, яка передбачає певні співвідношення і взаємодії видів праці. Без такого взаємозв'язку здійснення сукупного виробничого процесу з виготовлення кінцевої продукції неможливе.

Кооперація праці — це об'єднання виконавців для скоординованої участі в одному або різних, але пов'язаних між собою процесах праці. Виходячи з конкретних організаційно-технічних умов і особливостей виробництва, на підприємстві використовуються такі основні форми кооперації праці: міжцехова, внутрішньоцехова і внутрішньодільнична.

Міжцехова кооперація пов'язана з розділенням виробничого процесу між цехами і ґрунтується на участі їх колективів у загальному для підприємства процесі праці з виготовлення продукції. *Внутрішньоцехова* кооперація полягає у взаємодії колективів виробничих дільниць. *Внутрішньодільнична* кооперація базується на взаємодії окремих працівників у процесі праці.

Ефективність кооперації забезпечується раціональним використанням робочої сили і засобів праці, безперервністю виробничих процесів, ритмічністю виконання робіт, підвищенням продуктивності праці, а також встановленням раціональних співвідношень і трудових взаємодій між учасниками виробництва та узгодженості їх інтересів і цілей виробництва.

На підприємстві кооперування праці може здійснюватись шляхом індивідуального виконання роботи на окремих робочих місцях, багатоверстатної роботи або суміщення трудових функцій і спеціальностей під час колективної роботи.

Межі поділу і кооперації праці. Велике значення для організації трудових процесів має встановлення раціональних меж поділу і кооперації праці.

У поділі праці це: *економічна межа*, якою є гранично можлива величина збільшення сукупного фонду робочого часу або виробничого циклу; *технічна межа*, яка залежить від технічних можливостей виробництва; *фізіологічна межа*, пов'язана з допустимими фізичними і психічними навантаженнями на робітника; *соціальна межа*, яку визначає мінімально необхідна

різноманітність виконуваних функцій, що забезпечують змістовність і привабливість праці.

Кооперація праці залежить, головним чином, від організаційних і економічних меж.

Організаційна межа кооперації праці визначається тим, що, з одного боку, не можна об'єднати для виконання будь-якої роботи менше двох осіб, а з другого — існує норма керованості, підвищення якої (об'єднання в колектив такої кількості, яка перевищує норму) призводить до непогоджених дій і значних утрат робочого часу.

Економічна межа кооперації праці зумовлена можливістю зниження витрат і уречевленої праці на одиницю виготовленої продукції.

Організаційні форми праці. Раціональний внутрішньовиробничий поділ праці передбачає дотримання таких обов'язкових умов:

- забезпечення використання трудового потенціалу працівників;
- розширення трудового профілю і зростання кваліфікації;
- усунення одноманітності праці і підвищення її змістовності.

Ефективність здійснення виробничих процесів, використання засобів праці, витрати на виготовлення продукції та її якість значною мірою залежать від вибору тієї або іншої форми організації праці: суміщення професій (функцій), багатостатного обслуговування, колективної (бригадної) праці.

Суміщення професій — це виконання одним працівником різноманітних функцій або робіт при оволодінні кількома професіями або спеціальностями.

Суміщення професій відіграє важливу роль у забезпеченні раціональнішого використання робочого часу, повнішого завантаження устаткування, ефективного використання кадрів, підвищенні кваліфікації, а також є вагомим чинником підвищення ефективності праці без додаткових трудових ресурсів. Воно впливає на змістовність праці, поліпшення працездатності, формування якісно нового профілю робітника, зниження плинності кадрів, задоволеність працею, сприяє розширенню можливостей творчого підходу до неї.

Вибір найдоцільніших варіантів суміщення професій у кожному випадку має ґрунтуватись на вивченні затрат робочого часу, завантаженості виконавців. Форми суміщення професій визначаються і такими чинниками, як тип виробництва, рівень механізації праці, вид її організації.

У разі суміщення професій один робітник виконує функції і роботи, які належать до різних професій. Суміщення може бути повним і частковим. Як наслідок скорочується загальна кількість робітників тих професій, які суміщаються.

Найефективнішим є суміщення професій, спеціальностей, які взаємопов'язані ходом технологічного процесу, єдністю оброблюваних предметів праці, виконанням основного і допоміжного процесів.

Серед ефективних форм організації праці, які сприяють підвищенню продуктивності праці, важливе місце посідає багатOVERстатне обслуговування.

БагатOVERстатне обслуговування базується на суміщенні професій і визначенні черговості виконання ручних операцій на кількох одиницях устаткування. Іншими словами, один робітник або група (бригада) виконавців працюють одночасно на декількох верстатах (машинах, агрегатах), виконуючи ручні прийоми на кожному з них під час автоматичної роботи всіх інших. У результаті кілька верстатів працюють паралельно або паралельно-послідовно, при цьому кількість операторів буде меншою, ніж кількість одиниць устаткування, що обслуговуються ними.

Рациональна побудова багатOVERстатного обслуговування полягає в такому підборі операцій, що забезпечує найбільше завантаження устаткування і повну зайнятість робітника-багатOVERстатника. На рис. 4.5 видно, що в першому і другому випадках робітник і устаткування повністю завантажені, у третьому випадку частково простоюють верстати, в четвертому випадку є деякий запас часу в робітника, а в п'ятому — частково простоюють і устаткування, і робітник-багатOVERстатник.

У зв'язку з цим здійснюються:

- розрахунки можливої кількості верстатів, що обслуговуються;
- побудова графіків обслуговування устаткування;
- розрахунки тривалості циклу багатOVERстатного обслуговування, коефіцієнтів завантаження устаткування та завантаження робітника-багатOVERстатника;
- визначення витрат на одиницю оперативного часу роботи верстата за різних варіантів кількості устаткування, що обслуговується.

Для ефективної організації багатOVERстатного обслуговування необхідно вирішити такі завдання:

- створення організаційних умов для його впровадження;

а

№ верстага	Час, хв			Цикл роботи багатOVERстатника
	t_3	t_M	$t_{оп}$	
1	2	2	4	
2	2	2	4	
Робітник				

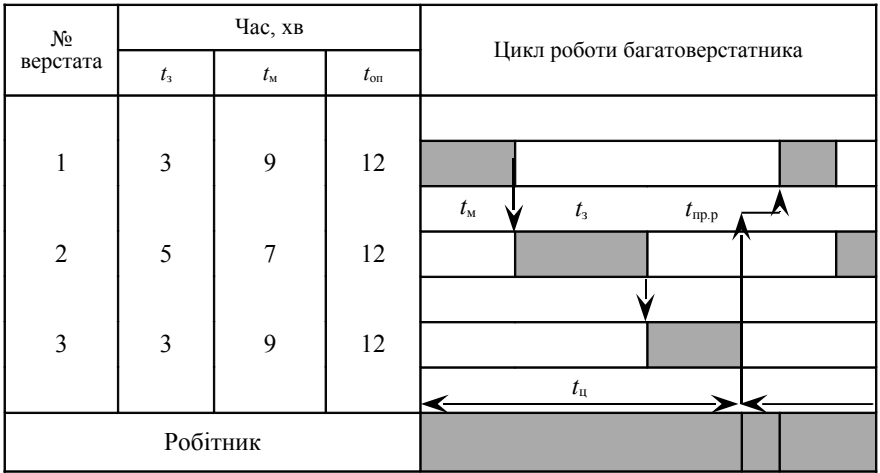
б

№ верстага	Час, хв			Цикл роботи багатOVERстатника
	t_3	t_M	$t_{оп}$	
1	3	6	9	
2	3	6	9	
3	3	6	9	
Робітник				

в

№ верстага	Час, хв			Цикл роботи багатOVERстатника
	t_3	t_M	$t_{оп}$	
1	5	4	9	
2	5	4	9	
Робітник				

2



д

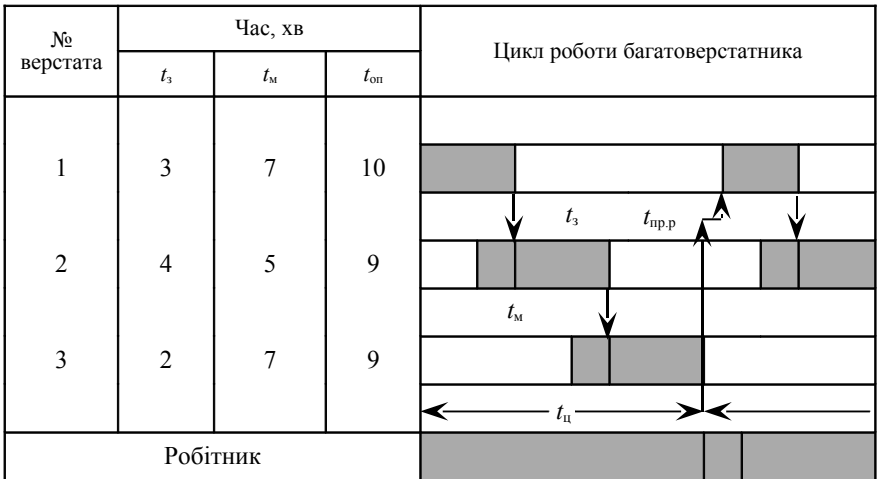


Рис. 4.5. Варіанти багатOVERстатного обслуговування:

t_3 — час зайнятості робітника на обслуговуванні верстата, хв; t_m — машинний час автоматичної роботи верстата, хв; $t_{пр.об}$ — час простою верстатів за цикл обслуговування, хв;

$t_{пр.р}$ — вільний від роботи час багатOVERстатника за цикл обслуговування $t_{ц}$, хв

- установлення норм часу на виконання технологічних операцій з відокремленням часу на виконання всіх ручних прийомів та активний контроль роботи верстата;

- установлення маршруту руху для багатOVERSTATНИКА і визначення часу на перехід робітника від одного верстата до іншого.

Основними організаційними умовами розвитку багатOVERSTATНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Є:

- 1)раціональне планування дільниці, що забезпечує належний контроль за роботою верстатів і найкоротші маршрути переходу робітника від одного верстата до іншого;

- 2)удосконалення форм поділу і кооперації праці (передача низки обслуговуючих функцій допоміжним робітникам і введення регламентного обслуговування, перехід до колективних форм організації праці тощо);

- 3)раціональний підбір деталей, що підлягають обробці на багатOVERSTATНОМУ комплексі, з точки зору конструктивних форм і розмірів, спорідненості технологічних операцій і переходів;

- 4)збільшення розмірів партій деталей, що обробляються на основі спеціалізації робочих місць багатOVERSTATНИКІВ;

- 5)удосконалення структури затрат часу на виконання операцій шляхом автоматизації технологічного процесу, зміни режимів обробки та ін.

Важливо підкреслити, що в організації багатOVERSTATНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ істотну роль відіграють структура, тривалість та повторюваність операцій.

Залежно від організації праці на виробничій дільниці застосовується багатOVERSTATНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ трьох видів: *бригадне, ланцюгове та індивідуальне*. При бригадній формі обслуговування певна зона обслуговування закріплюється за бригадою в цілому; при ланцюговій (груповій) — за ланкою або групою робітників, що входять до складу бригади; при індивідуальній — за кожним робітником.

Можливі *нециклічна і циклічна системи* обслуговування. Нециклічна система характеризується епізодичним виникненням потреби в обслуговуванні, а циклічна — постійним. Під час циклічного обслуговування робітник послідовно виконує допоміжну роботу, переходячи від верстата до верстата, під час нециклічного — він підходить до того верстата, на якому закінчилася автоматична робота, незалежно від розташування верстатів на дільниці.

Циклічне обслуговування здійснюється на потокових лініях і на робочих місцях, на яких працюють верстати з однаковим або близьким за тривалістю часом обробки деталі.

На робочих місцях, що являють собою ланки потокових ліній, застосовується сторожовий або маршрутний методи обслуговування.

За *сторожовим методом* робітник, спостерігаючи за всіма верстатами, визначає необхідність обслуговування того або іншого з них. При цьому можливі два варіанти обслуговування: без пріоритетів, коли верстати обслуговуються в порядку виникнення вимог, і з пріоритетами, коли черговість обслуговування визначається з урахуванням вартості і ступеня завантаження верстатів. Працюючи за *маршрутним методом*, робітник обслуговує верстати за заздалегідь визначеним маршрутом.

Вибір форм організації праці і зон обслуговування залежить від багатьох економічних, організаційних, соціальних і психофізіологічних чинників. У будь-якому випадку форма організації праці має бути оптимальною з погляду розширення трудових функцій і забезпечення можливості для підвищення кваліфікації робітників, запобігання одноманітності праці, сприяння ритмічності трудових процесів, зменшення відстаней переходів, зниження нервової напруги в робітників.

Економічна доцільність багатостатного обслуговування забезпечується вибором таких форм організації праці і зон обслуговування, за яких сумарні витрати на виробництво продукції найменші. При дефіциті робочої сили застосування багатостатного обслуговування дає найбільшу ефективність.

Найпоширеніші варіанти розташування обладнання та маршрути руху робітників під час багатостатного обслуговування наведені на рис. 4.6.

У процесі циклічного обслуговування верстатів, що розташовані за лінією (перший варіант планування на рис. 4.6), робітник-багатостатник по завершенні циклу обслуговування всіх верстатів чинить поворотний перехід до першого верстата.

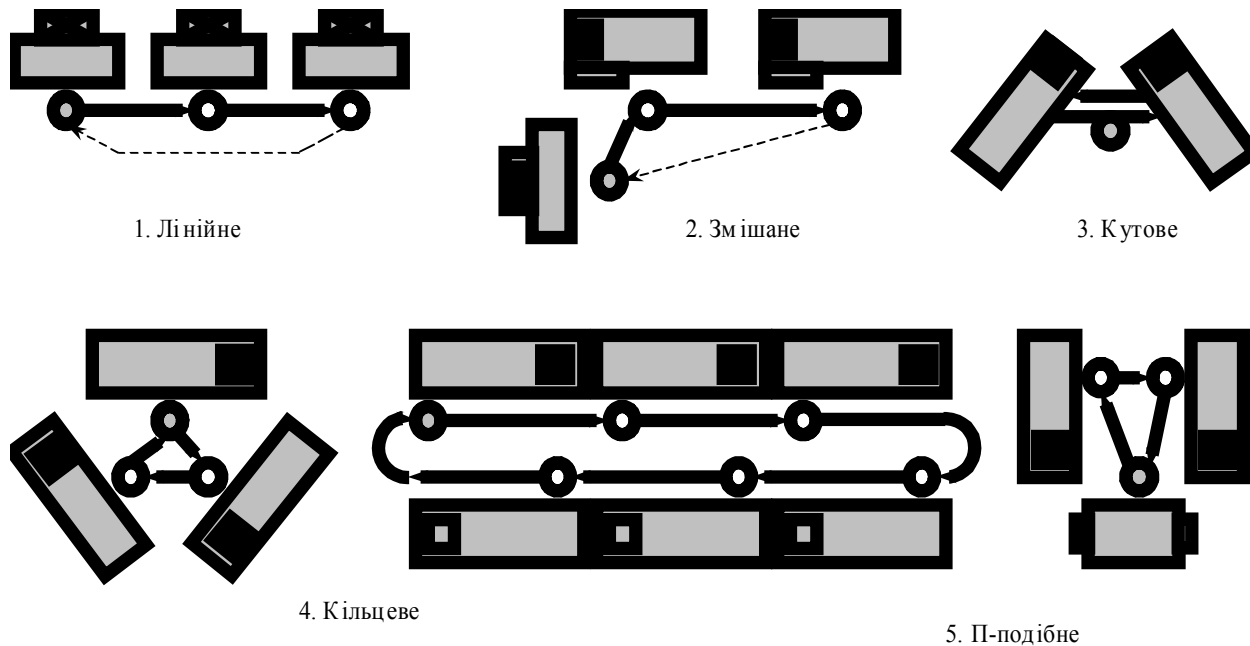


Рис. 4.6. Найпоширеніші варіанти розташування устаткування і маршрути руху робітника при багатостанковому обслуговуванні

У разі кільцевого розташування верстатів поворотні переходи відсутні. Отже, якщо верстатів більше трьох і застосовується циклічне обслуговування, то доцільно перевагу віддати кільцевим маршрутам.

Під час обслуговування двох верстатів слід розташовувати устаткування за третім варіантом планування: у ньому переходи робітника від верстата до верстата відсутні. Якщо робітник обслуговує три верстати, зручніше розташувати устаткування у вигляді букви «П», оскільки переходи в цьому випадку найкоротші. Класичним варіантом побудови багатOVERSTATної роботи є обслуговування верстатів-дублерів, коли тривалість і структура операцій на верстатах, що обслуговуються, відносно постійні.

Розрахунок параметрів багатOVERSTATного обслуговування. Кількість верстатів (n), на яких може одночасно працювати виконавець, визначається за формулою:

$$n = \frac{t_M}{t_3} + 1,$$

де t_M — машинний час роботи верстата, хв;

t_3 — час зайнятості робітника на верстаті, що обслуговується;

$$t_3 = \sum t_p + \sum t_k + \sum t_n,$$

де $\sum t_p$ — загальний час виконання всіх ручних прийомів на верстаті (установлення, зняття деталі, включення агрегату, підвід різця і т. д.), хв;

$\sum t_k$ — загальний час активного контролю робітника-багатOVERSTATника за роботою верстатів, хв;

$\sum t_n$ — час на переходи робітника між верстатами за встановленим маршрутом, хв.

Кількість верстатів, що обслуговуються, визначається з урахуванням коефіцієнта зайнятості (K_3) на кожному верстаті, який

не повинен перевищувати допустимої величини в діапазоні $0,7 \leq K_{д.з} \leq 0,9$.

Так, за однакової тривалості операцій кількість верстатів, що обслуговуються, визначається за формулою:

$$n = \left(\frac{t_M}{t_3} + 1 \right) K_{\text{д.з.}}$$

За різної тривалості операцій, що виконуються, кількість верстатів, яка підлягає обслуговуванню, визначається за формулою:

$$n = \left(\frac{\sum_{i=1}^n t_{M_i}}{t_3} + 1 \right) K_{\text{д.з.}}$$

де $\sum_{i=1}^n t_{M_i}$ — сума машинного часу на всіх верстатах, що обслуговуються, хв.

У разі отримання в результаті розрахунку дробного числа верстатів його округляють до меншого або більшого цілого.

Якщо прийняте число ($n_{\text{пр}}$) менше розрахункового (n_p), то $(n - 1)t_3 < t_M$. При цьому робітник має вільний час (простій) ($t_{\text{в.роб}}$) у циклі обслуговування, величина якого розраховується за формулою:

$$t_{\text{в.роб}} = t_M - (n - 1)t_3.$$

Якщо прийняте число ($n_{\text{пр}}$) більше розрахункового (n_p), то $(n - 1)t_3 > t_M$. При цьому робітник не встигає за час циклу обслуговувати всі верстати і вони будуть певний час простоювати ($t_{\text{в.уст}}$), величина якого розраховується за формулою:

$$t_{\text{в.уст}} = t_M - (n - 1)t_3.$$

Після розрахунку кількості верстатів і часу простою устаткування або робітника-верстатника будують графік багатоверстатного обслуговування за вибраним варіантом (рис. 4.5). Далі обчислюють тривалість циклу багатоверстатного обслуговування.

Тривалість циклу багатоверстатного обслуговування ($t_{\text{ц}}$) складається з періоду часу від початку операцій з обслуговування першого за маршрутом верстата до моменту повернення робітника до нього.

$$t_{\text{ц}} = \max t_0 + t_{\text{в.уст}}$$

або

$$t_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^n t_{3_i} + t_{\text{в.роб}}$$

де $\max t_0$ — максимальна тривалість однієї з операцій, що виконуються при багатOVERстатному обслуговуванні; з погляду структури затрат часу $t_0 = t_3 + t_M$.

Коефіцієнт завантаження устаткування розраховується за формулою:

$$K_{з,уст} = \frac{\sum_{i=1}^n t_0 - t_{в,уст}}{nt_{ц}}$$

Коефіцієнт завантаження робітника-багатOVERстатника визначається:

$$K_{з,роб} = \frac{\sum_{i=1}^n t_3}{t_{ц}}$$

Вибір оптимальної кількості верстатів, що економічно доцільно обслуговувати, пов'язаний з порівнянням витрат на одиницю оперативного часу роботи верстата за різних варіантів обслуговування верстатів. Розрахунок здійснюється за критерієм мінімуму витрат на одиницю продукції з використанням формули:

$$\varphi = (nC + 1) : \bar{n},$$

де C — коефіцієнт, що показує відношення витрат, які пов'язані з простоюванням устаткування, до витрат на утримання одного робітника;

\bar{n} — середня кількість працюючих верстатів протягом циклу обслуговування.

Визначаючи коефіцієнт C , ураховують витрати на експлуатацію верстата, які змінюються зі зміною кількості верстатів для випуску однакового обсягу продукції (амортизаційні відрахування, витрати на поточний ремонт верстатів, електроенергія, експлуатація виробничих приміщень тощо). Витрати на заробітну плату визначають з огляду на кваліфікацію робітника, що обслуговує верстат.

Середню кількість верстатів, що працюють протягом циклу, визначають виходячи з графіку багатOVERстатної роботи. Оптимальною кількістю верстатів вважається, якщо φ мінімальне.

Коллективна форма праці. Трудовий колектив являє собою об'єднання всіх працівників, які здійснюють спільну трудову

діяльність на підприємстві. Під організацією праці трудових колективів слід розуміти організацію праці колективів цехів, дільниць, бригад, спеціальних груп працівників, в основі якої лежать поділ і кооперація праці. Серед колективних форм організації праці провідне місце належить виробничій бригаді, де досягається найбільш тісна кооперація працівників, яка притаманна внутрішньодільничній кооперації.

Виробнича бригада — *груповою формою безпосередньої інтеграції (кооперації) праці кількох робітників, які виконують спільне виробниче завдання і несуть колективну відповідальність за результати роботи.* Основною передумовою такого об'єднання є організаційно-технологічні умови виробництва, за яких не тільки можлива, а й економічно доцільна колективна форма ведення виробничого процесу.

Бригади створюються в таких випадках:

- 1) для обслуговування великих і складних виробничих агрегатів;
- 2) на потокових лініях;
- 3) у разі спільного виконання комплексного виробничого завдання кількома робітниками, коли результати роботи кожного з них неможливо або недоцільно планувати і враховувати окремо;
- 4) для виконання певної роботи в суворо обмежені строки, чого один робітник за даного обсягу роботи забезпечити не може;
- 5) з метою безпосередньої взаємодії між обслуговуючими, допоміжними та основними робітниками в межах певної виробничої дільниці;
- 6) для полегшення поточного розподілу оперативних завдань між працівниками за відсутності постійного закріплення робочих місць або певного кола робіт за кожним виконавцем.

Бригадна форма створює можливості для зміни праці, на основі суміщення професій і функцій підвищує її змістовність, сприяє підвищенню кваліфікації, збільшує зацікавленість у праці і в колективних її результатах. Тому бригада — не лише низова форма кооперації (і поділу) праці, первинний трудовий осередок підприємства, а й первинний соціальний осередок, у якому формується особливий соціально-психологічний клімат, вирішуються питання виробничого, соціального і виховного характеру.

Процес формування бригад і організації праці всередині них передбачає: проведення попередніх розрахунків чисельності професійно-кваліфікаційного складу бригади; побудову графіків завантаження виконавців протягом робочого часу; установа

бригадних норм виробітку, а також системи керівництва бригадою. Розробляються критерії оцінювання праці, матеріального і морального стимулювання.

Залежно від особливостей технології, організації виробництва і його технічного рівня розрізняють спеціалізовані й комплексні бригади.

Спеціалізовані бригади формуються з робітників однієї професії однакової або різної кваліфікації, зайнятих в однорідних технологічних процесах (механічне оброблення деталей, обслуговування потужного агрегату, конвеєрної і потокової ліній та ін.).

Комплексні бригади створюються з робітників різних професій (як основних, так і допоміжних), які виконують технологічно різнорідні, проте взаємопов'язані роботи, що охоплюють цикл виготовлення деталей, вузлів тощо. Такі бригади доцільно створювати на дільницях зі складним технологічним устаткуванням, в умовах поточно-конвеєрних, предметно (подетально) спеціалізованих виробництв із замкненим технологічним циклом.

Комплексні бригади можуть бути з повним поділом праці, частковим і без поділу праці.

У бригаді з повним поділом праці кожний робітник постійно виконує роботу однієї професії і кваліфікації, і ця робота є складовою комплексного завдання бригади.

У бригаді з частковим поділом праці, зумовленим певною технологічною послідовністю виробництва, робітник поряд із закріпленою за ним операцією у разі необхідності виконує операції зі споріднених спеціальностей.

Комплексній бригаді без поділу праці властиве широке сумісництво професій і взаємозамінність робітників у процесі праці. Кожний робітник може виконувати всі операції, що входять у виробниче завдання бригади.

Залежно від режиму роботи комплексні і спеціалізовані бригади можуть бути змінними і наскрізними. До складу *змінних бригад* входять робітники лише однієї зміни, протягом якої виконується комплекс робіт. *Наскрізні бригади* об'єднують робітників усіх змін і створюються для роботи на устаткуванні у разі тривалого циклу оброблення виробів або для виконання певної роботи, яка перевищує тривалість зміни.

Колективний характер праці в бригаді поєднується з поділом праці між членами бригади. Робота між членами спеціалізованих бригад розподіляється в основному з урахуванням їх кваліфікації.

У комплексних бригадах роботи розподіляються відповідно до професії, спеціальності та кваліфікації.

З огляду на характерні особливості організації колективних трудових процесів і наведені завдання можна виокремити загальні та специфічні принципи проектування організації праці в бригадах.

Загальні принципи передбачають: безперервність трудових процесів; суміщення окремих трудових дій і прийомів; раціональне завантаження робітників і техніки, яка ними використовується; підвищення змістовності праці і творчих можливостей її здійснення; відповідність розрядів і професій роботі, яка ними виконується.

До специфічних принципів проектування колективних трудових процесів належать такі: забезпечення часових і просторових взаємозв'язків, пропорційності і злагодженості в роботі протягом усього виробничого циклу; запобігання можливим порушенням виробничого процесу; синхронізація роботи взаємопов'язаних виробничих ланцюгів; створення зацікавленості в поліпшенні результатів колективної праці і підвищення колективної відповідальності; забезпечення умов для надання взаємної допомоги; взаємоконтроль.

Проектуючи організацію праці в бригадах, поряд із загальними і специфічними її принципами, необхідно враховувати також:

- 1) відповідності процесів праці психофізіологічним потребам людей і діючим нормам;
- 2) організаційну формалізацію трудових процесів у відповідних нормативах, картах та інструкціях;
- 3) забезпечення навчання робітників новим прийомам і методам праці;
- 4) спорідненість із системою організації та управління виробництвом.

Для успішної роботи виробничої бригади важливо, щоб її очолював авторитетний висококваліфікований робітник. Він зобов'язаний поряд з функціями управління колективом виконувати виробничі завдання бригади як звичайний член колективу.

4.3. ОРГАНІЗАЦІЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ

Сутність та види робочих місць. Первинним осередком підприємства, у якому здійснюється процес перетворення «входу» (ресурсів, укладень) у «вихід» (продукт, послуга), є робоча система — робоче місце, яке може функціонувати відносно самостійно за своєю спеціалізацією.

Робоче місце — це частина виробничої площі, яка оснащена всім необхідним устаткуванням, інструментом, пристроями і призначена для виконання трудових операцій певної частини виробничого процесу.

Кожне робоче місце має свою специфіку, пов'язану з особливостями організації виробничого процесу, різноманітністю форм конкретної праці у виробництві. Вид робочого місця визначається такими чинниками, як тип виробництва, рівень поділу і кооперації праці, ступінь механізації та автоматизації, кількість устаткування на робочому місці та ін.

Робочі місця класифікують за такими параметрами, що наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПІВ РОБОЧИХ МІСЦЬ

Класифікаційні групи	Типи робочих місць
За типом виробництва	Одиничне (універсальне) Серійне (спеціалізоване) Масове (спеціальне)
За числом виконавців	Індивідуальне Колективне (бригадне)
За рівнем механізації та автоматизації	Ручне Механізоване Напівмеханізоване Автоматизоване
За місцем розташування	У приміщенні На відкритій місцевості На висоті Під землею
За кількістю змін	Однозмінне Багатозмінне
За часом функціонування	Постійне Тимчасове

Класифікаційні групи	Типи робочих місць
За кількістю обладнання, що обслуговується	Одноверстатне Багатоверстатне
За видом операцій	Основне Допоміжне
За ступенем спеціалізації	Універсальне Спеціалізоване Спеціальне
За ступенем рухомості	Рухоме Стационарне
За основною робочою позою	Сидячи Стоячи Змінна поза

Вимоги до організації робочих місць. Організація і устрій робочих місць мають відповідати вимогам до індивідуальних та колективних форм праці.

Організація робочого місця — це створення певного комплексу організаційно-технічних умов для високопродуктивної і безпечної праці.

При вирішальній ролі знарядь праці вихідним моментом в організації робочого місця є предмет праці. Залежно від його параметрів (маса, габаритні розміри, вимоги до якості тощо) проектується технологічний процес із зазначенням виду і характеру знарядь праці (машин, устаткування, інструменту, пристрою), тобто визначаються наперед устаткування та оснащення робочого місця.

Знаряддя і характер предметів праці, у свою чергу, обумовлюють планування (відповідну площу, розміщення елементів і т. ін.) робочого місця. Кількість, повторюваність, маса, габаритні розміри предметів праці, особливості знарядь праці також визначають систему і форму обслуговування.

Водночас характер і розміщення засобів та предметів праці мають узгоджуватись з вимогами головної продуктивної сили — людини, з її можливостями приводити в рух і використовувати речові елементи процесу праці без шкоди для організму.

Основні напрями в організації робочих місць такі: раціональна спеціалізація; ефективне розміщення устаткування, оснащення,

предметів праці; освітлення робочої площі; обслуговування; умови безпечної і високопродуктивної праці.

Відомо, що спеціалізація робочих місць залежить від типу виробництва. Робоча зона або простір, де розташоване робоче місце, визначається розрахунками. Простору має бути достатньо для виконання всіх необхідних рухів і переміщень працівників під час виконання певних виробничих операцій. Ефективне розміщення всіх компонентів робочого місця формалізується його технологічним плануванням. У процесі організації робочих місць обов'язково враховуються санітарні норми, включаючи освітлення, інструкції з експлуатації устаткування, техніки безпеки та інші параметри, що забезпечують високопродуктивну і якісну працю. Передбачається також відповідна система сигналізації і зв'язку, що забезпечує обмін інформацією між робітниками і майстром або іншими лінійними керівниками, а також службами внутрішньоцехового обслуговування.

Оснащення робочого місця. Залежно від спеціалізації робочого місця здійснюється відповідне його елементне оснащення, що наведене у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Тип оснащення	Елементи оснащення
Основне технологічне обладнання	Верстати, машини, агрегати, автоматичні лінії, пульти дистанційного управління та ін.
Допоміжне обладнання	Складальні, зварювальні, випробувальні стенди, підлогові транспортери, рольганги, склізи для переміщення матеріалів, інші засоби транспортування, підйомні пристрої і крани тощо
Організаційне оснащення	Засоби для розміщення і зберігання пристроїв, інструментів, допоміжних матеріалів, запасних частин і документації, виробнича тара і меблі, засоби сигналізації і зв'язку, освітлення та догляду за обладнанням і робочими місцями, огорожувальні і захисні пристрої, предмети виробничого інтер'єру
Технологічне оснащення	Пристрої та інструмент (різальний, вимірювальний, допоміжний)

Оснащення робочого місця передбачає повне укомплектування і постійне його забезпечення всіма необхідними знаряддями і

предметами праці для виконання закріплених операцій процесу праці.

З огляду на роботу, яка виконується, тип і характер виробництва, технологічного процесу *робоче місце комплектується:*

- 1) *основним технологічним устаткуванням;*
- 2) *предметами праці;*
- 3) *допоміжним устаткуванням та оснащенням* (транспортні засоби, пристрої та інструмент);
- 4) *організаційним оснащенням* (робочі меблі-стелажі, інструментальні тумбочки, шафи для розміщення і збереження пристроїв, інструментів, матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів; пристрої з техніки безпеки; реманент для догляду за устаткуванням і прибирання робочого місця; пристрої освітлення, вентиляції, що забезпечують належні санітарно-гігієнічні умови праці; засоби сигналізації та зв'язку зі службами обслуговування й управління).

Постійні елементи устаткування та оснащення робочого місця знаходяться на робочому місці завжди, незалежно від роботи, яка виконується в кожний окремий період.

Тимчасові елементи устаткування робочого місця — це спеціальні предмети, призначені для виконання конкретної роботи. Їх склад, кількість і тривалість перебування на робочому місці залежать від технологічного режиму і системи обслуговування.

Спеціальні робочі місця оснащуються повним комплектом необхідних компонентів для виконання конкретних операцій. Спеціалізовані та універсальні робочі місця комплектуються тільки тими предметами, які використовуються постійно, а решта доставляється періодично через систему обслуговування за вимогами.

Технологічне планування робочого місця. Серед обов'язкових умов раціональної організації трудового процесу передбачається певний порядок розташування всіх необхідних компонентів для виконання виробничих операцій, який чітко накреслюється в технологічних плануваннях робочого місця.

Планування робочого місця — це просторове розміщення засобів, предметів праці і виконавця з урахуванням антропометричних, біохімічних даних і основних характеристик організму відчуття людини (рис. 4.7).

Кожне робоче місце має зовнішнє і внутрішнє технологічне планування.

Зовнішнє технологічне планування (просторово-технологічне) визначає параметри певної площі та розміщення за вимогами технології всіх елементів робочої системи (місця) для виконання технологічних операцій виробничого процесу відносно інших робочих місць на дільниці.

Зовнішнє технологічне планування робочого місця проектується з урахуванням робочого та допоміжного простору (зони). При цьому на схемі планування виділяється *робоча зона й зона праці* (основна) та *зона підходу* (допоміжна).

Робоча зона — це тримірний простір, що обмежується досяжністю рук у горизонтальній і вертикальній площинах з урахуванням повороту корпусу на 180° та переміщення робітника на один-два кроки. У цій зоні розташовуються знаряддя та предмети праці, що постійно використовуються в роботі.

У *допоміжній зоні* розташовуються предмети, які використовуються рідше, та елементи інтер'єру робочого місця.

Внутрішнє технологічне планування визначає параметри і порядок розташування інструменту, пристроїв, матеріалів, джерел світла, документації та інших елементів з урахуванням особливостей робочого місця і з врахуванням закріплених за ним технологічних операцій (трудоих процесів). Внутрішнє технологічне планування має забезпечувати зручну робочу позу, короткі та маловтомлювані трудові рухи, рівномірне й, по можливості, одночасне виконання трудових рухів двома руками.

Загальні вимоги до планування робочого місця такі:

- розмір робочої зони має забезпечувати зручне виконання роботи;
- виключення можливості травмування;
- устаткування має розміщуватись, по можливості, в полі зору робітника і бути доступним для постійного нагляду за перебігом технологічного процесу;
- основне і допоміжне устаткування розташовується так, щоб до нього був вільний доступ для обслуговування;
- предмети постійного користування мають бути в стані близькому до робочого;
- оснащення та устаткування постійного користування, предмети праці розміщуються з урахуванням антропометричних і фізіологічних даних людини;
- предмети тимчасового користування розміщуються в спеціально відведених місцях, щоб вони не заважали основній роботі.

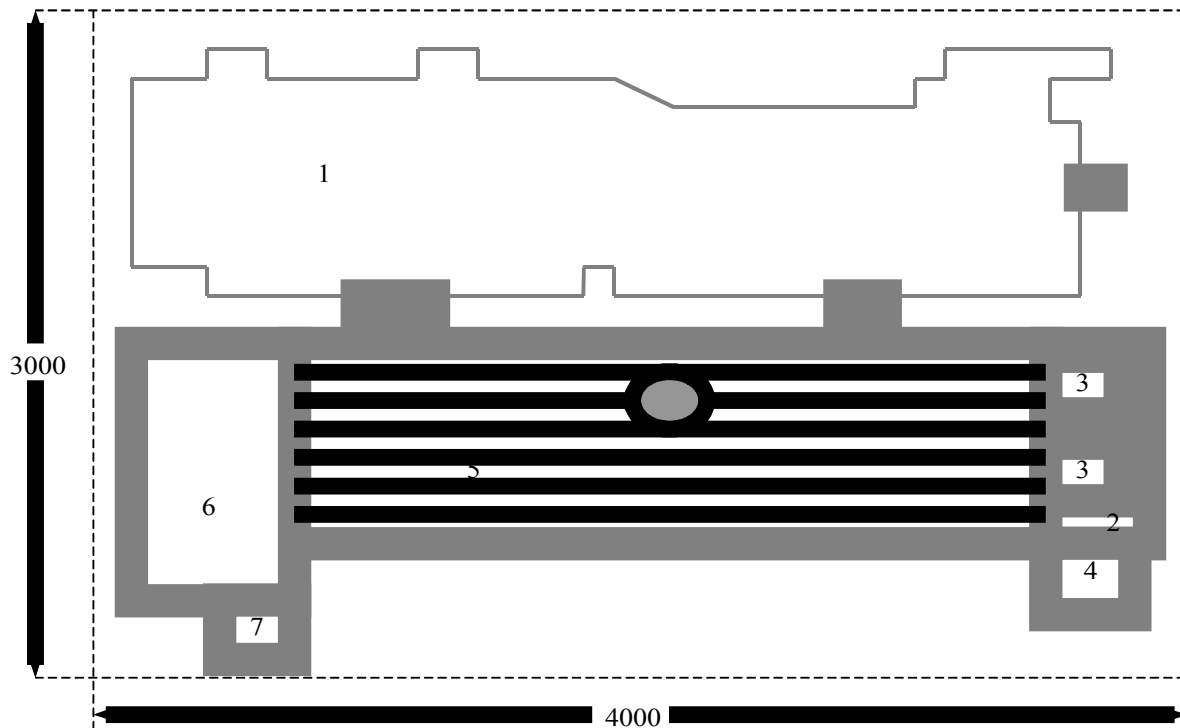


Рис. 4.7. Схема планування робочого місця токаря:

1 — токарно-гвинторізний універсальний верстат; 2 — стіл приймальний; 3 — тара ящикова металева; 4 — сміттезбиральник; 5 — решітка під ногами; 6 — тумбочка інструментальна здвоєна; 7 — стілець робочий

Аналізувати планування робочого місця треба від загального до часткового, починаючи з загального плану (зовнішнє планування) і переходячи потім до деталей. Уявлення про наявність і розміщення устаткування, оснащення допоміжних механізмів і предметів праці дає накреслювання плану робочого місця. Доцільність планування можна встановити, якщо порівняти її з типовими проектами, з потоками руху деталей і визначити маршрути руху робітника.

Під час проектування організації робочого місця на базі типового проекту структура та зміст його уточнюються, конкретизуються і доповнюються у відповідності до організаційно-технічних умов і специфічних особливостей конкретного технологічного і трудового процесів.

Конкретизованим викладенням проекту організації трудового процесу для операторів є *карта організації праці на робочому місці*, виконання якої є обов'язковим.

Карта організації праці зазвичай містить такі розділи:

1. Вихідні дані (предмет праці і технологія, форма організації праці, оплата праці).
2. Трудовий процес (елементи процесу праці, час, методи праці, графік синхронізації процесу).
3. Робоче місце (просторово-технологічне планування компонентів).
4. Обслуговування робочого місця (функції, способи і режими обслуговування, види самообслуговування, засоби зв'язку).
5. Умови праці (чинники, засоби захисту від несприятливих умов).
6. Норми затрат праці.
7. Вимоги до виконавця роботи.
8. Режим праці та відпочинку.
9. Загальні техніко-економічні показники.

Технологічне планування або перепланування робочого місця здійснюється в такій послідовності:

1. Визначають (уточнюють) місцезнаходження робочого місця на дільниці згідно з його спеціалізацією, враховуючи технологічні і транспортні потоки.
2. Здійснюють прив'язку допоміжного обладнання (підйомно-транспортних засобів тощо), яке постійно використовується для основного технологічного устаткування.
3. Визначають раціональне місцезнаходження працівника відносно основного технологічного устаткування.

4. Визначають найзручніше (на мінімальній відстані від працівника) місце розташування організаційного і технологічного оснащення, тари з матеріалами і готовою продукцією.

5. Оцінюють ступінь раціональності нового планування робочих місць.

Результат, який очікується від комплексно обладнаного робочого місця, можна досягти тільки за умови своєчасного і достатнього його *обслуговування* всіма необхідними компонентами, тобто забезпечення їх протягом робочої зміни сировиною, матеріалами, заготовками, транспортними засобами, послугами ремонтного характеру тощо.

Під системою обслуговування розуміють регламентацію обсягів, термінів і методів виконання допоміжних робіт із забезпечення робочих місць усім необхідним.

Завдання обслуговування полягає в скороченні або усуненні затрат праці основних робітників, у забезпеченні вільного під'їзду міжопераційного і внутрішньоцехового транспорту безпосередньо до робочого місця для доставки необхідних компонентів.

Обслуговування робочих місць здійснюється за такими функціями:

- енергетична — забезпечення робочих місць електроенергією, стисненим повітрям, парою, водою, а також опалення виробничих приміщень;

- транспортно-складська — доставка предметів праці до робочого місця, вивезення готової продукції і відходів виробництва, зберігання, облік і видача матеріалів, сировини та інших цінностей;

- підготовчо-технологічна — розподіл робіт за робочими місцями; комплектування технічної документації; підготовка інструменту та допоміжних матеріалів; інструктаж виконавців щодо передових методів праці;

- інструментальна — зберігання, застосування, комплектування і видача на робочі місця всіх видів інструменту, пристроїв, технологічного оснащення;

- налагоджувальна — налагодження і регулювання технологічного устаткування;

- міжремонтна — профілактичне обслуговування;

- контрольна — контроль якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів;

•облікова — облік бракованої продукції та аналіз причин браку, профілактичні заходи для підвищення якості продукції та ін.;

•господарсько-побутова — забезпечення робітників допоміжними матеріалами, миючими засобами, спецодягом та взуттям, прибирання приміщень.

Усі ці функції мають виконуватися безперебійно і в певних організаційних формах, які притаманні кожному з типів виробництва (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**ФОРМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ
ЗА ТИПАМИ ВИРОБНИЦТВА**

Форма обслуговування	Тип виробництва
1. За задалегідь розробленим стандарт-планом (примусова система)	Масове і великосерійне (для умов сталого виробничого процесу)
2. Планово-попереджувальне згідно з календарним планом-графіком	Серійне виробництво (при регулярному повторенні випуску виробів протягом місяця)
3. Чергове обслуговування за викликами з робочих місць зі збереженням планово-попереджувального обслуговування	Одиничне і дрібносерійне виробництво (при малому і нерегулярному повторенні випуску виробів)

Умови праці. У сучасних умовах господарювання дедалі більшого значення набуває проблема поліпшення умов праці не за рахунок компенсаційних виплат, а шляхом упровадження нової техніки, технології, оздоровлення виробничого середовища, урахування вимог естетики, безпеки і привабливості праці.

Умови праці — це сукупність взаємопов'язаних виробничих, санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, естетичних і соціальних чинників конкретної праці, які визначають стан виробничого середовища та впливають на здоров'я і працездатність людини.

Працездатність визначається здатністю людини виконувати певну роботу протягом заданого часу і залежить від чинників як суб'єктивного (настрій, ставлення до праці), так і об'єктивного (стать, вік, стан здоров'я, рівень кваліфікації, умови, за яких відбувається праця, тощо) характеру.

До основних чинників виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі виробництва, належать:

- фізичне зусилля (переміщення, утримування вантажів, натиснення на предмет праці або важіль управління протягом певного часу), яке може бути: незначним, середнім, сильним і дуже сильним;

- нервово напруження (складність розрахунків, управління механізмом, апаратом, приладдям; жорсткі вимоги до якості, точності виконання; небезпека для життя і здоров'я) буває незначне, середнє, підвищене;

- робоче положення (тіла людини і його органів відносно засобів виробництва) — обмежене, незручне, незручно-стиснене і дуже незручне;

- монотонність роботи — незначна, середня, підвищена;

- температура, вологість, теплове випромінювання в робочій зоні (рівні впливу незначні, підвищені або знижені, середні, високі, дуже високі);

- забруднення повітря (ступінь незначний, середній, підвищений, сильний, дуже сильний);

- виробничий шум (частота, сила — помірна, підвищена і сильна);

- вібрація, обертання, поштовхи (підвищені, сильні, дуже сильні);

- освітленість у робочій зоні (у люксах — нормальна, недостатня або осліплююча).

Чинники виробничого середовища мають психологічні та фізіологічні межі.

Психологічна межа характеризується певними нормами, перевищення яких викликає у працюючих дискомфорт.

Фізіологічна межа характеризується такими нормативами, перевищення яких потребує припинення роботи.

Важливим завданням у поліпшенні організації праці є встановлення найдоцільніших *режимів праці та відпочинку*. Розрізняють змінний, добовий, тижневий та місячний режими праці та відпочинку. Вони формуються з урахуванням працездатності людини і змінюються протягом доби (рис. 4.8), що береться до уваги передусім у змінному та добовому режимах.

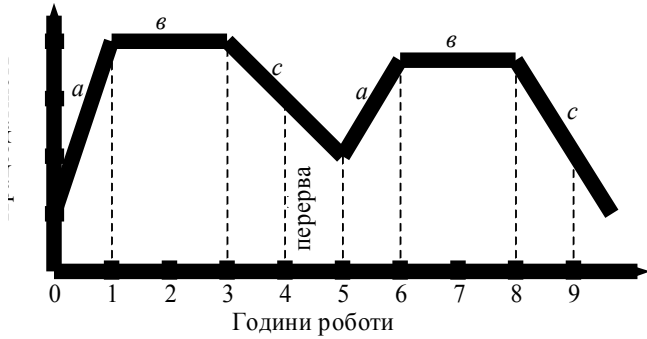


Рис. 4.8. Зміна працездатності протягом робочої зміни:
a — час входження в роботу; *b* — період найбільш сталої працездатності;
c — період втоми

Змінний режим визначає загальну тривалість робочої зміни, час її початку та закінчення, тривалість обідньої перерви, тривалість праці та частоту регламентованих перерв на відпочинок (рис. 4.9).

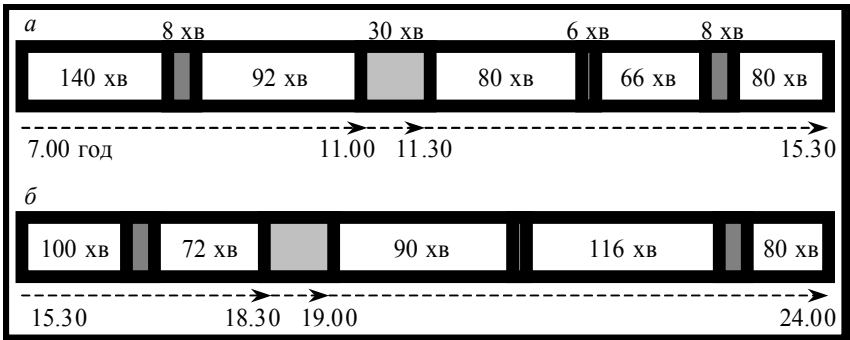


Рис. 4.9. Приклад типового режиму праці та відпочинку токаря:
a — перша зміна; *b* — друга зміна

Кількість регламентованих перерв на відпочинок визначається залежно від ступеня і характеру стомлення. Перерви на відпочинок установлюються в періоди, які трохи випереджають зниження працездатності, для того щоб запобігти різкому розвитку стомлення.

Добовий режим праці та відпочинку включає кількість змін на добу, час відновлення працездатності між змінами.

Тижневий режим праці та відпочинку передбачає різні графіки роботи, кількість вихідних днів на тиждень, роботу у вихідні та святкові дні. Графіки роботи передбачають порядок чергування змін.

Місячний режим праці та відпочинку визначає кількість робочих та неробочих днів у даному місяці, кількість працівників, які йдуть у відпустку, тривалість основних та додаткових відпусток. Режим праці та відпочинку регулюється Кодексом законів про працю України.

Щоб оцінити техніко-організаційний рівень робочих місць, використовують такі показники:

- для робочих місць з устаткуванням: продуктивність обладнання, що застосовується; відповідність його вимогам щодо якості продукції; використання технічних особливостей устаткування; прогресивність технологічного процесу, що застосовується; технологічна оснащеність робочого місця;

- для робочих місць без устаткування: виправданість використання ручної праці; технічний рівень і якість інструменту, що використовується; забезпеченість виконавців інструмен-том (комплектність, технічний стан, наявність необхідного резерву);

- організаційний рівень робочого місця: раціональність планування; організаційна оснащеність, кількість і трудомісткість постійно закріплених робіт, змінність та ін.;

- умови праці та техніка безпеки: відповідність санітарно-гігієнічних умов нормативним вимогам; дотримання норм безпеки праці; забезпечення спецодягом та взуттям відповідно до встановлених стандартів.

Робоче місце за умовами праці оцінюється з урахуванням впливу всіх чинників виробничого середовища і трудового процесу на працюючих. На підставі комплексної оцінки робочі місця зараховують до одного з видів умов праці: з особливо шкідливими й особливо важкими умовами праці; зі шкідливими і важкими умовами праці; зі шкідливими умовами праці.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Дайте змістовну характеристику єдності виробничого і трудового процесу.

2. Охарактеризуйте класифікацію трудових процесів та їх складових.
3. У чому полягає суть організації та проектування трудового процесу?
4. Охарактеризуйте методи дослідження трудових процесів.
5. За якою процедурою здійснюються вивчення, аналіз та раціоналізація трудового процесу?
6. Дайте визначення поняття «організація праці» та охарактеризуйте її цілі, завдання та об'єкти.
7. Назвіть складові процесу організації праці на підприємстві.
8. Охарактеризуйте основні напрями організації праці.
9. До якої школи належить концепція «структуризації праці», на яку принципах побудована і в чому її відмінність від інших?
10. Яке місце посідає поділ праці в системі елементів організації праці і які є основні види поділу праці?
11. Назвіть форми кооперації праці, їх межі та умови застосування.
12. Яку роль відіграє суміщення професій у сучасних концепціях організації виробництва? Наведіть приклади.
13. Що є передумовою впровадження багатостанкового обслуговування й який його вплив на показники виробництва?
14. Назвіть варіанти багатостанкового обслуговування й охарактеризуйте порядок їх розрахунку та вибору.
15. У чому полягає значення колективних форм організації праці, які вони мають характерні ознаки і переваги?
16. Що являє собою робоче місце і його структура?
17. За якими параметрами проектується робоче місце?
18. За якими функціями здійснюється обслуговування робочих місць?
19. Визначте поняття «умови праці» та перелічіть основні їх параметри.
20. Які чинники виробничого середовища впливають на працездатність людини?
21. Як устанавлюються раціональні режими праці та відпочинку і на які періоди?

НОРМУВАННЯ ПРАЦІ

5.1. ВИМІРЮВАННЯ ПРАЦІ

Сутність нормування праці. З розвитком машинного виробництва виникла необхідність узгодження в часі дій робітників між собою, а також з роботою устаткування. Для виготовлення кожної одиниці продукту об'єктивно необхідним стає визначення точного часу роботи машини. Намагання сповна використати можливості машин примушують детально аналізувати і регламентувати діяльність робітників. Усе це означає, що дії робітника дедалі більше зводяться до функцій однієї з частин машини.

Відомо, що організація праці на підприємстві — процес, спрямований на оптимальне поєднання робочої сили з засобами виробництва та створення необхідних умов для їхнього ефективного функціонування.

Принципово важливим питанням організації праці є забезпечення відповідності трудового доходу кількості та якості праці, що вкладена в загальний результат колективних дій. Така відповідність характеризується як співвідношення між мірою праці та мірою заробітної плати.

Оскільки процес праці відбувається в часі, то універсальною мірою кількості живої праці є робочий час. Проте за міру (норму) праці можна вважати лише таку кількість робочого часу, яка об'єктивно потрібна на виконання конкретної роботи кваліфікованими виконавцями за сприятливих організаційно-технічних умов.

Потреба у визначенні необхідних затрат часу на одиницю роботи або установа кінкості одиниць продукції, яка має бути виготовлена робітником за певний відрізок часу, зумовила виокремлення *функції нормування праці* як важливої складової організації трудових і виробничих процесів.

Нормування праці — це вид діяльності з організації та управління виробництвом, завданням якої є встановлення

необхідних затрат і результатів праці, контролю за мірою праці, а також визначення необхідних співвідношень між чисельністю працівників різних груп та кількістю одиниць устаткування.

Мета нормування праці полягає в скороченні витрат на виготовлення продукції (послуг), підвищенні продуктивності і якості, сприянні розширенню виробництва та зростанні доходів працівників на основі впровадження техніко-технологічних нововведень і удосконалення організації виробничих і трудових процесів.

Завдання та зміст нормування праці. Нормування праці безпосередньо пов'язане з проектуванням технології та трудового процесу і являє собою ключовий елемент менеджменту, системи трудових відносин, ланку технологічної підготовки, організації та оперативного управління виробництвом. *Пошук найвигіднішої організації праці відбувається за допомогою нормування.* Нормування праці вважається складовою технологічної, організаційної підготовки й оперативного управління виробництвом.

Важливим завданням нормування є підвищення не тільки технічної, а й економічної та фізіологічної обґрунтованості норм. Якщо технічне обґрунтування полягає у виявленні виробничих можливостей робочих місць, то економічне — у виборі найдоцільнішого варіанта виконання роботи, а фізіологічне — у виборі раціональних форм поділу і кооперації праці, визначенні правильного чергування робочого навантаження і відпочинку.

У загальному випадку *змістом робіт* з нормування праці є: аналіз виробничого процесу, розподіл його на частини, вибір оптимального варіанта технології і організації праці, проектування режимів роботи устаткування, прийомів і методів праці, систем обслуговування робочих місць, режимів праці та відпочинку, розрахунок норм відповідно до особливостей технологічного та трудового процесу, їх упровадження і наступного коригування у міру змін організаційно-технічних умов.

Важливим є те, що в процесі нормування праці встановлюються *необхідні* затрати, результати та співвідношення. На основі необхідних затрат робочого часу на виконання конкретних робіт (операцій) установлюється норма праці. Це означає, що норми мають відповідати найефективнішим для умов конкретної ділянки варіантам

технологічного процесу, організації праці, виробництва та управління. **Об'єкт і предмет нормування.** При визначенні необхідних затрат часу треба чітко розрізняти об'єкт і предмет нормування праці. *Об'єктом* нормування може бути трудовий процес у його конкретному і специфічному вияві. *Предметом* нормування праці є тривалість трудових процесів у часі.

Виходячи з того, що в разі розробки норм праці враховується множина чинників організаційно-технічного та соціально-економічного характеру, то в цілому до об'єктів нормування відносяться умови й охорона праці, затрати та результати праці, що відображено на рис. 5.1.

Залежно від соціально-економічних передумов, особливостей технологій, організації виробництва до конкретних об'єктів нормування належать: *робочий час, виробнича операція, технологічна структура операції, трудовий мікроелемент, обсяг роботи, зона обслуговування, чисельність персоналу.*

Робочий час як об'єкт нормування є одним з важливих питань соціально-економічної політики держави. Згідно з Законом України про працю за нормальних умов праці норма робочого часу становить 40 годин на тиждень. За наявності шкідливих чинників передбачено відповідне зменшення загальної норми робочого часу. Також скорочено робочий час для окремих категорій громадян: підлітків, інвалідів, матерів, що мають малолітніх дітей, вагітних жінок.

Виробнича (технологічна) операція є результатом поглибленого поділу праці, для виконання якої у певних організаційно-технічних умовах потрібно визначити час. Операція поряд з роллю об'єкта нормування є одиницею планування та обліку виробництва.

Технологічна структура операцій значно впливає на точність визначення норм та трудомісткість нормування. Структурно найскладнішими вважаються основні операції механічної обробки металів (рис. 5.2). Для обробки заготовки кожен з етапів операції (*установлення, позиція, перехід, прохід*) може виконуватися необхідну кількість раз.

Установлення — це одноразове закріплення оброблювальної заготовки або деталі (наприклад, токарна операція з обробки циліндричної поверхні вала, закріпленого в центрах, здійснюється за одне, а обробка його торців — за два установлення).

Позиція — це фіксоване положення предмета праці в просторі, де він підлягає технологічному впливу багатопозиційного устаткування (автоматичні лінії, агрегатні верстати тощо).

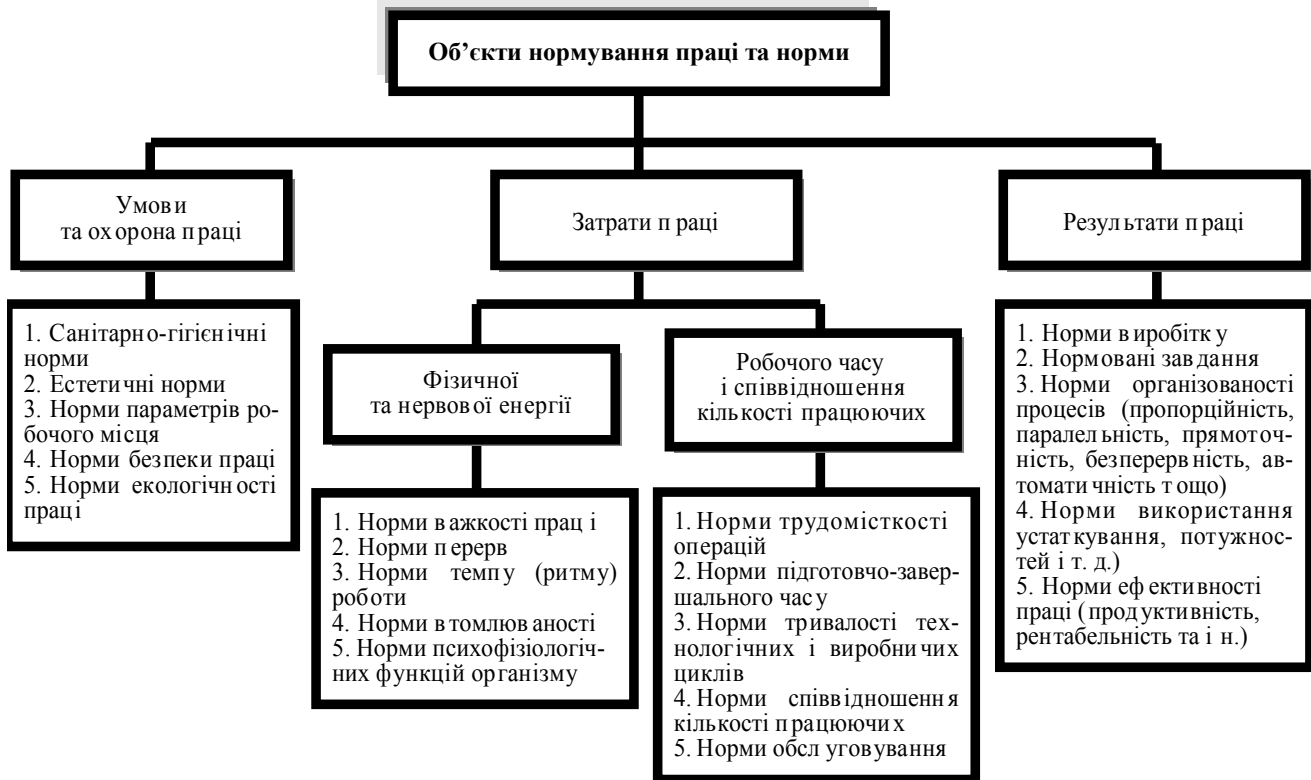


Рис. 5.1. Об'єкти нормування та структура трудових норм

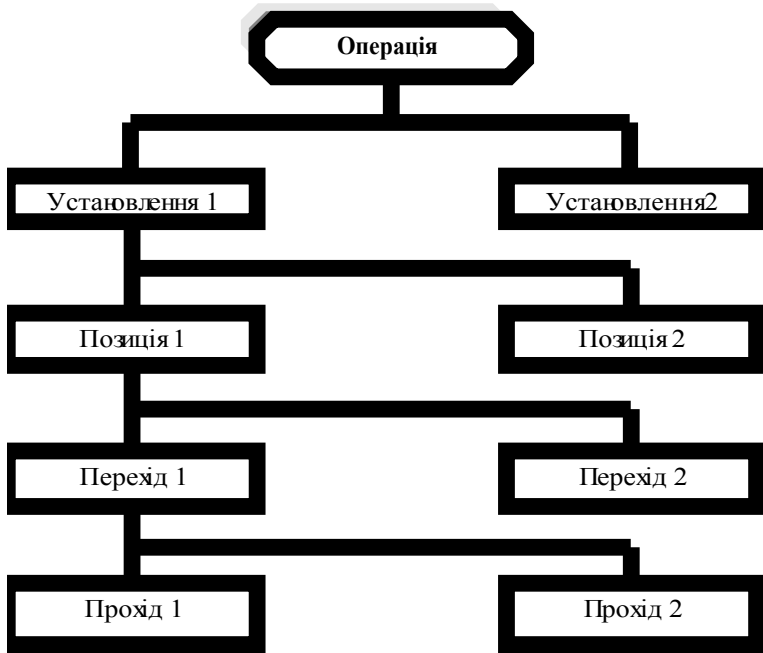


Рис. 5.2. Схема технологічної структури технологічної операції механічної обробки

Переходом називають частину операції, яка характеризується незмінністю установаження та позиції, режиму роботи устаткування та інструменту (наприклад, проста операція штампування нескладних деталей зводиться до одного переходу, але здебільшого їх буває кілька).

Прохід — це однакова частина переходу, яка повторюється і пов'язана зі зняттям нового шару матеріалу (наприклад, токарна операція обробки втулки може складатися з трьох переходів: підрізування торця, розточування отвору і обточування зовнішньої поверхні. При цьому другий і третій переходи можуть кожен складатися з чорнового та чистового проходів.

Трудовий мікроелемент (трудовий рух) — це елементарна частка трудової структури виробничої операції (рис. 5.3).

Визначення всіх трудових елементів виробничої операції подано в розділі 4. Розкладання операції на трудові мікроелементи дає змогу ретельного аналізу, нормування та проектування трудового процесу.

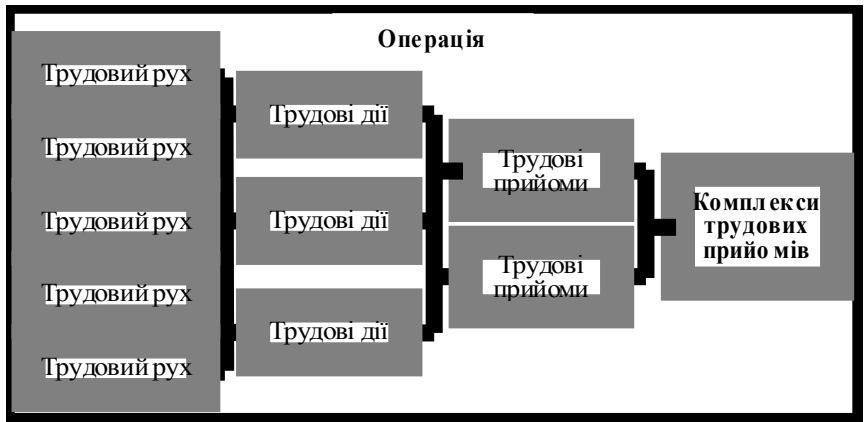


Рис. 5.3. Схема трудової структури виробничої операції

Кожен мікроелемент вивчається окремо, виявляються всі можливі варіанти його виконання за різних умов виробництва. Для цих варіантів установлюється норма часу, їм присвоюється відповідна назва і шифр. Уся ця інформація фіксується на окремих картах, у таблицях, уводиться в комп'ютер, що дає можливість легко і швидко спроектувати будь-який ручний або машинно-ручний процес, визначаючи час на його виконання.

Обсяг роботи за певний відрізок часу — годину, зміну, місяць — як об'єкт нормування використовується на таких роботах, де недоцільно нормувати кожен операцію або дрібніші її частки (наприклад, на видобувних та апаратурних процесах, допоміжних роботах на промислових підприємствах).

Зона обслуговування як об'єкт нормування характерна для роботи багатостатників у текстильній промисловості, на обробних процесах з багатостатним обслуговуванням у машинобудуванні.

Чисельність персоналу стосується різних сфер трудової діяльності. Наприклад, у матеріальному виробництві важлива необхідна кількість персоналу для обслуговування потужних технологічних, енергетичних, транспортних систем тощо. Для встановлення оптимальної кількості керівників, спеціалістів та службовців також використовуються розрахунки чисельності персоналу за певними функціями.

Система норм праці. З підвищенням технічного й організаційного рівня виробництва, зростанням його обсягів розширюється склад норм праці, посилюється взаємозв'язок

функцій нормування, планування, організації, мотивації та контролю.

На підприємствах використовується система норм праці, яка відображає різні сторони трудової діяльності. Найпоширеніші з них такі: норми часу, виробітку, обслуговування, чисельності, керованості, нормовані завдання.

Норми часу (трудомісткості операцій) визначають необхідні затрати робочого часу одного робітника або бригади (ланки) на виготовлення одиниці продукції або для виконання певного обсягу робіт.

Норми виробітку визначають кількість продукції (обсяг роботи) певного виду, що має бути вироблена (виконана) одним робітником або бригадою (ланкою) за даний відрізок робочого часу (годину, зміну). Норми виробітку вимірюються в натуральних одиницях (штуках, метрах тощо) і виражають необхідний результат діяльності працівників.

Норма обслуговування визначає необхідну кількість устаткування, робочих місць, одиниць виробничої площі та інших об'єктів, що закріплені для обслуговування одним робітником або бригадою (ланкою).

Норма чисельності визначає кількість робітників, яка потрібна для виконання певного обсягу робіт або для обслуговування одного чи кількох агрегатів.

Норма керованості (кількість підлеглих) визначає кількість працівників, які мають бути безпосередньо підпорядковані одному керівникові.

Нормоване завдання визначає необхідний асортимент і обсяг робіт, що мають бути виконані одним працівником або групою (бригадою, ланкою) за даний відрізок часу (зміну, добу, місяць).

Нормоване завдання, як і норма виробітку, визначає необхідний результат діяльності працівників. Проте нормоване завдання можна встановлювати не тільки в натуральних одиницях, а й у нормо-годинах, нормо-гривнях.

Норма праці, як у фокусі, відображає рівень техніки і технології, що застосовуються, а також рівень організації праці і виробництва, кваліфікації робітників, їх професійну майстерність. Обґрунтовані норми дають змогу розрахувати необхідні витрати праці на виготовлення продукції (виконання обсягу робіт). На їх основі раціонально розподіляється праця на підприємстві, встановлюються пропорції між професіями, робочими місцями, дільницями, цехами.

На кожному підприємстві норми праці покладаються в основу системи планування роботи підприємства та його підрозділів, організації оплати праці персоналу, обліку та аналізу затрат на продукцію, управління соціально-трудовими відносинами тощо. За допомогою норм здійснюються планово-організаційні розрахунки завантаження устаткування та робочих місць, плануються обсяги виробництва цехів і дільниць.

На основі норм праці встановлюють завдання з підвищення продуктивності праці, визначають потребу в кадрах, розробляють календарно-планові нормативи тощо. За допомогою нормування узгоджується взаємодія цехів, бригад і відділів підприємства, досягається синхронізація роботи на різних робочих місцях, виробничих дільницях, забезпечуються рівномірність і ритмічність виробничого процесу.

Норми праці можуть використовуватися для визначення трудомісткості окремих видів продукції і відповідних затрат праці для виконання виробничої програми. Отже, норми праці є засобом визначення як міри праці для виконання тієї чи іншої конкретної роботи, так і міри винагороди за працю залежно від її кількості та якості.

5.2. АНАЛІЗ ТРУДОВИХ ПРОЦЕСІВ І ЗАТРАТ РОБОЧОГО ЧАСУ

Класифікація затрат робочого часу. Трудові процеси відрізняються один від одного не лише змістом, а й часом тривалості. Нормування пов'язане з вивченням затрат часу і методів роботи. Тому поряд з дослідженням трудових процесів приділяється увага виміру затрат часу на їх виконання, а також визначенню ефективності використання робочого часу працівників та устаткування. Відомо, що трудовий процес здійснюється людиною з застосуванням машин та обладнання в певних організаційних та санітарно-гігієнічних умовах. Це зумовлює специфічність аналізу трудового процесу, що передусім його раціоналізації та нормуванню праці. Такому аналізу підлягають:

а) якість організації та обслуговування робочого місця — технічного рівня устаткування, планування робочого місця, наявність потрібних інструментів та технологічного оснащення, комплексність та своєчасність обслуговування;

б) робота устаткування — ступінь його використання щодо часу, потужності та технологічних можливостей;

в) умови праці — фізичні зусилля та розумове напруження людини, темп роботи, стан мікроклімату, рівень шуму та вібрації, чистота повітря тощо;

г) діяльність людини — прийоми та методи праці, затрати робочого часу на виконання окремих елементів трудового процесу (операцій, переходів, трудових рухів тощо), фізіологічні зміни в організмі.

Використовуються різноманітні методи і технічні засоби проведення досліджень та аналізу трудових процесів. Для одиничного виробництва характерне застосування візуальних спостережень з використанням секундомірів, хронометрів, хронографів та інших приладів. У великосерійному та масовому виробництвах, де дуже часто повторюваність трудових прийомів за короткої їх тривалості, застосовується метод кіно- або телезйомки. Графоаналітичні методи дають змогу дослідити план робочого місця, положення робітника, його маршрут руху, робочу позу, кількість, послідовність та характер трудових рухів, затрачуваній час.

Завершується аналіз трудового процесу висновками щодо його якості, недоліків та їх причин, шляхів усунення, можливостей подальшої раціоналізації.

Поряд з дослідженням складових елементів трудового процесу здійснюється детальне вивчення структури затрат робочого часу, яке необхідне для виконання конкретної роботи і є підставою для встановлення норми праці. Для цього здійснюється класифікація робочого часу. Вона передбачає групування окремих видів затрат робочого часу за їх характерними ознаками в межах однієї зміни. Класифікація може здійснюватися стосовно трьох елементів виробничого процесу: *працівника, предмета праці та устаткування*.

У практиці роботи з нормування праці широко використовуються два підходи до аналізу структури змінного робочого часу ($T_{зм}$). Для першого підходу характерний поділ змінного робочого часу на час роботи (здійснення виробничого процесу або функціонування даного елемента виробництва) та час перерв (рис. 5.4).

За другого підходу змінний робочий час поділяють на нормований та ненормований час.

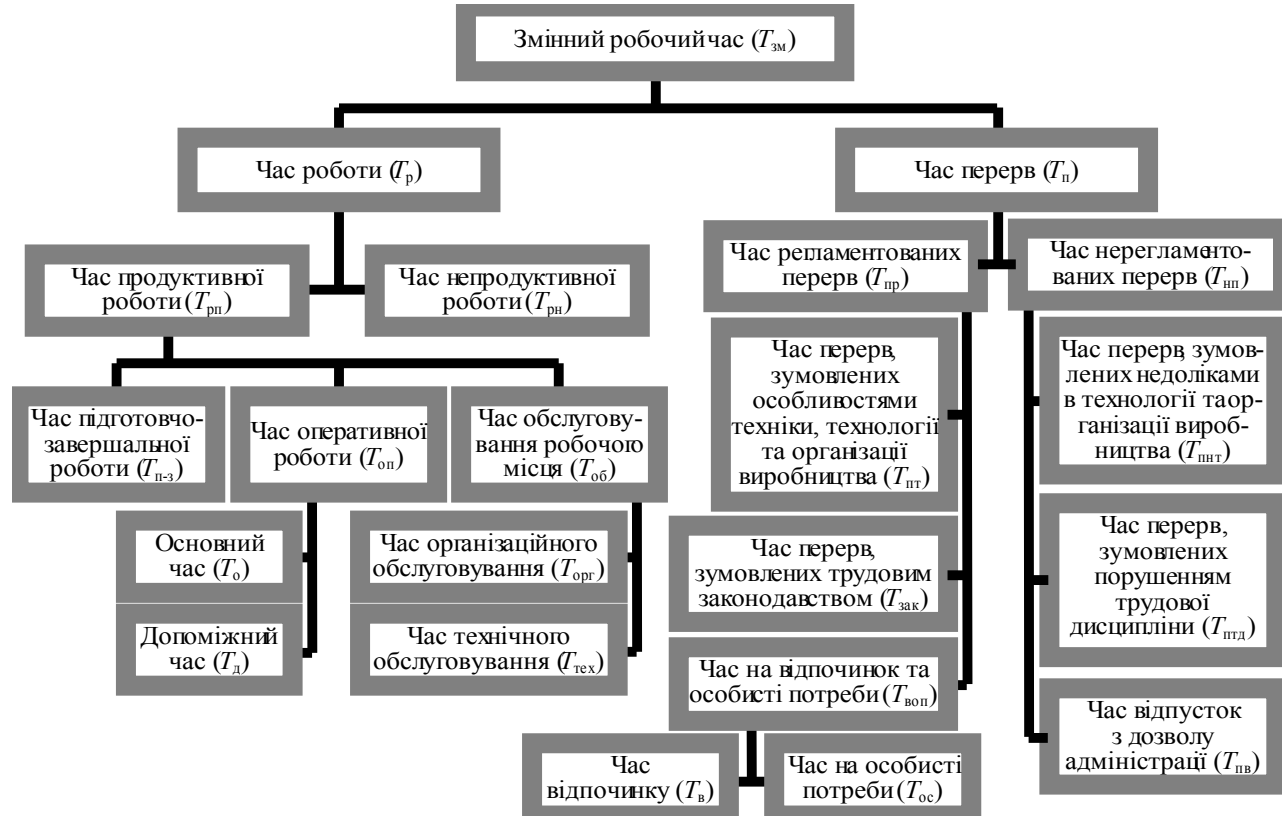


Рис. 5.4. Загальна класифікація елементів затрат змінного робочого часу щодо робітника

При розрахунку норм праці встановлюються затрати робочого часу: на підготовчо-завершальне, оперативне обслуговування робочого місця, на відпочинок і особисті потреби та регламентовані перерви.

Час роботи (T_p) — сумарний час у рамках зміни, протягом якого працівник здійснює трудовий процес (працює) на своєму робочому місці. Він має бути продуктивним, але на практиці нерідко якась його частина марнується на непродуктивну роботу. *Час непродуктивної роботи (T_{pn})* — витрачений час у межах зміни на роботу, яка не дає корисного результату підприємству, а скоріше негативний, оскільки зношуються інструмент, устаткування, витрачаються матеріали, сировина, енергія, робочий час працівника. До непродуктивної роботи належать: усунення (виправлення) браку, що виник з вини самого робітника; виконання робіт, що не передбачені змінним завданням, та ін.

Час продуктивної роботи (T_{pn}) характеризується сумарним часом у межах зміни, протягом якого працівник виконує прямі і суміщені обов'язки, що передбачені регламентом. Він складається з часу: підготовчо-завершальної та оперативної роботи й обслуговування робочого місця.

Підготовчо-завершальний час ($T_{п-з}$) потрібен робітнику для підготовки самого себе та робочого місця до виконання заданої роботи і для її закінчення: отримання інструменту, приладдя, технологічної та планово-облікової документації; ознайомлення з роботою, кресленнями; інструктаж про порядок виконання роботи; установлення приладдя та інструменту; налагодження устаткування; зняття приладдя та інструменту після виконання роботи; здача приладдя, інструменту, документації та готової продукції (роботи).

Підготовчо-завершальний час витрачається, як правило, один раз на всю роботу (партію предметів праці) і не залежить від кількості виробів (обсягу робіт), що виконується за даним завданням.

Час оперативної роботи ($T_{оп}$) — це найпродуктивніша частина робочої зміни, яка витрачається на зміну форми, розмірів, властивостей предмета праці, а також на виконання допоміжних дій, необхідних для здійснення цих змін. Затрати оперативного часу повторюються з кожною одиницею продукції або певним обсягом робіт і складаються з двох частин: часу виконання основних (T_o) та допоміжних трудових прийомів (T_d).

Основний (технологічний) час (T_o) витрачається на доцільну зміну предмета праці (його розмірів, форми, складу, стану, положення).

Допоміжний час (T_d) витрачається на створення умов для виконання основної роботи (наприклад, завантаження сировини, закріплення та зняття виробу з верстата, управління устаткуванням та здійснення переходів під час виконання завдання, вимірювання предметів праці під час роботи тощо).

Час обслуговування робочого місця ($T_{об}$) — це час, який витрачає робітник на догляд за устаткуванням та тримання робочого місця в належному стані. Час обслуговування робочого місця складається з двох частин: часу організаційного обслуговування та часу технічного обслуговування.

Час організаційного обслуговування ($T_{орг}$) витрачається на догляд робочого місця та його впорядкування, розкладання інструменту на початку зміни та прибирання наприкінці її, чищення та змашування обладнання.

Час технічного обслуговування ($T_{тех}$) використовується на догляд за обладнанням у процесі виконання певної конкретної роботи, зокрема, підналагодження обладнання, прибирання стружки, заміну зношеного інструменту тощо.

Усі перелічені види затрат робочого часу є об'єктивно необхідними, отже мають ураховуватися при визначенні норми часу на конкретну роботу. Час основної роботи має найбільшу питому вагу в тривалості робочої зміни і витрачається безпосередньо на продуктивну роботу. На обробних (машинних, автоматизованих та апаратурних) процесах протягом основного часу оператор веде активне або пасивне спостереження за роботою обладнання. Такий основний час має назву *машинного* на відміну від *ручного*, коли основні прийоми виконуються самим робітником.

У період автоматичної роботи устаткування (машинного часу) робітник може виконувати елементи трудового процесу: підготовчо-завершальної роботи та обслуговування робочого місця. Таким чином, частина підготовчо-завершального часу та часу на обслуговування робочого місця перекривається основним (машинним) часом і не вводиться до складу штучної норми часу.

Час, що перекривається основним, називається *перекривним*, а тривалість виконання трудових прийомів (установлення заготовки, контроль якості тощо) при зупиненому устаткуванні та час на машинно-ручні прийоми складають *неперекривний час*.

Час перерв у роботі (T_n) — загальна тривалість часу, протягом якого робітник не працює незалежно від причин, що викликали

його бездіяльність. Складається з двох груп затрат часу: *регламентованих і нерегламентованих перерв*.

Регламентовані перерви ($T_{пр}$) — охоплюють час, коли робітник не працює з причин, заздалегідь передбачених, об'єктивно необхідних, зумовлених технологією і організацією виробництва. Це можуть бути певні паузи в технологічному процесі, неповна синхронність операцій на конвеєрі, зупинки автоматизованого устаткування для зміни інструменту та підналагодження. Так само до часу регламентованих перерв належать: *час перерв, зумовлених трудовим законодавством ($T_{зак}$), час на відпочинок і особисті потреби робітника ($T_{воп}$)*. Останній складається з: *часу відпочинку ($T_{в}$) та часу особистих потреб ($T_{ос}$)*.

Перерва на обід не входить до фонду робочого часу, тому працівник має право використовувати цей час на власний розсуд.

Час нерегламентованих перерв ($T_{пн}$) охоплює втрати часу з причин різних порушень нормального перебігу виробничого процесу. Це час перерв, зумовлених недоліками технології, організації виробництва, порушенням трудової дисципліни, та час відпустки з дозволу адміністрації.

До часу перерв, зумовлених недоліками технології та організації виробництва ($T_{пнт}$), відносять простой устаткування через несправність та робітників через очікування документації, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту, технологічного оснащення, постачання електроенергії тощо.

Час перерв, зумовлених порушенням трудової дисципліни ($T_{пнд}$), складається з часу запізнь на роботу, невиправданого об'єктивними причинами зволікання з початком робочої зміни, передчасного завершення зміни, перевищення часу обідньої перерви та нормованого часу на відпочинок і т. д.

Час перерв з дозволу адміністрації ($T_{пв}$) — сумарний час відсутності працівника на робочому місці, викликаний особистими потребами, сімейними та іншими обставинами. Іноді сама адміністрація ініціює таку відпустку, коли неможливо забезпечити людей роботою через аварії, перебої з електроенергією, зриви в постачанні матеріально-сировинних ресурсів тощо.

За другим підходом при встановленні норм часу всі розглянуті раніше види затрат змінного робочого часу поділяються (рис. 5.5) на *необхідні (нормовані) та зайві (ненормовані)*.

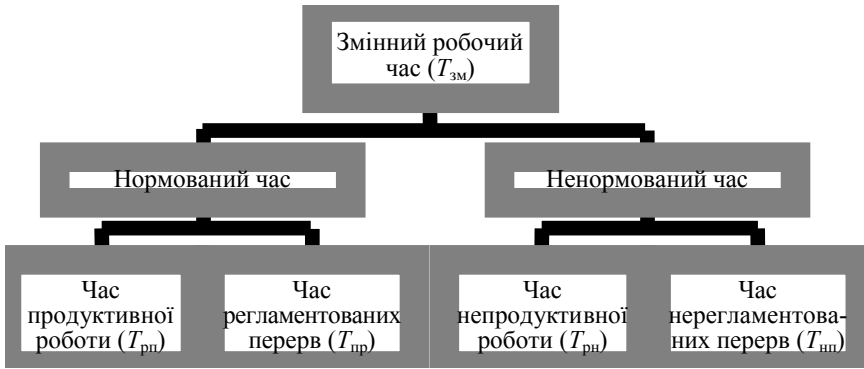


Рис. 5.5. Структура нормованого і ненормованого робочого часу

Норми часу містять тільки необхідні його затрати в розмірі, що зумовлений найпродуктивнішим способом виконання даної роботи. До *нормованих затрат часу* належать об'єктивно необхідний час для виконання конкретного завдання за даних умов: підготовчо-завершальний, оперативної роботи (основний і допоміжний), обслуговування робочого місця, на відпочинок та особисті потреби, регламентовані перерви з організаційно-технічних причин та зумовлених трудовим законодавством.

У разі складання фактичного балансу робочого часу до нього включаються всі нормовані і ненормовані затрати. Нормативний баланс охоплює лише нормовані затрати часу.

Інтенсивне використання різноманітних засобів виробництва (верстатів, машин, автоматичних ліній) потребує узгодження та відповідного співвідношення функціонування уречевленої та живої праці. Тому необхідно для ретельного аналізу завантаження устаткування знати класифікацію часу його використання (рис. 5.6).

Час роботи устаткування передбачає термін його експлуатації протягом зміни незалежно від того, використовується за прямим призначенням чи ні. Ефективність роботи верстатів залежить в основному від техніко-технологічних чинників (структура їх парку, технологічні режими роботи, стан інструменту, зайві роботи, значні відхилення в розмірах заготовок тощо).

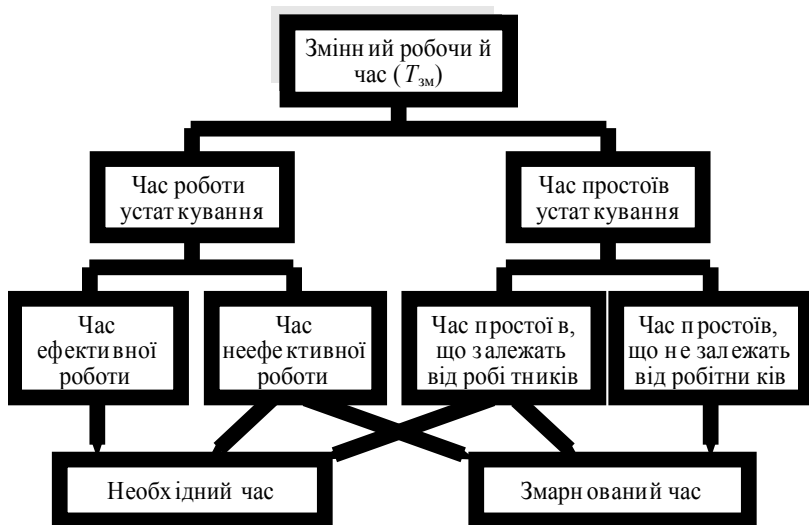


Рис. 5.6. Схема класифікації структури часу використання устаткування протягом зміни

Час простоїв устаткування охоплює періоди протягом зміни (або цілу зміну), коли, маючи справний стан, техніка не використовується для роботи.

До простоїв, що виникли з вини оператора, зараховують: нерегламентовані перерви на відпочинок та особисті потреби, порушення трудової дисципліни, поломки устаткування з причин некваліфікованого обслуговування. В основному простої техніки мають організаційно-технічні причини: несвоєчасне забезпечення необхідними компонентами, відсутність енергії, випадкові поломки, часті переналагодження устаткування, дрібність партій виробів тощо.

Класифікація затрат часу відносно предмета праці також поширюється на виробничий процес, завдяки якому здійснюється перетворення цього предмета праці в продукт праці. При аналізі тривалості виробничого процесу всі затрати групуються таким чином, щоб повніше розкривався характер їхнього змісту і чинників впливу (рис. 5.7).

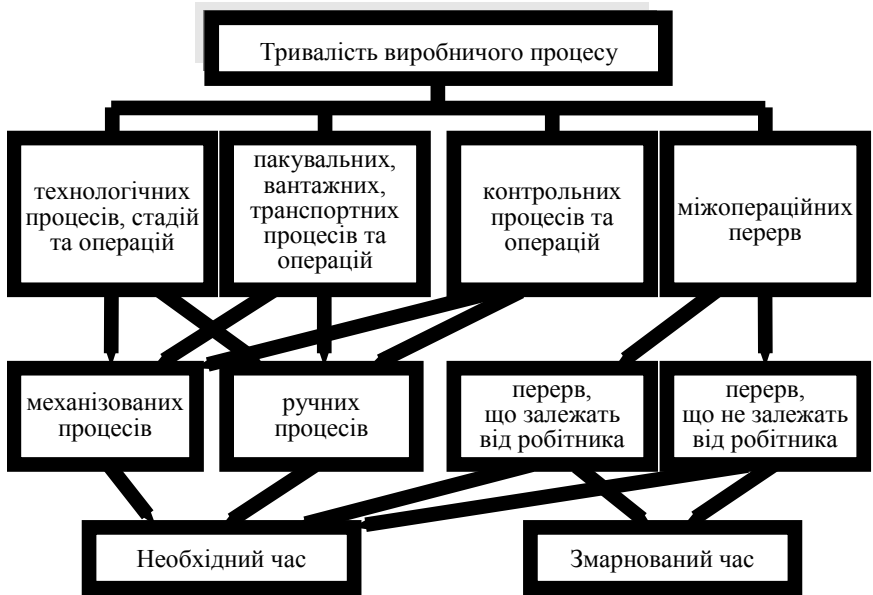


Рис. 5.7. Схема структури загального часу тривалості виробничого процесу

Відомо, що тривалість виробничого циклу може виходити за межі змінного робочого часу. Виходячи з цілей та завдань нормування праці, до класифікації включаються: тривалість технологічних, облікових, складських, пакувальних, вантажних, транспортних та контрольних процесів, міжопераційних перерв та пролежувань предметів праці в технологічних нагромаджувачах.

Типова структура норми часу. Згідно з наведеними вище класифікаторами (рис. 5.4 та 5.5) дослідження та аналіз затрат змінного робочого часу дає змогу визначити їх нормовані і ненормовані складові частини. Сумарна величина нормованих елементів затрат часу на одиницю продукції (виконання операції) є штучно-калькуляційним часом ($T_{шк}$), або повною нормою часу за певних організаційно-технічних умов (рис. 5.8). Норма штучно-калькуляційного часу використовується як основна планово-облікова одиниця з метою планування виробництва, організації праці, нарахування заробітної плати тощо. Розгорнута формула повної норми штучно-калькуляційного часу має такий вигляд:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{п-3}} + T_o + T_d + T_{\text{орг}} + T_{\text{тех}} + T_v + T_{\text{ос}} + T_{\text{пт}},$$

де $T_{\text{п-3}}$ — норма підготовчо-завершального часу, яка встановлюється в одиничному і дрібносерійному виробництві на одну деталь (виріб), у серійному — на партію деталей (виробів), у масовому додається до часу обслуговування робочого місця;

T_o — норма основного часу;

T_d — норма допоміжного часу;

$T_{\text{орг}}$ та $T_{\text{тех}}$ — норма часу відповідно на організаційне та технічне обслуговування робочого місця;

T_v — норма часу на регламентований відпочинок;

$T_{\text{ос}}$ — норма часу на регламентовані особисті потреби;

$T_{\text{пт}}$ — норма часу на регламентовані перерви з організаційно-технічних причин.

На практиці часто об'єднують основний і допоміжний час, час організаційного і технічного обслуговування, час на відпочинок та особисті потреби. У серійному та одиничному виробництвах час регламентованих перерв $T_{\text{пт}}$, як правило, відсутній. У такому разі формула штучно-калькуляційного часу набуває спрощеного вигляду:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{п-3}} + T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{воп}},$$

де $T_{\text{оп}}$ — норма оперативного часу ($T_o + T_d$);

$T_{\text{об}}$ — норма часу на обслуговування робочого місця ($T_{\text{орг}} + T_{\text{тех}}$);

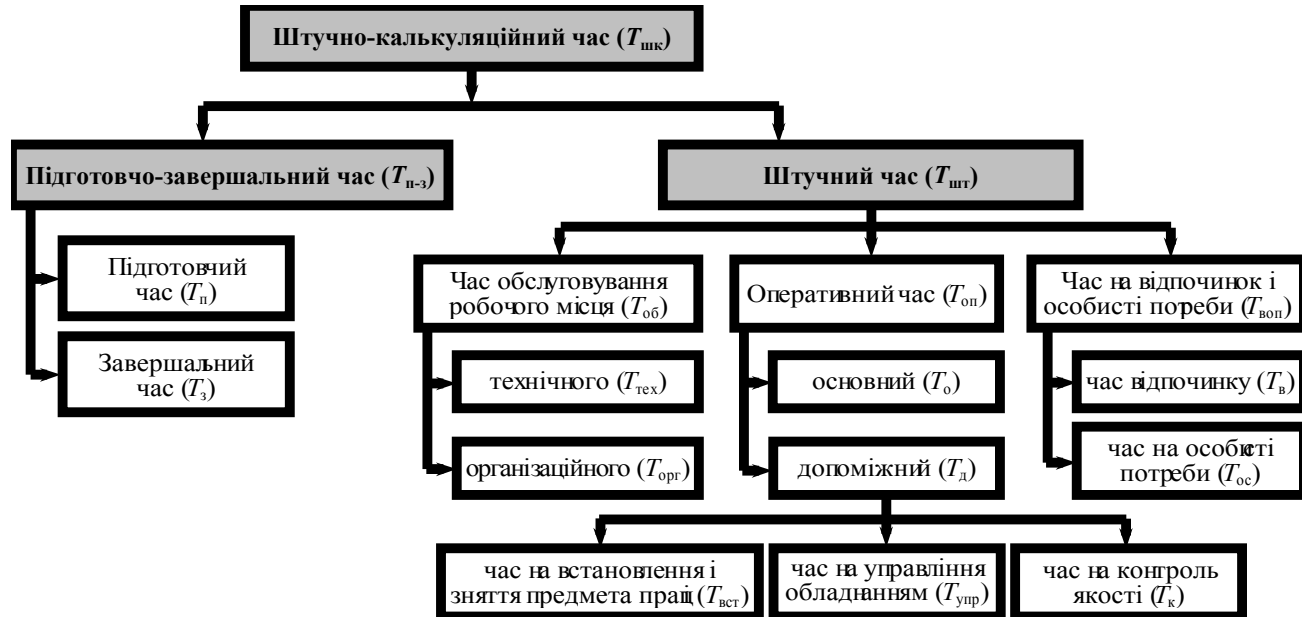
$T_{\text{воп}}$ — норма часу на відпочинок та особисті потреби ($T_v + T_{\text{ос}}$).

У середині повної (штучно-калькуляційної) норми виділяють так звану норму штучного часу, яка відображає сумарні затрати часу (за винятком підготовчо-завершального) на виготовлення окремої одиниці продукції (виконання операції) за певних організаційно-технічних умов:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{воп}} = T_o + T_d + T_{\text{орг}} + T_{\text{тех}} + T_v + T_{\text{ос}}.$$

У разі запуску деталей у виробництво партіями (п), підготовчо-завершальний час дається на всю партію ($T_{\text{п-3}}^{\text{пв}}$). Тоді, відповідно, норма штучно-калькуляційного часу буде

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-3}}^{\text{пв}}}{n}.$$



$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{воп} = T_о + T_д + T_{орг} + T_{тех} + T_в + T_{ос}$ (норма штучного часу);

$T_{шк} = T_{п-з} + T_о + T_д + T_{орг} + T_{тех} + T_в + T_{ос} + T_{пр}$ (повна норма штучно-калькуляційного часу);

$T_{шк}^{со} = T_{п-з} + T_{оп} + T_{об} + T_{воп}$ (норма штучно-калькуляційного часу в серійному та одиничному виробництвах);

$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}^{пв}}{n}$, коли підготовчо-завершальний час $T_{п-з}^{пв}$ дається на партію виробів (пв).

Рис. 5.8. Структура штучно-калькуляційного часу

У серійному виробництві, коли вироби запускаються в роботу не поштучно, а партіями, уживається *норма часу на партію виробів* ($T_{\text{пар}}$) — сумарний час виготовлення партії виробів за певних організаційно-технічних умов.

$$T_{\text{пар}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п-з}} = T_{\text{шт}} \frac{T_{\text{п-з}}^{\text{пв}}}{n} = T_{\text{шк}} \cdot n.$$

Методи аналізу затрат робочого часу. Залежно від способу проведення й оброблення спостережень розрізняють два основні методи вивчення затрат робочого часу: метод безпосередніх вимірів і метод моментних спостережень.

Метод безпосередніх вимірів полягає в безпосередній реєстрації тривалості затрат часу за елементами операції, що спостерігається. За допомогою *методу моментних спостережень* у різні проміжки фіксується стан об'єктів, що спостерігаються: працівників, верстатів, машин. При цьому структура затрат часу встановлюється залежно від кількості моментів, коли спостерігалися відповідні стани.

На *етапі підготовки* до спостереження складають докладний опис роботи устаткування, матеріалів, організації робочого місця, фіксують інформацію про робітника, намічають пункт або маршрут спостереження.

Етап безпосереднього спостереження полягає у фіксації в спостережливому листі всіх без винятку видів затрат і втрат робочого часу з визначенням початку і закінчення кожного елемента операції.

На етапах *опрацювання й аналізу* даних спостереження визначається фактична тривалість кожного зафіксованого елемента роботи. Дані по елементах групуються і підсумовуються відповідно до прийнятої схеми класифікації затрат робочого часу (основний, допоміжний, відпочинок, утрати з організаційних причин і т. д.). Таким чином складається фактичний баланс робочого часу за зміну.

До основних методів вивчення з використанням спеціальних приладів (секундомірів, хронометрів, годинників, хронографів) фактичних затрат робочого часу протягом зміни або за короткий період належать: хронометраж, фотографія робочого часу, фотохронометраж.

Під хронометражем у нормуванні праці розуміють вивчення будь-якої операції шляхом спостереження та вимірювання робочого часу, що йде на виконання окремих її елементів.

Мета хронометражу — виявлення чинників, що впливають на тривалість кожного елемента операції, циклічно повторюючись.

Реалізація мети хронометражу передбачає виконання таких основних завдань:

- визначення кількості часу, необхідного для виконання різними методами тієї або іншої роботи з метою порівняння результатів;

- визначення потрібної кількості робітників для виконання тієї або іншої операції;

- здійснення реалістичних розрахунків, графіків роботи і робочого навантаження;

- формування справедливої системи стимулювання; розрахунки трудовитрат і фонду заробітної плати;

- забезпечення необхідних даних для прогнозування показників діяльності.

При цьому вибираються найекономічніші прийоми і рухи для проектування на їх основі раціональної структури операції в цілому при нормальній тривалості виконання окремих її елементів. Це дає змогу поширити передові прийоми і методи роботи серед широкого кола робітників. У процесі хронометражу перевіряються й уточнюються норми, отримані вихідні дані для розроблення нормативів основного і допоміжного часу. Під час виконання елементів виробничої операції працівник застосовує певні трудові рухи, дії, прийоми та операції, які є *об'єктами хронометражу*.

Перед початком виміру затрат часу дані про окремі елементи трудової операції заносяться в спеціальний хронометражний лист спостережень (хронокарту). Залежно від тривалості і характеру елементів операції визначають кількість вимірів щодо кожного елемента. Проводячи хронометраж, спостерігач записує тривалість окремих елементів операцій, а також усі перерви в хронокарту. Під час виконання кожного елемента операції звичайно робиться 10—20 вимірів, а у випадку короточасних операцій — 30—60. Опрацьовуючи й аналізуючи хронометражні спостереження, спочатку виключають помилкові виміри, а потім розраховують середню тривалість виконання кожного елемента. Наприклад, якщо затрати часу на виконання якої-небудь операції при різних вимірах становили 10, 13, 11, 10, 11, 10, 10, 10, 10 і 11 с, то середня величина часу виконання даного елемента визначається як середнє арифметичне:

$$t = \frac{10 + 13 + 11 + 10 + 11 + 10 + 10 + 10 + 10 + 11}{10} = 10,6 \text{ с.}$$

Сума середніх затрат за всіма елементами операції покаже середній час на виконання операції в цілому.

Робота вимірюється не тільки за допомогою хронометражу, а й на основі затвердженої системи нормативів часу на трудові рухи.

Для глибокого вивчення трудового процесу широко використовується метод *мікроелементного аналізу*, коли операція розчленовується на найпростіші рухи, такі як «протягнути руку», «натиснути», «рух очей», «рух ніг». Так типизовано 19 мікрорухів, у тому числі 10, що виконуються руками, 7 для ніг і тулуба та 2 для очей. Усього система містить 22 види та 50 різновидів мікрорухів, на які розроблені мікроелементні нормативи.

За допомогою аналізу виконання кожного такого мікроелемента в часі й у просторі можна моделювати ручні прийоми і розраховувати час, необхідний для їх виконання.

Розрізняють три способи проведення хронометражу: безперервний (за поточним часом), відбірковий і цикловий. За *безперервного способу* всі елементи певної операції досліджують у послідовності їх виконання. *Відбірковий* спосіб хронометражу застосовується для вивчення окремих елементів незалежно від послідовності їх виконання. *Цикловий спосіб* — для дослідження тих елементів операції, що мають незначну тривалість (3—5 с).

Фотографія робочого дня — це засіб вивчення шляхом спостереження і виміру всіх без винятку затрат часу протягом повного робочого дня або деякої його частини.

Головне завдання фотографії робочого дня полягає у виявленні втрат робочого часу протягом зміни, визначенні причин, що викликають ці втрати, і розробленні необхідних організаційно-технічних заходів для їх усунення.

На підставі матеріалів фотографії робочого дня проектується раціональна організація обслуговування робочих місць, нормується підготовчо-заклучний час, час перерв на відпочинок і особисті потреби робітника, визначаються склад бригади і поділ роботи всередині бригади.

Залежно від об'єкта спостереження розрізняють такі *фотографії*:

- фотографія використання часу працівників (індивідуальна, групова, самофотографія);
- фотографія часу роботи устаткування;

- фотографія виробничого процесу.

За *індивідуальною фотографією* спостерігач визначає використання часу одним працівником протягом робочої зміни або іншого періоду.

Групове фотографування робочого часу робиться тоді, коли робота виконується кількома робітниками, зокрема, за бригадної організації праці.

Масова фотографія використовується з метою вивчення затрат робочого часу великої кількості робітників.

Маршрутне фотографування проводиться, коли за характером роботи виконавець перебуває в русі.

Самофотографування здійснює сам працівник, фіксуючи величину втрат робочого часу, а також причини їх виникнення. Це сприяє залученню всіх працівників до активної участі у виявленні й усуненні втрат робочого часу.

Фотографія часу використання устаткування — це спостереження за його роботою і перервами в ній з метою одержання даних для обґрунтування затрат часу на обслуговування (одним робітником або кількома).

Фотографія виробничого процесу — це одночасне вивчення затрат робочого часу виконавців, часу використання устаткування і режимів його роботи.

На заключному етапі проводиться опрацювання даних фотографій робочого дня (а їх має бути проведено не менше трьох), їх аналіз, розробляються організаційно-технічні заходи щодо усунення затрат робочого часу і проектується раціональний (нормативний) баланс робочого часу за зміну.

Фотохронометраж застосовується для досліджень нестабільних трудових процесів в індивідуальному та дрібносерійному виробництвах з тривалістю окремих операцій понад 0,25 год. Фотохронометраж звичайно здійснюється методом прямих вимірів за поточним часом із застосуванням цифрової або графічної форми запису. В окремих випадках доцільно застосовувати моментно-безперервний метод спостереження. Затрати часу встановлюються в основному *шляхом обліку частоти повторювання конкретних трудових прийомів*.

5.3. ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ПРАЦІ

Призначення та класифікація нормативів праці. Під час нормування праці важливим завданням є забезпечення більш-

менш рівної інтенсивності праці на різних за змістом та складністю роботах. Це досягається використанням єдиної методологічної (загальні теоретичні засади) та нормативної бази для розрахунку норм затрат праці. Нормативну базу становлять *нормативні матеріали* для нормування праці, які охоплюють *технологічні режими роботи устаткування та трудові нормативи* (затрат робочого часу на певні повторювальні елементи трудового процесу та часу тривалості перерв на відпочинок і особисті потреби залежно від конкретних умов праці).

Нормативні матеріали призначені для встановлення норм праці і відбивають залежності між необхідними затратами праці та чинники, що на них впливають. Таким чином, поняття «норма праці» та «трудоий норматив» треба розрізняти, виходячи з того, що первинним, вихідним є трудоий норматив, а вторинним, похідним від нормативу є норма праці, яка визначається на основі одного або кількох трудових нормативів. Нормативи показують нормативні залежності для встановлення складових частин норм часу, норм чисельності. Норми праці являють собою залежності безпосередньо між величиною норми (часу, виробітки, обслуговування, керованості) і чинниками, що впливають на неї. Основна різниця між нормативами та нормами полягає в ступені диференціації елементів виробничого процесу.

Норма праці встановлюється на конкретний вид робіт або відпочинок *в абсолютних величинах* залежно від конкретних умов виробництва. *Трудові нормативи* мають, як правило, універсальний характер і часто встановлюються *у відносних величинах*. Наприклад, норматив часу на відпочинок для машинно-ручних та ручних процесів задається у відсотках від величини часу оперативної роботи.

Трудові процеси та умови їх виконання на різних підприємствах дуже різняться, що зумовлює велику кількість нормативних матеріалів. Класифікаційна схема основних нормативних матеріалів наведена на рис. 5.9.

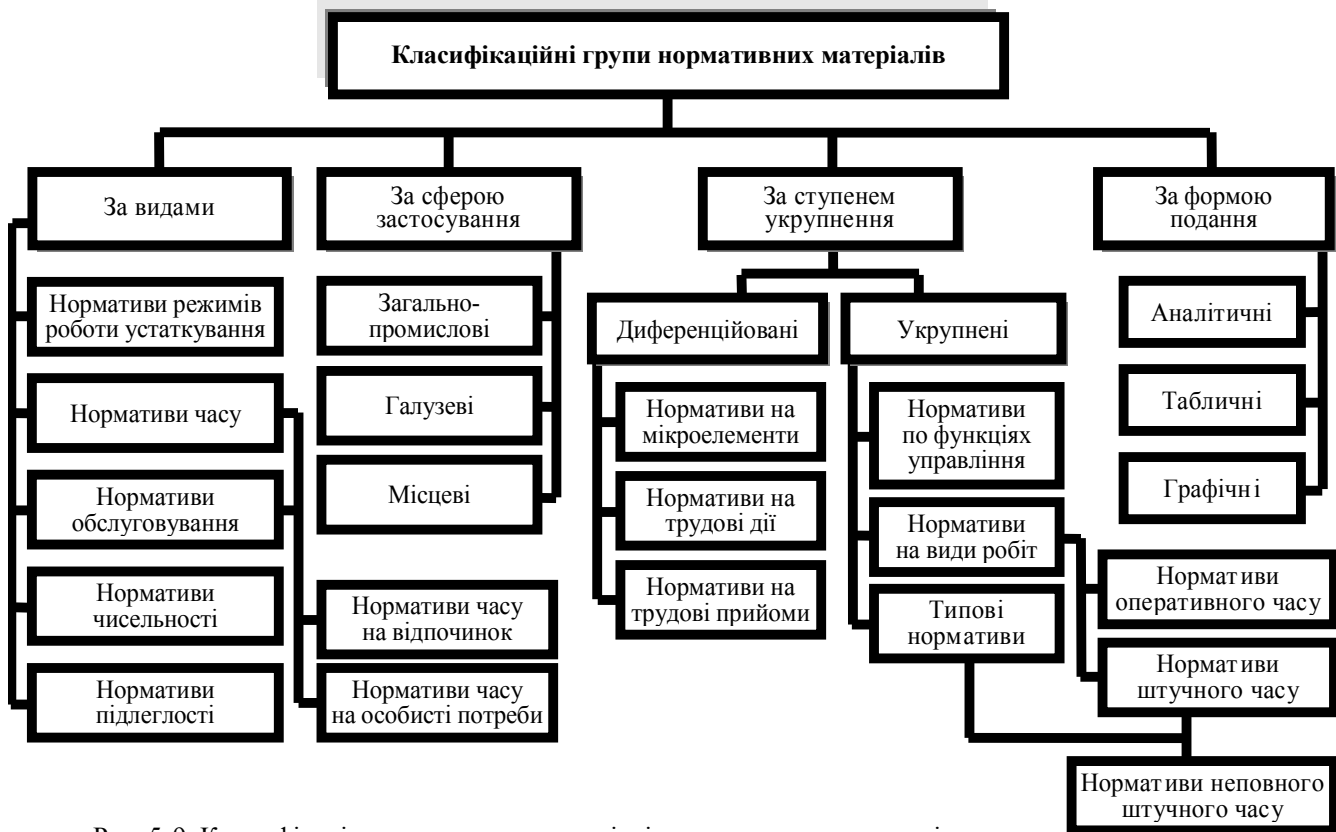


Рис. 5.9. Класифікація нормативних матеріалів для нормування праці

До основних видів нормативних матеріалів відносяться нормативи: режимів роботи устаткування, часу, обслуговування, чисельності та підпорядкованості.

Нормативи режимів роботи устаткування — це регламентовані величини параметрів роботи, які забезпечують найдоцільніше його використання з урахуванням типу виробництва, виду устаткування, оброблюваних матеріалів, характеру оброблення, застосовуваних інструментів і особливостей виготовлення продукції. Нормативи режимів роботи устаткування використовуються для правильного розрахунку норми часу основної роботи при виконанні операції на різних верстатах. Наприклад, металорізальні верстати мають кількісні характеристики технологічних можливостей: глибина різання, величина подачі, швидкість різання, кількість обертань шпинделя тощо. Тому завдання технолога полягає у визначенні оптимального технологічного режиму виконання операцій, який характеризується найкращим співвідношенням швидкості різання, витрачання електричної енергії та зношування інструментів і верстатів. За таких умов нормувальник встановлює технічно обґрунтовану норму затрат часу.

Нормативи часу — найпоширеніший вид регламентованих затрат робочого часу для конкретних умов виконання трудового процесу. Вони призначені для нормування машинних і ручних робіт, окремих прийомів ручної роботи, пов'язаних з управлінням та обслуговуванням обладнання, а також елементів операцій, що виконуються на різному устаткуванні. У практиці технічного нормування праці використовуються нормативи підготовчо-завершального часу, основного, допоміжного часу, часу обслуговування робочого місця і часу перерв на відпочинок та особисті потреби.

Нормативи темпу встановлюють регламентований темп виконання роботи. Темп роботи характеризується кількістю трудових рухів за одиницю часу або швидкістю рухів.

Нормативами обслуговування називаються регламентовані величини затрат праці на обслуговування одиниць устаткування, робочого місця, робочої бригади. Вони визначають необхідну кількість верстатів, робочих місць, одиниць виробничої площі та інших об'єктів, які закріплені для обслуговування за одним працівником або їх групою (бригадою) і застосовуються при нормуванні чисельності багатостаночників, наладчиків устаткування, ремонтного персоналу, прибиральників тощо.

Нормативи чисельності — це регламентована кількість робітників, службовців, допоміжного персоналу, яка потрібна для якісного виконання певного обсягу робіт або функцій. За нормативами чисельності розраховують потрібну кількість персоналу з обслуговування великих технологічних, енергетичних, транспортних комплексів, а також спеціалістів (конструкторів, технологів, економістів, нормувальників).

Нормативи керованості (кількості підлеглих) визначають кількість працівників, які повинні бути безпосередньо підпорядковані одному керівнику.

За призначенням і сферою застосування нормативи поділяються на міжгалузеві, галузеві та місцеві.

Міжгалузеві нормативи призначені для нормування однакових трудових процесів, які виконуються робітниками одних і тих самих професій на підприємствах різних галузей виробництва (наприклад, верстатні, слюсарні, ремонтні роботи).

Галузеві нормативи поширюються на специфічні види робіт, які властиві тільки підприємствам певної галузі (наприклад, хімічної, металургійної та ін.).

Місцеві нормативи розробляються самими підприємствами на спеціалізовані роботи, на які немає галузевих та міжгалузевих нормативів, або коли діючі організаційно-технічні умови не дозволяють користуватися ними.

За складністю структури (ступенем укрупнення) розрізняють дві групи нормативів: диференційовані (елементні) та укрупнені.

Диференційовані нормативи характерні для масового і великосерійного виробництв, де потрібна висока точність нормування праці, коли працівники виконують одну-дві короткострокові операції і тому необхідне детальне розчленування трудового процесу та встановлення тривалості кожного його елемента. Нормативи, за якими можна визначити норми часу для виконання трудових рухів і тривалість яких дуже мала (десяті, соті частки хвилини), називають мікроелементними нормативами. Такі нормативи використовуються під час організації робочого місця, встановлення норм на операції, а також розроблення нормативів більш високого ступеня укрупнення. До останніх належать так звані *нормали часу* — нормативи на окремі трудові дії. Універсальність мікроелементних нормативів та нормалей часу дає змогу пронормувати практично всі роботи.

Укрупнені нормативи — це регламентовані затрати часу на виконання сталого комплексу трудових прийомів. Вони також ефективно використовуються в масовому та великосерійному виробництвах.

За умов одиничного та дрібносерійного виробництв доцільна типізація технологічних процесів і, відповідно, створення типових нормативів, що забезпечує єдність норм та підвищення якості нормування.

З погляду структури затрат часу розрізняють нормативи оперативного, штучного та неповного штучного часу.

Нормативи неповного штучного часу серед укрупнених нормативів найпоширеніші в одиничному та дрібносерійному виробництвах, де їх точність вважається допустимою в межах 85—90 %.

До нормативних матеріалів для нормування праці відносяться також єдині і типові норми часу, виробітку, обслуговування.

Єдині норми часу розробляються на роботи, що виконуються за однаковою технологією (наприклад: будівельні, монтажні, вантажно-розвантажувальні роботи).

Типові норми часу розробляються за нормативами на типові деталі, що характерно для машинобудування (наприклад, вали, шестерні, втулки, крепільні деталі). Суть нормування полягає у виборі типового представника деталі, на які є типова норма з наступним коригуванням її за співвідношенням головних параметрів, що впливають на норму часу (діаметр, довжина, площа, глибина різання тощо).

За формою подання нормативні матеріали поділяють на аналітичні, графічні і табличні.

Аналітична форма, яка характеризується математичною залежністю, компактна та зручна при використанні електронно-обчислювальної техніки. *Таблична* форма більш проста і доступна для розуміння всіх працюючих. У практичній діяльності дуже рідко трапляються нормативи, що мають *графічну* форму у вигляді графіків, номограм.

Розглянуті нормативні матеріали мають відповідати вимогам прогресивності, комплексності, обґрунтованості, забезпечувати необхідний рівень точності норм праці, які визначаються на їх основі. Ступінь точності залежить від типу виробництва, характеру робіт і він має бути економічно обґрунтованим. Наприклад, точність трудових нормативів вважається достатньою для: масового і великосерійного виробництва ± 5 —7 %; серійного ± 10 %; дрібносерійного і одиничного ± 15 —20 %.

Залежно від характеру робіт передбачають межі допустимих відхилень у виконанні норм виробітку за цими нормативами. Наприклад, для машинних робіт точність розрахункових норм може коливатися в межах 5 %. Для машинно-ручних робіт — до 10 % і для ручних — до 15 %.

Норми затрат робочого часу за ступенем обґрунтованості поділяються на технічно обґрунтовані та дослідно-статистичні.

Технічно обґрунтовані норми праці є прогресивнішими і відповідають сучасному рівню розвитку виробництва, їх розробляють після ретельного вивчення елементів виробничого процесу, затрат часу з урахуванням раціонального використання виробничих можливостей робочого місця і передових методів праці.

Дослідно-статистичні норми визначають на підставі досвіду і статистичних звітних даних. Ці норми не виявляють виробничих можливостей устаткування, відбивають уже пройдений етап виробництва.

Під впливом технологічного прогресу із удосконаленням організації виробництва та праці, ураховуючи організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні зміни у виробництві, а також зростання професійної майстерності і виробничих навичок виконавців, трудові нормативи підлягають систематичному перегляду та коригуванню.

Методи створення трудових нормативів. Розроблення нормативів потребує врахування великої кількості організаційно-технічних чинників, здійснення складних розрахунків і залучення висококваліфікованих фахівців, обізнаних у тонкощах технології, організації, нормування, економіки виробництва.

Для розроблення трудових нормативів використовують:

- результати хронометражних спостережень на робочих місцях, матеріали фотографій робочого часу, кіно- і відеозйомок;
- режими роботи і технічні характеристики обладнання, параметри апаратурних процесів, типові технологічні процеси;
- чисельність працівників, що залучені для дослідження операцій за умов досконалої організації праці;
- діючі нормативи на аналогічні трудові процеси та їх елементи;
- міжнародні, державні стандарти, технічні умови тощо.

Процес розроблення трудових нормативів має такі етапи:

1) підготовча організаційно-методична робота (аналіз діючих нормативів; вибір типового змісту трудового процесу і чинників впливу організаційно-технічних умов виробництва на параметри нормативів; дослідження технологічного процесу; проектування

макетів нормативних таблиць; складання робочого плану розроблення нормативів; створення і доведення до виконавців єдиної робочої методики проведення досліджень);

2) збирання первинної інформації, проведення полігонних спостережень і лабораторних досліджень (вивчення та аналіз змісту трудового процесу, організації праці, якості обслуговування робочих місць, кваліфікації працівників, паспортних даних параметрів роботи устаткування, його технічного стану, характеристик інструментальних наладок та ін.; установа раціонального порядку виконання трудового процесу, впливу об'єктивних чинників);

3) аналіз і опрацювання результатів досліджень, складання нормативних таблиць, графіків, формул, оформлення проекту збірника нормативних матеріалів;

4) експериментальна перевірка проекту трудових нормативів на підприємствах (усунення недоліків у нормативах або розбіжностей між умовами виконання трудових процесів у проекті нормативів і на практиці);

5) коригування нормативних матеріалів за наслідками експериментальної перевірки;

6) узгодження з профспілками, затвердження, тиражування і передання для використання на виробництві.

Робоча методика є основним документом, що визначає обсяг, зміст, порядок, способи розроблення і випробування нормативних матеріалів. Вона регламентує:

- номенклатуру елементів затрат робочого часу, для яких розробляються нормативи;
- ступінь диференціації елементів затрат робочого часу;
- чинники, що впливають на тривалість трудового процесу чи окремих його елементів;
- кількість необхідних спостережень та способи їх проведення й опрацювання результатів;
- макети нормативних таблиць.

Розрізняють такі методи нормування: сумарний (дослідно-статистичний), розрахунково-аналітичний, укрупнення, мікроелементний.

Сумарний (дослідно-статистичний) метод дає змогу визначати норми на підставі статистичних даних про фактичні затрати часу за минулий період або порівняння якоїсь операції з аналогічними операціями загалом без розчленування її на складові елементи.

За *розрахунково-аналітичним методом* норму часу встановлюють на кожний елемент операції, яку попередньо розчленовують. Цей метод нормування дає значно точніші результати, ніж сумарний досвідно-статистичний. Він характерний для масового, великосерійного і серійного типів виробництва, де операція повторюється багато разів. В умовах індивідуального і дрібносерійного виробництва застосування його обмежене, тільки для розрахунку норм на дуже складні операції.

Складовими аналітичного методу є: аналіз застосовуваного технологічного процесу та існуючих форм організації праці на робочому місці; проектування найраціональнішого складу, послідовності і тривалості виконання елементів операцій, які нормують; розроблення оптимальних режимів роботи устаткування, передових прийомів праці та раціональної організації робочого місця.

На підприємствах з індивідуальним і дрібносерійним типами виробництва доцільніше визначати норми *методом укрупнення* на основі попередньо розрахованих укрупнених величин затрат робочого часу на типові операції, деталі або види робіт.

Велике значення має *мікроелементний метод* нормування праці (для нормування ручних і деяких машинно-ручних процесів). За допомогою цього методу виділяють і вивчають найпростіші елементи, так звані мікроелементи, з яких складаються складні і різноманітні за своїм характером трудові операції. Ці мікроелементи визначають норми затрат часу залежно від найважливіших чинників, які впливають на їхню структуру.

Переваги цього методу полягають у тому, що ще до початку трудового процесу можна конструювати ручні прийоми різних трудових процесів, створивши системи мікроелементів, які визначаються характером і методом виконання роботи, схемою організації робочого місця і трудовими навичками робітника. За такою системою можна встановити раціональність затрат часу виконання окремих елементів операції.

Аналітичним методом, методом укрупнення, а також мікроелементного нормування визначаються технічно обґрунтовані норми.

Для нормування трудового процесу важливо безпомилково вибирати потрібний різновид норми.

Трудомісткість продукції. До основних показників діяльності підприємства і його підрозділів належить трудомісткість продукції, яка виражає величину затрат живої

праці (робочого часу) на виробництво продукції в натуральному виразі.

Між показниками виробітку і трудомісткості продукції існує обернено пропорційна залежність:

$$B = 1 : T; T = 1 : B,$$

де B — виробіток продукції за одиницю часу;

T — трудомісткість одиниці продукції.

Показник трудомісткості дає змогу встановити пряму залежність між обсягом виробництва і трудовими затратами, об'єктивно врахувати рівень трудових затрат та їх економію. Тому існує широкий спектр практичного застосування такого показника: планування виробничих потужностей за видами продукції та підрозділами; розроблення планів виготовлення продукції; визначення обсягів незавершеного виробництва, потреб в устаткуванні, робочій силі, фонду заробітної плати; аналізу продуктивності праці; обґрунтування техніко-технологічних та організаційно-економічних заходів; вибір ефективних технологічних процесів, ціноутворення та фінансів.

На основі даних про трудомісткість розраховується можлива економія чисельності працівників:

$$E_{\text{ч}} = T_3 / \Phi_{\text{пл}} \cdot K_{\text{н}},$$

де T_3 — зменшення трудомісткості продукції, нормо-год;

$\Phi_{\text{пл}}$ — плановий фонд робочого часу одного працівника в розрахунку на рік;

$K_{\text{н}}$ — коефіцієнт виконання норм часу (виробітку).

Чисельність працівників ($\text{Ч}_{\text{п}}$), для яких установлені норми трудових затрат, визначається на підставі планової трудомісткості ($T_{\text{пл}}$) у нормо-годинах і коефіцієнта виконання встановлених норм часу ($K_{\text{н}}$), %:

$$\text{Ч}_{\text{п}} = T_{\text{п}} / \Phi_{\text{пл}} \cdot K_{\text{н}}.$$

При визначенні потужності підприємства (підрозділу) ($T_{\text{вп}}$) використовуються дані про трудомісткість продукції, кількість і склад устаткування, фонд часу його роботи. При цьому трудомісткість виробу має специфічний розрахунок:

$$T_{\text{вп}} = T_{\text{д}} \cdot 100 / K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{п}},$$

де $T_{\text{д}}$ — діюча трудомісткість виробу, нормо-год;

$K_{\text{ср}}$ — середній відсоток виконання норм виробітку;

$K_{\text{п}}$ — коефіцієнт приведення норм до прогресивного рівня (дорівнює 1,1—1,15).

Кількість одиниць необхідного устаткування конкретної технологічної групи розраховується:

$$G_m = T_n / \Phi_m \cdot K_n,$$

де T_n — планова трудомісткість виробничої програми для даного виду робіт, нормо-год;

Φ_m — фонд часу роботи устаткування в плановому періоді, год;

K_n — коефіцієнт виконання встановлених норм виробітку.

Таким чином, від величини трудомісткості, яка є виразом затрат праці, її організації і зумовлює рівень продуктивності, залежить багато техніко-економічних показників роботи підприємства.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Що є універсальною мірою кількості живої праці і чому?
2. У чому полягає суть нормування праці та його взаємозв'язок з організацією праці, виробництва, плануванням та управлінням підприємством?
3. Назвіть мету і основні завдання нормування праці на сучасному етапі.
4. Що є об'єктом і предметом нормування праці?
5. Охарактеризуйте систему норм праці та сферу їх застосування.
6. У чому полягають завдання аналізу трудового процесу?
7. Розкрийте технологічну та трудову структури операції.
8. Що розуміється під мікроелементом трудового процесу?
9. Як класифікуються затрати змінного робочого часу?
10. Охарактеризуйте структуру затрат робочого часу та сфери застосування з метою аналізу.
11. Наведіть основні причини нерегламентованих перерв та простоїв устаткування.
12. Охарактеризуйте методи безпосередніх вимірів та моментних спостережень.
13. Що є об'єктом і метою проведення хронометражних спостережень?
14. Назвіть основні види і сфери застосування фотографії робочого часу.
15. Які показники характеризують ефективність змінного робочого часу?
16. Чим визначається загальна норма робочого часу і які основні чинники впливають на її величину?
17. Чим відрізняються і коли застосовуються норми штучного та штучно-калькуляційного часу?
18. У чому різниця між «нормою праці» та «трудовим нормативом»?

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО
ПРОЦЕСУ В ПРОСТОРІ

6.1. ПРОСТОРОВІ ЗВ'ЯЗКИ У ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ

Структурування. Окремі частини і стадії сукупного виробничого процесу виготовлення складної продукції здійснюються в просторово відокремлених елементах та підсистемах, які мають функціональну спеціалізацію.

Типовий склад елементів, підсистем виробничої системи, які спрямовані на виконання основного завдання з випуску певної кінцевої продукції, визначається технологією її виготовлення при забезпеченні максимального здійснення основних структуроутворюючих зв'язків: взаємодії, функціонування, синергізму. Такі зв'язки структурних елементів та підсистем зумовлюють існування виробничої системи взагалі.

Зв'язки взаємодії полягають у впливі один на одного матеріальних об'єктів, трудових колективів та окремих працівників у процесі виробництва. На основі зв'язків взаємодії будуються технологічні та виробничі процеси, їх просторова й часова організація.

Але не всі структурні частини системи однаково функціонально необхідні. Тому створенню оптимальної структури виробничої системи передують вивчення функціональних і синергійних зв'язків щільності взаємодії елементів як у межах системи (підсистем), та і з зовнішнім середовищем.

Функціональні зв'язки. Відомо, що технологічний процес визначає упорядковану сукупність послідовних дій (операцій) з перетворення предмета праці та виготовлення готового виробу. Кожна операція виконується на певному устаткуванні, яке поєднується технологічною взаємодією при реалізації виробничого процесу. Така взаємодія зумовлює функціональні зв'язки елементів, які утворюють *технологічну структуру* виробничої системи. Таким чином, *функціональні зв'язки структурного елемента характеризують ступінь його виробничої орієнтації на досягнення кінцевої мети системи.*

Визначити рівень функціональних зв'язків структурного елемента (підрозділу) можна за допомогою коефіцієнта його орієнтації (замкненості) на функціональний вихід системи:

$$K_{\text{овс}} = \frac{B_{\phi}}{\sum_{j=1}^n B_j + B_{\phi}},$$

де B_{ϕ} — величина функціонального виходу елемента, що задається функцією системи (у штуках, тоннах, гривнях);

B_j — значення j -го побічного виходу цього елемента, що не пов'язане безпосередньо з його функцією;

n — кількість побічних виходів елемента.

При цьому функціональний зв'язок елемента (підсистеми, підрозділу) з системою вважається суттєвим, якщо $K_{\text{овс}} > 0,5$,

при $K_{\text{овс}} = 1$ елемент повністю орієнтований на мету системи в цілому. Вимірювання ступеня зв'язку можна здійснити за допомогою різних показників (у штуках, тоннах, кіловатах, гривнях та ін.). Наприклад, цех пластмас заводу виготовляє 1000 тис. корпусів апаратів на рік, з них 300 тис. шт. передає складальним цехам свого підприємства, а 700 тис. шт. поставляє замовникам. У такому випадку $K_{\text{овс}} = \frac{300}{700 + 300} = 0,3$, що означає орієнтацію цеху переважно на зовнішні зв'язки.

Висновок: чим більше кожний з елементів (підрозділів) виконує функцій для системи в цілому, тим міцніші його системоутворюючі функціональні зв'язки.

Рівень функціональних зв'язків елемента (підрозділу) системи за входом можна також визначити коефіцієнтом орієнтації (замкненості) його на споживання внутрішніх ресурсів:

$$K_{\text{о.вх}} = \frac{\sum_{i=1}^m B_{xi}}{\sum_{j=1}^n B_{xj} + \sum_{i=1}^m B_{xi}},$$

де B_{xi} — значення функціонального входу елемента (підрозділу), що визначається виходом i -го елемента системи (підприємства);

m — кількість функціональних входів від підрозділів підприємства;

n — кількість функціональних входів із зовнішнього середовища;

V_{xy} — значення j -го входу цього підрозділу від елементів зовнішнього середовища. Це свідчить про те, що при збільшенні споживання матеріальних ресурсів даного елемента (підрозділу) від інших елементів (підрозділів) підвищується замкненість за входом.

Ступінь функціональної замкненості структури виробничої системи в цілому характеризується середньоваговим коефіцієнтом:

$$K_{\text{фзс}} = \frac{\sum_{i=1}^{\phi} K_{\text{овс.}i} + \sum_{i=1}^{\phi} K_{\text{о. вх.}i}}{2\phi - 1},$$

де ϕ — кількість основних фаз (стадій, переділів, сукупних операцій) з перетворення сирих матеріалів у готовий продукт. На підставі формули можна зробити висновок: *функціональна замкненість виробничої системи буде найбільшою, якщо вона зосередить максимальну кількість операцій сукупного процесу.*

Синергійні зв'язки. Для визначення оптимальної структури просторового розташування виробничого процесу показників функціональної замкненості недостатньо. Для цього треба проаналізувати синергійні (системного ефекту) зв'язки елементів (підрозділів) системи (підприємства). *Синергійні зв'язки характеризують ступінь економічно доцільної сумісності будь-якого елемента з іншими елементами і системою в цілому.*

Синергійний ефект створюється від:

- перевищення виходу над входом системи при взаємодії елементів системи за даного обсягу ресурсів споживання (наприклад, глибоке перероблення і комплексне використання сировини);

- використання відходів та викидів виробництва для виготовлення основної продукції (наприклад, синергійний ефект комбінування полягає у використанні супутніх газів, відходів металу, залишкового тепла, у напівфабрикатах попереднього переділу та інших відходів);

- розташування структурних елементів (підрозділів), що виконують окремі стадії процесу в одній виробничій системі (підприємстві), завдяки чому скорочуються витрати на переміщення предметів від стадії до стадії;

- забезпечення безперервності процесу під час переходу від однієї стадії до іншої;

• зменшення трудових і фінансових ресурсів на управління і обслуговування за рахунок суміщення та спрощення багатьох функцій, що притаманні самостійним підрозділам, обсяг яких відносно зменшується зворотно пропорційно кількості елементів, що суміщаються в однієї системі.

Синергійний ефект може бути негативним у випадках, коли в системі концентруються елементи, які не можуть функціонувати в оптимальних параметрах з причин малих обсягів, низького рівня спеціалізації і продуктивності порівняно з параметрами вискоелективних виробничих систем.

Такий стан характерний для підприємств, що спеціалізуються на випуску складної продукції, яка комплектується з множини різнопредметних, різноресурсних, різнорідних частин. При цьому системний ефект частіше забезпечується за умови виготовлення цих частин як стадій отримання готового виробу в самостійних спеціалізованих виробничих системах. Наприклад, зарубіжний досвід показує, що машинобудівному підприємству доцільно отримувати відливки та поковки від спеціалізованих підприємств, де потужності ливарного та кувалального виробництва використовуються повніше.

Аналіз синергійних зв'язків показує, що включення до складу виробничої системи максимальної кількості елементів (підрозділів), які мають функціональну сумісність, у багатьох випадках не тільки не забезпечує економію ресурсів, а веде до перевищення входу над виходом, тобто втрат.

Висновок: збільшення кількості виробничих підрозділів збільшує обсяг ресурсів, що споживаються.

Ступінь економічної сумісності структурних елементів виробничої системи (підрозділів підприємства) визначається коефіці-

єнтом синергійної замкненості системи $K_{\text{сз}}$, який розраховується за формулою:

$$K_{\text{сз}} = \frac{(Z_p + \Delta Q_{\text{п}}) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{cij}}{Z_p},$$

де P_{cij} — витрати i -го ресурсу у j -му елементі системи;

Z_p — обсяг витрачених ресурсів на випуск продукції в умовах мінімальної функціональної замкненості системи (поза системою);

Q_n — приріст (перевищення) обсягу продукції в результаті системного використання ресурсів;

n — кількість видів ресурсів;

m — кількість структурних елементів, що включені до системи.

Він характеризує частку економії або перевитрат при забезпеченні повної функціональної сумішеності елементів виробничої системи. Іншими словами, показує доцільну кількість об'єднання основних та допоміжних (обслуговуючих) елементів (підрозділів) в одну виробничу систему (підприємство).

Таким чином, склад виробничої системи, її структура формуються з елементів, які мають функціональні і синергійні зв'язки взаємодії, безпосередньо беруть участь у виробничому процесі та у формуванні системного ефекту, забезпечуючи функціонування цілісної системи в оптимальних параметрах. Цілісність виробничої системи визначається міцністю зв'язків її елементів між собою і зовнішнім середовищем. Чим більше кожний підрозділ орієнтований на здійснення мети системи в цілому, тим міцніші зв'язки між ними і слабкіші з зовнішнім середовищем.

Просторові зв'язки. Розглянуті зв'язки характеризують технологічну єдність та економічну доцільність елементного складу системи, але для забезпечення ефективного перетину виробничого процесу дуже важливим є його просторове розташування і всіх необхідних компонентів та підсистем.

Організація виробничого процесу значною мірою забезпечується просторовими зв'язками, визначаючи склад, взаємне розташування і взаємодію елементів системи (підрозділів підприємства). Просторові зв'язки істотно впливають на результати функціонування елементів та системи в цілому. Найбільша ефективність досягається за умови забезпечення просторовими зв'язками максимального рівня прямоточності, пропорційності, безперервності та спеціалізації сукупного виробничого процесу і його окремих операцій, що оптимально відображається в поточному виробництві.

Раціональні просторові функціональні зв'язки у виробничому процесі забезпечуються спеціалізацією і взаємним розташуванням елементів (верстатів, робочих місць, підрозділів) на певній площі.

Внутрішні функціональні взаємозв'язки виробничого процесу підпорядковуються вимогам таких принципів: максимального скорочення переміщень предметів праці, робочої сили,

забезпечення сприятливих умов праці, безперервності процесів, мінімізації площі їх реалізації.

6.2. ВИРОБНИЧА СТРУКТУРА ТА ЇЇ ВИДИ

Сутність та елементний склад структури.

Первісним ланцюгом в організації виробничого процесу та базовим осередком (елементом) виробничої системи є *робочі місця*, на яких виконуються робітниками (групою робітників) певні операції з виготовлення продукції чи обслуговування виробничого процесу за допомогою необхідного устаткування, інструменту, пристроїв, розташованих на відведеній частині площі.

Сукупність територіально відокремлених робочих місць, на яких виконується технологічно однорідна робота або різні операції з виготовлення однорідної продукції, *створює виробничу дільницю* — окрему адміністративну одиницю, очолювану майстром за наявності в зміні не менш 25 робітників.

Цех являє собою територіально та адміністративно відокремлений підрозділ підприємства, в якому основні виробничі і допоміжні дільниці та обслуговуючі служби виконують певний комплекс робіт відповідно до внутрішньозаводської спеціалізації та кооперування праці. Кількість цехів залежить від конструктивних і технологічних характеристик продукції, що виготовляється, її обсягів та рівня спеціалізації підприємства. Сукупність однорідних цехів на великих підприємствах становить виробництво.

Виходячи з викладеного, можна дати загальне визначення: *виробничою структурою називається група робочих місць, підрозділів, господарств виробничого призначення, яка має технологічні та (або) коопераційні взаємозв'язки і розташована на певній площі*. Можна виділити різні структурні побудови підприємств: цехову, безцехову, корпусну та комбінатську (рис. 6.1).

Виходячи із сутності і змісту виробничого процесу як сукупності основних, допоміжних і обслуговуючих процесів виробничого призначення, а також ураховуючи призначення та характер продукції, яка виготовляється, або робіт, що виконуються на підприємстві, розрізняють основне, допоміжне, обслуговуюче, побічне та підсобне виробництва, на базі яких створюються відповідні дільниці, цехи та господарства.

Цехи основного виробництва спеціалізуються на виготовленні профільної продукції підприємства, що призначена для задоволення потреб зовнішніх споживачів. Наприклад, на машинобудівних підприємствах до них належать ливарні, ковальсько-пресові, механічні, складальні; на металургійних — доменні, сталеплавильні, прокатні цехи; на взуттєвих та швейних підприємствах — закрійні та швейні. На великих підприємствах для побудови короткого шляху матеріального потоку та забезпечення ефективності виробничих процесів однорідні за профілем цехи об'єднуються в корпуси.

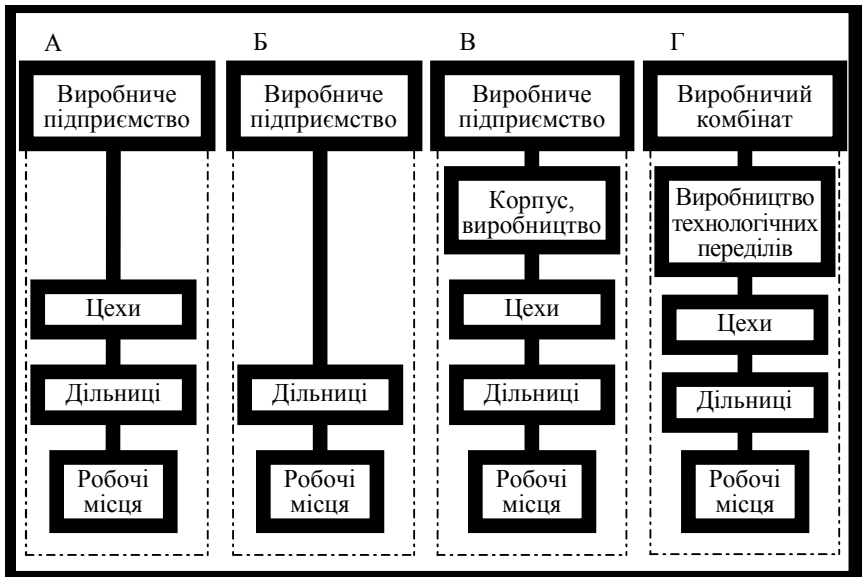


Рис. 6.1. Види виробничих структур підприємств:

А — цехова, Б — безцехова, В — корпусна, Г — комбінатська

На підприємствах з невеликим обсягом і відносно простими виробничими процесами доцільно обмежитися *дільничною структурою підрозділів*, не створюючи цехів.

Основне виробництво, як правило, складається з окремих фаз або стадій, за якими класифікуються відповідні цехи: заготівельні (ливарні, ковальські, пресові, металоконструкцій та ін.); обробні (механічні, деревообробні, термічні, гальванічні тощо); складальні (цехи вузлового складання та загального складання, випробування, фарбування готових виробів і т. ін.).

Допоміжні цехи сприяють випуску основної продукції, виготовляють допоміжні види виробів, які необхідні для нормальної роботи основних цехів (наприклад, виготовлення інструментів, запчастин для ремонту устаткування, виробництво енергії, надання ремонтних та енергетичних послуг). Важливішими з цих цехів уважаються інструментальні, ремонтно-механічні, ремонтно-енергетичні, ремонтно-будівельні, модельні, штампові та ін.

Побічні цехи переробляють відходи основного та допоміжного виробництв і виготовляють непрофільну продукцію або відновлюють допоміжні матеріали для потреб виробництва. Наприклад, цех виробництва товарів широкого вжитку, цех регенерації формовочної суміші, мастил, обтиральних матеріалів тощо.

Підсобні цехи здійснюють підготовку основних матеріалів для основних цехів, а також виготовляють тару для упакування продукції.

Обслуговуючі цехи і господарства виробничого призначення забезпечують нормальну роботу основних та допоміжних цехів шляхом транспортування і збереження сировини, напівфабрикатів, готової продукції, проведення необхідних санітарно-технічних заходів, підтримання благоустрою їх приміщень і території тощо. До категорії обслуговуючих господарств належать: складське господарство, у складі якого різноманітні склади та комори; транспортне господарство, яке формується на базі депо, гаражів, ремонтних майстерень, транспортних та вантажно-розвантажувальних засобів; санітарно-технічне господарство, що об'єднує водопровідні, каналізаційні, вентиляційні та опалювальні пристрої; центральна заводська лабораторія, яка складається з відповідних лабораторій механічної, металографічної, хімічної, пірометричної, рентгенівської тощо.

У виробничу структуру не входять різні загальнозаводські служби, а також господарства і підрозділи капітального будівництва, охорони довкілля, культурно-побутового обслуговування працівників, наприклад, житлово-комунальне господарство, підсобне господарство, їдальні, профілакторії, медичні установи, дитячі ясла, садки, клуби, спортивні та оздоровчі підрозділи тощо.

Чинники виробничої структури. У практичній діяльності фахівці, використовуючи термін «виробнича структура підприємства», вкладають у нього дещо глибший зміст.

Виробнича структура підприємства являє собою склад виробництв, цехів та господарств, їх технологічну взаємодію, порядок і форми кооперації, співвідношення за кількістю робітників, вартістю устаткування, площею і територіальним розташуванням.

Організаційне формування виробничої структури підприємства базується на взаємозв'язках та відносинах певного складу основних, допоміжних цехів та обслуговуючих господарств виробничого призначення, що зумовлені технологією виготовлення продукції або надання послуг (рис. 6.2).

Виробнича структура підприємства залежить від таких чинників:

1. *Конструктивні і технологічні особливості продукції.* Вид продукції визначає характер виробничих процесів, які, у свою чергу, впливають на склад основних цехів, обсяг виготовлення продукції. Складність конструкції та технології виготовлення виробів визначає відповідний рівень різноманіття виробничих зв'язків та залежності, розгалуженість структури.

2. *Обсяг випуску продукції.* Кількість виробів певного найменування, типорозміру та виконання, що виготовляються чи ремонтуються підприємством або його підрозділами протягом планового періоду визначає формування відповідних за спеціалізацією та потужністю структурних утворень. Збільшення обсягів продукції впливає на диференціацію виробничої структури, ускладнює внутрішньовиробничі зв'язки. Так, на великих підприємствах можуть створюватися кілька однорідних цехів.

3. *Номенклатура продукції.* Від неї залежить можливість пристосування цехів та дільниць для виробництва тільки певної продукції або більш різноманітної. Вузька номенклатура відносно спрощує виробничу структуру, а широка значно її ускладнює.

4. *Рівень і форма спеціалізації та кооперації з іншими підприємствами.* Збільшення рівня спеціалізації сприяє однорідності випуску продукції, зменшенню різноманітності цехів, спрощенню виробничої структури. Навпаки, універсальність виробництва ускладнює структуру. Кооперація з іншими підприємствами зменшує різноманітність виробничих процесів, що скорочує склад цехів і спрощує зв'язки.

5. Рівень автоматизації та механізації виробничих процесів.
Він виявляється у створенні гнучкіших комплексно-автоматизованих та автоматизованих цехів, які мають високу продуктивність і спеціалізацію.

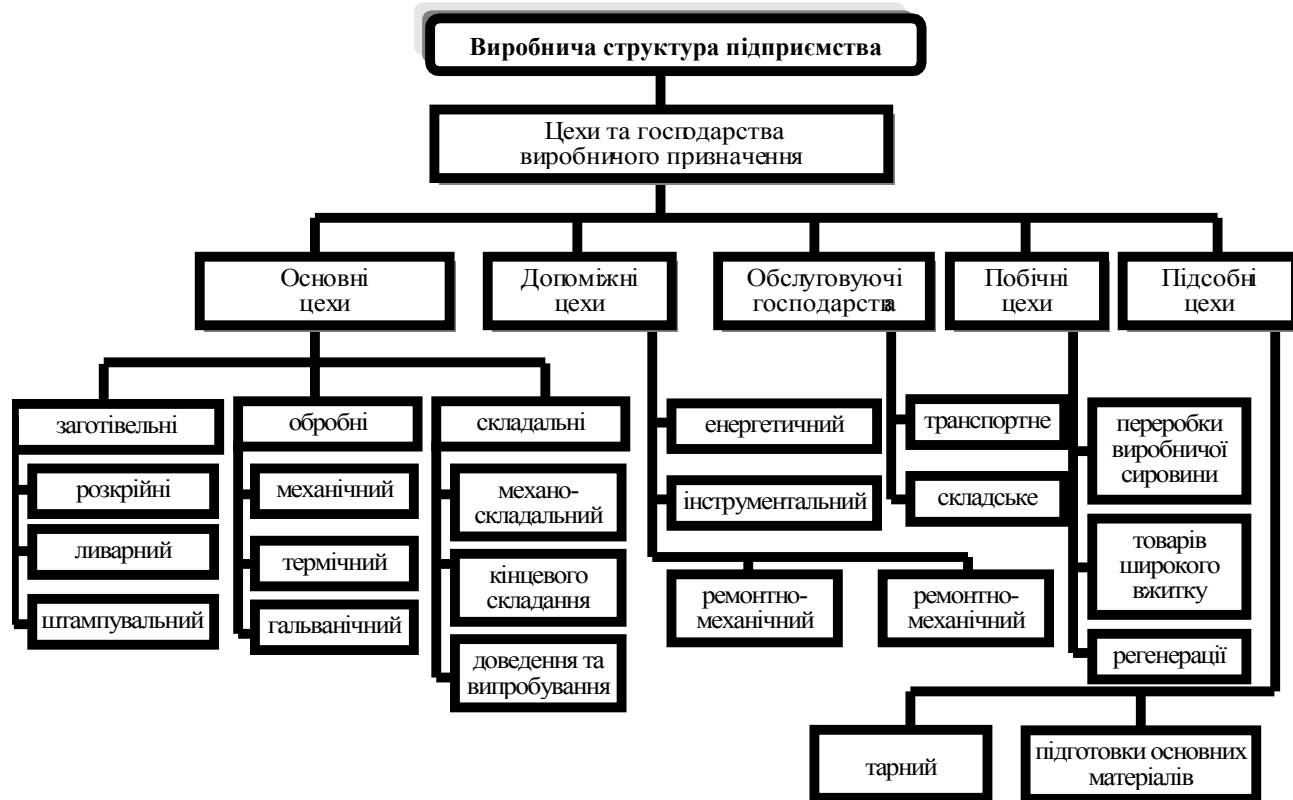


Рис. 6.2. Схема виробничої структури машинобудівного підприємства

6. *Ступінь охоплення життєвого циклу виробів.* Якщо крім підготовки виробництва, безпосередньо процесу виготовлення виробів, їх випробування, складування, транспортування передбачається також сервісне обслуговування в процесі експлуатації, то це зумовлює створення регіональних спеціалізованих підрозділів.

Виробнича структура підприємства динамічна. Вона змінюється в часі під впливом перелічених та інших чинників, які обумовлюють необхідність її вдосконалення. Основною вимогою до структури є забезпечення раціональнішого сполучення в часі і просторі всіх елементів та їх ланок виробничого процесу.

Залежно від спеціалізації всі виробничі структури машинобудівних підприємств можна типізувати таким чином:

1. Заводи з повним технологічним циклом, які мають у своєму складі всю сукупність заготовельних, обробних та складальних цехів.

2. Заводи механоскладального типу (з неповним технологічним циклом) з обмеженою кількістю основних цехів, які в основному отримують заготовки від кооперованих підприємств.

3. Заводи складального типу, які виготовляють кінцеві готові вироби, отримуючи деталі і заготовки від інших підприємств.

4. Заводи, що виробляють заготовки і, як правило, побудовані на принципах технологічної спеціалізації.

5. Заводи подетальної спеціалізації, які виробляють окремі деталі, блоки, вузли, підвузли, складальні одиниці.

Виробнича структура підприємства визначає розподіл праці між цехами та обслуговуючими господарствами, формалізує внутрішньозаводську спеціалізацію та кооперування, у галузевому масштабі вказує на міжзаводську спеціалізацію виробництва. На основі виробничої структури формується загальна та управлінська структури підприємства.

Принципи формування виробничих структур. Побудова виробничої структури ґрунтується на вимогах принципів просторової організації ідеального процесу, таких як: спеціалізація, пропорційність, прямоточність. Під час побудови оптимальної структури виробничої системи до її складу включаються тільки ті елементи і підсистеми, які забезпечують економію ресурсів.

На машинобудівних підприємствах основні цехи та дільниці формуються залежно від характеру операцій, що виконуються, та ступеня готовності предметів праці за такими принципами

спеціалізації: *технологічний, предметний або змішаний (предметно-технологічний)*.

Технологічна форма спеціалізації розвивалася поступово разом з підвищенням технічної озброєності, масштабів виробництва, що спонукало його поділ на фази (стадії) з відокремлюванням відносно самостійних підрозділів.

У разі *технологічної* форми спеціалізації виробничого підрозділу виконується тільки певна частина однорідних операцій при широкій номенклатурі оброблюваних предметів праці, які виходять з нього в стані напівфабрикату з подальшою обробкою на інших стадіях для того, щоб стати готовим чи частковим продуктом. При цьому використовується однотипне устаткування, іноді близьке за габаритами.

Прикладом цехів технологічної спеціалізації на машинобудівному заводі є ливарний, кувальний, термічний, гальванічний, механічний та ін. У свою чергу, механообробний цех у своєму складі має токарну, фрезерувальну, свердлильну, шліфувальну та інші дільниці. У таких цехах (дільницях), як правило, виготовляється вся номенклатура заготовок або деталей. Складальний цех також може бути віднесений до технологічно спеціалізованих, якщо в ньому складаються всі вироби, що випускаються заводом (рис. 6.3).

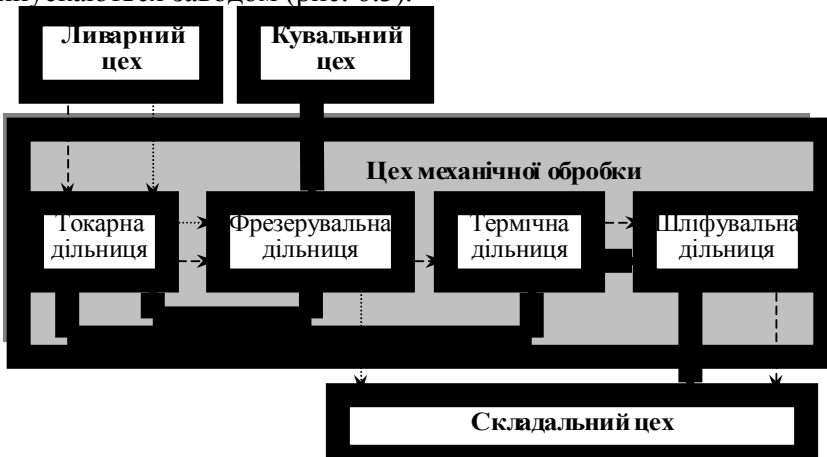


Рис. 6.3. Схема взаємодії цехів, сформованих за технологічним принципом спеціалізації

При технологічній спеціалізації виготовлення за конструктивними характеристиками простої однорідної

продукції здійснюється шляхом послідовної переробки незмінної за своїм складом сировини. Це визначає послідовне розташування устаткування на певній площі, що забезпечує прямоточний характер просування предметів праці у виробничому процесі.

Розміщення устаткування на механічній дільниці, побудованій на технологічному принципі, показано на рис. 6.4.

Переваги технологічної структури полягають у поширенні регулювання завантаження устаткування, повнішому використанні матеріалів; розширенні можливостей маневрування робітниками завдяки їх високій кваліфікації, універсалізації, обміну досвідом; застосуванні прогресивної технології; більшій гнучкості в разі освоєння випуску нової продукції та розширенні її номенклатури; спрощенні технічного керівництва підрозділом; додатковому системному ефекті за рахунок посилення функціональних, синергійних та спрощених просторових зв'язків.

Недоліки технологічної структури: з причин великої номенклатури збільшуються втрати часу на переналадження устаткування на інші види продукції і, відповідно, тривалість виробничого циклу; зменшується відповідальність за якість і строки виготовлення виробів у цілому; нераціональні і довгі маршрути руху деталей за групами верстатів, які зумовлені частими змінами складу і послідовності операцій, що внеможливають їх розташування за ходом технологічного процесу; ускладнюється та дорожчає внутрішньозаводське кооперування; ускладнюється планування і диспетчерування процесів.

Технологічна структура характерна для одиничного і дрібносерійного виробництв з випуском різноманітної та нестійкої номенклатури виробів. З поглибленням спеціалізації виробництва, а також стандартизації й уніфікації виробів та їх частин технологічний принцип формування цехів, як правило, доповнюється предметним, за якого основні цехи створюються за ознакою виготовлення кожним з них певного виробу або його частини.

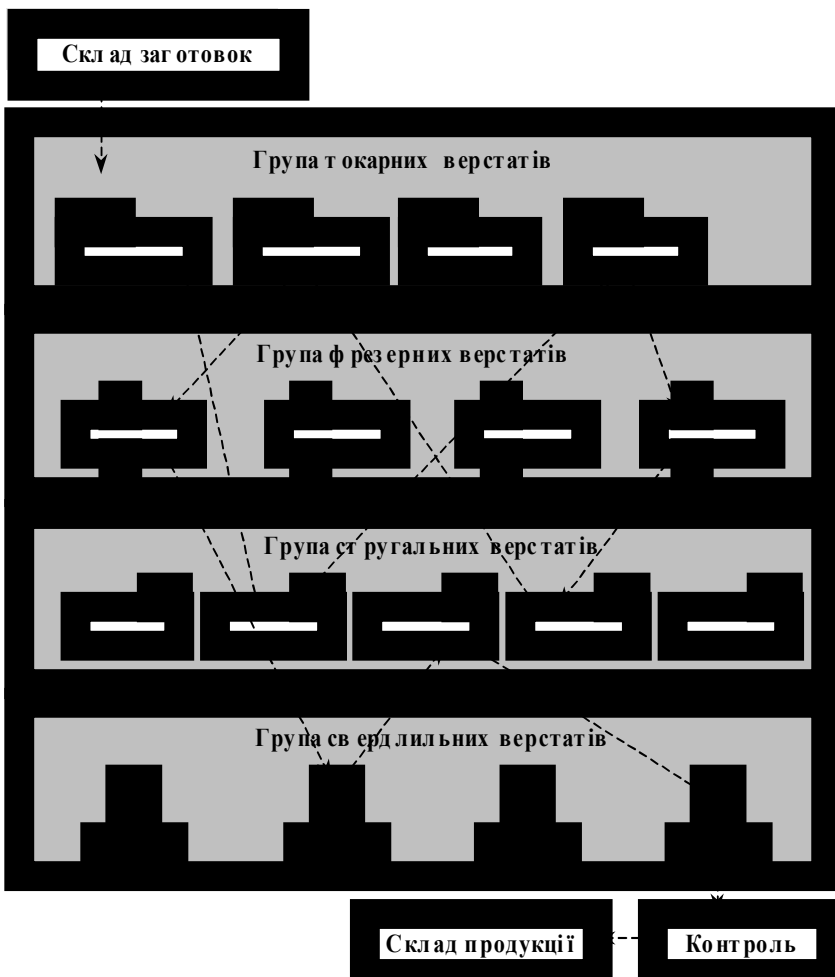


Рис. 6.4. Схема розташування устаткування у виробничій системі, що має технологічну структуру

Побудова предметної форми спеціалізації передбачає концентрацію в основних цехах усіх операцій з отримання часткових або готових виробів. У таких цехах повністю виготовляються закріплені за ними деталі або вироби вузької номенклатури, наприклад, один виріб, кілька однорідних виробів або конструктивно-однорідних деталей (рис. 6.5).

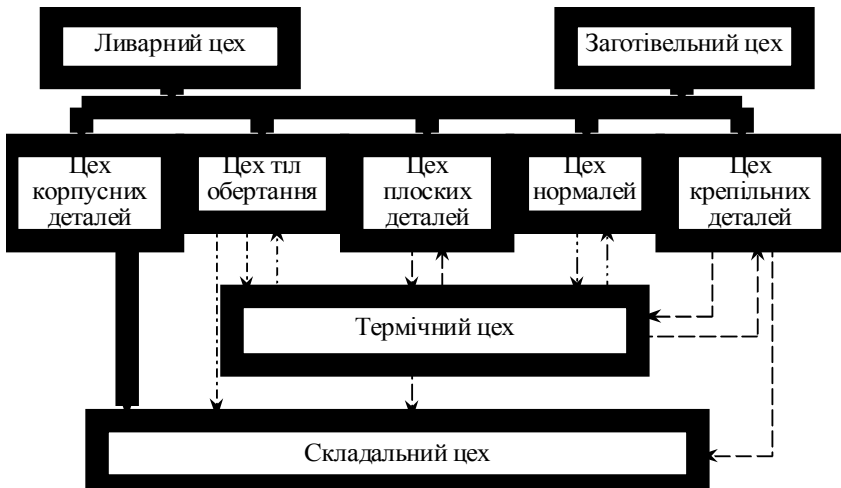


Рис. 6.5. Схема взаємозв'язку основних цехів, що сформовані за предметним принципом спеціалізації

Так, на автомобільному заводі функціонують цехи двигунів, кузовів, шасі, рам, заднього мосту тощо; на взуттєвій фабриці організовані цехи чоловічих черевиків, жіночого модельного взуття та ін.

Для цехів з предметною формою спеціалізації характерні різноманітність устаткування та оснащення, але вузька номенклатура деталей або виробів. Устаткування добирається відповідно до технологічного процесу і розташовується за ходом послідовності виконання операцій. У такий спосіб втілюється принцип прямоточності. Предметний тип виробничої структури притаманний масовому і великосерійному виробництву.

Переваги предметної форми спеціалізації: розташування устаткування за ходом технологічного процесу (рис. 6.6) дає змогу впроваджувати нову техніку, механізувати та автоматизувати виробничі процеси, створює передумови для організації поточного методу виробництва, що забезпечує скорочення маршрутів руху предметів праці та тривалості виробничого циклу з урахуванням зменшення втрат на переналагодження устаткування, міжопераційних і міжцехових пролежувань деталей; підвищується відповідальність за якість, строки та обсяги виготовлення виробів, які закріплено за кожним цехом та дільницею; спрощується оперативне планування та

регулювання виробничих процесів, оскільки всі операції з виготовлення конкретного виробу зосереджені в одному цеху.

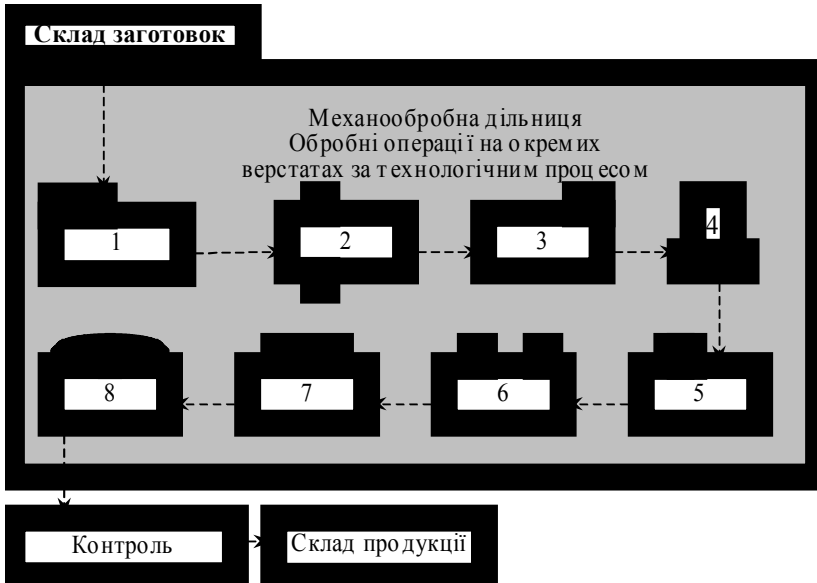


Рис. 6.6. Схема розташування устаткування за предметним принципом (за технологічним процесом поопераційно:
 1 — токарна, 2 — фрезерувальна, 3 — стругальна, 4 — свердлильна, 5 — розточувальна, 6 — зуборізна, 7 — спеціальна, 8 — шліфувальна)

Недоліками предметної спеціалізації вважається: збільшення кількості устаткування у зв'язку з необхідністю мати в наявності всі його види для виконання різноманітних спеціалізованих операцій; незавантаженість устаткування з причин зміни обсягів виробництва; неможливість маневрування робітниками внаслідок низької кваліфікації і високої спеціалізації кожного робітника; зниження темпів технологічного прогресу, обмеженість розширення номенклатури та освоєння нової продукції; ускладненість структури виробництва та керування підрозділами.

Практика свідчить, що створення предметно спеціалізованих підрозділів економічно доцільне тільки в умовах великих обсягів випуску обмеженої номенклатури виробів, коли найповніше завантажується устаткування, зменшуються втрати часу на його переналадження в разі переходу на випуск іншого об'єкта. Такі цехи, де створюється можливість здійснювати замкнутий (закінчений) цикл виробництва продукції, називають предметно-

замкненими. При цьому можливі варіанти суміщення заготівельної та обробної або обробної та складальної стадій (фаз) виробництва (наприклад, механозаготівельний, механообробний, механоскладальний цехи).

Водночас застосування ідеальної предметної структури, наприклад на автомобільному чи будь-якому машинобудівному заводі, недоцільне, бо веде до необхідності в кожному цеху монтувати всі комплекти технологічного устаткування. При цьому неможливо завантажити деякі верстати через невеликий обсяг робіт на дільниці. Тому на машинобудівних підприємствах застосовується *змішана структура*, за якої заготівельні виробництва та цехи будуються за технологічним принципом (ковальсько-пресовий, чавуноливарний, сталеливарний та ін.), а оброблявальні та випускаючі об'єднуються в предметно-замкнені ланцюги (цехи або дільниці).

Така змішана структура притаманна масовому та серійному типам машинобудівного виробництва. Підприємства, що працюють за індивідуальними замовленнями, використовують технологічну структуру. Підприємства з технологічними переділами (коли сировина послідовно проходить низку стадій зміни стану і форми, наприклад, металургійні чи текстильні) мають також технологічну структуру.

Однак найбільший ступінь суміщення досягається в разі інтеграції декількох стадій виробничого процесу в спеціалізовані підрозділи виробничої системи. Але при цьому об'єднання здійснюється вже на основі функціонального призначення часткових продуктів (деталей) входженням їх як структурних елементів у готовий продукт, що виконують певні функції в ньому. Водночас привабливість високої ефективності такого рішення потребує більшої повторюваності робіт за умови стабільного (тривалий час) процесу та жорсткої пропорційності устаткування протягом усього виробничого циклу.

У машинобудуванні випускається складна продукція в порівняно невеликих обсягах в умовах серійного і дрібносерійного виробництва, виходячи з потреб ринку. До того ж конкуренція зумовлює часту зміну моделей продукції, що не дає змоги повністю завантажити устаткування виготовленням її постійної номенклатурою за весь технологічний цикл.

Розв'язання такої проблеми можливе завдяки застосуванню сучасного устаткування типу обробний центр, що забезпечує обробку предметів за всіма або більшістю операціями технологічного процесу однією установкою. Це дає змогу

уникнути чи звести до мінімуму обсяг міжопераційних переміщень деталей, які обробляються, і забезпечити максимальну безперервність виробничого процесу. Виробничі підрозділи (дільниці, цехи) набувають усіх ознак предметної структури в разі оснащення такими видами устаткування.

Цехова виробнича структура. Під виробничою структурою цеху розуміють склад основних виробничих дільниць, що входять до нього, допоміжних та обслуговуючих підрозділів, а також зв'язки між ними. Така структура відповідно до поділу праці визначає внутрішньоцехову спеціалізацію та кооперування виробництва.

Важливою частиною виробничої структури цеху є допоміжні та обслуговуючі підрозділи. До допоміжних належать дільниці: ремонту устаткування і технологічного оснащення, централізованого заточування інструменту.

До складу обслуговуючих підрозділів входять: складські приміщення (матеріальні та інструментальні комори), внутрішньоцеховий транспорт (візки, електрокари, конвеєри та ін.), а також пункти технічного контролю якості продукції, які відповідно оснащені контрольно-вимірювальними приладами.

У цехах із предметною спеціалізацією можуть бути створені дільниці як з предметною, так і з технологічною спеціалізацією, а в цехах з технологічною спеціалізацією — дільниці технологічні, що сформовані за групами устаткування і габаритами виробів.

У цеховому масштабі просторова побудова дільниць з технологічною спеціалізацією ускладнює управління ними внаслідок розгалуженості мережі прямих та зворотних зв'язків стосовно кожної операції обробки та відповідного предмета праці, оскільки через слабкі внутрішні зв'язки вхід і вихід кожної з них збігаються з входом і виходом дільниці в цілому.

У разі предметної побудови дільниць організація управління значно спрощується внаслідок достатності зв'язків на вході і виході дільниці або елемента. Міжопераційні зв'язки управління при цьому безпосередньо замикаються внутрішніми відносинами між елементами системи.

Предметна спеціалізація цеху передбачає його формування на базі кількох предметно-замкнених дільниць, кожна з яких спеціалізується на випуску відносно вузької номенклатури виробів, що мають подібні конструктивно-технологічні ознаки, і реалізує закінчений цикл їх виготовлення за принципом прямоочності.

На практиці виділяють три види предметно-замкнених дільниць з виготовлення:

◆ конструктивно і технологічно однорідних деталей (наприклад, шліцевих валиків, втулок, фланців, шестерень та ін.);

◆ конструктивно різнорідних деталей за однаковою технологією (операціями і їх маршрутами обробки). Наприклад, дільниця круглих деталей, дільниця плоских деталей та ін.;

◆ усіх деталей вузла, підвузла дрібної складальної одиниці або всього виробу (застосовується покомплектна система оперативного-виробничого планування, де планово-обліковою одиницею є вузловий комплект).

Можливості побудови структури дільниць за предметною спеціалізацією перевіряються з допомогою класифікації предметів праці (деталей), що закріплені за цехом. Розроблені методи класифікації деталей, що обробляються, за конструктивно-технологічними ознаками використовуються для організації *предметно-замкнених дільниць*. В основу класифікації покладені ознаки, які визначають тип і технологічний маршрут обробки деталей. Наприклад, у машинобудуванні деталі розподіляються за такими *основними ознаками: формою, габаритами, технологічним маршрутом обробки, конструктивним типом.*

У свою чергу, кожна з ознак визначає певні *технологічні параметри обробки: тип устаткування, розмір та потужність, послідовність обробки, характер технологічного оснащення.*

Такий метод класифікації дає змогу підбирати групи однорідних деталей, що обробляються за однаковими або подібними технологічними процесами, для формування предметно-замкнених дільниць.

6.3. ПРОСТОРОВЕ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

При створенні підприємства розробляється генеральний план, який являє собою графічне відображення його території з усіма будівлями, спорудами, комунікаціями, транспортними шляхами та сполученнями, що прив'язані до певної території (місцевості). На практиці в кожного підприємства є спроектований та фактичний генеральний план просторового розташування виробництва, цехів та господарств на території. В основі генерального плану лежать просторові зв'язки елементів виробничої системи, що забезпечують економію території та виробничих площ (рис. 6.7).

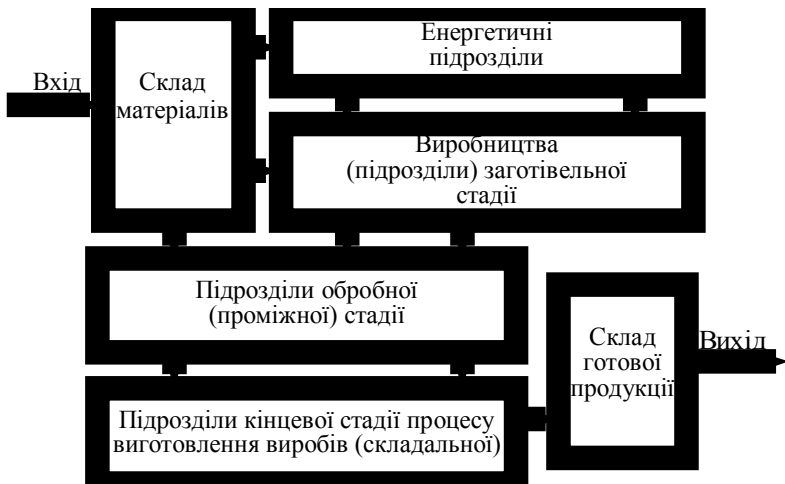


Рис. 6.7. Принципова схема генерального плану підприємства

Розробляючи генеральний план, урахувують такі принципи:

- забезпечення *прямоточності* просування предметів праці з одного підрозділу до іншого за ходом технологічного процесу без зустрічних та зворотних вантажопотоків;
- розміщення складів сировини та матеріалів з боку ввезення вантажів поблизу заготовельних цехів, а складів готової продукції — з боку її вивозу біля складальних цехів;
- розміщення допоміжних цехів за можливістю разом з основними цехами, що споживають їх продукцію чи потребують послуг (інструментальні, ремонтно-механічні та електроремонтні);
- переміщення вантажів переважно технологічним транспортом, що забезпечує надійність та економічніший порівняно з транспортом загального користування;
- скорочення протяжності енергетичних комунікацій і відповідно втрат у мережах шляхом раціонального їх проектування та планування (електромережі, паро-, водо- і газопроводи);
- усунення можливостей перетинання руху людей зі шляхопроводами, комунікаціями, залізничними коліями, маршрутами проїзду транспорту завдяки запланованому спорудженню переходів;

- групування однорідних за характером виробництва основних та допоміжних цехів в особливі відокремлені блоки в одній будівлі, що зменшує розміри території, скорочує довжину внутрішньозаводських шляхів та комунікаційних ліній і, відповідно, витрати на транспортування, благоустрій і огорожування території;

- створення окремих зон гарячих, енергетичних, холодних цехів та загальнозаводських служб, що сприяє забезпеченню належних організаційно-виробничих, санітарно-гігієнічних умов праці;

- урахування переважних напрямів повітря, найсприятливіших умов для природного освітлення і провітрювання виробничих приміщень, а також взаємного розташування будівель і відстані між ними відповідно до встановлених санітарно-технічних та пожежобезпечних норм;

- уникнення несумісного розташування точних виробництв поряд з цехами, дільницями, на яких технологічні процеси супроводжуються вібрацією підлоги та ґрунту;

- використання рельєфу місцевості, урахування розташування залізничних шляхів, високовольтних електричних мереж, житла та соціальної інфраструктури.

Показниками раціонального планування виробництва і підприємства в цілому є розмір площі території, оптимізація поверховості, протяжність комунікацій, ступінь забудовлі, забезпечення санітарно-гігієнічних норм і виробничих умов, наявність резервних площ для розширення і реконструкції підприємства, функціональність конструкції, естетична та архітектурна виразність форм корпусів та службових приміщень.

Деякі з принципових положень раціонального розташування виробничого процесу суперечать одне одному. Наприклад, забезпечення прямоточності переміщення предметів праці потребує монтажу верстатів (робочих місць) в одну лінію, що зумовлює збільшення площі будівель, території, протяжність комунікації. Тому існують різні компромісні підходи до проектування будівельно-архітектурних форм виробничих будівель, споруд та конструктивно-технічні й організаційні рішення щодо розташування технологічного устаткування, які в комплексі забезпечують економію простору, поліпшення умов праці та екологічну складову виробничого процесу.

Проектування і будівництво сучасних підприємств здійснюються за принципом блочно-модульних конструкцій. Його суть полягає в групуванні однорідних елементів виробничої

системи в блоки (дільниці, цехи) та з'єднанні їх у технологічні і предметні модулі (виробництва) вертикального чи горизонтального типу, що забезпечує максимальну раціоналізацію матеріальних, енергетичних та інформаційних зв'язків, удосконалення зв'язків управління, компактність території, скорочення протяжності всіх видів комунікацій, зменшення витрат на будівництво та експлуатацію підприємства.

Критерії розташування виробничих об'єктів. Розміщення виробничих об'єктів є загальною проблемою як нових, так і існуючих підприємств, особливо в процесі реструктуризації і диверсифікації останніх. При їх розміщенні керуються різними критеріями, які визначаються конкуренцією і економічною вигодою.

До критеріїв, що впливають на вибір місця розташування виробничих підприємств, належать: 1) *близькість до споживачів* (швидкість урахування попиту в процесі створення нових товарів та їх поставки); 2) *діловий клімат* (сприятливе для бізнесу законодавство, підтримка підприємництва місцевими органами управління, надання субсидій, податкових пільг тощо); 3) *загальні витрати* (регіональні витрати на вартість землі, споруд, оплату робочої сили, податків, енергетичних ресурсів, а також приховані витрати, що пов'язані з різними посередниками та запізненням реакції на ринок споживачів); 4) *інфраструктура* (наявність розгалуженої і узгодженої транспортної системи, забезпеченість потреб в електроенергії і телекомунікаціях та перспективи їх розвитку); 5) *потенціал трудових ресурсів* (освітній та професійний рівні місцевих працівників, якість підготовки і здібності до навчання); 6) *постачальники* (наявність високопрофесійної та конкурентоспроможної мережі постачальників, близькість їх розташування сприятиме скороченню запасів); 7) *місце розташування інших об'єктів підприємства* (асортимент та обсяги виробництва продукції, що випускається, тісно пов'язані з вибором місця розташування нового виробництва-відділення); 8) *зони вільної торгівлі* (можливість використання імпортованих комплектуючих у готових виробках і отримання відстрочки від оплати митних зборів до моменту доставки виготовленої продукції в країну-споживач); 9) *політичний ризик* (геополітичні зміни та стан реформування економічних відносин у країнах потенційного розташування підприємств); 10) *державні бар'єри* (наявність законодавчих, не-юридичних та культурних обмежень на розташування підприємств); 11) *торговельні союзи* (урахування діючих умов

торговельних угод між країнами, що дають переваги нових ринків або низькі загальні витрати при розміщенні підприємств у країнах союзів); 12) *екологічні вимоги* (наявність екологічного законодавства і ступінь впливу виробництва на довкілля, фінансові наслідки і взаємовідносини з місцевим населенням); 13) *країна-споживач* (зацікавленість країни в розміщенні на своїй території іноземного підприємства, урахування якості життя та освітнього рівня населення); 14) *конкурентоспроможні переваги* (розташування штаб-квартир, баз та окремих частин бізнесу в країнах та регіонах, де сприяють інноваціям і забезпечують ліпші умови для глобальної конкурентоспроможності).

Оптимізація виробничої структури. З метою оптимізації виробнича структура підлягає аналізу за такими показниками:

- розміри виробничих ланок (обсяг випуску продукції, чисельність, вартість основних фондів, потужність енергетичного обладнання);
- ступінь централізації окремих виробництв (співвідношення обсягів робіт спеціалізованих підрозділів до загального обсягу робіт даного виду);
- співвідношення між основними, допоміжними та обслуговуючими виробництвами (частка відповідних виробництв за кількістю робітників, устаткування, розміром виробничих площ, вартості основних фондів);
- пропорційність виробничих ланцюгів, що входять до складу підприємства (за виробничої потужності та трудомісткості);
- рівень спеціалізації окремих виробничих ланцюгів (частка предметно, подетально і технологічно спеціалізованих підрозділів, рівень спеціалізації робочих місць за коефіцієнтом закріплення операцій);
- ефективність просторового розташування підприємства (коефіцієнт забудови, використання площі виробничих площ або території);
- характер взаємозв'язків між підрозділами (визначається кількістю переділів проходження предмета праці до готового продукту, протяжністю транспортних маршрутів, вантажооборотом між переділами).

На підставі аналізу цих показників формують варіанти виробничої структури. Найраціональніший з них вибирають за такими критеріями: максимальна можливість спеціалізації цехів і дільниць, пропорційність їх побудови; відсутність дублюючих та надмірно дрібних побудов; безперервність і прямоточність вироб-

ництв; можливість розширення та перепрофілювання виробництва без його зупинки.

Тенденції розвитку й удосконалення виробничих структур.

Ефективність виробництва значною мірою залежить від раціональності його структури. Проблеми вибору оптимальної та вдосконалення існуючої структури завжди виникають під час створення нових, реконструкції або розширення діючих підприємств, зміни профілю їх діяльності, переходу на випуск іншої продукції. Серед напрямів проектування та вдосконалення виробничої структури можна виділити такі основні:

1) оптимізація розмірів підприємства, яка передбачає виробництво та збут продукції з мінімальними витратами за даних параметрів техніки (продуктивність, потужність) і технологічних процесів, умов та методів організації виробництва, місцезнаходження та зовнішнього середовища;

2) поглиблення спеціалізації основного виробництва, яка полягає у виборі її форми для виробничих підрозділів, відповідності типу, масштабу виробництва та незмінності обраної форми спеціалізації для однакових виробничих умов. При цьому широкий розвиток агрегатної, подетальної та технологічної спеціалізації створює передумови для переходу від технологічної структури до предметної, де є можливість застосування агрегатних верстатів, уніфікованих вузлів та спеціального автоматичного устаткування в разі створення поточних автоматичних ліній. Такий підхід дає змогу підвищити продуктивність праці, знизити собівартість продукції, а також витрати на устаткування і терміни його освоєння;

3) розширення кооперації з технічного обслуговування виробництва, суть якої полягає у формуванні централізованих, відносно самостійних допоміжних виробництв (малих підприємств) на самому заводі або закріпленні в угодах з виробниками і постачальниками обладнання їхніх обов'язків з його технічного обслуговування в процесі експлуатації.

Орієнтація на ринкові потреби передбачає постійні структурні перетворення виробничої системи різних рівнів. Сучасні тенденції структурних перетворень ґрунтуються на системному підході, що має такі складові: створення достатньо автономних та самостійно взаємодіючих виробничих підрозділів; розвиток горизонтальних, а не вертикальних зв'язків; гнучке використання робочої сили; упровадження творчих ідей у виробництво; пристосування виробництва до замовлень ринку й організація виробництва дрібними партіями продукції; створення

безперервно-потоків систем багатопредметного виробництва; відмова від страхових запасів. Сучасні методи організації виробництва базуються на формуванні комплексних автономних дільниць з предметною спеціалізацією.

Сучасні погляди на просторове розташування устаткування і формування виробничих структур відображають перспективи їх розвитку, у процесі якого підвищуються гнучкість випуску виробів і маневреність робочих місць (тобто можливість змінювати їх розміри та кількість робочих місць), зростає надійність за рахунок підвищення якості звичайних профілактичних ремонтів та обслуговування, а також збільшується випуск високоякісної продукції за рахунок поліпшення технічної оснащеності й удосконалення навчання робітників.

Під час швидких змін попиту на конкретні вироби найефективнішими є комбінації складальних ліній з виробничими (технологічними) осередками. Формування технологічних осередків ґрунтується на груповій технології, коли різне устаткування групується для виконання операцій з кількома виробами, однорідними за конструктивно-технологічними ознаками. Такий принцип широко застосовується в металообробці, на складальних лініях і особливо в дрібносерійному виробництві та працюючому за замовленнями.

Перехід від організації виробництва і розташування устаткування, орієнтованих на технологічний процес, до організації виробничих осередків за принципом групової технології передбачає здійснення таких заходів:

1. Ідентифікація та групування компонентів (деталей) виробів за спільністю операцій обробки.

2. Визначення структури домінуючих потоків обробки групи компонентів, на основі яких розташовуються або перерозміщуються технологічні процеси.

3. Фізичне групування устаткування і технологічних процесів в осередки.

Якщо деякі компоненти неможливо включити до складу будь-якої групи, а спеціалізоване устаткування не можна розмістити в одному з осередків через виконання робіт, що належать до різних осередків, тоді формується окремий осередок «залишків».

Технологічні осередки вважаються доцільними, якщо є окремі групи компонентів (деталей) виробу; кілька верстатів кожного типу, що дає змогу виводити з осередку будь-який

верстат без зменшення його пропускної спроможності; робочі центри, які являють собою окремі важкі верстати, що легко пересуваються,

а також просто прикріплюються до підлоги.

Робочий центр — це частина виробничого простору, на якому відповідним чином організовані виробничі ресурси та праця. Він може складатися з одного верстата, їх групи або дільниць, де виконується певний тип робіт. Згідно з функціональним призначенням робочі центри можуть бути основою цехової структури або більш досконалих структур на зразок продуктового потоку, складальної лінії або групового технологічного осередку.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. У чому полягає просторове розташування виробничого процесу і його вплив на виробничий цикл?
2. Охарактеризуйте основні принципи просторових зв'язків у виробничій системі.
3. Що розуміється під системоутворюючими зв'язками?
4. Дайте визначення виробничої структури і охарактеризуйте її складові.
5. Охарактеризуйте основні вимоги до побудови раціональної виробничої структури.
6. Укажіть сферу застосування технологічної структури, її переваги та недоліки.
7. Визначте перспективи поширення виробничої структури за предметною спеціалізацією і якому типу вона притаманна?
8. У яких виробництвах застосовується змішана (предметно-технологічна) виробнича структура і чому?
9. За якими показниками можна охарактеризувати виробничу структуру, провести аналіз і визначити напрями її раціоналізації?
10. Що являє собою генеральний план підприємства і за якими принциповими положеннями він розробляється?
11. Охарактеризуйте конкретні шляхи вдосконалення діючих виробничих структур та основні підходи до вибору нових.
12. Які існують тенденції розвитку виробничих структур?

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ В ЧАСІ

7.1. ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ

Сутність і види циклів. Просторове розташування об'єктів у певній послідовності один за одним передбачає, що операції процесу в часі мають виконуватися в тій самій послідовності. Часові зв'язки розглядаються як відрізки (моменти) часу здійснення окремих стадій сукупного чи часткового процесу або як його проміжні чи кінцеві результати. Таким чином, часові відношення між елементами процесу пов'язані з просторовими.

Системні властивості часових зв'язків виявляються в з'єднанні речових елементів процесу в просторі і в часі таким чином, щоб функціонування елементів системи (підрозділів підприємства) забезпечувало виготовлення кінцевого продукту в заздалегідь визначений час.

Усі види зв'язків елементів виробничої системи в часі забезпечують її життєдіяльність або роботу в запрограмованих параметрах і здійснюються через матеріальні, енергетичні та інформаційні потоки. Порушення будь-яких потоків між елементами системи виводять її з рівноваги, роблять неможливим досягнення кінцевого результату.

Дотримання комплексу принципів раціональної організації виробничого процесу вможливує виконання всіх часткових процесів у найкоротший строк з мінімальними витратами живої праці, а також матеріальних ресурсів і коштів. Проте не завжди скорочення часу на виконання окремої операції веде до скорочення тривалості всього процесу, оскільки виникають великі перерви між операціями або частковими процесами. Однією з найважливіших вимог до раціональної організації є забезпечення найменшої тривалості виробничого процесу, тобто циклу виготовлення продукції.

Під виробничим циклом розуміється календарний проміжок часу з моменту запуску сировини, матеріалів у виробництво до

повного виготовлення готової продукції або період від початку до закінчення якогось виробничого процесу. Тривалість виробничого циклу розраховується в одиницях календарного часу (години, дні, місяці).

Виробничий цикл як відрізок часу починається з моменту початку виробничого процесу і закінчується моментом виходу готового виробу або партії деталей, складальної одиниці. Так, для простого процесу виробничий цикл починається з запуску у виробництво заготовки (партії заготовок) і закінчується випуском готової деталі (партії деталей). Виробничий цикл складного процесу складається із сукупності простих процесів і починається з запуску у виробництво першої заготовки деталі, а закінчується випуском готового виробу або складальної одиниці.

Важливими складовими виробничого циклу є технологічний і операційний цикли, кожний з яких має свої особливості. *Операційний цикл являє собою час виконання однієї операції, протягом якого виготовляється одна деталь, партія деталей або кілька різних деталей. Під технологічним циклом розуміється час виконання технологічних операцій у виробничому циклі.*

Виробничий цикл виготовлення всіх видів продукції (від виготовлення заготовок, деталей до складання виробів) використовується при: розробленні виробничих програм підприємства та його підрозділів; визначенні нормальних розмірів незавершеного виробництва, побудові графіків матеріального забезпечення виробництва; оперативній підготовці виробництва; установленні термінів запуску деталей у виробництво, виходячи з термінів випуску готової продукції; випередженні в роботі цехів (дільниць), а також для здійснення контролю за діяльністю виробничих підрозділів. Таким чином, основою організації виробничого процесу в часі є виробничий цикл.

Тривалість виробничого циклу залежить від: трудомісткості виготовлення готового виробу, що визначається технічно обґрунтованими нормами часу; часу виконання допоміжних операцій; часу природних процесів; тривалості перерв у виробничому процесі; кількості предметів праці, які одночасно запускаються у виробництво (розміру партії); виду руху оброблюваного предмета по операціях виробничого процесу.

Структура виробничого циклу. Структура виробничого циклу виготовлення будь-якої продукції складається з часу виробництва й часу перерв.

Затрати часу, що входять до складу виробничого циклу, відображені на рис. 7.1.

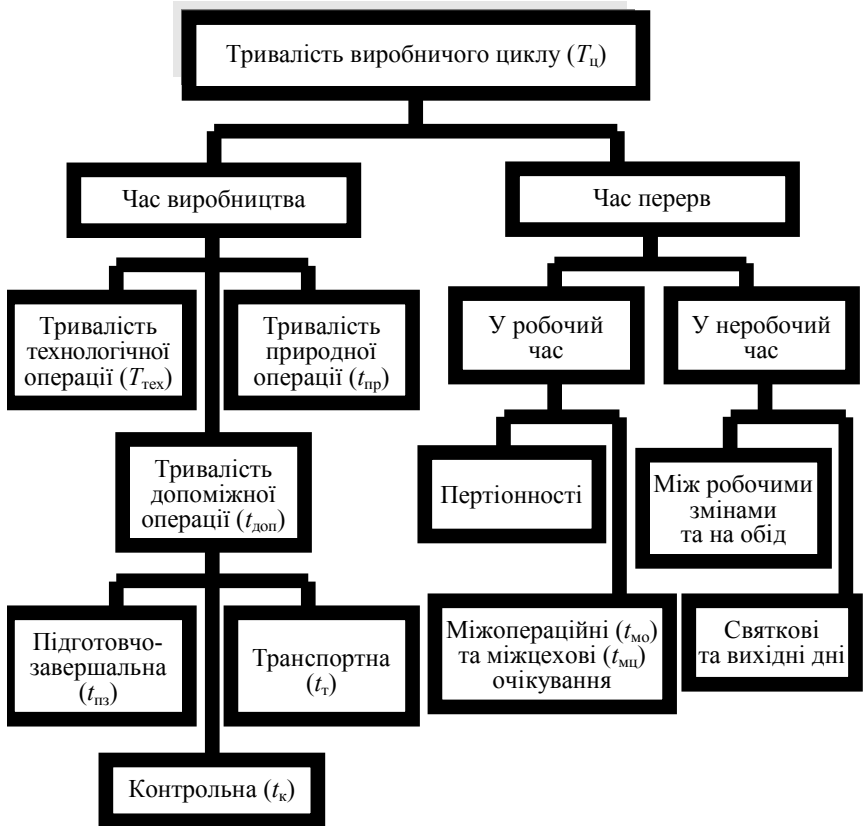


Рис. 7.1. Структура виробничого циклу

Час виробництва складається з тривалості виконання технологічних операцій ($T_{\text{тех}}$); допоміжних операцій: підготовчо-завершальних ($t_{\text{пз}}$), транспортно-складських ($t_{\text{т}}$), контрольних ($t_{\text{к}}$); природних операцій ($t_{\text{пр}}$).

Час перерв ділиться на перерви в робочий час і в неробочий час. Останні так звані регламентовані перерви (між змінами, на обід, святкові та вихідні дні). Перерви в робочий час складаються

з перерв партійності, міжопераційного ($t_{мо}$), міжцехового ($t_{мц}$) і міжзмінного очікування.

Перерви партійності виникають під час оброблення деталей партіями, коли кожна деталь, що надходить на робоче місце у складі партії аналогічних деталей, пролежує двічі: один раз до початку оброблення, а другий раз до закінчення оброблення всієї партії перед її транспортуванням на наступну операцію. Ці перерви розраховуються разом із тривалістю технологічних операцій і складають операційний цикл (T_0).

Перерви міжопераційного очікування виникають через неузгодженість тривалості суміжних операцій технологічного процесу, що зумовлене простої предметів праці до моменту звільнення робочих місць (устаткування) для проходження обробки на черговій операції.

Перерви міжцехового очікування виникають за різночасного виготовлення деталей, що входять до одного комплекту. Їх іноді називають перервами очікування комплектації, вони можуть бути внутрішніми та міжцеховими. Як правило, такі перерви виникають під час переходу продукції від однієї стадії виробництва до іншої або з одного цеху в інший. Тривалість цих перерв багато в чому залежить від якості оперативного-виробничого планування.

Перерви в неробочий час зумовлені режимом роботи підприємства, їх тривалість залежить від кількості вихідних, святкових днів і робочих змін, тривалості перерв між ними, а також перерв на обід.

Перерви також бувають *вимушеними* з таких причин: незадовільна організація виробництва на даному підприємстві (неналежна організація робочих місць, невчасна подача матеріалів або інструменту, низька якість технічної документації або затримка її підготовки, недоліки ремонту); випадкові обставини, наприклад, затримка надходження матеріалу від постачальника, вимикання електроенергії, аварії устаткування, брак деталей і т. д.

Структура виробничого циклу, тобто склад і співвідношення його елементів, залежить від особливостей продукції, технологічних процесів її виготовлення, типу виробництва, рівня організації виробничого процесу та інших чинників. У безперервних виробництвах (хімічне, металургійне та ін.) найбільша частка у виробничому циклі припадає на час виробництва.

У дискретних виробництвах (наприклад, у машинобудуванні)

перерви становлять 70—75 % загальної тривалості виробничого циклу. Зі збільшенням серійності виробництва частка перерв знижується.

Шляхи скорочення виробничого циклу. Важливість скорочення виробничого циклу визначається економічними інтересами продуцентів. Чим менша тривалість виробничого циклу, тим більше продукції за одиницю часу при інших рівних умовах можна випустити на підприємстві, у цеху або на дільниці; тим вище використання основних фондів підприємства; тим менша потреба підприємства в оборотних коштах за рахунок прискорення їх обертання; тим більше скорочується незавершене виробництво; тим вища фондовіддача і т. д.

У практичній діяльності підприємств скорочення тривалості виробничого циклу здійснюється одночасно за трьома напрямками: зменшення часу робочого періоду (трудових процесів), скорочення часу природних процесів, усунення та зведення до мінімуму різних перерв. Це забезпечується двома шляхами: а) удосконалюванням техніки й технології і б) підвищенням рівня організації виробництва. Розроблення заходів із скорочення виробничого циклу ґрунтується насамперед на принципах пропорційності, паралельності та безперервності.

Технологічний час і час перерв значно скорочуються в результаті удосконалювання конструкцій продукції, що випускається, підвищення рівня її технологічності, упровадження найбільш раціональних високоефективних технологічних процесів.

Під удосконаленням технологічних процесів розуміють їх комплексну механізацію та автоматизацію, упровадження швидкісних режимів різання, концентрацію операцій, яка передбачає багатоінструментальну й багатопредметну обробку або суміщення в одному робочому циклі кількох різних технологічних операцій.

Підвищення технологічності конструкцій виробів полягає у максимальному наближенні їх параметрів до вимог технологічного процесу та технічних і організаційних можливостей підприємства. Наприклад, раціональне розчленування конструкції виробу на вузли та дрібні складальні одиниці є важливою умовою для паралельного складання і, відповідно, скорочення тривалості виробничого циклу.

Скорочення трудомісткості технологічних операцій досягається шляхом використання досконалішого інструменту, заміни металу пластмасами, застосування ефективного

спеціального та універсального оснащення, використання ПЕОМ, що дають змогу вибирати оптимальні режими обробки деталей.

Підготовчо-завершальний час також підлягає зменшенню, особливо в частині переналагодження устаткування, яке доцільно виконувати в неробочі зміни, в обідні та інші перерви. У сучасній практиці скорочення періоду такої роботи досягається завдяки груповій обробці деталей, типовим і універсальним налагодженням.

Зменшення тривалості транспортних і складських операцій може бути досягнуто в результаті перепланування устаткування на основі принципу прямоточності, механізації й автоматизації підйому та переміщення продукції за допомогою різних засобів.

Скорочення часу на контрольні операції досягається впровадженням передових методів і прийомів їх здійснення, використанням засобів механізованого та автоматизованого контролю, які вмонтовуються в устаткування, суміщенням із часом виконання технологічних, транспортних і складських операцій. Використання статистичних методів контролю якості продукції і регулювання технологічних процесів дає можливість перейти від суцільного контролю до вибіркового, знижуючи тим самим час контрольних операцій.

Скоротити виробничий цикл можна шляхом штучної інтенсифікації природних процесів. Наприклад, прискоренням охолодження деталей, упровадженням примусової циркуляції повітря, заміною природного сушіння фарбованих деталей індукційним сушінням у полі струмів високої частоти, застосуванням штучного старіння відповідальних деталей у термічних печах.

Скорочення часу міжопераційних перерв забезпечується переходом від послідовного до паралельно-послідовного і далі до паралельного руху предметів праці. Такому скороченню часу також сприяє організація цехів та дільниць за принципом предметної спеціалізації, яка територіально наближує різні стадії виробництва, спрощує й скорочує внутрішньозаводські та внутрішньоцехові маршрути руху заготовок і виробів. Підвищення паралельності виконання робіт скорочує технологічну трудомісткість і час на транспортування.

Час перерв може бути скорочений шляхом збільшення змінності роботи, раціоналізації відпочинку робітників, застосування ефективних систем оперативно-календарного планування.

Скорочення часу перерв, що зумовлені аваріями устаткування, нестачею матеріалів, оснащення та іншими причинами

незадовільної організації виробництва, також позитивно впливає на тривалість виробничого циклу.

З метою виявлення резервів скорочення тривалості виробничого циклу проводяться маршрутні фотографії. У результаті аналізу тривалості виробничого циклу можна виявити такі шляхи його скорочення, як зменшення розміру партії деталей, визначення порядку запуску деталей в обробку, розширення змінності роботи устаткування, оптимізація виробничого циклу під час обробки деталей кількох найменувань за рахунок визначення черговості їх запуску. Останнє завдання може вирішуватися методами лінійного й динамічного програмування, послідовного конструювання за допомогою гілок і меж у вигляді дерева, матричними методами моделювання виробничого процесу.

Чинники виробничого циклу. У більшості випадків у простому виробничому процесі деталі (заготовки) виготовляються партіями, які послідовно обробляються на всій сукупності операцій. Процес виготовлення партій деталей, що просувається через багато операцій, складається із сукупності операційних циклів.

Сукупність операційних циклів, а також спосіб сполучення в часі суміжних операційних циклів та їх частин створюють часову структуру багатоопераційного технологічного циклу.

Тривалість багатоопераційного технологічного циклу істотно залежить від способу сполучення в часі операційних циклів та їх частин, а також від виду руху партії деталей по операціях. Вибір виду руху визначає ступінь безперервності та паралельності виробничого процесу, що обумовлює тривалість виробничого циклу виготовлення партій деталей.

Визначення тривалості виробничого циклу в машинобудуванні характерне для чотирьох типових варіантів: обробка однієї деталі якогось найменування; обробка кількох деталей одного найменування; виготовлення виробу якогось найменування; виготовлення кількох виробів того самого найменування.

У загальному вигляді тривалість виробничого циклу розраховується для окремих деталей, вузлів, виробів, а також для їх партій:

$$T_{ц} = \sum_1^m T_o + \sum_1^i t_{пр} + \sum_1^n t_{п-з} + \sum_1^j t_{тр} + \sum_1^x t_{к} + \sum_1^y t_{мо} + \sum_1^z t_{мц} ,$$

де T_o , $t_{пр}$, $t_{п-з}$, $t_{тр}$, t_k , $t_{мо}$, $t_{ми}$ — час технологічних операцій, природних процесів, підготовчо-завершальних, транспортних операцій, контрольних операцій, міжопераційної і відповідно міжцехової (міжзмінної) паузи в обробленні деталей;

m , i , n , j , x , y , z — кількість технологічних, природних, підготовчо-завершальних, транспортних, контрольних операцій і перерв відповідно.

У деяких випадках час виконання підготовчо-завершальних, транспортних і контрольних операцій може частково або повністю збігатись із часом перерв. Час перекриття окремих елементів виробничого циклу в його тривалість не включається, тому тривалість циклу звичайно менше суми всіх його складових.

Міжцехові перерви визначаються дослідним шляхом, виходячи з конкретних умов виробництва і прийнятої системи оперативного планування.

Перерви, що виникають унаслідок незадовільної організації виробництва і випадкових обставин, у тривалість виробничого циклу не включаються.

Величина $T_{ц}$ для різноманітних об'єктів може коливатися від кількох хвилин (простіші деталі) до кількох місяців чи років (унікальне устаткування, великі технічні комплекси тощо), тому розраховується у хвиликах, годинах, змінах, робочих і календарних днях. Якщо $T_{ц}$ розраховується в календарних днях, беруться до уваги всі складові, які показані на рис. 7.1, якщо — в робочих днях, то вихідні та святкові дні не враховуються; у разі розрахунку $T_{ц}$ в годинах не враховуються також перерви між робочими змінами.

Тривалість структурних складових виробничого циклу залежить від чинників конструкторського, технологічного й організаційного характеру (табл. 7.1).

На тривалість виробничого циклу істотно впливають розмір партій деталей і вид руху предметів праці в процесі їх обробки.

Партією називається кількість деталей, які безперервно обробляються на кожній операції виробничого процесу з однократною витратою підготовчо-завершального часу.

Робота партіями організується в серійному і великосерійному виробництві. Розмір партії впливає на багато сторін виробничої діяльності підприємства. Чим більша партія, тим рідше здійснюється переналагодження устаткування, забезпечується краще його використання, підвищується продуктивність праці, знижується собівартість продукції. Проте великі партії

збільшують незавершене виробництво, скорочують оборотність оборотних коштів, збільшують тривалість циклу виробництва.

Таблиця 7.1

ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТРИВАЛІСТЬ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ

№ п/п	Структурні складові циклу	Чинники		
		конструкторські	технологічні	організаційні
1	Час технологічних операцій	Структура виробу, його кількісний склад Габарити, маса виробу Складність і точність деталей Матеріаломісткість конструкції Рівень стандартизації та уніфікації	Складність технологічного процесу, відповідність його типу та обсягу виробництва Технічний рівень знарядь праці Ступінь прогресивності технологічного оснащення	Рівень організації робочого місця і система його обслуговування Система планування та контролю Форми і системи оплати праці
2	Час транспортних операцій	Габарити і маса деталей та виробу в цілому Кількість деталей та складальних одиниць	Ступінь прогресивності застосування транспортних засобів та операцій	Рівень організації транспортування Наявність засобів транспортування та їх відповідність предметам праці, що переміщуються Маршрутизація перевезень
3	Час технологічного контролю	Структура виробу Габарити та маса Складність деталей та вимоги до їх якості	Ступінь технологічності процесів контролю Технічний рівень контрольно-виміральної апаратури та пристроїв	Рациональність системи технічного контролю та її організаційне забезпечення

На розмір партії впливають: кількість закріплених за кожною одиницею устаткування деталей, складність і трудомісткість виготовлення деталей; тривалість циклу виробництва окремих деталей; співвідношення між часом на налагодження устаткування і часом на виготовлення партії на головній (тривалій) операції; співвідношення між місячною програмою й розміром партії; габарити деталей; характер міжцехових зв'язків.

В основі визначення розміру партії залежно від конкретних умов виробництва лежать такі чинники, як трудомісткість, рівень використання устаткування, продуктивність праці та ін. Для цього всі деталі, що обробляються, класифікуються за розмірами, трудомісткістю обробки, періодичністю запуску, місячною потребою в них.

Розмір партії простих деталей установлюється з урахуванням їх місячної, квартальної потреби. Для складних і великогабаритних деталей розмір партії встановлюється з огляду на наявність площ для їх збереження. Оптимізація розміру партії з урахуванням таких умов полегшує планування, створює передумови для організації рівномірної роботи.

Для розрахунку розміру партії застосовується кілька методів. Найпростіший і найпоширеніший — метод визначення розміру партії деталей за співвідношенням підготовчо-завершального на партію часу до штучного часу найтрудомісткішої операції.

Розрахунок розміру партії здійснюється за формулою:

$$n = \frac{T_{п-з}}{t_{шт} \cdot K_{пн}},$$

де $T_{п-з}$ — підготовчо-завершальний час на партію;

$t_{шт}$ — штучний час найтривалішої операції;

$K_{пн}$ — коефіцієнт допустимих утрат часу на переналагодження устаткування, залежно від складності устаткування його значення береться в межах 0,03—0,1.

Розмір партії коректується з урахуванням змінної продуктивності устаткування, стійкості оснащення, оперативних графіків виробництва, ємності тари і т. д.

У випадках, коли дільниця або цех працюють безпосередньо на споживача, розмір партії деталей має дорівнювати або бути кратним денній (тижневій) потребі споживачів і забезпечувати їх рівномірну роботу.

У загальному вигляді економічно оптимальний розмір партії ($n_{\text{опт}}$) обробки деталей (виробів) визначається за формулою:

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2N \cdot B_{\text{н.уст}}}{C_{\text{д}} \cdot \beta}},$$

де N — річна програма випуску предметів (заготовок деталей);

$B_{\text{н.уст}}$ — загальні витрати на здійснення одного налагодження устаткування для обробки партії предметів;

β — затрати та витрати, що пов'язані зі створенням і збереженням деталей (заготовок) у заділі в частках від $C_{\text{д}}$;

$C_{\text{д}}$ — вартість обробки деталей (заготовок).

7.2. РОЗРАХУНОК ТРИВАЛОСТІ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ ПРОСТОГО ПРОЦЕСУ

Як відомо з раніше викладеного матеріалу, для простого процесу здебільшого характерне виготовлення деталей (заготовок) партіями. Основу виробничого циклу становить технологічний цикл, який складається з операційних циклів. *Операційний цикл* — це тривалість закінченої частини технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці.

Тривалість операційного циклу обробки партії деталей на одній операції дорівнює:

$$T_o = n \frac{t_{\text{шт}}}{\text{РМ}},$$

де n — кількість деталей у партії;

$t_{\text{шт}}$ — час обробки однієї деталі;

РМ — кількість робочих місць або устаткування, на яких здійснюється дана операція.

Тривалість операційного циклу (T_o) для партії деталей, що обробляються на кількох операціях, залежить не тільки від зазначених величин, а й від способу передавання деталей з операції на операцію — поштучно, усією партією або її частинами. При виготовленні партії однакових предметів праці може використовуватися один з видів руху предметів праці по операціях технологічного процесу (три види сполучення операцій): послідовний, паралельний, паралельно-послідовний. Таким чином, моделюються варіанти досягнення скорочення тривалості виробничого циклу (рис. 7.2).

Кожний із цих видів характеризується певними умовами передавання виробів від одного робочого місця до іншого, роботи устаткування й пауз в обробці деталей.

Послідовний вид руху партії деталей. Сутність цього виду руху характеризується такими умовами: виробляючи передаються на кожну наступну операцію всією партією після обробки її на попередній; устаткування в межах обробки партії виробів працює без простоїв. Тривалість операційного циклу обробки партії деталей визначається за формулою на основі графіка (рис. 7.2):

$$T_o^{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{\text{РМ}_i},$$

де n — кількість деталей у партії;

m — кількість операцій, на яких обробляється партія деталей ($i = 1, \dots, m$);

t_i — штучний час обробки однієї деталі на i -й операції, хв;

PM_i — кількість робочих місць на i -й операції.

Приклад. Партія деталей із 3 шт. обробляється на чотирьох операціях тривалістю $t_1 = 2$, $t_2 = 1$, $t_3 = 3$, $t_4 = 2$ хв. На операціях по одному робочому місцю.

Час обробки всієї партії дорівнює:

$$T_o^{\text{посл}} = 3 \left(\frac{2}{1} + \frac{1}{1} + \frac{3}{1} + \frac{2}{1} \right) = 24 \text{ хв.}$$

З рис. 7.2 очевидно, що тривалість технологічного циклу в послідовному виді руху предметів праці складається з часу обробки партії деталей на кожній операції, тобто з їх операційних циклів ($n \cdot t$). Тривалість технологічного циклу пропорційна розміру партії й часу виконання операцій. При цьому мають місце значні перерви партійності. Це пов'язано з тим, що кожна деталь партії, за винятком першої й останньої, пролежує на кожній операції двічі: перед початком обробки і після неї до закінчення обробки останньої деталі в партії.



Рис. 7.2. Графіки руху партій деталей по операціях

Загальний час внутрішньопартійного пролежування однієї деталі на всіх операціях визначається за формулою:

$$t_{\text{пр}} = T_{\text{ц(посл)}} - t_{\text{обр}},$$

де $t_{\text{обр}}$ — сумарний час обробки однієї деталі на всіх операціях технологічного процесу ($2 + 1 + 3 + 2 = 8$ хв).

У даному прикладі $t_{\text{пр}} = 24 - 8 = 16$ хв. Загальний час пролежування всіх деталей у партії (для визначення величини незавершеного виробництва) розраховується таким чином:

$$T_{\text{пр}} = n \cdot t_{\text{пр}} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ хв.}$$

Виробничий цикл завжди триваліший за технологічний, тому що поряд з виконанням технологічних операцій він охоплює час на виконання контрольних і транспортних операцій, час на природні процеси та час на різні перерви. Коли обробляються партії однорідних предметів праці, виробничий цикл за послідовним видом руху в календарних днях визначається за загальною формулою:

$$T_{\text{ц}}^{\text{посл}} = \frac{K_{\text{к}}}{60 \cdot S \cdot T_{\text{зм}}} \left[n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{\text{PM}_i} \right) + \sum_{i=1}^m t_{\text{п-з},i} + \sum_{i=1}^{km} t_{\text{к},i} + \sum_{i=1}^{T_{\text{пр}}} t_{\text{тр},i} + m \cdot t_{\text{ср.мо}} + \sum_{i=1}^{P_{\text{пр}}} t_{\text{пр}i} \right],$$

де $K_{\text{к}}$ — коефіцієнт календарності;

S — кількість змін на добу;

$T_{\text{зм}}$ — тривалість однієї зміни, год.

Для відображення тривалості виробничого циклу в календарних днях ураховується співвідношення календарних і робочих днів у році, тобто коефіцієнт календарності

$$\left(K_k = \frac{D_k}{D_p} \right).$$

Наприклад,

$365 : 255 = 1,4$. Тривалість циклу, обчислена в робочих днях (як відношення тривалості циклу в годинах до кількості годин роботи протягом доби), помножується на коефіцієнт календарності.

Решта елементів виробничого циклу — $t_{п-з}$, $t_{пр}$, t_k , $t_{мо}$ визначаються з допомогою нормативів, розрахунків і дослідним шляхом.

Підготовчо-завершальний час визначається за нормативними картами трудомісткості, що розробляються в процесі технічного нормування.

Час природних процесів береться за мінімальним часом їх здійснення на основі вимог технології.

Час на транспортування й контроль урахує тільки такий час, що не перекривається іншими елементами циклу і визначається розрахунковим шляхом. Зазвичай час на транспортування й контроль перекривається часом міжопераційних очікувань.

Міжопераційні та міжзмінні перерви (паузи) мають значну частку в тривалості виробничого циклу і визначаються розрахунковим шляхом на підставі графіків завантаження робочих місць обробкою окремих партій деталей, які складаються в процесі оперативного планування виробництва. Для визначення нормативів міжопераційних перерв також застосовується аналітичний метод, який ґрунтується на кореляційному аналізі. Як показали дослідження, на величину міжопераційних перерв впливають у першу чергу коефіцієнт закріплення операцій $K_{з,о}$ та кількість операцій технологічного процесу. Чим вищий $K_{з,о}$, тобто нижчий рівень спеціалізації, і більша кількість операцій, через які проходить деталь, тим більші міжопераційні перерви між кожною парою суміжних операцій. Міжопераційні перерви стають також тривалішими в разі збільшення партій деталей. З переходом від послідовного руху до паралельно-послідовного міжопераційні перерви скорочуються, досягаючи мінімальної величини, або повністю ліквідуються при паралельному русі.

Середня тривалість однієї перерви між парою суміжних операцій визначається аналітичним шляхом. Тоді загальна тривалість міжопераційних перерв дорівнюватиме:

$$\sum_{i=1}^m t_{\text{мо}} = t_{\text{мо.ср}} \cdot m ,$$

де m — кількість операцій.

У практичній діяльності з причин незначної величини в розрахунок тривалості виробничого циклу деякі затрати часу не включаються. Його тривалість, як правило, враховує три основні складові: *тривалість технологічного циклу (з урахуванням перерв партійності), час природних процесів, час перерв, які не перекриваються технологічним циклом.*

Перевагою послідовного виду руху є відсутність перерв у роботі робітників і простоїв устаткування в межах обробки однієї партії виробів. Недоліками такого виду руху є: по-перше, деталі пролежують тривалий час із причин перерв партійності, що робить великим обсяг незавершеного виробництва. По-друге, відсутність паралельності в обробці значно збільшує тривалість технологічного (виробничого) циклу. Проте послідовний вид руху відрізняється простотою організації і використовується в одиничному і дрібносерійному організаційних типах виробництва, де достатньо широка номенклатура виробів, обробка й складання вузлів здійснюються невеликими партіями, що приводить до скорочення перерв партійності та їх впливу на тривалість виробничого циклу.

Паралельний вид руху партій деталей. Сутність паралельного виду руху (рис. 7.2) полягає в тому, що деталі (поштучно або транспортними партіями) передаються на наступну операцію негайно після закінчення обробки на попередній операції, незалежно від часу виконання суміжних операцій та готовності всієї партії. Таким чином, обробка деталей партії здійснюється одночасно на багатьох операціях. Кількість деталей у транспортній партії (p) установлюється практичним шляхом. У разі поштучного передавання $p = 1$. Тут немає пауз в обробленні деталей (перерв партійності), що веде до скорочення тривалості технологічної частини виробничого циклу й зменшення незавершеного виробництва.

Правила передбачають таку послідовність побудови графіка паралельного виду руху:

1. Спочатку будується технологічний цикл на всіх операціях для першої деталі або транспортної партії (p),
2. На операції з найтривалішим операційним циклом (t_{max} — головна операція) будується цикл проведення робіт усієї партії (n) без перерв у роботі устаткування.

3. Виходячи з закінчення або початку обробки деталей (транспортних партій) на головній операції поступово добудовуються операційні цикли цих деталей (транспортних партій) на всіх інших операціях, крім першої.

Для визначення тривалості операційного циклу на графіку (рис. 7.2) беруться відрізки часу, що не перекриваються, за формулою:

$$T_o^{\text{пар}} = p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{PM_i} + (n - p) \left(\frac{t_i}{PM_i} \right) \max ,$$

де $\left(\frac{t_i}{PM_i} \right) \max$ — час найтривалішої (головної) операції.

У нашому прикладі $T_o^{\text{пар}} = 1 \cdot 8 + (3 - 1) \frac{3}{1} = 8 + 6 = 14$ хв.

Проте, як видно з рис. 7.2, при паралельному методі обробки деталей на операціях, виконуваних до і після головної, виникають простой устаткування та робітників і внаслідок розбіжностей у тривалості операцій. Вони виникають тим частіше, чим значніша різниця між часом виконання головної та решти операцій. Ефективне застосування цього виду руху потребує встановлення рівності або кратності всіх операцій з обробки даного найменування деталей, тобто їх синхронізації. Практично це забезпечується тільки за потокової організації виробництва, де можна одержати синхронізований графік паралельності процесу, забезпечивши рівність:

$$\frac{t_1}{PM_1} = \frac{t_2}{PM_2} = \dots = \frac{t_m}{PM_m} = \text{const} = \tau ,$$

де τ — такт потоку.

Найпоширенішими способами синхронізації (вирівнювання часу по операціях технологічного процесу) є: розчленовування операцій на переходи і комбінювання різноманітних варіантів порядку їх виконання; групування переходів кількох операцій; концентрація операцій; уведення пропорційних робочих місць на

операціях, тривалість яких кратна такту; раціоналізація робочих прийомів; інтенсифікація режимів роботи; суміщення часу машинної й ручної праці та ін.

Особливої уваги за паралельного виду руху заслуговує головна операція. Скорочення часу на її здійснення веде до зменшення простоїв на всіх інших операціях.

Слід зазначити, що також і при паралельному виді руху партій деталей по операціях спостерігаються простої: по-перше, до початку обробки на першій операції і після закінчення обробки на останній операції; по-друге, деталі пролежують усередині транспортної партії. При цьому загальний час пролежування кожної деталі в партії визначається за формулою:

$$t_{\text{пр}} = T_{\text{ц(пар)}} - t_{\text{обр}}.$$

В даному прикладі $t_{\text{пр}} = 14 - 8 = 6$ хв. Загальний час пролежування всіх деталей у партії (для визначення величини незавершеного виробництва)

$$T_{\text{пр}} = n \cdot t_{\text{пр}} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ хв};$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{пар}} = \frac{K_{\text{к}}}{60 \cdot S \cdot T_{\text{зм}}} \left[p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{\text{PM}_i} + (n - p) \left(\frac{t_i}{\text{PM}_i} \right) \max + m \cdot t_{\text{ср.мо}} + \sum_{i=1}^{\text{Прм}} t_{\text{пр},i} \right].$$

Перевага даного виду руху полягає в забезпеченні: а) найменшої тривалості виробничого циклу й особливо, якщо процес синхронізований; б) рівномірного завантаження робітників та устаткування; в) умов для високопродуктивної праці.

Паралельний рух застосовується в серійному та масово-поточному виробництвах під час виконання операцій рівної або кратної тривалості.

Паралельно-послідовний вид руху. Сутність паралельно-послідовного виду руху (рис. 7.2) полягає в тому, що на кожному робочому місці робота провадиться без перерв, як при послідовному русі, але разом з тим має місце паралельна обробка однієї й тієї самої партії деталей на суміжних операціях. Іншими словами, такий вид руху характеризується порядком передавання предметів праці на наступну операцію, за якого її

виконання починається до закінчення обробки всієї партії на попередній операції, тобто є паралельність виконання операцій. При цьому обробка деталей усієї партії на кожній операції провадиться безперервно.

У разі великих партій предмети праці передаються не поштучно, а частинами, на які поділяється обробна партія (n). Вони називаються транспортними (або передатними) партіями (p).

Можливі два варіанти паралельно-послідовного виду руху:

1) тривалість попередньої операції менша наступної або дорівнює їй. У цьому випадку деталі на наступну операцію передаються поштучно в міру їх готовності, при цьому вони (крім першої) не будуть оброблятися до звільнення робочого місця на наступній операції;

2) тривалість попередньої операції більша наступної або дорівнює їй. На попередній операції створюється запас готових деталей з метою забезпечення безперервності наступної (короткої) операції. Передаючи деталі на наступну операцію, орієнтуються на останню деталь. До початку роботи над нею на наступній операції треба закінчити обробку решти деталей у партії.

У побудові графіка паралельно-послідовного руху треба керуватися такими правилами:

1) якщо періоди виконання суміжних операцій (попередньої та наступної) однакові, то між ними організується паралельна обробка деталей, які передаються з попередньої операції на наступну поштучно або невеликими транспортними партіями одразу після їх обробки;

2) якщо наступна операція триваліша, ніж попередня (у нашому прикладі $t_3 > t_2$), то вона починається пізніше на час, який дорівнює часу обробки одного виробу на попередній операції. У цьому разі транспортну партію (p) можна передавати з попередньої операції на наступну одразу після закінчення її обробки;

3) якщо наступна операція менш тривала, ніж попередня, то вона закінчується пізніше на час, який дорівнює часу обробки одного виробу на даній операції. Це пов'язане з тим, що відсутність простоїв устаткування на наступній операції може бути забезпечена тільки після накопичення перед нею відомого запасу деталей, що дає змогу цю операцію виконати безперервно (у прикладі $t_2 < t_1$; $t_4 < t_3$). Для того щоб визначити момент початку наступної операції, необхідно від точки, яка відповідає закінченню попередньої операції над всією партією (n), відкласти праворуч відрізок, що дорівнює в прийнятому масштабі часу виконання наступної операції над однією транспортною партією (p), а

ліворуч — відрізок часу, який дорівнює тривалості наданої операції над усіма попередніми транспортними партіями.

З рис. 7.2 видно, що тривалість циклу виготовлення партії деталей ($n = 3$) на $m = 4$ операціях при паралельно-последовному русі менша, ніж при последовному русі на сумарний час суміщень, тому що спостерігається паралельне протікання кожної пари суміжних операцій. Таких суміщень стільки, скільки операцій у технологічному процесі за мінусом одиниці ($m - 1$).

Загальна тривалість технологічного циклу за умови паралельно-последовного руху скорочується порівняно з последовним рухом на суму тих відрізків часу $t_0^{\text{пар}}$, протягом яких суміжні операції виконуються паралельно.

$$T_0^{\text{пар-посл}} = T_л^{\text{посл}} - \sum_{i=1}^{m-1} t_i^{\text{пар}} .$$

Таким чином, одержуємо:

$$T_0^{\text{пар-посл}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{\text{PM}_i} - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{\text{PM}_i} \right) \text{кор.сум} .$$

Для нашого прикладу $T_0 = 24 - (3 - 1) \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{2}{1} \right) = 16$ хв. Скорочення часу порівняно з последовним рухом становить $\frac{8}{24} = \frac{1}{3}$ — 16 хв. Але найбільше скорочення технологічного циклу досягається за паралельного руху предметів праці, у наведеному раніше прикладі воно дорівнює 14 хв.

Последовно-паралельний вид руху поєднує в собі переваги последовного і паралельного видів руху, зокрема такі: вироби передаються від одного робочого місця до іншого частинами партій; частини партій вибираються таким чином, щоб устаткування в межах обробки партій деталей не простоювало (як за последовного виду руху) і щоб цикл обробки партій виробів був якомога коротший (як у паралельному виді руху).

За такої організації виробничий цикл виготовлення партії деталей характеризується тим, що, по-перше, його тривалість менша, ніж при послідовному виді руху; по-друге, у ньому відсутні перерви в роботі устаткування й робітників; по-третє, при цьому виді руху загальний час пролежування деталей на операціях набагато менший, ніж при послідовному виді руху.

Загальний час пролежування однієї деталі на всіх операціях технологічного процесу визначається за формулою

$$t_{\text{пр}} = T_{\text{ц}}^{\text{пар-посл}} - t_{\text{обр}}.$$

Для розглянутого прикладу

$$t_{\text{пр}} = 16 - 8 = 8 \text{ хв.}$$

Загальний час пролежування деталей у партії на всіх операціях складає

$$t_{\text{пр}} = n \cdot t_{\text{пр}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ хв.}$$

Тривалість виробничого циклу при послідовно-паралельному русі деталей по операціях розраховується за формулою

$$T_{\text{ц}}^{\text{посл-пар}} = \frac{K_{\text{к}}}{60 \cdot S \cdot T_{\text{зм}}} \left[n \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{\text{PM}_i} \right) - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{\text{PM}_i} \right) \text{кор.сум.} + m \cdot t_{\text{сп.мо}} + \sum_{i=1}^{m-1} t_{\text{при}} \right].$$

Цей метод використовується в разі випуску значної кількості однойменної продукції великими партіями і за значної трудомісткості операцій на дільницях із нерівномірною потужністю устаткування на підприємствах серійного і великосерійного випуску продукції. Його застосування потребує постійної підтримки між операціями мінімальних запасів предметів праці, ретельних попередніх розрахунків, чіткого планування й регулювання виробництва.

За великої номенклатури деталей розрахунки за всіма наведеними формулами потребують багато часу. Тому їх виконують тільки для деталей-представників і визначають коефіцієнт паралельності, який показує співвідношення тривалості операційного циклу для деталей-представників при послідовному й паралельно-послідовному русі:

$$K_{\text{пар}} = \frac{T_{\text{о}}^{\text{пар-посл}}}{T_{\text{о}}^{\text{посл}}}.$$

Потім за наявності $T_{\text{о}}^{\text{посл}}_j$ для кожної j -ї деталі легко можна визначити:

$$T_{\text{о}}^{\text{пар-посл}}_j = T_{\text{о}}^{\text{посл}}_j \cdot K_{\text{пар}}.$$

7.3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ СКЛАДНОГО ПРОЦЕСУ

Загальна тривалість скоординованих у часі простих процесів, що входять у складний процес виготовлення виробів або його партій, являє собою виробничий цикл складного складального процесу. В умовах машинобудівного виробництва за характерний приклад складного виробничого процесу може правити процес створення машини. Він охоплює виробничі цикли виготовлення всіх деталей, складання всіх складальних одиниць (вузли, агрегати, механізми), складання виробу в цілому, його регулювання, обкатування, випробування та контроль, остаточне приймання. У складному виробничому процесі можуть використовуватися всі розглянуті види руху предметів праці по операціях: послідовний, паралельний та паралельно-послідовний. В умовах одиничного виробництва в єдиному циклі, як правило, поєднуються процеси не тільки виготовлення й складання, а й проектування виробу та підготовки його виробництва.

Складний виробничий процес будується на великій кількості складальних, монтажних, регулювально-настроювальних операцій та операцій простих процесів, тому визначення й оптимізація виробничого циклу

потребує багатьох варіантів розрахунків, що неможливо здійснити без спеціальних прикладних комп'ютерних програм та без застосування ЕОТ.

Побудова складного виробничого процесу в часі провадиться для того, щоб визначити виробничий цикл, скоординувати окремі прості процеси, отримати вихідну інформацію для оперативного-календарного планування виробництва і розрахунку операцій запуску-випуску предметів праці.

Метою координації виробничих процесів, що формують складний процес, є забезпечення комплектності і безперервності виробництва при повному завантаженні устаткування, робочих місць та самих робітників.

Структура виробничого циклу складного процесу визначається складом операцій і зв'язками між ними. Склад операцій залежить від номенклатури деталей, складальних одиниць і технологічних процесів виготовлення та складання. Взаємний зв'язок операцій та процесів визначається схемою складання виробу і виробничими умовами. Складальна схема являє собою віяльну діаграму, на якій відображено комплектація окремих вузлів і виробів у цілому (рис. 7.3), а також які вузли, підвузли або дрібні складальні одиниці можна виготовляти паралельно незалежно один від одного, а які — тільки послідовно.

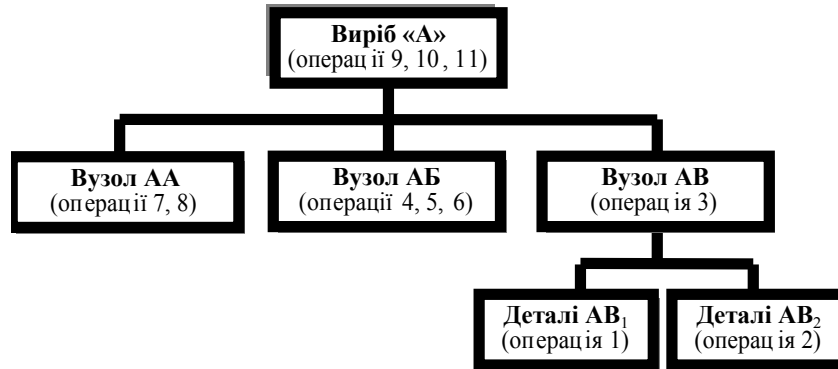


Рис. 7.3. Складальна схема виробу «А»

Особливість розрахунку виробничого циклу складних виробів полягає в тому, що вони запускаються на складання партіями. Партійний метод забезпечує зростання продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення продукції за рахунок: а) застосування найпродуктивнішого процесу; б) скорочення витрат ресурсів; в) зменшення підготовчо-завершального часу на одиницю продукції; г) швидкого опанування робітниками раціональних прийомів і методів складальних робіт; д) спрощення календарного планування виробництва.

Для забезпечення точності розрахунку виробничого циклу використовуються календарно-планові нормативи: розмір партії; кількість партій, що запускаються; ритм. Використовуючи нормативні дані, послідовно визначають: час операційного циклу партій виробів за складальними одиницями; необхідну кількість робочих місць; цикловий графік складання виробів без урахування завантаження робочих місць; закріплення операцій за робочими місцями; стандарт-план складання виробу; уточнений цикловий графік з урахуванням завантаження робочих місць; тривалість виробничого циклу; випередження запуску-випуску за складальними одиницями.

В одиничному та серійному виробництвах важливо спочатку встановити економічно оптимальний розмір партії виробів, який є базовим для розрахунку інших нормативів. Відомо, що необмежене збільшення розміру партії порушує принцип безперервності, оскільки зростають, з одного боку, час пролежування кожної складальної одиниці і, відповідно, тривалість виготовлення партії, а з іншого — незавершене виробництво і додаткові площі для збереження цих складальних одиниць.

На практиці використовують спрощений метод розрахунку оптимального розміру партії. Для цього використовуються відповідна таблиця.

Наприклад, на підприємстві місячна програма випуску виробу «А» становить $N_{\text{вип}} = 700$ шт. Кількість робочих днів у місяці $D_p = 21$, режим роботи дільниці $K_{\text{зм}} = 2$ зміни. Утрати часу на планові ремонти $A_p = 2\%$ номінального фонду часу. У табл. 7.2 наводяться норми часу на виконання операцій з виготовлення деталей та складання виробів, підготовчо-завершальний час, розмір подач складальних одиниць на операції. Графи 6—8 таблиці заповнюються після розрахунку показників.

Послідовність розрахунку така:

1. Установлення межі нормального розміру партії (n_n) виробів

$$n_{\min} \leq n_n \leq n_{\max}.$$

Для цього визначається розмір мінімальної партії, виходячи з затрат часу на переналагодження і поточний ремонт робочих місць ($\alpha_{об}$). Для серійного виробництва $\alpha_{об} = 0,2 - 0,1 \%$, дрібносерійного і одиничного $\alpha_{об} = 2 - 10 \%$.

$$n_{\min} = \frac{(100 - \alpha_{об}) \sum_{i=1}^m T_{п-з_i}}{\alpha_{об} \sum_{i=1}^m T_{шт_i}},$$

де $T_{п-з_i}$ — сумарний час підготовчо-завершального часу на i -ті операції виготовлення партій складальних одиниць;

$T_{шт_i}$ — сумарний штучний час на i -ті операції.

Використовуючи дані табл. 7.2, проведемо розрахунок мінімальної величини партії:

$$n_{\min} = \frac{(100 - 2) \cdot 200}{2 \cdot 113,2} = 86 \text{ шт.}$$

Місячна програма випуску виробів (складальних одиниць) зазвичай вважається як максимальна величина партії (у нашому прикладі $n_{\max} = 700$ шт.). Коригування граничного розміру партії виробів здійснюється, виходячи з мінімального його значення. Спершу встановлюється зручний для планування ритм ($R_{пл}$) періоду черговості партій виробів за таких умов: якщо в місяці 20 робочих днів, ритмами будуть 20, 10, 5, 4, 2, 1; якщо 21 день, ритмами будуть 21, 7, 2, 1; якщо 22 дня, то відповідно — 22, 11, 2, 1.

Період чергування партій виробів розраховується за формулою:

$$R_{пл} = D_p \cdot n_{\min} : n_{\max},$$

де D_p — кількість робочих днів у місяці.

Виходячи з наведеного прикладу, цей період дорівнюватиме:

$$R_{\text{пл}} = 21 \cdot 86 : 700 = 2,58 \text{ дня.}$$

У разі отримання нецілого числа вибирають із зручних для планування ритмів найближче ціле число, яке і буде прийнятим періодом чергування партій ($R_{\text{пр}}$). У даному випадку $R_{\text{пр}} = 3$ дні (з ритмів 21, 7, 3, 1).

Потім відповідно до прийнятого періоду чергування, коригуючи параметри, визначаємо розмір нормальної (оптимальної) партії за формулою:

$$n_{\text{н}} = R_{\text{пр}} \cdot n_{\text{max}} : D_{\text{р}} = 3 \cdot 700 / 21 = 100 \text{ шт.}$$

Отже, виконується умова $86 < 100 < 700$. Нормальний розмір партії має бути кратним місячній програмі випуску (запуску) виробів.

Кількість партій у місяці (X) визначається таким чином:

$$X = n_{\text{max}} : n_{\text{н}} = 700 : 100 = 7 \text{ партій.}$$

Результати розрахунку оптимального розміру партії заносимо в гр. 6 табл. 7.2.

2. Тривалість операційного циклу партій виробів за кожною операцією (t_{in}) розраховується за формулою:

$$t_{\text{in}} = t \cdot n_{\text{н}} + T_{\text{п-зі}} : 60.$$

Для складальної одиниці АВ₁

$$t_{\text{in}} = 7 \cdot 100 + 20 / 60 = 12 \text{ год.}$$

Розрахунки записуються в гр. 7 табл. 7.2.

3. Тривалість операційного циклу партії виробів за складальними одиницями визначається за формулою:

$$T_{\text{о.ек.од}} = \sum_{i=1}^K t_{\text{in}}.$$

де κ — кількість операцій, що входить у складальну одиницю.

Для складальної одиниці АБ

$$T_{\text{ок.од}} = 27 + 21 + 8 = 56.$$

Аналогічно здійснюються розрахунки і за іншими складальними одиницями, результати яких записуються в гр. 8 табл. 7.4.

4. Необхідну кількість робочих місць для складання виробу розраховують так

$$PM_{\text{пр}} = \sum t_{i,\text{шт}} / T_{\text{зм}} \cdot S \cdot R_{\text{пр}}.$$

У нашому прикладі $PM_{\text{пр}} = 192 / 8 \cdot 2 \cdot 3 = 4$ робочих місця.

5. Кількість робітників визначається за формулою:

$$Ч_{\text{р.ск}} = PM_{\text{пр}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot K_{\text{сп}},$$

де $K_{\text{зм}}$ — коефіцієнт змінності;

$K_{\text{сп}}$ — коефіцієнт, що враховує спискову чисельність (можна прийняти $K_{\text{сп}} = 1,1$).

У даному прикладі:

$$Ч_{\text{р.ск}} = 4 \cdot 2 \cdot 1,1 = 9 \text{ осіб.}$$

Таблиця 7.2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ВИРОБУ «А»

Позначення складальних одиниць	№ операції	Штучний час на операцію (t_i), хв	Підготовчо-завершальний час ($t_{п-з}$), хв	Подача складальної одиниці до операції	Розмір партії виробу (n_i), шт.	Тривалість операційного циклу партії/виробів, год	Тривалість операційного циклу партії складальної одиниці, год
АБ ₁	1	7,0	20	3	100	12	12
АВ ₂	2	16,5	30	3	100	28	18
АВ	3	4,7	10	11	100	8	8
АБ	4	15,9	30	5	100	27	56
	5	12,4	20	6	100	21	
	6	4,7	10	10	100	8	
АА	7	7,0	20	8	100	12	40
	8	16,6	20	9	100	28	
А	9	11,3	10	11	100	19	48
	10	7,6	20	11	100	13	
	11	9,5	10	—	100	16	
Усього		113,2	200	—	—	192	192

Побудова циклового графіка складання виробу «А» (рис. 7.4) здійснюється на основі складальної схеми (рис. 7.3), тривалості циклів виготовлення та складання кожної складальної одиниці (гр. 7, 8 табл. 7.2) без урахування завантаження робочих місць. Графік формується у зворотному порядку ходу технологічного процесу, враховуючи час завершення операцій, з яких здійснюється поставка оброблених деталей або складальних одиниць.

Наступним кроком є побудова стандарт-плану складання виробу «А», який має назву циклового графіка з урахуванням завантаження робочих місць. У стандарт-плані цикли окремих операцій проєкціюються на відповідні робочі місця (рис. 7.4, б).

Принцип пропорційності полягає в рівномірному завантаженні робочих місць і робітників. Для його дотримання здійснюється розподіл обсягу робіт по робочих місцях таким чином, щоб тривалість операційного циклу кожної з них не перевищувала їх пропускну спроможність протягом прийнятого періоду чергування партій (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЦИКЛУ

№ робочого місця	№ операції, що закріплена за робочим місцем	Умовне позначення складальної одиниці	Сумарна тривалість операційного циклу, год	Пропускна спроможність робочого місця за $R_{\text{пр}} = 48$ год	Коефіцієнт завантаження робочого місця
4	9, 10, 11	А	48	48	1
3	6, 7, 8	АА, АБ	48	48	1
2	4, 5	АБ	48	48	1
1	1, 2, 3	АВ, АВ ₁ , АВ ₂	48	48	1

Зміщення початку виконання робіт зазвичай пов'язане з завантаженістю робочих місць. Так, зсув початку здійснення операцій 4, 5, 6, 1 (рис. 7.4, б) збільшив тривалість виробничого циклу, спричинивши пролежування складальних одиниць. Завдання полягає в організації виробництва другої, третьої та наступної партій виробів за термінами таким чином, щоб повністю заповнити період чергування цих партій. Після цього графік називатиметься стандарт-планом.

Складальна одиниця	$T_{\text{ск.од.}} \text{ год}$	Випередження, год		Ритм (дні, зміни)																	
				$R_{\text{пр}} = 3 \text{ дні}$						$R_{\text{пр}} = 3 \text{ дні}$						$R_{\text{пр}} = 3 \text{ дні}$					
		випуску	запуску	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
a																					
А	48	0	48																9	10	11
АА	40	48	88							7			8								
АБ	56	29	85									4			5				6		
АВ	6	16	24																		3
АВ ₂	28	24	52																2		
АВ ₁	12	24	3																1		
$T_{\text{ц.ск}} = 88 \text{ год}$																					

Побудова уточненого циклового графіка складання виробу (рис. 7.4, в) дає змогу визначити фактичну тривалість виробничого циклу, яка звичайно більша мінімальної тому, що виконання окремих операцій зсунуто на більш ранні терміни. Як показано на рис. 7.4, фактична тривалість виробничого циклу складання виробу збільшилася до 96 год. Хвильова лінія показує зміщення запуску відповідних складальних одиниць АБ та АВ₁.

Для планування й організації виробництва важливим календарно-плановим нормативом є випередження запуску-випуску складальних одиниць виробів. У нашому випадку його розрахунок здійснюється безпосередньо на самих графіках (рис. 7.4, а, в). Зсув запуску складальних одиниць АБ та АВ₁ на раніше терміни (рис. 7.4, в) змінив випередження їх запуску-випуску. При цьому тривалість виробничого циклу стала на 8 год більшою, ніж на початковому графіку.

Для визначення повного виробничого циклу виготовлення готового виробу до циклового графіка складання додають графіки заготівельних та обробних процесів виготовлення деталей (рис. 7.5).

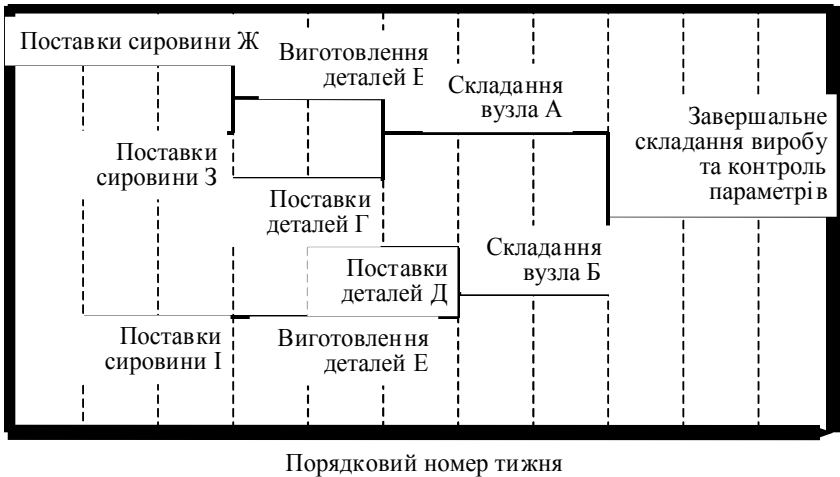


Рис. 7.5. Циклограма виготовлення складного виробу

Виробничий цикл складного виробу дорівнює найтривалішому ланцюжку взаємопов'язаних робіт, що послідовно виконуються (тривалості виготовлення найбільш трудомісткої деталі з урахуванням партійності, складання

найбільш трудомісткого вузла і тривалості загального складання виробу).

Іншими словами, виробничий цикл складного виробу визначається найбільшою сумою циклів послідовно пов'язаних простих процесів і міжциклових перерв:

$$T_{\text{ц.скл}} = \left(\sum_{i=1}^{m^1} T_{\text{ц}_i} \right) + \sum_{i=1}^{m^1} T_{\text{мц}_i},$$

де m^1 — кількість послідовно пов'язаних між собою процесів виготовлення деталей і складальних процесів;

$T_{\text{ц}_i}$ — тривалість циклу виготовлення деталей або виконання складальних процесів;

$T_{\text{мц}_i}$ — тривалість міжциклових перерв.

Цикловий графік дає можливість визначити термін запуску деталей у виробництво. При цьому запускаються деталі не всі одночасно, а виходячи з термінів подачі їх на складання й тривалості виробничого циклу та термінів випередження запуску порівняно з випуском.

При виготовленні складної продукції застосовуються сітьові методи планування, і тривалість виробничого циклу визначається довжиною критичного шляху.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Сутність виробничого циклу, його призначення і сфери використання.

2. Охарактеризуйте структуру виробничого циклу й особливості впливу її елементів на тривалість циклу.

3. Від яких основних чинників залежить тривалість виробничого циклу? Поясніть їх взаємозв'язок.

4. Дайте характеристику напрямів та шляхів скорочення виробничого циклу.

5. Розкрийте поняття партії виробів, що виготовляються, та вплив її розмірів на тривалість виробничого процесу.

6. Вибір та економічне обґрунтування виду руху предметів праці за операціями технологічного процесу за конкретних умов виробництва.

7. Охарактеризуйте особливості організації, розрахунку та доцільність застосування послідовного способу поєднання операцій.

8. За якими правилами будується графік і в чому переваги паралельного руху предметів праці по операціях технологічного процесу?

9. У якому типі виробництва застосовується послідовно-паралельний вид поєднання операцій і в чому його переваги порівняно з іншими видами руху?

10. Охарактеризуйте правила побудови графіка паралельно-послідовного руху предметів праці по операціях.

11. Якими способами здійснюється синхронізація операцій і які наслідки її для виробничого циклу?

12. У чому полягають особливості розрахунку виробничого циклу в днях для різних видів руху предметів праці по операціях?

13. Як визначається виробничий цикл складного виробу?

РОЗДІЛ 8

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОПОМІЖНИХ ВИРОБНИЦТВ

8.1. ВИРОБНИЧА ІНФРАСТРУКТУРА

Система технічного обслуговування. Стійке функціонування підприємства як системи та виготовлення конкурентоспроможної продукції забезпечуються не тільки завдяки використанню прогресивних технологічних процесів, а й здебільшого високим рівнем організації технічного обслуговування основного виробництва. З метою постійного підтримування в робочому стані машин та устаткування, інших засобів праці; своєчасного забезпечення робочих місць сировиною, матеріалами, інструментом, енергією; виконання транспортно-складських операцій та інших пов'язаних з ними робіт на підприємствах створюється *система технічного обслуговування виробництва*.

Основними завданнями системи є: ремонт технологічного, енергетичного, транспортного та іншого устаткування, догляд за ним і налагоджування; забезпечення робочих місць інструментом та приладдям як власного виробництва, так і придбаними в спеціалізованих виробників; забезпечення підрозділів підприємства електричною й тепловою енергією, паром, газом, стиснутим повітрям тощо; своєчасне забезпечення виробничих

цехів (дільниць, окремих виробництв) сировиною, основними та допоміжними матеріалами, паливом; переміщення вантажів, виконання вантажно-розвантажувальних робіт; складування та зберігання завезених (придбаних) матеріальних ресурсів, а також напівфабрикатів, окремих складальних одиниць, готових виробів.

Перелічені завдання системи технічного обслуговування виконуються відповідними допоміжними та обслуговуючими структурними підрозділами підприємства, які формують інфраструктуру виробництва.

Інфраструктура (від лат. *infra* — нижче, під *structura* — побудова, розміщення) — це сукупність складових будь-якого об'єкта, що мають підпорядкований (допоміжний) характер і забезпечують умови нормальної роботи об'єкта в цілому.

Інфраструктура підприємства — це комплекс цехів, господарств і служб, головне завдання яких зводиться до забезпечення нормального функціонування (без перерв і зупинень) основного виробництва і всіх сфер діяльності підприємства. Інфраструктура виконує своєрідні «тилові» функції забезпечення всієї виробничої системи будь-якого рівня. У свою чергу, інфраструктура являє собою складну виробничу систему, де існують «вхід», «процес» і «вихід», використовуються сировина і матеріали, трансформуючись у вироби і послуги для основного виробництва.

Зростання ролі та значення виробничої інфраструктури пояснюється тим, що:

1) підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів збільшує обсяги і складність робіт з ремонту й налагоджування устаткування, потребує розширення номенклатури інструменту, оснащення та пристроїв;

2) перехід до нових технологій та інтенсифікація технологічних режимів роботи устаткування підвищують вимоги до якості та збільшують потребу в різних видах енергії;

3) ускладнення виробничих процесів і поглиблення внутрішньовиробничих зв'язків між підрозділами збільшують обсяги робіт з транспортування вантажів;

4) навантаження на комунікаційні мережі та природоохоронні споруди постійно зростають.

Склад і масштаби виробничої інфраструктури підприємства залежать від типу виробництва, номенклатури й обсягу випуску продукції, рівня спеціалізації і кооперування, організації виробничих процесів, розмірів підприємства та його виробничих зв'язків.

Використання сучасних технологій і високопродуктивного устаткування у виробничому процесі ускладнює роботи, пов'язані з обслуговуванням, ремонтом і модернізацією техніки, підвищує значення інструментального обслуговування, призводить до збільшення потреби в різноманітних видах енергії, збільшує внутрішньозаводський та зовнішній обсяги перевезень вантажів і необхідність їх збереження.

На більшості підприємств машинобудування та металообробки виробничу інфраструктуру утворюють допоміжні (інструментальне, ремонтне, енергетичне) та обслуговуючі (транспортне, складське і тарне) господарства.

Застосування на підприємстві широкої номенклатури й асортименту інструментів і технологічного оснащення зумовлює необхідність організації *інструментального господарства* для виконання завдань з виробництва, постачання, проектування, планування, виготовлення, зберігання, обліку і ремонту необхідного інструменту з доставкою його до робочих місць.

Ремонтне господарство підприємства призначене підтримувати в технічно справному стані різноманітний і складний парк технологічного устаткування основних цехів шляхом його обслуговування, ремонту і модернізації.

Сучасні виробництва споживають у великих кількостях паливо, електроенергію, пару, газ, воду, стисле повітря та інші енергоносії, тому значне місце у виробничій інфраструктурі підприємства посідає *енергетичне господарство*. Воно забезпечує різноманітними видами енергії основні, допоміжні цехи, усі підрозділи і служби підприємства.

Виготовлення продукції на підприємстві супроводжується величезним обсягом транспортно-складських, вантажно-розвантажувальних робіт з обслуговування внутрішнього і зовнішнього вантажообігу, що викликає потребу у створенні *транспортного господарства* та близьких до нього *складського і тарного господарств*. Від раціональної організації цих господарств багато в чому залежать ритмічність роботи основних цехів, тривалість виробничих циклів і рівень витрат на виробництво продукції.

У сфері технічного обслуговування виробництва на промислових підприємствах зайнято приблизно 45—50 % загальної кількості персоналу. З загального обсягу допоміжних робіт на інструментальне обслуговування припадає — 27 %; ремонт і технічне обслуговування технологічного устаткування — 30 %; на енергетичне обслуговування — 8 %; транспортно-

складське обслуговування — 23 %; на інші роботи (служби інфраструктури) — 12 %. Це зумовлено не тільки великим обсягом робіт з обслуговування основного виробництва, а й різноманітністю і складністю ручних робіт, які дуже важко механізувати й автоматизувати.

Система технічного обслуговування підприємства має відповідати таким вимогам: забезпечувати умови випуску конкурентоспроможної продукції з мінімальними затратами; здійснювати техніко-економічну й організаційну регламентацію процесів обслуговування; мати профілактичний характер; забезпечувати гнучкість, наступність і мінімальну перебудову при переході основного виробництва на випуск нової продукції.

Таким чином, допоміжні та обслуговуючі господарства потребують високої організації, адекватної рівню організації основного виробництва. Удосконалювання техніки й організації обслуговування створює умови для успішної роботи підприємства, якнайшвидшого освоєння нових виробів, застосування прогресивних технологій і досягнення на цій основі високих техніко-економічних показників виробництва.

Основними напрямками вдосконалювання організації допоміжних господарств підприємства є: централізація і концентрація однорідних процесів обслуговування та їх спеціалізації, що створює умови для використання найпотужнішого сучасного устаткування, високопродуктивної технології та прогресивних методів організації праці й виробництва; механізація й автоматизація технологічних процесів; раціоналізація керування; поліпшення нормативної бази; розроблення і впровадження технічно обґрунтованих норм часу і заходів щодо раціональної організації праці; обґрунтований розподіл чисельності персоналу, його мотивація змістом, умовами праці, підвищенням кваліфікації, ротацією, суміщенням професій і винагородою за якість і продуктивність праці; створення комплексної технології.

Раціональна організація системи технічного обслуговування (виробничої інфраструктури) є важливою умовою стабілізації і гнучкості основного виробництва, забезпечення обсягів, якості та оновлення продукції, що випускається, підвищення ефективності роботи підприємства в цілому.

8.2. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОСНАЩЕННЯМ

Організація інструментального господарства підприємства. Виготовлення продукції або надання послуг потребує використання певного інструменту, оснащення, пристроїв, які визначені технологією виготовлення виробів. На підприємствах, де виробляють складну і трудомістку продукцію, номенклатура інструменту, що застосовується, досягає десятків тисяч найменувань. Для забезпечення виробництва необхідними компонентами на підприємствах створюються інструментальні господарства.

Інструментальне господарство підприємства — це сукупність внутрішньо заводських і цехових підрозділів, що зайняті придбанням, виготовленням, ремонтом і відновленням інструменту та технологічного оснащення, їх обліком, збереженням і видаванням у цехи та на робочі місця. Поняття технологічного оснащення (інструменту) поширюється на всі види різального (різці, фрези, свердла, шліфувальні круги, протяжки, зубила і т. д.), вимірального (скоби, пробки, штангенциркулі, мікрометри тощо) та слюсарно-складального (ключі, викрутки, молотки і под.) інструменту, а також на штампи, прес-форми та інші пристрої, що сприяють безпосередньому виготовленню продукції.

Інструментальне господарство є одним з найважливіших елементів системи технічного обслуговування виробництва. Від його правильної організації значною мірою залежать успіх роботи всього підприємства, якість продукції, ритмічність і рентабельність виробництва. Так, витрати, що пов'язані зі зношуванням, заточенням, ремонтом і відновленням інструменту, коливаються в межах 8—15 % від собівартості продукції; запас їх становить до 30—40 % від загальної суми виробничих оборотних фондів. Витрати на технологічне оснащення в масовому виробництві досягають 25—30 % вартості обладнання, у великосерійному — 10—15 %, у дрібносерійному й одиничному — близько 5 %.

Основними завданнями інструментального господарства підприємства, незалежно від особливостей виробництва, є: визначення потреби в інструменті; планування придбання (виготовлення) оснащення; організація власного виробництва інструментів нових прогресивних конструкцій; своєчасне і безперервне оснащення виробничого процесу (цехів, робочих місць), підготовка до виробництва нових виробів; підвищення якості інструменту й організація раціональної його експлуатації;

ремонт і відновлення інструменту; організація обліку і збереження; аналіз ефективного використання інструменту.

Організаційно-виробнича структура інструментального господарства залежать від типу і масштабу виробництва, номенклатури, складності інструменту і загальної кількості працюючих (рис. 8.1).

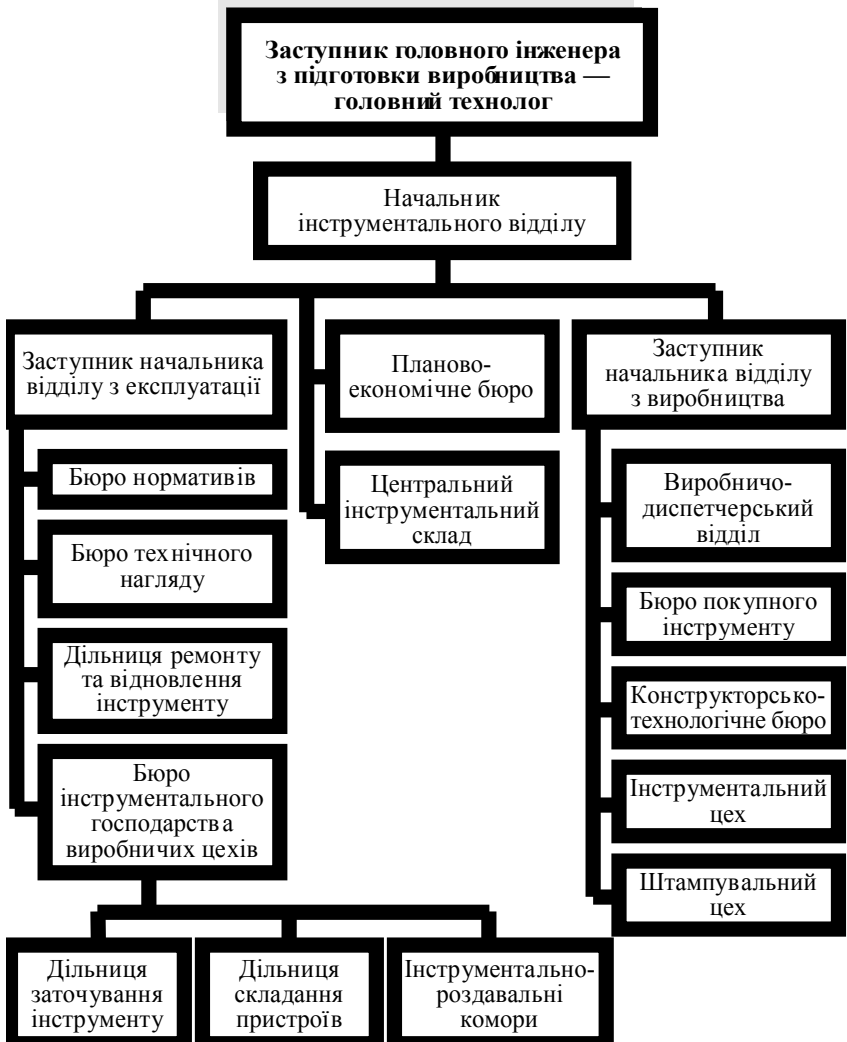


Рис. 8.1. Узагальнена структура інструментального господарства

На великих машинобудівних підприємствах може бути кілька інструментальних цехів різних видів залежно від частки калібрувальних-заготівельних, ливарних, ковальських, механічних і складальних цехів. Заточувальні та відновлювальні дільниці організуються тільки у великих цехах, в інших випадках вони входять до складу інструментального цеху.

До складу інструментального господарства великих і середніх підприємств входять інструментальний відділ (ІНВ), центральний інструментальний склад (ЦІС), цехові інструментально-роздавальні комори (ІРК), дільниці складання пристроїв (ДСП), дільниця централізованого заточування різального інструменту (ЦЗІ), дільниця ремонту та відновлення інструменту (ДРВІ).

У складі ІНВ можуть створюватися: планово-економічне бюро, виробничо-диспетчерський відділ, бюро технічного нагляду, бюро нормативів, бюро покупного інструменту, конструкторсько-технологічне бюро (прогресивної технології). Начальник інструментального відділу підпорядкований головному інженеру заводу. На невеликих заводах організується загальнозаводське бюро інструментального господарства (БІГ), яке підпорядковане безпосередньо головному інженеру або головному технологу.

Для підприємств із корпусною (блоковою) виробничою структурою організується спеціальне інструментальне виробництво (наприклад, інструментально-штампувальний корпус), до складу якого входять інструментальний і штампувальний цехи та всі підрозділи, що характерні для ІНВ.

Основні завдання діяльності ІНВ полягають у плануванні придбання, проектуванні, виготовленні та своєчасному забезпеченні підприємства стандартним і спеціальним інструментом.

Форми організації інструментального господарства на підприємствах можуть бути різноманітними: централізована, децентралізована та змішана.

Централізована передбачає створення інструментального відділу (ІНВ) підприємства, до складу якого входять інструментальні цехи, дільниці, відділення і склади, які самостійно своїми засобами забезпечують усі підрозділи підприємства необхідним інструментом. На дрібних підприємствах така централізація реалізується через групи інструментального забезпечення або окремих виконавців. У разі *децентралізації* кожний цех підприємства самостійно забезпечує своє виробництво необхідним інструментом. При

змішаній формі організації відбувається перерозподіл робіт між підрозділами інструментального господарства: виготовлення, ремонт і відновлення спеціального інструменту загального користування здійснює інструментальний цех (Щ), його зберігання і розподіл — центральний інструментальний склад (ЦІС), а ремонт і відновлення — цехи основного і допоміжного виробництв.

Класифікація та індексація оснащення. Різноманіття інструменту зумовлює необхідність *класифікації* і цифрової системи умовних позначень — *індексації*, що є передумовою раціональної організації інструментального господарства — забезпечення обліку, зберігання і видачі оснащення, а також організації його виробництва й закупівлі в потрібній кількості.

Під класифікацією розуміється розподіл усіх інструментів, що застосовуються на підприємстві, на певні групи за найголовнішими ознаками: а) характером використання; б) місцем у виробничому процесі; в) призначенням.

За *характером використання* розрізняють:

- оснащення загального застосування — *універсальний стандартизований інструмент* для виконання груп операцій на різних підприємствах, параметри якого визначені ДСТУ й котрий виготовляється на спеціалізованих заводах;

- оснащення, яке призначене для виконання певних операцій або виготовлення конкретних деталей — *спеціальний інструмент і спецоснащення* (штампи, прес-форми тощо), що проектуються і виготовляються силами інструментальної служби самого підприємства.

За *місцем використання* у виробничому процесі розрізняють:

- інструмент першого порядку, що використовується для виготовлення основної продукції підприємства (в основному виробництві);

- інструмент другого порядку, що використовується для виготовлення інструменту першого порядку.

За *призначенням* все оснащення на підприємстві звичайно поділяється на такі підкласи: 1) різальний інструмент; 2) абразивний інструмент; 3) вимірвальний інструмент; 4) слюсарно-монтажний інструмент; 5) кувальний інструмент; 6) допоміжний інструмент; 7) штампи; 8) пристрої; 9) моделі, кокілі, прес-форми; 10) різний інструмент (десятична система класифікації, що має від п'яти до семи ступенів).

Індексація інструменту передбачає його послідовний розподіл відповідно на класи, підкласи, групи, підгрупи, види і різновиди за десятинною системою. Клас характеризує вид обробки або метод одержання заготовки. Підклас відбиває характер операцій. Група — характер устаткування, на якому застосовується даний інструмент. Підгрупа вказує на окремі елементи операції; вид — на форму інструмента.

Кожному класу, підкласу, групі, підгрупі і виду присвоюється певне умовне позначення. Наприклад, індекс автоматного фасонного дискового різця зі швидкорізальної сталі діаметром 40 мм має такий вигляд: $\frac{11458}{1 - \emptyset 40}$. Перша цифра в індексі означає

клас (1) — інструмент різальний; друга — підклас (1) — різці; третя — група (4) — автоматні; четверта — підгрупа (5) — фасонні; п'ята (8) — дискові; інші цифри вказують для стандартного, універсального — порядкові номери в даному стандарті відповідно до розміру інструмента, а для спеціального — порядкові номери в реєстраційній документації.

Індексація за цією системою забезпечує повну характеристику інструменту, що класифікується. Така система дає змогу застосовувати автоматизований облік.

Організація роботи ЦІС та ІРК. Функції приймання, зберігання, обліку, видачі та регулювання постачання інструменту цехам підприємства, як показано на рис. 8.2, покладаються на центральний інструментальний склад (ЦІС), а в цехах — на інструментально-роздавальну комору (ІРК).

Основними завданнями ЦІС є: зберігання запасів стандартного, окремих видів спеціального інструменту, а також продукції інструментального і штампувального цехів; видача в установленому порядку інструменту цехам підприємства. Поповнення запасів ЦІС здійснюється за рахунок зовнішніх постачальників і продукції власного інструментального виробництва.

На кожний вид інструменту заповнюється картка і визначається певне місце (полиця, чарунка) для його зберігання. Рациональним розміщенням і зберіганням інструменту на складі забезпечуються чіткий облік, належні умови середовища та можливості швидкого пошуку, для чого використовуються шафи, стелажі (зокрема механізовані) із спеціальними чарунками, розміченими відповідно до індексації інструменту.

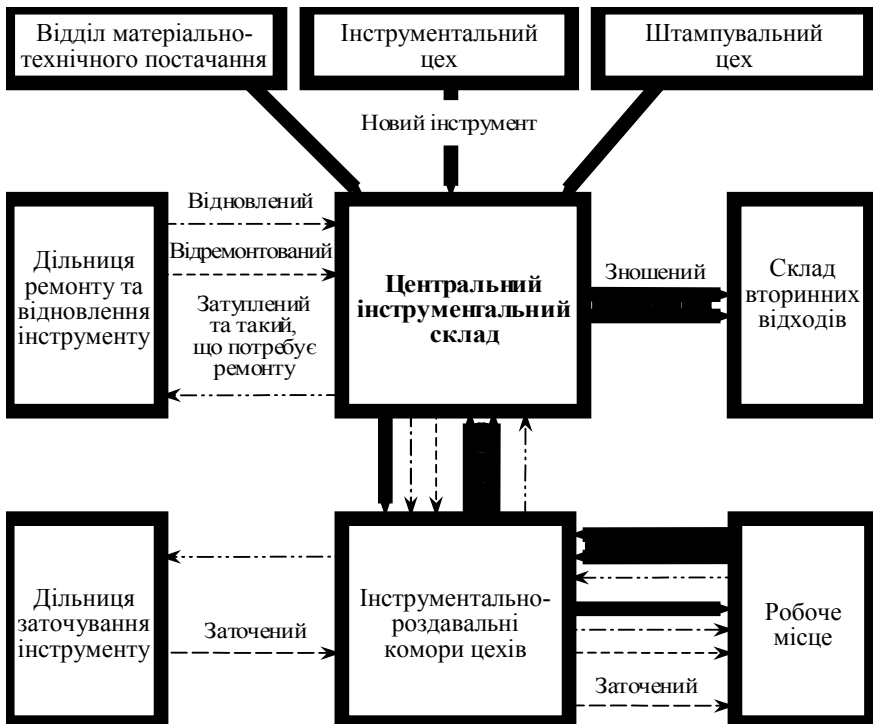


Рис. 8.2. Схема руху інструменту на підприємстві

Основними функціями ІРК, яка розташовується звичайно в центрі приміщення цеху, є: отримання інструменту від ЦІС, його зберігання, облік, видання на робочі місця і приймання з робочих місць, відправлення до майстерні централізованого заточування та в ЦІС для ремонту і відновлення, списання зношеного інструменту для відправлення в утиль, планування та регулювання запасів оснащення в ІРК.

Порядок зберігання і обліку інструменту такий самий, як і в ЦІС. На спеціальному стелажі розміщуються інструменти для заточення, ремонту або перевірки, а також непридатні для роботи. У картотеці зберігаються облікові карти з індексами інструментів.

ЦІС видає потрібні інструменти на замовлення ІРК цехів. На робочі місця ІРК видає інструменти в обмін на затуплені або зношені, що потім надходять відповідно для заточення або до ЦІС. Видавання та облік інструменту на робочих місцях і

повернення в ІРК здійснюється залежно від його придатності, типу виробництва і прийнятої системи обслуговування.

Системи обслуговування робочих місць. Забезпечення робочих місць інструментом може бути активним і пасивним. При активній системі інструменти періодично доставляються на робочі місця робітниками ІРК; при пасивній — основний виробничий робітник самостійно одержує і здає інструмент у ІРК.

Різальний інструмент може замінюватися примусово через певні відрізки часу або залежно від ступеня його зносу (затуплення). У масовому виробництві доцільна активна система обслуговування з примусовою заміною інструменту. На потокових і автоматичних лініях вона здійснюється в такому порядку: доставка інструменту на робочі місця і повернення його для обміну провадяться тільки робітниками ІРК; на робочі місця подається тільки такий типорозмір інструменту, який передбачений технологічним процесом; інструмент передається наладчику, який обслуговує верстати і замінює інструмент, що затупився; примусово (запобіжно) інструмент замінюється через визначені періоди роботи або після обробки встановленої кількості деталей; складання і підналагодження інструменту провадиться поза верстатом; оборотний фонд інструменту створюється і підтримується на рівні, який забезпечує можливість примусової його заміни; на потокових і автоматичних лініях для забезпечення їх безперебійної роботи встановлюються спеціально обладнані шафи з необхідним запасом інструментів.

В одиничному і дрібносерійному виробництвах застосовується марочна система обліку інструменту (різального, вимірювального, спеціальних пристроїв), що видається для тимчасового користування. Робітнику видається певна кількість марок-жетонів (звичайно до 10) з його табельним номером. Він одержує з ІРК необхідний інструмент в обмін на марку особисто або через допоміжного робітника.

У разі використання одномарочної системи марка, що прийнята від робітника, поміщається в чарунку стелажа ІРК. Завдяки чому в будь-який час можна визначити кількість інструменту, що перебуває на робочому місці, і робітника, якому він виданий. Якщо застосовується двомарочна система, на інструмент кожного типорозміру заводиться індексна інструментальна марка з позначкою індексу і розміру.

Крім того, в ІРК запроваджується контрольна дошка, де зазначено табельні номери робітників і вивішуються марки. Під

час видачі робітнику інструменту індексна марка пересувається з чарунки, де зберігається даний інструмент, під табельний номер робітника. Марка з табельним номером вкладається у відповідну чарунку, як за одномарочної системи. Двомарочна система дає змогу встановити вид і кількість інструменту, отриманого кожним робітником. У всіх типах виробництва інструмент постійного користування видається робітнику з записом в інструментальну книжку.

Потреба підприємства в інструменті визначається на підставі: номенклатури інструменту, що використовується; технологічних витрат його за кожним з найменувань (типорозмірів); запасів або оборотного фонду на підприємстві в цілому і по цехах.

Номенклатура універсального (стандартного) інструменту встановлюється: за картами застосовності — у серійному і масовому виробництвах, за картами типового оснащення робочих місць — в одиничному і дрібносерійному виробництвах. Номенклатура спеціальних видів інструменту визначається за картами технологічних процесів.

Потреби підприємства в оснащенні розраховуються, виходячи з обсягу виробництва, номенклатури оснащення, яка визначена в технологічній документації, а також норм витрат.

Потреба підприємства в інструменті певного виду на плановий період часу розраховується за формулою:

$$I_{\text{пл}} = I_{\text{вит}} + I_{\text{оф}};$$

$$I_{\text{пл}} = I_{\text{вит}} + I_{\text{офк}} - I_{\text{офп}};$$

де $I_{\text{пл}}$ — кількість інструменту на плановий період, шт.;

$I_{\text{вит}}$ — кількість інструменту, що витрачається за плановий період, шт.;

$I_{\text{оф}}$ — оборотний фонд інструменту;

$I_{\text{офк}}$ — норматив оборотного фонду інструменту на кінець планового періоду;

$I_{\text{офп}}$ — фактична кількість інструмента на початок планового періоду.

Витрата інструменту розраховується за методами: статистичним; за нормами оснащення робочих місць; за нормами витрати (розрахунковий).

При статистичному методі фактична витрата інструменту за минулий період співвідноситься з певною величиною товарної (валової) продукції в грошовому виразі або на 1000 год роботи устаткування тієї групи, на якій використовується відповідний інструмент.

Витрата різального інструменту певного типорозміру на програму виробництва визначається за нормами витрати і кількістю деталей, що обробляються, за формулами:

У великосерійному і масовому виробництві

$$I_{p,m} = \frac{N_d \cdot H_p}{N},$$

де N_d — кількість деталей, що обробляються даним інструментом;
 H_p — норма витрати різального інструменту на 100, 1000, 10 000 деталей;
 N — кількість деталей, на яку визначена норма витрати;
у дрібносерійному і одиничному виробництвах:

$$I_{p,d} = \frac{t_p \cdot H'_p}{t_{уст}},$$

де t_p — час роботи устаткування, який витрачається на обробку даної групи деталей, год;
 H_p — норма витрати різального інструменту на 100, 1000 год роботи устаткування, шт.;
 $t_{уст}$ — час роботи устаткування, на яке розраховується норма витрати.

У серійному і масовому виробництвах норму витрати різального інструменту певного типорозміру (H_p) розраховують за формулою:

$$H_p = \frac{N_d \cdot t_m \cdot n_n}{60 \cdot T_{зн} (1 - K_{вт})},$$

де N_d — кількість деталей, що обробляється даним інструментом за річною програмою, шт.;
 t_m — машинний час на 1 деталь-операцію, хв;
 n_n — кількість інструментів, що одночасно працюють на верстатах, шт.;
 $T_{зн}$ — машинний час роботи інструменту до повного зносу (спрацювання), год;

$K_{вт}$ — коефіцієнт випадкової втрати, зносу раніше строку експлуатації (береться $K_{вт} = 0,05$).

Машинний час роботи інструменту до повного зносу визначається за формулою:

$$T_{зн} = \left(\frac{L}{l} + 1 \right) \cdot t_{ст},$$

де L — допустима загальна величина заточування робочої частини інструменту, мм;

l — середня величина шару поверхні ріжучої частини, що знімається під час кожного заточування, мм;

$t_{ст}$ — стійкість інструменту, машинний час його роботи між двома переточуваннями, год.

Потреби в універсальному вимірювальному, слюсарно-монтажному інструменті визначаються дослідно-експериментальним методом, виходячи зі середнього строку його служби, а в штампах і абразивному — аналогічно різальному інструменту.

Комплекс робіт з експлуатації технологічного оснащення передбачає: установлення норм витрат, оборотних фондів і норм запасу оснащення, що підлягає зберіганню в інструментальному господарстві; розроблення і видача лімітно-забиральних карт на оснащення; розроблення інструкції з експлуатації оснащення; технічний нагляд; здійснення контролю за правилами експлуатації; складання графіків планово-запобіжного ремонту оснащення; організація ремонту і відновлення оснащення, централізованого заточування всіх видів різального інструменту; розроблення заходів щодо поліпшення методів експлуатації і підвищення його стійкості.

Оборотний фонд (I_o) устанавлюється на всі види, типи, розміри оснащення, що застосовується на підприємстві. Він складається з запасів у ЦС і оборотних фондів цехів. До складу оборотного фонду входить: оснащення всіх робочих місць ($I_{р.м}$); придатне для роботи оснащення, яке перебуває в запасі ($I_{зап}$) в ЦС та ІРК; оснащення, що ремонтується ($I_{рем}$) (відновлюється).

Цеховий оборотний фонд визначається за формулою:

$$I_{об.ц} = I_{р.м} + I_{зап} + I_{рем}.$$

Кількість інструментів, що перебувають на робочих місцях, у разі їх періодичного надходження визначається за формулою:

$$I_{\text{р.м}} = \text{PM}_{\text{пр}} \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{зм}}} I_{\text{н}} + \text{PM}_{\text{пр}} (1 + K_{\text{з.р}}),$$

де $\text{PM}_{\text{пр}}$ — прийнята кількість робочих місць;

$I_{\text{н}}$ — кількість інструментів, що одночасно застосовуються на одному робочому місці;

$K_{\text{з.р}}$ — коефіцієнт страхового (резервного) запасу на кожному робочому місці (як правило, $K_{\text{з.р}} = 1$, а на багаторізцевих верстатах $K_{\text{з.р}} = 2—4$);

$T_{\text{м}}$ — період надходження інструменту до робочих місць, год;

$T_{\text{зм}}$ — період між заміною інструменту на верстаті, год.

Період заміни інструменту визначається за формулою:

$$T_{\text{зм}} = \frac{t_{\text{шт}}}{t_{\text{м}}} t_{\text{ст}},$$

де $t_{\text{шт}}$ — штучний час на деталь-операцію, хв;

$t_{\text{ст}}$ — стійкість інструменту, період машинного часу його роботи між двома перезаточуваннями, год;

$t_{\text{м}}$ — машинний час на 1 деталь-операцію, хв.

Кількість інструменту, що перебуває в заточуванні, розраховується за формулою:

$$I_{\text{рем}} = \text{PM}_{\text{пр}} \frac{T_{\text{н-з}}}{T_{\text{м}}} I_{\text{н}},$$

де $T_{\text{н-з}}$ — час від надходження інструменту з робочого місця в інструментально-роздавальну комору до повернення його з заточування, год (для простого інструменту $T_{\text{н-з}} = 8$ год, а для складного — 16 год).

Кількість різальних інструментів, що перебувають у запасі в ІРК, визначається за формулою:

$$I_{\text{зап}} = N_{\text{д}} \cdot t_{\text{н}} (1 + K_{\text{з.к}}),$$

де $N_{\text{д}}$ — середньодобові витрати інструментів за період між черговими надходженнями їх із ЦІС, шт.;

$t_{\text{н}}$ — період між поставками інструменту з ЦІС в ІРК цеху (як правило, постачається двічі на місяць, $t_{\text{н}} = 15$ днів);

$K_{\text{з.к}}$ — коефіцієнт резервного (страхового) запасу інструменту в ІРК цеху (береться $K_{\text{з.к}} = 0,1$).

Після визначення оборотних фондів інструменту в основних та допоміжних цехах розраховується оборотний фонд

інструменту підприємства в цілому ($I_{об.з}$), який охоплює оборотний фонд цехів $\left(\sum_{i=1}^K I_{об.ц.i}\right)$ та запас інструменту в ЦІС ($I_{ЦІС}$) :

$$I_{об.з} = \sum_{i=1}^K I_{об.ц.i} + I_{ЦІС}.$$

Загальний запас інструменту в ЦІС та ІРК складається з перехідного (поточного, що витрачається) запасу ($I_{пт.з}$), резервного (страхового) запасу ($I_{мін}$).

Мінімальний загальнозаводський оборотний фонд інструменту ($I_{об.з \text{ min}}$) дорівнює сумі запасів інструменту на робочих місцях ($\sum I_{р.м}$), у ремонті та заточуванні ($\sum I_{рем}$), резервного (страхового) запасу в ІРК усіх цехів ($\sum I_{к \text{ min}}$) та ЦІС ($\sum I_{ЦІС \text{ min}}$).

$$I_{об.з \text{ min}} = \sum I_{р.м} + \sum I_{рем} + \sum I_{к \text{ min}} + \sum I_{ЦІС \text{ min}}.$$

Під час визначення максимального загальнозаводського оборотного фонду до мінімального оборотного фонду додається розмір партії поставки інструменту в ЦІС:

$$I_{об.з \text{ max}} = \sum I_{об.з \text{ min}} + \sum I_{р.пост}.$$

Середня величина загальнозаводського оборотного фонду інструменту дорівнює:

$$I_{ср.об.з} = \frac{I_{об.з \text{ min}} + I_{об.з \text{ max}}}{2}.$$

За місцем знаходження середня величина загальнозаводського оборотного фонду інструменту у виробничій практиці розподіляється таким чином:

$$\begin{aligned} & (\sum I_{р.м} = 5\%) + (\sum I_{рем} = 10\%) + (\sum I_{зап} = 15\%) + \\ & + (\sum I_{ЦІС} = 70\%) = 100\%. \end{aligned}$$

Регулювання запасу інструменту в ЦІС. Потреба підприємства в інструменті покривається на 25—30 % за рахунок його поновлення або ремонту. Для постійної підтримки запасів інструменту в ЦІС на рівні, достатньому для безперебійного забезпечення роботи цехів, тобто не нижче мінімально допустимого рівня, застосовуються дві системи планування та регулювання запасів: «на замовлення» та «на склад».

Система «на замовлення» використовується коли потрібні невеликі кількості інструменту для випуску одиничних виробів або малої їх партії. Згідно з виявленою потребою в даному

інструменті з деяким випередженням дається замовлення на його виготовлення або придбання.

Система «на склад» передбачає встановлення максимальної та мінімальної величини запасів інструменту в ЦІС за рахунок норми запасу, яка відповідає точці замовлення. Тому вона дістала назву — система «максимум-мінімум», сутність якої полягає в періодичному поданні замовлень на виготовлення або придбання оснащення (рис. 8.3).

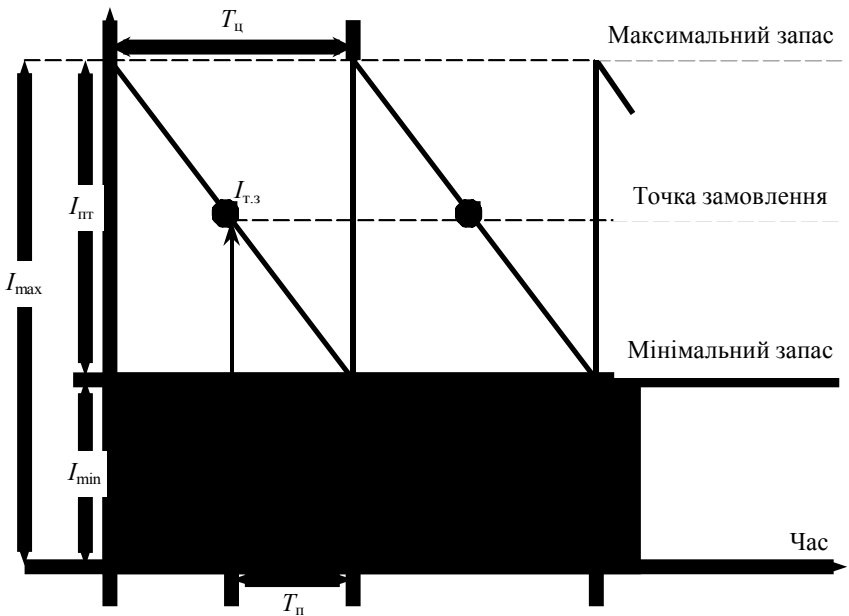


Рис. 8.3. Регулювання запасів інструменту за системою «максимум-мінімум»

Мінімальна норма запасу (I_{\min}) — це страховий запас, який створюється за фактичними даними залежно від величини витрат інструменту на випадок затримок виконання замовлення на виготовлення інструменту або перевитрат його цехами.

$$I_{\min} = I_{\text{стр}} = N_{\text{д}} \cdot T_{\text{с.п}},$$

де $N_{\text{д}}$ — середньодобова витрата інструменту за період між черговими надходженнями;

$T_{c.п}$ — тривалість періоду термінового постачання (виготовлення) чергової партії оснащення, днів.

Максимальна норма запасу (I_{max}) запобігає створенню надлишкових запасів інструменту на складі і досягається в момент надходження замовлення:

$$I_{max} = I_{min} + T_{ц} \cdot N_{д},$$

де $T_{ц}$ — час між двома надходженнями партій інструменту на склад (тривалість циклу), днів.

Максимальний перехідний (поточний) запас ($I_{пт}$) дорівнює розміру партії:

$$I_{пт} = T_{ц} \cdot N_{д} \quad \text{або} \quad I_{пт} = I_{max} - I_{min}.$$

Величина $I_{пт}$ змінюється від максимального запасу з початку періоду між поставками до нуля наприкінці періоду.

Норма запасу відповідає точці $I_{т.з}$, при досягненні якої видається замовлення на виготовлення або придбання чергової партії інструменту.

$$I_{т.з} = I_{min} + T_{п} \cdot N_{д},$$

де $T_{п}$ — період часу між моментом видачі замовлення і отриманням партії інструменту в ЦІС, днів.

Графічне відображення зміни запасів у ЦІС за системою «максимум-мінімум» показує, що в разі їх зниження до точки замовлення в інструментальний відділ подається замовлення. Поповнення запасів за такою схемою здійснюється в основному для універсального та спеціального оснащення, що витрачається у великій кількості. В інших випадках для поповнення запасів інструменту використовується система планування на пряме замовлення.

На підставі розрахованої потреби підприємства в інструменті розробляється програма виготовлення його в інструментальному цеху і складаються замовлення на придбання зі сторони.

На підприємствах створюються централізовані спеціальні дільниці заточення інструменту, які розташовуються безпосередньо поблизу ІРК цеху, що полегшує і спрощує передавання інструменту в переточування і наступне його приймання.

Інструмент підлягає ремонту в разі економічної доцільності. Ефективним засобом продовження терміну експлуатації інструменту є його відновлення з використанням більш тривких матеріалів.

Використання великої кількості типорозмірів інструменту на машинобудівних підприємствах зумовлює розмаїтість і трудомісткість планової й облікової роботи інструментального господарства. Тому сучасні підприємства постійно переоснащуються новими поколіннями ПЕОМ із стандартними програмами і розробленими силами спеціалістів.

Підсистема «Інструмент» АСУ підприємства використовує комбінований засіб автоматизації планових і облікових робіт на основі створених пакетів прикладних програм.

Ця система за допомогою стандартних, реалізованих в АСУ програмних засобів формує оптимальне для певної виробничої ситуації управлінське рішення. Вона автоматично настроюється на задані користувачем параметри й автоматично оцінює рішення, пропонує користувачу певний варіант або продовжує пошук оптимального варіанта.

Шляхи вдосконалювання інструментального господарства. На промислових підприємствах з метою підвищення якості продукції та зниження витрат на її виготовлення здійснюються заходи щодо: централізації і спеціалізації виробництва інструменту та стандартного технологічного оснащення; збільшення виробничих потужностей інструментального виробництва; стандартизації та уніфікації спеціального оснащення; розширення використання пристроїв: універсально-збірних (УЗП), універсально-налагоджувальних (УНП), збірних-розбірних (ЗРП), агрегованих переналагоджувальних (АПП) і под.; упровадження прогресивних систем забезпечення робочих місць інструментом; розширення централізованого відновлення та ремонту інструменту й оснащення; автоматизації складських операцій ЦІС і ІРК на основі створення спеціалізованих складів інструменту та технологічного оснащення; удосконалення систем оперативного-виробничого планування та обліку інструментального господарства; розвитку форм контролю та технічного нагляду за станом інструменту й оснащення, дотриманням правил їх експлуатації.

8.3. РЕМОНТНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ УСТАТКУВАННЯ

Мета і завдання технічного обслуговування та ремонту. Технологічний прогрес і конкуренція спонукають оснащувати

сучасні промислові підприємства різноманітним обладнанням, установками, роботизованими комплексами, транспортними та іншими засобами. При цьому технічно неможливо виготовити знаряддя праці, інші основні фонди та їх компоненти з однаковою рівномірністю зносу і приблизно рівними термінами служби. У процесі їх виробничої експлуатації спрацьовуються та руйнуються окремі деталі, що призводить до втрати робочих якостей: знижуються точність, потужність, продуктивність та інші параметри.

З метою компенсації зносу та підтримання устаткування в нормальному працездатному стані на весь період служби необхідно здійснювати систематичне технічне (експлуатаційне) його обслуговування, ремонтні роботи та технічну діагностику.

Комплекс операцій з підтримання працездатності або справності устаткування в процесі його використання за призначенням, а також у період очікування, зберігання та транспортування заведено називати технічним обслуговуванням.

Ремонт (фр. remonter — поправити, поповнити, знову зібрати) — це комплекс операцій з відновлення справності, ресурсу обладнання чи його складових частин.

Від організації технічного обслуговування та ремонту залежать ступінь зносу устаткування, час простою в ремонті, якість технологічних операцій, рівень браку, а також витрати на профілактично-ремонтні заходи.

Значення ремонту засобів виробництва, підвищення ефективності його організації зумовлюється такими найважливішими чинниками: ремонт як засіб простого їх відтворення; щорічні витрати значних коштів, що становлять у собівартості продукції до 9—14 %; зайнятість ремонтом значної частини трудових ресурсів (частка робітників-ремонтників сягає 10—15 % від загальної кількості зайнятих на підприємстві; зниження результатів роботи підприємств через простой техніки в ремонті; частка ручної праці на ремонтних роботах становить 75—80 % проти 30 % в основному виробництві машинобудування; кошти, що витрачаються на ремонт верстата за час його роботи, перевищують вартість нового більше як у шість разів; ресурс відремонтованої техніки не досягає проектних показників.

У зв'язку з цим підвищується актуальність організації технічного обслуговування та ремонту устаткування, *основними завданнями* якої є: підтримка технологічного устаткування в технічно справному робочому стані, що забезпечує його

безперебійну роботу і продуктивність; збільшення термінів експлуатації устаткування без ремонту; удосконалювання організації і підвищення якості профілактичних та ремонтних робіт; зниження витрат на технічне обслуговування і всі види ремонту.

Виконання вказаних завдань потребує: розробки раціональної системи технічного обслуговування устаткування в процесі його експлуатації з метою запобігання прогресуючому зносу та аваріям; якісного планово-запобіжного ремонту устаткування; модернізації застарілого обладнання; підвищення організаційно-технічного рівня ремонтного виробництва.

Організація ремонтної служби. На промисловому підприємстві для здійснення функції підтримки устаткування в справному стані створюється спеціальна служба — ремонтне господарство, організаційна структура якого залежить від типу виробництва і обсягів ремонтних робіт, технічних характеристик, специфіки устаткування та його розміщення, рівня кооперування, форми організації ремонту, системи централізації та ін.

До складу ремонтного господарства великого і середнього підприємства входять відділ головного механіка (ВГМ), ремонтно-механічний цех (РМЦ), корпусні ремонтні бази, ремонтні дільниці цехів, склади устаткування і запасних частин та інші підрозділи (рис. 8.4).

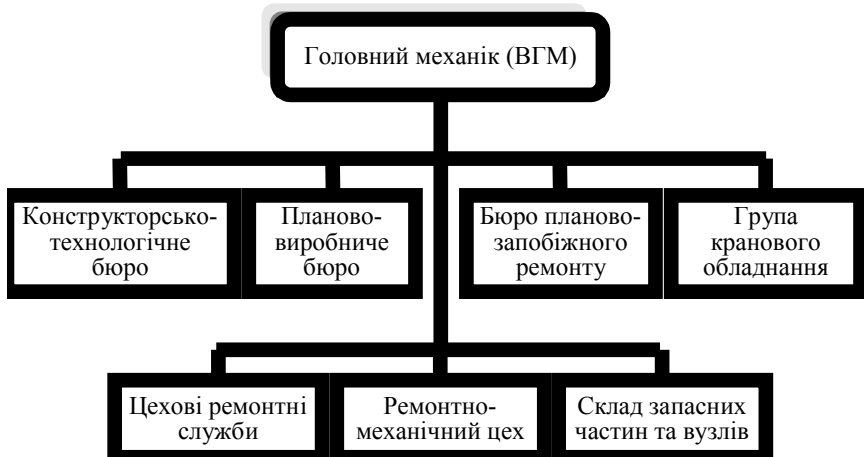


Рис. 8.4. Структура ремонтного господарства підприємства

Характер діяльності ремонтного господарства визначає його завдання: здійснення технічного обслуговування та ремонту всього устаткування підприємства; монтаж закупленого устаткування або виготовленого самим підприємством; модернізація устаткування, яке експлуатується; виготовлення запасних частин і вузлів; організація збереження устаткування і запасних частин; планування всіх робіт з технічного обслуговування і ремонту устаткування; розроблення заходів щодо підвищення ефективності робіт з технічного обслуговування і ремонту устаткування.

Головний механік очолює ремонтне господарство на підприємстві і підпорядковується головному інженеру. У складі ВГМ можуть бути створені функціональні підрозділи: бюро планово-запобіжного ремонту (ПЗР), конструкторсько-технологічне бюро, планово-виробниче бюро, група кранового обладнання та ін.

Бюро ПЗР об'єднує групи: інспекторську, обліку обладнання, запасних частин та ремонтно-змащувального господарства. Інспекторська група планує, контролює, здійснює облік ремонтних робіт; розробляє інструкції і наглядає за правильністю експлуатації устаткування. Група обліку здійснює паспортизацію та інвентаризацію устаткування, відстежує його переміщення, контролює якість консервації і зберігання. Група запасних частин установлює номенклатуру, терміни служби, норми витрати покупних матеріалів, запасних деталей, планує їх виготовлення та регулює складські запаси. Група ремонтно-змащувального господарства контролює графіки змащування обладнання, установлює ліміти на відповідні матеріали та на збирання відпрацьованого масла і відновлення його властивостей.

Конструкторсько-технологічне бюро здійснює технічну підготовку ремонтних робіт, комплектує і зберігає альбоми креслень усіх видів устаткування.

Планово-виробниче бюро складає плани робіт ремонтного господарства, його підрозділів з відповідним матеріальним забезпеченням, контролює їх виконання та складає звіти, аналізує і готує пропозиції до поліпшення економічних показників.

Група кранового обладнання наглядає за станом і експлуатацією всіх підйомно-транспортних механізмів, планує та контролює виконання їх ремонтів.

Ремонтно-механічний цех комплектується висококваліфікованими робітниками і різноманітним універсальним устаткуванням, що дає змогу виконувати складні

ремонти обладнання, виготовляти і поновлювати для заміни деталей, а також проводити модернізацію.

Цехові ремонтні служби створюються у великих основних цехах заводу за централізованої або змішаної системи організації ремонтних робіт. При цьому служби підпорядковані відповідним механікам цехів.

Усі матеріальні цінності, необхідні для ремонтних робіт обладнання і підйомно-транспортних механізмів, зберігаються та обліковуються на загальнозаводському складі.

Системи технічного обслуговування і ремонту устаткування.

Виконання ремонтних робіт у заздалегідь відомі терміни сприяє запобіганню прогресуючому зносу деталей у процесі експлуатації устаткування, скороченню витрат на усунення його відмов, аварійних ремонтів.

На вітчизняних підприємствах з 1955 р. застосовувалася єдина система планово-запобіжних ремонтів (ЄСПЗР), основи якої були розроблені в 1923 р. Сутність системи ПЗР полягає в проведенні через певну кількість годин роботи устаткування профілактичних оглядів і різних видів планових ремонтів, черговість і періодичність яких визначаються призначенням агрегата, його особливостями, розмірами й умовами експлуатації.

Випуск нового складного устаткування та умови його експлуатації зумовили необхідність удосконалення ЄСПЗР. Використовуючи позитивний досвід проведення планово-запобіжних ремонтів, у 1988 р. була розроблена і впроваджена Типова система технічного обслуговування і ремонту (ТСТОР) метало- і деревообробного устаткування, яка передбачає сукупність взаємозалежних положень і норм, що визначають організацію і виконання робіт з технічного обслуговування й ремонту устаткування з метою зберігання протягом обумовленого часу при заданих умовах експлуатації продуктивності, точності та інших показників, гарантованих у супровідній технічній документації заводів-виготовлювачів.

ТСТОР (ЄСПЗР) являє собою сукупність організаційно-технічних заходів щодо нагляду, обслуговування і ремонту устаткування та профілактичних заходів відповідно до заздалегідь складеного плану у визначених обсягах і в певні терміни з метою запобігання прогресивно наростаючому зносу, аваріям і підтримування устаткування в постійній експлуатаційній готовності.

Основними принципами цієї системи є запобігання і плановість. Принцип запобігання полягає в тому, що після

відпрацьовування кожним агрегатом установленої кількості годин незалежно від фізичного стану і ступеня зносу він підлягає технічному обслуговуванню і ремонтним роботам. Принцип плановості передбачає проведення зазначених технічних впливів у призначені терміни за спеціальним графіком із заданими обсягами робіт.

Технічне обслуговування — це комплекс операцій, спрямованих на підтримання в робочому стані устаткування і забезпечення його технічних параметрів у процесі експлуатації. Операції виконуються виробничими робітниками, а також черговим ремонтним персоналом. Вони складаються з таких технічних впливів: зміна і поповнення масел; регулювання механізмів; усунення дрібних несправностей; змащування терпівих поверхонь; перевірка геометричної точності відповідно до норм, передбачених держстандартами або ТУ; випробування (для електроустаткування, електромереж, вантажопідйомних машин) і т. д. Роботи з технічного обслуговування виконуються в міжзмінний час і регулюються спеціальним графіком. Чітке виконання за графіком і в необхідному обсязі технічного обслуговування сприяє скороченню обсягу ремонтних робіт і зниженню витрат на їх проведення.

Планові ремонти залежно від змісту та трудомісткості робіт поділяються на поточний (малий), середній та капітальний.

Поточний ремонт передбачає заміну невеликої кількості деталей, що швидко спрацьовуються, та регулювання механізмів для забезпечення нормальної роботи устаткування до чергового планового ремонту. Протягом року такий ремонт охоплює 90—100 % технологічного устаткування. Проводиться, як правило, у неробочий час, без простою обладнання.

Під час *середнього ремонту* виконуються: часткове розбирання агрегата, заміна і ремонт окремих складальних вузлів і механізмів, складання, регулювання та випробування під навантаженням. Такий вид ремонту здійснюється за спеціальною «Відомістю дефектів», що складається при огляді агрегата, заздалегідь складеним кошторисом та планом-графіком ремонтів обладнання. Протягом року під середній ремонт підпадає 25—30 % установленого устаткування.

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання агрегата, дефектування (сортування деталей на придатні, непридатні і такі, що потребують відновлення), заміну або ремонт складальних одиниць із наступним складанням,

регулюванням та випробування на всіх режимах роботи. У процесі відновлення геометрична точність, потужність та продуктивність устаткування доводяться до норм, передбачених ДСТУ або ТУ на термін до чергового планового середнього або капітального ремонту. Капітальним ремонтом протягом року охоплюється 10—12 % установленого обладнання. Організаційно-економічні документи на здійснення робіт аналогічні документам при середньому ремонті.

Ремонти, що пов'язані з відмовами та аваріями устаткування, називаються *позаплановими (аварійними)*. За умови високої культури експлуатації устаткування і чіткої організації системи технічного обслуговування та ремонту, як правило, аварії не трапляються.

Модернізація устаткування проводиться з метою підвищення його технічного рівня і наближення до сучасних моделей машин аналогічного призначення. Виконання робіт з модернізації зазвичай суміщається з ремонтними роботами.

ТСТОР передбачає встановлення ремонтних нормативів, проведення технічної, матеріальної та організаційно-економічної підготовки.

Ремонтні нормативи. Від нормативної бази залежать ефективність експлуатації устаткування, витрати на технічне обслуговування та ремонт, рівень утрат у виробництві, пов'язаних з несправностями агрегатів. Нормативи диференціюються за групами обладнання і характеризуються послідовністю проведення ремонтів та оглядів, обсягами ремонтних робіт, їх трудомісткістю і матеріаломісткістю.

До основних *ремонтних нормативів* належать: 1) категорія ремонтної складності; 2) ремонтна одиниця; 3) тривалість міжремонтного циклу; 4) структура міжремонтного циклу; 5) тривалість міжремонтних періодів і оглядів; 6) нормативи трудомісткості; 7) нормативи матеріаломісткості; 8) норми запасу деталей, оборотних вузлів та агрегатів.

Під *категорією ремонтної складності* розуміється ступінь складності ремонту агрегата (одиниці устаткування), що залежить від його технічних і конструктивних особливостей, розмірів деталей, що обробляються, точності їх виготовлення та особливостей ремонту. У групі устаткування за еталон береться один з агрегатів і для нього встановлюється категорія складності. Категорія ремонтної складності позначається буквою *R* і числовим коефіцієнтом перед нею.

ЄСПЗР та ТСТОП визначені категорії ремонтної складності механічної і електричної частин усіх моделей устаткування. Так, для металообробного верстатного парку агрегатом-еталоном є токарно-гвинторізальний верстат 1К62 з висотою центрів 200 мм і відстанню між центрами 1000 мм, для якого встановлена категорія складності механічної частини 11R (за ЄСПЗР), 12R (за ТСТОП), а електричної частини — відповідно 8,5R та 9,5R.

Ремонтна одиниця — умовний показник, що характеризує нормативні витрати на ремонт устаткування першої категорії складності (r_0). Одиниця ремонтної складності механічної частини становить 50 год, а електричної частини устаткування — 12,5 год. Норми часу даються на одну ремонтну одиницю за видами ремонтних робіт окремо на слюсарні, верстатні та інші роботи, значення яких наведені в табл. 8.1. Час простою устаткування в ремонті також регламентується нормативами (див. табл. 8.2).

Таблиця 8.1

НОРМИ ЧАСУ НА ОДНУ РЕМОТНУ ОДИНИЦЮ
(для технологічного і підйомно-транспортного устаткування)

Види робіт	Норми часу на виконання робіт, год						
	Промивання	на фрезівірка	Фрезичний	реабілітаційний	Ремонт		
					поточний	середній	капітальний
Слюсарні	0,35	0,40	0,75	1,0	4,00	16,00	23,00
Верстатні	—	—	0,10	0,10	2,00	7,00	10,00
Інші (фарбування, зварювання і т. д.)	—	—	—	—	0,10	0,50	2,00
Усього	0,35	0,40	0,85	1,10	6,10	23,50	35,00

Ремонтна одиниця за цифровим значенням збігається з категорією складності. Норми часу даються на одну ремонтну одиницю за видами ремонтних робіт окремо на слюсарні, верстатні та інші роботи.

Визначені норми обслуговування за видами устаткування. Час простою устаткування в ремонті регламентується нормативами простою на одну ремонтну одиницю (у добах).

Таблиця 8.2

**НОРМИ ТРИВАЛОСТІ ПРОСТОЮ УСТАТКУВАННЯ
В РЕМОНТІ НА ОДНУ РЕМОНТНУ ОДИНИЦЮ, ДІБ**

Вид ремонтних робіт	Кількість змін		
	одна	дві	три
Перевірка на точність (як самостійна операція)	0,10	0,35	0,04
Поточний ремонт	0,25	0,14	0,10
Середній ремонт	0,60	0,35	0,25
Капітальний ремонт	1,00	0,54	0,41

Під *тривалістю міжремонтного циклу* розуміється час від уведення устаткування в експлуатацію до першого капітального ремонту або між двома черговими капітальними ремонтами.

За ЄСПЗР для кожного виду технологічного устаткування встановлена тривалість ремонтного циклу, що потім коректується залежно від зазначених чинників. Так, для металорізальних верстатів припускається, що вона дорівнює 24 000 год, зменшуючись при їх експлуатації від 10 до 20 років до 23 000 год; понад 20 років — до 20 000 год (за ТСТОР $T_{ц} = 16\ 800$ год; для ковальсько-пресового устаткування $T_{ц} = 10\ 000$ год, деревообробного — 11 200, ливарного — 6000, електротехнічного — 12 000 год).

Розрахунок тривалості міжремонтного циклу ($T_{м.ц}$) для металорізального устаткування провадиться з урахуванням ряду чинників за формулою:

$$T_{м.ц} = T_{ц.н} \cdot K_{т.в} \cdot K_{м} \cdot K_{у} \cdot K_{в},$$

де $T_{ц.н}$ — вихідна нормативна тривалість ремонтного циклу, наприклад 16 800 год;

$K_{т.в}$, $K_{м}$, $K_{у}$, $K_{в}$ — коефіцієнти, що враховують тип виробництва, вид оброблюваного матеріалу, умови експлуатації і розміри (вагу) устаткування відповідно.

Структура міжремонтного циклу — перелік і послідовність виконання робіт з огляду та ремонту в період між капітальними ремонтами або між уведенням в експлуатацію і першим

капітальним ремонтом. Вона залежить від технологічного призначення устаткування, його складності й умов експлуатації. Так, для металорізальних верстатів вагою до 10 т структура ремонтного циклу має вигляд:

$$K_1-O_1-M_1-O_2-M_2-O_3-C_1-O_4-M_3-O_5-M_4-O_6- \\ -C_2-O_7-M_5-O_8-M_6-O_9-K_2,$$

де К — капітальний ремонт;

С — середній;

М — малий;

О — огляди.

Даний цикл охоплює 1 капітальний ремонт, 2 середніх, 6 малих і 9 оглядів.

Міжремонтний період — це відрізок часу роботи устаткування між двома черговими плановими ремонтами.

$$t_{\text{мр}} = T_{\text{ц}} / (n_{\text{с}} + n_{\text{м}} + 1).$$

Міжоглядовий період — це час між оглядом і ремонтом або між ремонтом і оглядом, що передує огляду ($t_{\text{мо}}$ в годинах) і визначаються за формулою:

$$t_{\text{мо}} = T_{\text{ц}} / (n_{\text{с}} + n_{\text{м}} + n_{\text{о}} + 1),$$

де $n_{\text{с}}$, $n_{\text{м}}$, $n_{\text{о}}$ — кількість середніх і малих ремонтів і оглядів за один ремонтний цикл відповідно.

Трудомісткість ремонтних робіт і оглядів (технічного обслуговування) протягом міжремонтного циклу розраховується з огляду на кількість і складність установленого устаткування, тривалість і структуру ремонтного циклу, затвержені норми затрат праці на одиницю ремонтної складності за формулою:

$$T_{\text{р}} = \sum_{i=1}^{d_{\text{к}}} R_i \cdot t_{\text{к}} + \sum_{i=1}^{d_{\text{с}}} R_i \cdot t_{\text{с}} + \sum_{i=1}^{d_{\text{м}}} R_i \cdot t_{\text{м}} + \sum_{i=1}^{d_{\text{о}}} R_i \cdot t_{\text{о}},$$

де $d_{\text{к}}$, $d_{\text{с}}$, $d_{\text{м}}$, $d_{\text{о}}$ — число відповідних капітальних, середніх, поточних (малих) ремонтів і технічного обслуговування (оглядів);

$t_{\text{к}}$, $t_{\text{с}}$, $t_{\text{м}}$, $t_{\text{о}}$ — трудомісткість відповідних видів ремонту та технічного обслуговування;

R_i — категорія ремонтної складності i -го устаткування.

Нормативи затрат матеріалів установлюються на технічне обслуговування та види ремонту устаткування.

Нормування запасів змінних деталей та вузлів здійснюється для безперебійного виконання ремонтних робіт. Так, норма запасу однотипних деталей для групи верстатів визначається за формулою:

$$H_{з.д} = G_{пр} \cdot N_{д} \frac{T}{t} k_{пр},$$

де $G_{пр}$ — кількість одиниць верстатів;

$N_{д}$ — кількість однотипних деталей у даному типі верстатів, шт.;

T — тривалість циклу виготовлення деталі або постачання партії деталей зі сторони, дн.;

t — термін служби деталі, дн.;

$k_{пр}$ — коефіцієнт нерівномірності ремонтів, який визначається за планом-графіком. Поточне регулювання запасу змінних деталей та вузлів здійснюється за системою «максимум-мінімум».

Технічна підготовка системи ПЗР складається, відповідно, з конструкторської та технологічної. Конструкторська підготовка включає упорядкування альбомів креслень змінних деталей; визначення номенклатури і нормалізацію (уніфікацію) змінних деталей і складальних одиниць. Технологічна підготовка полягає у формуванні типових технологічних процесів складання, розбирання агрегатів і виготовлення трудомістких складних деталей, а також в упорядкуванні відомості дефектів при середньому та капітальному ремонті агрегата.

Уважається, що прогресивними технологіями ремонту є повузловий та послідовно-повузловий методи. При повузловому методі окремі вузли та деталі замінюються запасними (оборотними), що відремонтовані раніше, чи новими. Послідовно-повузловий метод характеризується тим, що вузли ремонтуються не одночасно, а послідовно в неробочі зміни, вихідні та святкові дні під час перерв у роботі верстатів. В умовах масового виробництва, особливо де використовується автоматизоване устаткування, цей метод найефективніший.

Організаційно-економічна підготовка спрямована на раціональну організацію технічного обслуговування та всіх видів ремонтів; комплексне їх забезпечення необхідними компонентами; створення запасу змінних деталей у коморах; визначення трудомісткості ремонтів; добір за складом і кваліфікацією бригад ремонтників; забезпечення ритмічного завантаження устаткування; розрахунок фактичної економічної ефективності від проведення того або іншого виду технічного впливу.

На підставі даних про трудомісткість ремонтних робіт розраховується чисельність ремонтних бригад і складається план-графік ремонту устаткування.

Планування ремонтних робіт у часі ведеться шляхом складання планів-графіків на кожен цех. План-графік розробляється по кожному обладнанню на підставі виду і часу останнього ремонту, структури ремонтного циклу, тривалості міжремонтного періоду, груп ремонтної складності та нормативів трудомісткості.

Форми організації ремонтного обслуговування устаткування.

Залежно від розмірів підприємств і характеру виробництва застосовуються децентралізовані, змішані та централізовані форми організації ремонту. При *децентралізованій* формі технічне обслуговування і всі види ремонту технологічного устаткування проводяться силами ремонтних підрозділів, що входять до складу виробничих цехів.

За *змішаної* форми організації технічне обслуговування і поточний ремонт технологічного устаткування здійснюються силами ремонтних підрозділів основних цехів, а капітальний ремонт — ремонтно-механічним або іншим спеціалізованим ремонтним цехом. У разі застосування *централізованої* форми ремонту усі види ремонту і технічного обслуговування технологічного устаткування виконуються спеціалізованими підрозділами, що входять до складу централізованого ремонтного виробництва. Централізація ремонту покращує якість обслуговування, підвищує продуктивність праці ремонтників, знижує собівартість робіт.

Для ремонту складної техніки дедалі ширше застосовується *фірмове обслуговування*, яке беруть на себе спеціалізовані підрозділи підприємства-виготовлювача. Вони здійснюють контроль за умовами експлуатації і режимом роботи устаткування, проводять усі види ремонту. Фірмове обслуговування поліпшує якість ремонту, забезпечує підвищення надійності і безвідмовності роботи; скорочує простій устаткування в ремонті; спрощує планування, виробництво і розподіл запасних частин, скорочує їхні складські запаси.

Перспективним напрямом удосконалювання технічного обслуговування засобів праці, що здійснюється на великих підприєм-

ствах, є створення *комплексного виробництва* технічного забезпечення і ремонту засобів праці. Це виробництво має виконувати всі види ремонту устаткування цехів, установок, комунікацій, КІПА, будівель і споруд підприємства та здійснювати нагляд за їх експлуатацією, а також забезпечувати підприємства всіма видами енергії, водою, зв'язком.

Системи ремонтного обслуговування. На промислових підприємствах значного поширення набула *комплексно-бригадна система* ремонту і міжремонтного обслуговування закріпленого обладнання. Бригади створюються у складі 5—10 слюсарів на 1000—2000 *r*, встановленого устаткування при роботі у 2 зміни.

В автомобільній промисловості успішно застосовується *інспекційна система* ремонтного обслуговування, яка полягає в проведенні ремонту залежно від фактичної в ньому потреби. При цьому всі роботи з ремонту технологічного обладнання розподіляються на: оперативне ремонтне обслуговування, планово-профілактичне, відновлювальний ремонт вузлів і систем обладнання.

При оперативному ремонтному обслуговуванні ремонтний персонал ліквідує відхилення від норми в роботі устаткування за замовленнями робітників. Оперативне ремонтне обслуговування розподіляється, у свою чергу, на: екстрений ремонт, що пов'язаний з порушення перебігу виробничого процесу; поточний ремонт — усунення відхилень за графіком; міжремонтне (чергове) обслуговування устаткування за зонами.

Планово-профілактичне обслуговування устаткування охоплює: технічну інспекцію (діагностування) устаткування; планово-запобіжний ремонт; технічне очищення устаткування; організацію робіт зі змащення.

Відновлювальний ремонт вузлів і систем обладнання здійснюється на підставі аналізу фактичного технічного стану устаткування.

Показники роботи ремонтного господарства. Рівень організації ремонтного обслуговування аналізується й оцінюється за показниками: час простою обладнання в ремонті; кількість ремонтних одиниць установленого устаткування, що припадає на одного ремонтного робітника; собівартість ремонту однієї ремонтної одиниці; оборотність парку запасних частин до устаткування; кількість аварій, поломок та позапланових ремонтів на одиницю устаткування.

Зарубіжний досвід ремонту. Система планово-запобіжного ремонту (ПЗР) у різних варіантах набула в провідних зарубіжних компаніях значного поширення і має гнучкий характер, велику пристосованість до умов виробництва. Застосування засобів і методів технічної діагностики дає змогу визначати ступінь зносу кожного елемента устаткування і час на ремонтні роботи, не розбираючи його на складові частини. Це стало можливим завдяки вбудованим в устаткування системам технічної

діагностики. Важливе значення мають профілактика та своєчасне усунування несправностей устаткування.

Велику увагу приділяють у зарубіжних фірмах організації змащувальних робіт. Уважається, що до 30 % аварій пов'язано з передчасним зносом деталей і вузлів унаслідок несвоєчасності їх змащування. Також увага приділяється якості мастильного матеріалу, техніці і технології змащування та підвищенню кваліфікації персоналу.

Підготовка робітників-ремонтників має тривалий характер. Висока кваліфікація зумовлюється складністю вирішуваних завдань, відповідальністю за їх виконання та необхідністю оволодіння суміжними професіями. Термін навчання ремонтників, наприклад, у Японії становить 3 роки, на підприємствах фірми «Рено» для робітників — 3 роки, а для техніків — 4 роки.

Система ПЗР фірми «Рено» передбачає планове проведення змащування, періодичні огляди та в разі необхідності ремонт після огляду. Капітальний ремонт виконується поза системою ПЗР, коли в цьому виникає потреба, і передбачає ретельну попередню підготовку.

На підприємствах США строк служби устаткування підвищується завдяки посиленню профілактичного догляду за ним. Досягається це такими організаційно-технічними заходами: централізоване виробництво запасних частин; створення спеціалізованих ремонтних фірм; централізація і спеціалізація ремонтно-профілактичних робіт на підприємстві. Постачання будь-якої деталі заводом-виготовлювачем гарантується протягом 10—12 днів з дня виготовлення устаткування, термін виконання замовлення на запасні частини не перевищує двох тижнів.

В організації ремонту в більшості фірм Західної Європи, США та Японії перевага віддається запобіжному ремонту й обслуговуванню устаткування.

Багато зарубіжних фірм переходить на комплексний капітальний ремонт високомеханізованого виробництва шляхом зупинки заводу влітку (один місяць відпусток) і взимку у святкові дні. У період ремонтної кампанії на допомогу ремонтникам фірми запрошуються десятки спеціалізованих ремонтних підприємств, що дає змогу відремонтувати унікальне устаткування. У процесі ремонту широко використовується агрегатний метод зі швидкою заміною вузлів агрегатів або цілих верстатів на нові чи попередньо відремонтовані.

Таким чином, виходячи з зарубіжного досвіду, зазначимо, що характерною особливістю систем ремонту є планомірна заміна деталей і вузлів. На кожному підприємстві система ремонту диференційована відповідно до особливостей устаткування, типу виробництва та конкретної ситуації. Набула поширення тенденція ретельного планування та обліку з застосуванням ПЕОМ. Об'єктивні дані обліку дають змогу визначити оптимальну періодичність обслуговування й ремонту устаткування.

Для ремонту складної техніки в сучасних умовах удаються до фірмового обслуговування спеціалізованих підрозділів підприємств-виробників. Вони здійснюють контроль за умовами експлуатації і режимами роботи устаткування, виконують усі види ремонтів. Фірмове обслуговування поліпшує якість ремонту, підвищує надійність і безвідмовність роботи, скорочує простой в ремонті устаткування, спрощує планування, виробництво і розподіл запасних частин, скорочує складські запаси.

8.4. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

Організація енергогосподарства. Сучасне машинобудівне виробництво пов'язане зі споживанням у великих обсягах електроенергії, палива та інших енергоносіїв (пара, стиснуте повітря, гаряча вода) та забезпеченням системами зв'язку. На підприємствах машинобудівного комплексу частка споживаної енергії в собівартості продукції досягає 30 %.

Нормальне функціонування виробничої системи підприємства залежить від своєчасного забезпечення енергетичними ресурсами за їх видами і в певній кількості. За характером використання енергія, що споживається, поділяється на: *силову*, що приводить у дію технологічне устаткування; *технологічну*, яка призначена для зміни властивостей і стану матеріалів; *виробничо-побутову*, яка витрачається на освітлення, вентиляцію, опалення та інші цілі.

Надійне і безперебійне забезпечення виробництва підприємства всіма видами енергії встановлених параметрів при мінімізації затрат є *основною метою* створення енергетичного господарства як сукупності генеруючих, перетворювальних, передавальних та споживаючих енергетичних засобів.

Структура енергогосподарства та органи управління. Організаційні і технологічні особливості виготовлення

профільної продукції підприємства зумовлюють виробничу структуру енергогосподарства (рис. 8.5).

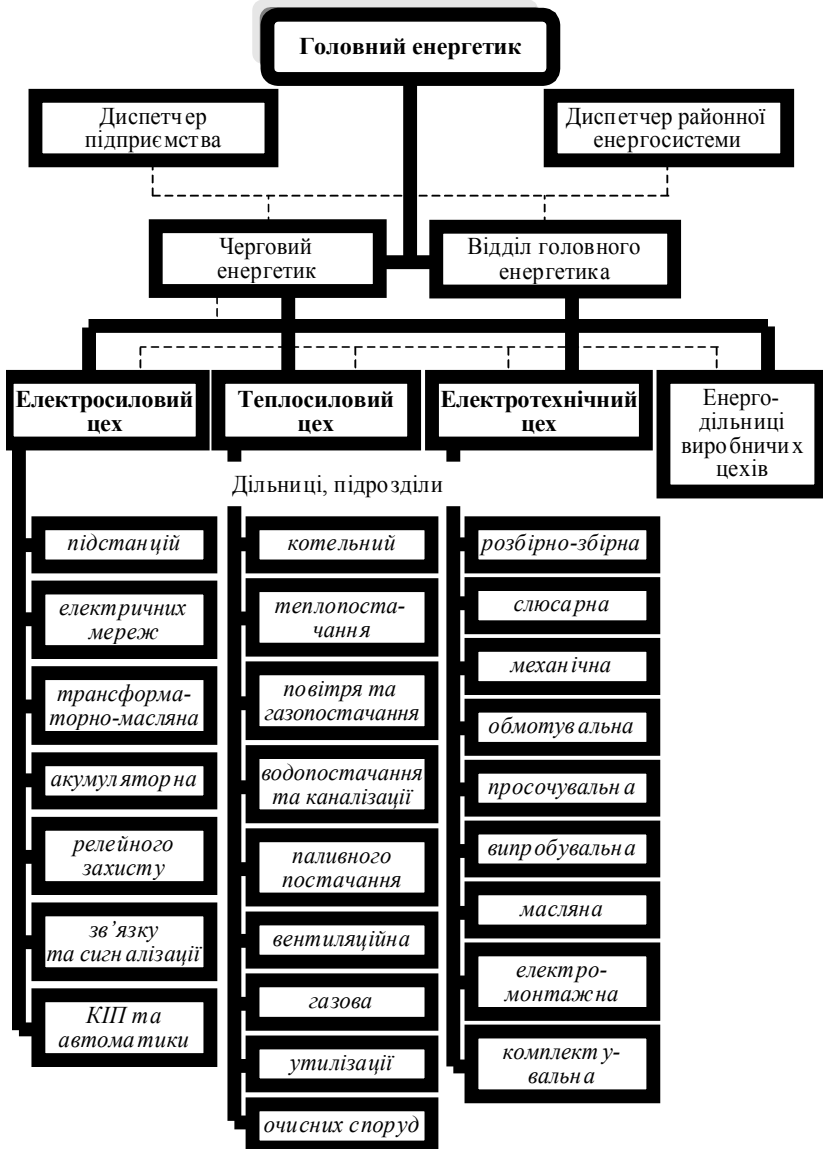


Рис. 8.5. Організаційно-виробнича структура енергогосподарства великого підприємства

Завданнями енергетичного господарства є: постійне забезпечення підприємства, його підрозділів та робочих місць усіма видами енергії за встановленими параметрами; проведення заходів, спрямованих на економію та ефективне використання енергії та всіх видів палива; монтаж і організація експлуатації енергетичного устаткування; технічне обслуговування та ремонт енергоустаткування; здійснення контролю виконання стандартів, правил експлуатації, ремонту енергоустаткування та мереж; підвищення енергоозброєності праці; здійснення заходів щодо вдосконалювання та розвитку енергогосподарства.

Енергетичне господарство підприємства підрозділяється на дві частини — загальнозаводську і цехову. До *загальнозаводської* належать генеруючі та перетворюючі споруди, установки, пристрої, відповідні споруди і загальнозаводські мережі, що об'єднуються в ряд спеціальних цехів (дільниць) — електросиловий, теплосиловий, газовий, слабкострумовий, електромеханічний. Склад цехів залежить від енергоємності виробництва та рівня розвитку зв'язків заводу з зовнішніми енергосистемами.

Теплосиловий цех (дільниця) обслуговує контрольні установки, мережі підприємства (теплову, стислого повітря, водопостачання, каналізації), компресорні установки, кондиціонери, обладнання, що перекачує мазут. До складу електросилового цеху входять понижуючі підстанції, трансформаторні установки, перетворюючі пристрої, кабельні мережі, електролінії.

Газовий цех (може входити до теплосилового цеху) об'єднує газопровідні мережі, кисневі станції, склади балонів з різними видами газів та ін.

Електричний цех виконує роботи з ремонту електрообладнання та електроапаратури.

Слабострумна дільниця здійснює технічне обслуговування та ремонт АТС підприємства, комутаторних установок, акумуляторних пристроїв, радіотелевізійної мережі та комп'ютерного парку.

Цехову частину енергогосподарства утворюють первинні енергоприймачі (споживачі енергії — печі, верстати, підйомно-транспортне устаткування і т. д.), цехові перетворювальні установки і внутрішньоцехові розподільчі мережі.

Значний вплив на ефективність виробництва справляють зниження витрат на енергозабезпечення, поліпшення використання енергоустановок, економія і раціональне

використання енергоресурсів. Велика кількість різноманітного енергообладнання і складність енергоустановок потребують єдиного керівництва енергогосподарством. Ці обставини зумовлюють пошук шляхів ефективного функціонування енергогосподарства і системи управління.

На підприємствах, де створюється енергогосподарство, воно може бути підпорядковане головному енергетику або відділу головного енергетика (ВГЕ) чи головному механіку. Апарат головного енергетика може складатися з низки функціональних бюро або груп (електричне, електроконструкторське, вентиляційне, теплотехнічне, планово-економічне, ПЗР і т. д.), лабораторій (електрична, теплова), інспекції інженерних мереж і споруд та ін.

Відносини ВГЕ з підрозділами підприємства будуються на основі діючих стандартів, положень та інструкцій. Енергообладнання та мережі безпосередню експлуатують відповідні енергоцехи та енергодільниці виробничих цехів. Оперативне управління (диспетчерування) енергогосподарством здійснюють начальники змін (чергові енергетики) енергоцехів.

Процес виробництва, розподілу і споживання енергії є єдиним енергетичним процесом, у якому всі елементи взаємопов'язані. Види, обсяг і структура споживаних енергоресурсів залежать від потужності підприємства, виду продукції, що випускається, характеру технологічних процесів, а також від зв'язків підприємства з регіональними енергосистемами.

Споживання енергії у виробництві (попит) у певні години доби, дні тижня й інші календарні періоди відбувається нерівномірно. Тому режими виробництва всіх видів енергії безпосередньо залежать від режимів її споживання. Потреба значних підприємств в енергії може покриватися за рахунок повного забезпечення енергією всіх видів від власних установок. Малі, а іноді і середні машинобудівні підприємства одержують усі види енергії від районних систем, сусідніх підприємств і об'єднаних цехів. Найбільше поширений комбінований варіант енергозабезпечення.

Види енергоносіїв і форми енергозабезпечення.

Електроенергія становить більш як 30 % в енергоспоживанні машинобудівного підприємства, тому в основному забезпечення здійснюється від регіональних електроенергетичних систем. Теплоносії — пара і гаряча вода — надходять, головним чином, від теплових мереж територіальних систем. Використовуються на підприємствах вторинні енергоресурси, джерелом яких є тепло газів, що

відходять з нагрівальних печей, для нагріву води; використання води та пари при водяному і випаровному охолодженні, для опалення, а також пари від ковальсько-штампувального устаткування.

Забезпечення повітрям здійснюється за допомогою компресорних установок спеціального цеху чи дільниці, які подають на робочі місця стисле повітря для пневмозажимів, підйомників, обдування штампів, ковальських молотів, формоутворюючих машин та ін.

Під час організації водопостачання для виробничих та господарсько-побутових потреб треба враховувати вимоги екології середовища і впроваджувати сучасні технології вторинного використання води після її регенерації, системи очищення води перед виведенням до природних джерел.

Залежно від технології та структури сировини і матеріалів для виготовлення виробів використовуються тверде, речовинне та газоподібне паливо. При плавленні чавуну використовується вугілля та кокс. Для пристроїв, що нагрівають, застосовується мазут; бензин та дизельне пальне — для транспортних засобів; паливом для установок, що нагрівають, є природний газ; для виробничих процесів використовуються також інші гази — кисень, ацетилен, вуглекислий газ (для зварювального виробництва і под.).

Нормування енергоспоживання. Режим економії енергетичних ресурсів визначає необхідність нормування витрати енергії та енергоносіїв. *Прогресивні норми витрати енергії і пального — це максимально допустима витрата на одиницю продукції або одиницю роботи в раціональних умовах організації виробництва та експлуатації устаткування.*

Норми підрозділяються на диференційовані та збільшені (сумарні). *Диференційовані* (питомі) норми встановлюють витрату енергії на окремі агрегати, деталі, операції, процеси та на інші одиниці виміру продукції; сумарні — по дільницях, цеху і підприємству на одиницю або умовну одиницю продукції. До *сумарних (збільшених)* норм належить витрата енергії на 1 т заготовок, комплект деталей на виріб, складальну одиницю або виріб на 1000 грн продукції.

Технічно обґрунтовані норми визначаються по операціях розрахунково-аналітичним методом, який вможлиблює визначення її величини з урахуванням змін режимів роботи, параметрів технологічних процесів та інших чинників.

Залежно від цільового використання енергії норми визначаються на технологічні і допоміжні потреби (освітлення, опалення, вентиляція тощо) При цьому враховуються допустимі витрати в мережах.

Загальний обсяг енергії, витраченої підприємством $E_{\text{заг}}$, умовно ділиться на дві частини — таку, що залежить (перемінну) $E_{\text{зл}}$ і таку, яка не залежить (постійну) $E_{\text{нзл}}$ від обсягів продукції, що випускається. У загальному випадку перемінна частина охоплює витрати всіх видів енергії на виконання основних технологічних операцій, постійна — витрати на освітлення, привід вентиляційних устроїв, опалення, кондиціонування повітря. Витрата енергії за перемінною частиною може бути визначена сумарно на основі часу роботи устаткування або більш точно — за зведеними нормами. При першому методі устаткування групується за умовами роботи — часу використання, ступеня завантаження за потужністю та інших чинників. Постійна частина витрат може бути визначена також розрахунковим методом за нормативами освітленості, опалення приміщень та ін.

На підприємствах широко використовується дослідно-статистичний метод планування, який ґрунтується на фактичних питомих нормах, що досягнуті за попередній період. Найпростішим є метод розрахунку питомих норм витрат енергоресурсів за їх середньоарифметичною фактичною витратою за кілька років.

Планова потреба цехів в електроенергії визначається за допомогою питомих норм витрати силової (для двигунів) та технологічної енергії на одиницю продукції, а також обсягу виробництва в натуральному або інших вимірниках.

Силова електроенергія для виробничих цілей залежить від потужності обладнання, що використовується, і визначається за формулою:

$$E_{\text{е.сил}} = \frac{W_y \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot K_3 \cdot K_{\text{ор}}}{K_m \cdot K_{\text{к.д}}},$$

де W_y — сумарна потужність установленого обладнання (електромоторів), кВт;

$\Phi_{\text{еф}}$ — ефективний фонд часу роботи обладнання за плановий період, год;

K_3 — коефіцієнт завантаження обладнання;

$K_{\text{ор}}$ — середній коефіцієнт одночасної роботи споживачів енергії;

K_M — коефіцієнт корисної дії електричної мережі;
 $K_{к.д}$ — коефіцієнт корисної дії установлених моторів на обладнанні.

Витрати електроенергії для виробничих цілей також розраховуються за формулами:

$$E_{е.сил} = W_y \cdot \Phi_{еф} \cdot K_{п.с},$$

$$E_{е.сил} = \Phi_{еф} \sum_{i=1}^m W_y \cdot \cos \varphi \cdot K_{мч},$$

де $K_{п.с}$ — коефіцієнт попиту споживачів електроенергії;
 $\cos \varphi$ — коефіцієнт потужності електродвигунів, що установлені;

$K_{мч}$ — коефіцієнт машинного часу електроприймачів (машинного часу роботи обладнання).

Електроенергія на освітлення визначається за формулою:

$$E_{е.сил} = \frac{n_{св} \cdot \Phi_{еф} \cdot w_{ср} \cdot K_{к.д}}{1000},$$

$$E_{е.сил} = \frac{h_{осв} \cdot S \cdot \Phi_{еф}}{1000},$$

де $n_{св}$ — кількість світильників (лампочок), що використовуються, шт.;

$w_{ср}$ — середня потужність одного світильника (лампочки), Вт;

$h_{осв}$ — норма освітлення 1 м² площі, Вт (25 Вт/м²);

S — площа будівлі, що освітлюється, м².

Питомі норми витрати пари на певний обсяг продукції чи площі використовуються для розрахунку потреб у парі на виробничі цілі.

На опалення будівлі витрати пари розраховуються за формулою:

$$Q_{п} = \frac{q_{п} \cdot t_{\Delta} \cdot \Phi_{д} \cdot V_{буд}}{J \cdot 1000},$$

де $q_{п}$ — витрата пари на 1 м³ будівлі за різниці між зовнішньою та внутрішньою температурою в 1°C;

t_{Δ} — різниця між зовнішньою та внутрішньою температурою опалювального періоду, °C;

$\Phi_{д}$ — час опалювального періоду, год;

$V_{буд}$ — об'єм будівлі (за зовнішнім обміром), м³;

J — теплотміст пари (540 ккал).

Витрата палива на виробничі потреби (термообробка, плавлення, сушіння та ін.) визначається за формулою:

$$Q_{\text{пн}} = \frac{q_{\text{у.п}} \cdot N_{\text{пл}}}{K_{\text{ек}}},$$

де $q_{\text{у.п}}$ — норма витрати умовного палива на одиницю продукції, що випускається;

$K_{\text{ек}}$ — калорійний еквівалент виду палива, що застосовується.

Витрата палива на опалення виробничих та адміністративних будівель розраховується за формулою:

$$Q_{\text{п.оп}} = \frac{q_{\text{пн}} \cdot t_{\Delta} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot V_{\text{буд}}}{K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{к.д}} \cdot 1000},$$

де $q_{\text{пн}}$ — норма витрати палива на 1 м³ будівлі при різниці між зовнішньою та внутрішньою температурою в 1°C, ккал/од;

$K_{\text{гр}}$ — теплота горіння умовного палива (7000 ккал/кг);

$K_{\text{к.д}}$ — коефіцієнт корисної дії котельного агрегата (0,75).

Витрата стислого повітря для виробничих цілей розраховується за формулою:

$$Q_{\text{с.пв}} = 1,5 \sum_{i=1}^m q_{\text{с.пв}} \cdot K_{\text{вик}} \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot K_3,$$

де 1,5 — коефіцієнт утрат стислого повітря в трубопроводах та їх з'єднаннях;

$q_{\text{с.пв}}$ — витрата стислого повітря при безперервній роботі приймача повітря, м³/год;

K_3 — коефіцієнт завантаження обладнання;

$K_{\text{вик}}$ — коефіцієнт використання приймача повітря в часі.

Витрата води для виробничих цілей визначається за нормами годинних витрат за формулою:

$$Q_{\text{води}} = \frac{q_{\text{води}} \cdot G_{\text{пр}} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot K_3}{1000},$$

де $q_{\text{води}}$ — витрати води за годину на один верстат, л;

$G_{\text{пр}}$ — прийнята кількість верстатів, що працюють.

Корегування питомих норм витрати енергоресурсів полягає в приведенні їх до прогресивного рівня, з урахуванням економії енергоресурсів від проведення організаційно-технічних заходів і зміни їх споживання у зв'язку зі зміною потужностей

установленого устаткування. Питомі норми витрати енергії мають періодично переглядатися, тому що збільшення випуску продукції і поліпшення організації виробництва приводить до їх зменшення, а механізація та автоматизація виробництва — до збільшення.

Велике значення для нормування витрати енергії має вибір одиниці виміру. Під час виготовлення однорідної продукції використовуються натуральні вимірники, а при виготовленні різномірної продукції — нормо-години, верстато-години, гривні на одиницю продукції.

Технологічна норма витрати енергії визначається за формулою:

$$N_{\text{т.ен}} = (E_{\text{спж}} + E_{\text{втр}}) / N_{\text{пл}}.$$

Загальновиробнича норма витрати розраховується за формулою:

$$N_{\text{заг.ен}} = (E_{\text{техн}} + E_{\text{доп}} + E_{\text{втр}}) / N_{\text{пл}},$$

де $E_{\text{техн}}$, $E_{\text{доп}}$ — витрата енергії на технологічні і допоміжні цілі відповідно.

Контроль використання енергоресурсів. Основною умовою, що визначає доцільність і діючу ефективність нормування, є вимога диференціації норм. При цьому необхідно установити взаємозв'язок системи нормування із системами обліку готової продукції та енергетичного обліку. Дані енергообліку необхідні для складання та аналізу енергобалансів. Об'єктами енергообліку є вироблення і споживання енергії, вихід і використання вторинних енергоресурсів.

Облік палива на підприємстві ведеться при його надходженні на підприємство, а також у разі відвантаження центральним складом окремим цехам і споживання в цеху окремими агрегатами. Витрата палива контролюється шляхом його зважування, за допомогою лічильників, нафтомірів, тарованих вимірювальних приладів, газомірів і под.

Електрична енергія обліковується за допомогою лічильників активної і реактивної енергії. При цьому дотримуються такі вимоги: розподіл обліку енергії, що споживається, на технологічні цілі і освітлення; окремий облік у кожному цеху активної і реактивної енергії; оснащення лічильниками реактивної енергії всіх установок для підвищення $\cos \varphi$ (статистичні конденсатори, синхронні двигуни і т. д.); індивідуальний облік енергії на всіх великих електроприймачах усередині цеху. *Облік пари* здійснюється за встановленим на кожному агрегаті манометром і термометром. При цьому необхідно здійснювати облік виходу і споживання

відпрацьованої пари і конденсату. *Облік стиснутого повітря* фіксується повітромірами з одночасною установкою манометрів і термометрів на кожному компресорі. *Облік води* здійснюється за водомірами і манометрами, що встановлюються на всіх насосних станціях для обліку її подавання в мережу, а також у цехах.

Визначення потреби в енергоресурсах. Зростаючі обсяги споживання паливно-енергетичних ресурсів потребують підвищення точності їх планування. Для цього передбачається дослідження впливу економічних, технічних і організаційних чинників. У практиці планування широко використовуються методи короткострокового прогнозу на основі тенденцій попередніх років, усереднення цих показників і отримання залежностей, які кількісно відображають дію стабільних чинників. При багатонаменклатурному випуску продукції доцільно використовувати комп'ютерну техніку зі спеціальними програмами тому, що визначення витрат енергоресурсів здійснюється шляхом нормування і розрахунку затрат кожного виду енергії на обсяг продукції, що планується.

Потреба в енергії й енергоносіях визначається на основі балансового методу планування. З цією метою складаються зведені баланси і баланси за окремими видами енергії та енергоносіїв (табл. 8.3). У витратній частині балансу показується розрахункова планова потреба в енергії на всю виробничу, господарсько-побутову і невиробничу діяльність підприємства, а в прибутковій — джерела покриття цієї потреби: одержання енергії і палива від районних систем, вироблення на власних генеруючих установках підприємства, використання вторинних енергоресурсів. Для великих енергетичних агрегатів при плануванні складаються енергетичні баланси і встановлюються залежності, що відображають вплив окремих чинників на величину питомої витрати енергії.

Перспективні баланси (на п'ять років і більш) є основою для вдосконалювання і реконструкції енергетичного господарства підприємства.

Таблиця 8.3

ЕНЕРГЕТИЧНІ БАЛАНСИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ознака групування	Вид енергетичного балансу	Призначення за видами енергії
За часовим горизонтом	Перспективний	Енергобаланс підприємства на 5 і більше років
	Плановий	Річний електробаланс, паливні баланси за всіма його видами
	Звітний	Щомісячні баланси теплоти, палива, електроенергії
За видом енергоносія	Окремий за видами енергоносіїв	Баланси окремих видів палива (нафта, газ, вугілля і т. д.)
		Електробаланси цехів, підприємства
		Баланс пари, гарячої води, стислого повітря
	Зведений	Зведений паливний баланс за всіма видами палива
Зведений електробаланс цеху, підприємства (за сумою витрат всіх енергоносіїв)		
За цільовим використанням	Баланс силового використання видів енергії	Баланс силової пари (8—10 атм)
	Баланс технологічного використання видів енергії	Цеховий баланс технологічного використання енергії
	Баланс виробничо-господарського використання видів енергії	Баланс пари та гарячої води для опалення та вентиляційних потреб цеху, підприємства

Основною формою планування енергопостачання в даний час є річні енергобаланси. Поряд із плановим складається звітний баланс, що є засобом контролю за виконанням планових показників використання енергоресурсів і вишукування резервів. Загальні потреби підприємства в енергії визначаються за формулою:

$$E_{\text{заг}} = H_{\text{в.е}} \cdot N_{\text{пл}} + E_{\text{доп}} + E_{\text{ст}} + E_{\text{вт}},$$

де $H_{\text{в.е}}$ — планова норма витрати енергії на одиницю продукції, кВт · год;

$N_{\text{пл}}$ — плановий обсяг випуску продукції в натуральному (вартісному) виразі, шт., грн;

$E_{\text{доп}}$ — витрати енергії на допоміжні потреби, кВт · год;

$E_{\text{ст}}$ — відпуск енергії на сторону, що планується, кВт · год;

$E_{\text{вт}}$ — втрати енергії в мережах, кВт · год.

Резерви та напрями вдосконалення енергетичного господарства. Щоб виявити резерви економії енергоресурсів, необхідно провести аналіз енергобалансу. Основний прийом аналізу — порівняння різних рівнів енерговикористання, що характеризується відповідними видами енергобалансів. Для правильного визначення потенціалу енергозбереження важливо встановити найкращий рівень енерговикористання, від якого і має вестись рахунок резервів економії енергоресурсів. Резерв економії енергії, або потенціал енергозбереження, визначається на основі порівняння витрат енергоресурсів у фактичному $E_{\text{факт}}$ і перспективному $E_{\text{опт}}$ енергобалансах.

Для врахування коливань у попиті різноманітних видів енергії складають добові графіки їх споживання за календарними періодами (сезонами), що є основою для встановлення максимальної потреби на планований період під час розроблення заходів щодо розвитку енергетичного господарства.

Основними напрямками вдосконалювання енергетичних господарств машинобудівних підприємств є: перехід на централізоване енергопостачання, їх укрупнення, використання технічно обґрунтованих норм витрати енергоносіїв, застосування економічних енергоносіїв, вторинних енергетичних ресурсів, нетрадиційних видів енергії, упровадження раціональних методів організації ремонту і технічного обслуговування устаткування і мереж, автоматизація керування виробництвом і споживанням енергії.

Техніко-економічні показники енергетичного господарства об'єднуються в чотири групи: виробництво і розподіл енергії (наприклад, питома витрата палива на виробництво енергії), питома витрата енергії та енергоносіїв (наприклад, на 1 т придатних відливків, на машину), собівартість виробництва енергії, енергоозброність.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. У чому полягають цілі, завдання та функції системи технічного обслуговування виробництва?

2. Стисло охарактеризуйте виробничу інфраструктуру.

3. Чим зумовлена необхідність забезпечення виробництва продукції оснащенням?
4. Який загальний склад інструментального господарства на машинобудівних підприємствах серійного виробництва?
5. Які є форми організації інструментального господарства та управління ним?
6. Укажіть мету індексації інструменту та оснащення, наведіть приклад її використання.
7. Яка система забезпечення робочих місць інструментом у масовому виробництві є прогресивною й у чому її сутність?
8. Чим відрізняється перехідний запас інструменту в цеху (ПРК) і ЦІС? Як він у кожному випадку встановлюється?
9. Як регулюється кількість інструменту визначеного типорозміру на підприємстві з масовим виробництвом з використанням точки замовлення в цехах і в ЦІС?
10. Яка система забезпечення робочих місць інструментом у масовому виробництві є прогресивною?
11. У чому полягають цілі, завдання та функції ремонтного господарства?
12. Які нові елементи організації ремонту устаткування в системах ЄСПЗР і ТСТОР упроваджуються на промислових підприємствах?
13. Як устатовлюється для кожної одиниці устаткування категорія складності?
14. Охарактеризуйте сутність і призначення ремонтних нормативів.
15. Чим відрізняються обсяги ремонтних робіт за рік і за цикл? Як вони розраховуються?
16. Чим відрізняються форми організації ремонтних робіт?
17. Охарактеризуйте методи ремонту устаткування, що застосовуються в різних типах виробництва.
18. Наведіть приклад з досвіду організації «фірмового» обслуговування і ремонту устаткування та техніки, що випускається, на промислових підприємствах.
19. Окресліть цілі та завдання організації енергетичного господарства.
20. Охарактеризуйте склад та структуру енергетичного господарства великого підприємства.
21. У чому полягають особливості загальнозаводської і цехової частин енергетичного господарства підприємства?
22. Якими методами визначається потреба підприємства в енергії різних видів?
23. Завдяки яким чинникам досягається економія енергоресурсів на підприємстві?
24. Як на основі енергетичного балансу встановити планові витрати енергії, необхідної для виробництва нової продукції?

**ОРГАНІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУЮЧИХ
ГОСПОДАРСТВ**

9.1. ТРАНСПОРТНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ***Завдання транспортного господарства.***

Забезпечення високопродуктивного функціонування основного виробництва на машинобудівному підприємстві пов'язане з постійним переміщенням великих обсягів різноманітних вантажів як за межами, так і всередині підприємства. На загальнозаводські та цехові склади для поповнення запасів здійснюється доставка матеріалів, палива, комплектуючих та інших матеріальних цінностей. У свою чергу, зі складів або безпосередньо з цехів вивозяться готова продукція та відходи виробництва. Усередині підприємства процес виробництва зумовлює транспортування: з загальнозаводських складів у цехи — матеріалів, комплектуючих, напівфабрикатів, оснащення та інших виробів; між цехами — заготовок, деталей, складальних одиниць; із цехів на склади та відповідні пункти призначення — готової продукції та відходів. Внутрішньоцехові перевезення пов'язані з переміщеннями деталей та складальних одиниць у процесі виготовлення та складання виробів, заготовок між коморами та дільницями, між дільницями, а на дільницях між робочими місцями.

Від організації транспортного обслуговування залежить ритмічна робота робочих місць, дільниць, цехів, а також обсяги випуску готової продукції, її собівартість і якість та своєчасне задоволення споживачів. На тривалість виробничого циклу безпосередньо впливає час транспортних операцій. Серед допоміжних робітників 30—40 % зайнято на вантажно-розвантажувальних і транспортних операціях. Витрати на

транспортно-складське обслуговування та транспортування вантажів на деяких підприємствах досягає 15—20 % від суми всіх побічних витрат у собівартості продукції, що випускається.

Важливість впливу на показники роботи підприємства зумовила відокремлення функцій перевезення вантажів, вантажно-розвантажувальних робіт та експедиційних операцій, для виконання яких відбулося відповідне формування транспортного господарства.

Основними завданнями транспортного господарства є: швидке і безперебійне пересування предметів праці, палива та готової продукції відповідно до вимог виробничого процесу; ефективне використання транспортних засобів і праці транспортних робітників; механізація й автоматизація транспортних і вантажно-розвантажувальних операцій; зниження собівартості транспортних операцій; забезпечення суворої узгодженості технологічних і транспортних операцій; постійне підтримування транспортних засобів у робочому стані.

Актуальними завданнями транспортного господарства є координація роботи промислового транспорту з магістральним залізничним, водяним, автомобільним транспортом, широкий розвиток контейнерних і пакетних перевезень вантажів.

Виконання поставлених завдань залежить від правильної організації транспортного господарства, чіткого планування роботи транспорту, обґрунтованого вибору транспортних засобів, підвищення рівня механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт.

Склад транспортного господарства. Склад транспортного господарства залежить від технології й характеру продукції, що виготовляється (габарити, маса, складність та ін.), обсягу внутрішньозаводських і зовнішніх перевезень, рівня кооперування з транспортними організаціями, виробничої структури підприємства, розташування цехів, типу і масштабу виробництва.

До складу транспортного господарства великого промислового підприємства можуть входити цехи (дільниці): залізничний, річковий, автотранспортний, авіаційний, вантажно-розвантажувальний. Виробничі підрозділи підприємства також можуть мати у своєму складі внутрішньовиробничий транспорт.

Матеріальною базою транспортного господарства є об'єкти загальнозаводського призначення (гаражі, депо, ремонтні майстерні, рейкові і безрейкові шляхи) та різноманітні

транспортні засоби, які *класифікуються* за видами, призначенням перевезень, способом дії, напрямку переміщення вантажів.

За видом і призначенням транспорт поділяється на: залізничний, водний, автомобільний, авіаційний, механічний, трубопровідний, пневматичний, гідравлічний, підйомно-транспортний, підвісні дороги, конвеєрні пристрої та ін.

За характером дії транспорт може бути періодичної і безперервної дії.

За видами виконуваних робіт розрізняють: міжцеховий транспорт, що виконує операції з перевезення вантажів у межах території підприємства між цехами і складськими приміщеннями; внутрішньоцеховий транспорт, що забезпечує переміщення предметів праці між робочими місцями, апаратами за ходом технологічного процесу.

За напрямом переміщення вантажів внутрішній транспорт поділяється на: *горизонтальний* (транспортери, рольганги), *вертикальний* (підіймачі, ліфти), *горизонтально-вертикальний* (автонавантажувачі, крани-балки, мостові крани), *похилий* (канатні і монорельсові дороги). Їх можна розділити на дві основні групи: *стаціонарні* транспортні пристрої; *рухомі* транспортні засоби.

До стаціонарних належать транспортні пристрої, за допомогою яких продукти виробництва переміщуються у визначених (горизонтальному, вертикальному або похилому) напрямках (конвеєри, трубопроводи, транспортери різноманітних видів, жолоби, лотки, сковзала). Стаціонарні пристрої споживають малу кількість енергії, вирізняються невеликими витратами на обслуговування і мають більшу надійність і безпеку ніж рухомі.

До пересувних належать транспортні засоби, що виконують або вертикальні транспортування (підіймачі), або горизонтальні переміщення (візки, електрокари, автомобілі, автонавантажувачі тощо).

Останнім часом зростає рівень використання *транспортних засобів без водія, з дистанційним управлінням*. Транспортні системи з дистанційним управлінням добре підходять для раціоналізації логістичних функцій і можуть використовуватися як на частково механізованих, так і на цілком автоматизованих підприємствах. Удосконалювання технології і зв'язок із центральною комп'ютерною системою забезпечують їх економічність, велику гнучкість і високий ступінь використання.

Транспортні системи з дистанційним управлінням можуть виконуватися у вигляді візків з власним приводом і використовуватися для внутрішньовиробничого пересування (запрограмованого або дистанційно керованого). Поряд з перевагами дистанційно керованих транспортних систем існують певні недоліки: висока вартість, проблеми з завантаженням-розвантаженням, невелика швидкість руху, обмеженість маневрування змонтованими шляхами, труднощі проїзду в складних умовах (вузькі місця проїзду, високі бар'єри, випадкові перешкоди та ін.).

Усі засоби безрейкового транспорту незалежно від місця їх використання концентруються в загальнозаводському транспортному господарстві, обладнаному спеціальним устаткуванням для збереження техніки, її заправки (зарядки), технічного обслуговування і ремонту. На підприємствах великосерійного і масового виробництва в умовах стабільних вантажопотоків широко застосовуються засоби безперервного транспорту для міжцехового переміщення вантажів і особливо загальноцехового і міжопераційного транспорту, зокрема, різноманітні транспортери, монорельсові шляхи, спеціальні транспортні пристрої, умонтовані в потокові й автоматичні лінії, а також стаціонарне підйомно-транспортне устаткування (крани всіх типів, штабелери, підіймачі та інші засоби).

Організаційна структура. На великих підприємствах, де в складі загальнозаводського транспортного господарства є кілька цехів, для координування їх діяльності організується транспортний відділ, підпорядкований безпосередньо заступнику директора з маркетингу і збуту або заступнику з транспорту (загальних питань).

До складу транспортного відділу входять бюро (групи): планово-економічне, диспетчерське, технічне, обліку та ін.

Планово-економічне бюро розробляє плани виробничо-господарської діяльності транспортного господарства, визначає вантажообіг по заводу й обсяг вантажно-розвантажувальних робіт, розраховує потребу в транспортних і вантажно-розвантажувальних засобах, кадрах і фонді заробітної плати, складає кошторис витрат транспортного господарства і калькуляцію собівартості на окремі види послуг.

Диспетчерське бюро здійснює оперативно-виробниче планування роботи транспорту, що зводиться до складання квартальних, місячних і добових планів перевезень і до оперативного регулювання транспортних робіт. Методи

побудови планів визначаються ступенем стійкості вантажопотоків на заводі.

Технічне бюро здійснює технічну підготовку виробництва: розробляє транспортно-технологічні схеми, що забезпечують стикування окремих ланок транспортної мережі підприємства і технологічного устаткування; формує альбоми креслень на кожен вид підйомно-транспортного устаткування для виготовлення запасних частин і проведення ремонтних робіт; розробляє заходи з комплексної механізації й автоматизації вантажно-розвантажувальних і транспортних операцій.

Бюро обліку веде паспортизацію всіх видів транспортних засобів, забезпечує бухгалтерський облік і звітність роботи транспортного господарства.

Організація і розрахунки перевезень. Рациональна організація перевезень будується на основі вивчення вантажообігу і вантажопотоків у масштабі підприємства і його окремих цехів і складів.

Вантажним потоком називають кількість вантажів (у тоннах, кубічних метрах, штуках), що переміщуються за одиницю часу (годину, добу, місяць, квартал, рік) у заданому напрямі між окремими вантажно-розвантажувальними пунктами або через певний пункт. Вантажопотоки розраховуються, як правило, за ходом технологічного процесу.

Вантажообіг являє собою загальну кількість вантажів, що переміщуються за одиницю часу (доба, місяць, квартал, рік), іншими словами, — це сума окремих вантажопотоків.

На основі даних про потужність вантажопотоків у тоннах і відстанях між пунктами визначають обсяг транспортної роботи в тонно-кілометрах.

Дані про вантажообіг і вантажні потоки підприємства та окремих цехів доцільно подавати у вигляді «шахової» таблиці:

Таблиця 9.1

ШАХОВА ТАБЛИЦЯ ВАНТАЖООБІГУ ЗАВОДУ ЗА РІК, тис. т

Відправники	Отримувачі					
	матеріалів	Загальний	Місячний	Сексезальний	виробничий	відправлено
Склад матеріалів	x	400	90	60	—	550

Заготівельний цех	80	x	370	—	—	450
Механічний цех	60	—	x	390	—	450
Складальний цех	—	—	—	x	450	450
Склад готових виробів	—	—	—	—	x	—
Усього отримано	140	400	460	450	450	1950

За даними шахових таблиць, планувань цехів і генеральних планів підприємств складають схеми (діаграми) вантажопотоків, а за вантажообігом і вантажними потоками встановлюють тип і структуру парку транспортних і підйомно-транспортних машин, кількість вантажно-розвантажувальних постів, вид маршрутів транспортних засобів перервної (циклічної) дії.

У зв'язку з часовим інтервалом обсяг перевезень та вантажооборот поділяється на змінний, добовий, місячний, кварталний, річний.

Перевезення вантажів мають разовий (за окремим замовленням) або постійний маршрутний (за твердим розкладом) характер.

Маршрути перевезень. Для скорочення порожніх пробігів і простоїв устаткування необхідно розробити внутрішньозаводські маршрути руху транспорту. При побудові маршрутів транспортних засобів застосовують маятникову, кільцеву, збірну (розвізну) та радіальні схеми.

Маятниковий вид перевезень застосовується для транспортування вантажів між двома постійними пунктами обслуговування (рис 9.1—9.3). За організацією руху він може бути простим (зі зворотним порожнім пробігом), повним (зі зворотним навантаженим пробігом) та змішаним (зі зворотним неповним навантаженим пробігом).

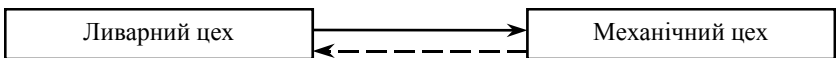


Рис. 9.1. Простий (однобічний) маятниковий маршрут

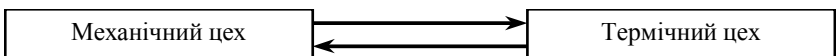


Рис. 9.2. Повний (двобічний) маятниковий маршрут

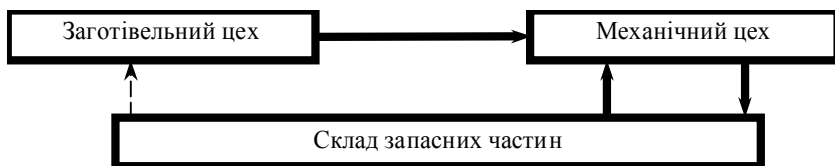


Рис. 9.3. Змішаний маятниковий маршрут

Він може бути *променевий* — при русі транспорту з вантажем з одного пункту віялоподібно в кілька пунктів; зворотним — з низки пунктів в один. Двостороння маятникова система на підприємствах застосовується рідко. *Кільцева (збірна) система* використовується для обслуговування низки пунктів, що пов'язані послідовною передачею вантажів від одного до іншого (рис. 9.4).

Найекономічнішими є двобічна маятникова і кільцева системи обслуговування за маршрутом.

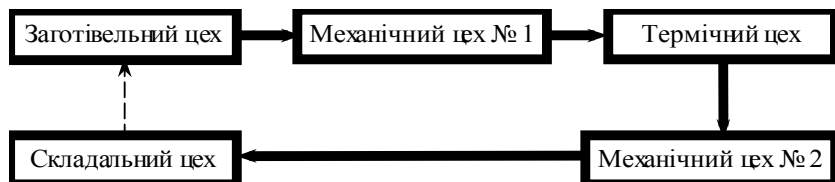


Рис. 9.4. Кільцевий маршрут

Розвізний маршрут являє собою вид кільцевого маршруту (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Розвізний маршрут

Радіальний маршрут — це комбінування різних маятникових маршрутів (рис. 9.6).

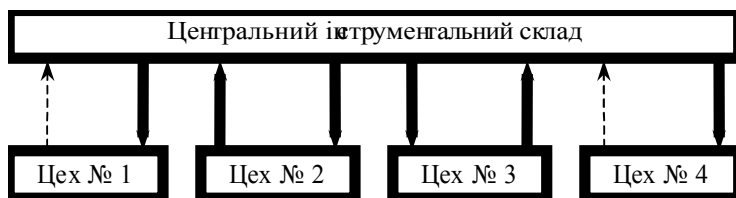


Рис. 9.6. Радіальний маршрут

Їздкою називається закінчений цикл транспортного процесу, який складається з навантаження у відправника вантажу, його перевезення, розвантаження в отримувача і подання рухомого складу під наступне навантаження. *Рейсом називається процес руху транспортного засобу від початкового пункту до кінця даного маршруту*. З усього різноманіття перевезень у цехах особлива увага приділяється міжопераційному переміщенню об'єктів виробництва, що має точно відповідати послідовності протікання і ритму виробничого процесу.

Транспортні засоби та їх вибір. У масовому і серійному виробництвах при міжопераційних переміщеннях значного поширення набули засоби безупинного транспорту, різноманітних транспортерів. На підприємствах цього типу засоби безупинного транспорту впроваджуються і для зв'язку цехових складів з робітниками, місцями, між окремими дільницями. При високій стабільності виробництва створюються передумови для організації перевезень підлоговим колісним транспортом за постійними маршрутами і стабільними розкладами (доставка оснащення, заготовок, вивіз готової продукції, відходів і т. п.). У цехах одиничного і дрібносерійного виробництва переважно використовуються транспортні засоби циклічної дії.

У гнучких автоматизованих виробництвах застосовуються автоматизовані й автоматичні транспортно-накопичувальні системи (АТНС). АТНС можуть бути різних рівнів: міжцеховими, цеховими і локальними, що обслуговують окремі виробничі модулі. До основного устаткування, що використовується для комплектації цих систем, належать автоматичні стелажі та мостові крани — штабелери, транспортні і перевантажувальні роботи, конвеєрні пристрої, перевантажувальні та пристрої, що орієнтують, живильники, накопичувачі, автоматичні склади, транспортно-складська тара.

Під час вибору виду транспортних засобів і встановлення їх типу враховуються основні параметри вантажного потоку, вимоги до організації перевезень, організації та технології виробничого процесу, що обслуговується, можливості забезпечити високу продуктивність і сприятливі умови праці обслуговуючих робітників.

Параметри транспортних засобів на суміжних дільницях мають бути узгоджені між собою з метою комплексної механізації й автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт під час перевантаження продукції з одного транспортного пристрою на інший (наприклад, з підвісного транспортера, що штовхає, на робочий конвеєр або з електронавантажувача на робоче місце). Для цього на підприємствах розробляють єдині транспортно-технологічні схеми, що забезпечують стикування окремих ланок транспортної мережі підприємства і технологічного устаткування.

Виходячи зі схеми вантажопотоків і обсягу перевезень у кожній групі вантажів, вибирають транспортні засоби і розраховують потребу в них.

Кількість транспортних засобів (ТЗ), необхідних для зовнішніх і міжцехових перевезень, може бути визначена за однією з формул:

- при однобічному маятниковому маршруті руху

$$TЗ = \frac{\sum_j^n N_j \cdot Q_{штj}}{q \cdot K_{зав} \cdot \Phi_{эф} \cdot K_{зм} \cdot 60} \left(\frac{2L}{V_{ср}} + t_3 + t_p \right),$$

де N_j — кількість виробів j -го типорозміру (найменування), перевезених протягом планового (розрахункового) періоду, шт.;

j — номенклатура виробів, що підлягають перевезенню ($j = 1, 2, \dots, n$);

$Q_{штj}$ — маса одиниці виробу j -го типорозміру виробу, кг;

q — вантажопідйомність одиниці транспортного засобу;

$K_{зав}$ — коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу (завантаження);

$\Phi_{эф}$ — ефективний фонд часу роботи одиниці транспортного засобу для однозмінного режиму, год;

$K_{зм}$ — кількість робочих змін на добу;

L — відстань між двома пунктами маршруту, м;

$V_{ср}$ — середня швидкість руху транспортного засобу, м/хв;

t_3 і t_p — час на одну навантажувальну й одну розвантажувальну операції за кожен рейс, хв;

• при двосторонньому маятниковому маршруті руху

$$TЗ = \frac{\sum_j^n N_j \cdot Q_{штj}}{q \cdot K_{зав} \cdot \Phi_{еф} \cdot K_{зм} \cdot 60} \left(\frac{2L}{V_{ср}} + 2(t_3 + t_p) \right).$$

Для кільцевих перевезень кількість транспортних засобів розраховується за формулами:

• з наростаючим вантажопотоком

$$TЗ = \frac{\sum_j^n N_j \cdot Q_{штj}}{q \cdot K_{зав} \cdot \Phi_{еф} \cdot K_{зм} \cdot 60} \left(\frac{2L}{V_{ср}} + \Pi_{3-р}(t_3 + t_p) \right);$$

• з загасаючим вантажопотоком

$$TЗ = \frac{\sum_j^n N_j \cdot Q_{штj}}{q \cdot K_{зав} \cdot \Phi_{еф} \cdot K_{зм} \cdot 60} \left(\frac{L^к}{V_{ср}} + t_3 + \Pi_{3-р} \cdot t_p \right);$$

• з рівномірним вантажопотоком

$$TЗ = \frac{\sum_j^n N_j \cdot Q_{штj}}{q \cdot K_{зав} \cdot \Phi_{еф} \cdot K_{зм} \cdot 60} \left(\frac{L^к}{V_{ср}} + \Pi_{3-р}(t_3 + t_p) \right),$$

де $\Pi_{3-р}$ — кількість вантажно-розвантажувальних пунктів;

L — довжина всього кільцевого маршруту, м.

Ваговий обсяг вантажу, перевезеного за одну зміну, визначається за формулою:

$$Q_{зм} = \frac{Q_{річ}}{D_p \cdot K_{зм} \cdot K_n},$$

де $Q_{річ}$ — річний вантажообіг на даному маршруті, кг, т;

D_p — кількість робочих днів у році;

$K_{зм}$ — кількість змін на добу;

K_n — коефіцієнт нерівномірності перевезень (придатний $K_n = 0,85$).

Час пробігу транспортного засобу заданим маршрутом розраховується за формулою:

$$T_{проб} = \frac{L}{V_{ср}}.$$

Час, затрачуваний транспортним засобом на проходження одного рейсу, становить:

$$T_{рейс} = 2T_{проб} + t_z + t_p \text{ або } T_{рейс} = 2T_{проб} + 2(t_z + t_p).$$

Кількість рейсів, здійснених одиницею транспортного засобу за добу, розраховується за формулою:

$$P_{дб} = \frac{t_{зм} \cdot K_{зм} \cdot K_{вик,ч}}{T_{рейс}},$$

де $K_{вик,ч}$ — коефіцієнт використання фонду часу роботи транспортного засобу.

Продуктивність одного рейсу визначається за формулою:

$$PP = \frac{Q_{зм}}{P_{дб}}.$$

Для внутрішньоцехових перевезень кількість транспортних засобів визначається за однією з наведених нижче формул.

Кількість конвесрів для перевезення штучних вантажів (деталей, складальних одиниць і т. д.):

$$KH_{ш.в} = \frac{Q_{дб} \cdot l_{конв}}{3,6 \cdot Q_{шт} \cdot V_{ср} \cdot t_{зм} \cdot K_{зм} \cdot K_{вик,ч}},$$

де $Q_{дб}$ — сумарна маса вантажу, що транспортується, протягом доби, кг;

$l_{конв}$ — крок конвеєра, м; 3,6 — постійний коефіцієнт;

$V_{ср}$ — швидкість руху конвеєра, м/с;

$Q_{шт}$ — маса одного виробу, що транспортується, кг;

$t_{зм}$ — тривалість зміни.

Кількість вантажних гаків на підвісному конвеєрі:

$$ВГ = \frac{N_{дб} \cdot L_{рб}}{n_{вир} \cdot V_{ср} \cdot t_{зм} \cdot K_{зм} \cdot K_{вик.ч}},$$

де $N_{дб}$ — кількість виробів, що транспортуються протягом доби, шт.;

$L_{рб}$ — довжина робочої частини конвеєра;

$n_{вир}$ — кількість виробів, що навішуються на один гак, шт.

Кількість електрокар для внутрішньоцехових перевезень:

$$ЕК_{тр} = \frac{Q_{зм} \cdot (K_{п} + 1)}{q \cdot K_{зав} \cdot t_{зм} \cdot K_{вик.ч}} \left(\frac{2L}{V_{ср}} + t_{з} + t_{р} \right),$$

де $(K_{п} + 1)$ — середня кількість передач партії деталей між операціями, на склад і зі складу за зміну.

Годинна продуктивність конвеєра визначається за формулами:

• у разі переміщення вантажу на підвісному гаковому конвеєрі

$$q_{год} = 3,6 \cdot Q_{шт} \cdot \frac{V_{ср}}{l_{конв}};$$

• при переміщенні штучних вантажів у спеціальній тарі по p штук на потоковій лінії

$$q_{год} = 3,6 \cdot Q_{шт} \cdot p \cdot \frac{V_{ср}}{l_{конв}},$$

де p — величина транспортної партії, шт.

9.2. МАТЕРІАЛЬНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

Мета і завдання матеріального забезпечення.

Важливу роль у здійсненні виробничого процесу відіграє рух матеріальних цінностей. Ланкою, що зв'язує між собою службу матеріально-технічного забезпечення і виробничі підрозділи, цехи, що виготовляють готову продукцію, і службу збуту, а також підрозділи підприємства є складське господарство як підсистема виробництва. Його діяльність істотно впливає на безперервність та ефективність роботи основного виробництва, на ритмічність випуску і відвантаження готової продукції відповідно до замовлень.

Основна мета складського господарства полягає в забезпеченні збереження сировинних і матеріальних ресурсів та готової продукції.

До *завдань* складського господарства належать: організація оформлення матеріальних цінностей при прийманні; створення належних умов їх збереження; облік і регулювання запасів; своєчасне забезпечення виробничих підрозділів сировиною, матеріалами, устаткуванням, запасними частинами, комплектуючими виробами; підготовка готової продукції до відправлення; скорочення витрат на складські операції й обслуговування складів; підвищення продуктивності праці та поліпшення умов праці робітників, що обслуговують склади.

Складське господарство виконує такі *функції*: 1) приймання матеріальних цінностей з їх кількісною і якісною перевіркою, включаючи перевірку тари та упакування, облік і оформлення документів, створення необхідних умов для збереження вантажу, його розвантаження, перетарування, переміщення і розміщення на складах; 2) підготовка і відпуск матеріальних засобів у виробництво і відправлення за межі підприємства; 3) підготовка складських приміщень і площ; переміщення вантажів усередині складів з метою раціональнішого використання площі складів і з інших причин; 4) приймання від виробничих підрозділів готової продукції за кількістю, асортиментом і гатунком з оформленням документів; розміщення її на складах і забезпечення схоронності; підготовка партій готової продукції до відвантаження споживачам (затарування, етикетування, сортування, розфасування, комплектування, упакування тощо); 5) відпуск готової продукції споживачам за номенклатурою, асортиментом, кількістю і якістю з оформленням відповідної документації; 6) розроблення і реалізація заходів щодо вдосконалювання тарно-складського господарства, вантажно-розвантажувальних робіт, механізації й

автоматизації складів; 7) вирівнювання рівня запасів шляхом їх регулювання.

Вирівнювання запасів матеріальних цінностей здійснюється за: часом, коли попит не відповідає часу виготовлення (наприклад, у сезонних виробництвах); кількістю, коли з метою зменшення витрат виготовляється більша кількість продукції (наприклад, серійне виробництво); обсягом, коли виробництво відділене територіально від місця споживання продукції. Це потребує залучення транспортних засобів і (чи) створення проміжних складів.

Структурні елементи складського господарства.

Ефективність виробничої системи залежить не тільки від удосконалювання виробничих і транспортних процесів, а й оптимально організованого складського господарства. На великому промисловому підприємстві створюється складна мережа складів зі спеціальними пристроями й устаткуванням для переміщення, штабелювання і збереження матеріалів, а також з ваговим і вимірювальним устаткуванням, обчислювальною технікою, протипожежними засобами.

Складське господарство сприяє: зберіганню якості продукції, матеріалів, сировини; підвищенню ритмічності та організованості виробництва і роботи транспорту; поліпшенню використання територій підприємств; зниженню простоїв транспортних засобів і транспортних витрат; звільненню робітників від непродуктивних вантажно-розвантажувальних і складських робіт для використання їх в основному виробництві.

Складування продукції необхідне у зв'язку з наявними коливаннями циклів виробництва, транспортувань та її споживання. Склади різноманітних типів можуть створюватися на початку, усередині і наприкінці транспортних вантажопотоків або виробничих процесів для тимчасового накопичення вантажів і своєчасного забезпечення виробничих систем матеріалами в потрібних кількостях. Таке складування (накопичення) продукції зумовлено характером виробництва і транспорту, воно дає змогу перебороти тимчасові, просторові, кількісні та якісні невідповідності між наявністю і потребою в матеріалах у процесі виробництва і споживання.

Поряд з операціями складування вантажів на складі виконуються ще і внутрішньоскладські транспортні, навантажувальні, розвантажувальні, сортувальні, комплектувальні і проміжні перевантажувальні операції, а також деякі технологічні операції і под. Тому склади варто розглядати не тільки як пристрої для збереження вантажів, а також як

транспортно-складські комплекси, у яких процеси переміщення вантажів відіграють важливу роль. Робота цих комплексів має динамічний, стохастичний характер через нерівномірність перевезень вантажів.

Склади є одним з найважливіших елементів системи складського господарства, які сприяють перетворенню вантажопотоків, змінюючи параметри партій вантажів, що приймаються і видаються, за розміром, складом, фізичними характеристиками вхідних вантажів, часом відправлення транспортних партій і т. д.

Склад — це будова, різноманітні пристрої, що призначені для приймання і зберігання різноманітних матеріальних цінностей, підготовки їх до виробничого споживання і безперерйного відпуску споживачам.

Класифікація складів. Складське господарство підприємства складається з різних складів та комор, які можна класифікувати за низкою ознак.

За призначенням у виробничому процесі та підпорядкуванням:

- матеріальні — приймають і зберігають матеріали, що використовуються, та видають їх у виробництво (склади основних і допоміжних матеріалів, сировини, палива тощо); підпорядковуються відділу матеріально-технічного постачання;

- збутові — приймають, зберігають і відпускають готову продукцію заводу та відходи виробництва для їх реалізації; підпорядковуються відділу збуту;

- виробничі — це різноманітні цехові комори і загальнозаводські склади (напівфабрикатів, інструментів, устаткування, запасних частин та ін.), що забезпечують виробничий процес предметами і засобами праці; підпорядковуються виробничо-диспетчерському відділу;

- склади запасних частин — приймають, зберігають і відпускають деталі й інші матеріальні цінності для проведення всіх видів ремонтів устаткування й інших видів виробничих фондів; підпорядковуються відділу головного механіка;

- інструментальні склади — приймають, зберігають і відпускають цехам усі види інструментів і пристроїв; підпорядковуються інструментальному відділу;

- склади відділу головного енергетика, відділу автоматизації і механізації, відділу головного метролога, відходів і утилю.

2. *За масштабами роботи та місцем розташування* розрізняють: центральні, загальнозаводські, прицехові та цехові. Центральні і загальнозаводські склади розташовуються (як окрема

невиробнича площа) на території заводу. При деяких цехах створюються склади, які призначені для збереження матеріальних цінностей групи цехів (спецодягу, мила, господарських товарів та інших цінностей). Цехові склади, як структурні підрозділи, розташовуються на їх виробничій площі і призначені для внутрішнього обслуговування відповідних цехів. Вони підрозділяються на склади матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, інструменту і т. д.

3. *За видом і призначенням матеріалів, що зберігаються*, розрізняють склади: універсальні (для збереження різноманітних матеріальних цінностей) і спеціальні (для збереження однорідних матеріалів, наприклад чорних та кольорових металів, пального та ін.).

4. *За технічною будовою та властивостями матеріалів* розрізняють склади відкриті (обладнані майданчики, платформи для вантажів, що не потребують особливого захисту від атмосферних умов); напівзакриті (майданчики з навісами, легкі приміщення з однобічним зашиттям) і закриті (опалювальні і неопалювані, особливі приміщення для захисту вантажу від впливу атмосферних явищ, включаючи резервуари, бункери, елеватори тощо).

5. *За ступенем вогнестійкості*: незаймисті, важкозаймисті, займисті.

Оснащення складів. З метою механізації вантажно-розвантажувальних робіт і під час складських операцій застосовують різноманітні пристрої і машини: крани-штабелери, електронавантажувачі, кран-балки і мостові крани, електрокари і різноманітні засоби безперервного транспорту. Для комплексності механізації використовують швидкодіючі автоматичні стропи і захвати. Склади оснащуються різними стелажими й уніфікованою тарою, монорейками і тельферами, конвеєрами, штабелерами, авто- та електрокарами, роботами-електрокарами. У гнучких виробничих системах використовуються спеціальні стелажі, призначені для розміщення плоских і ящиківих піддонів. Такі стелажі являють собою систему чарунок по вертикалі і горизонталі, що дає змогу застосовувати кодове шифрування та засоби автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт. Склади з цими стелажими є невід'ємною частиною автоматизовано-транспортної системи гнучкого автоматизованого виробництва.

Склади також мають бути оснащені вимірювальним устаткуванням: вагами, кружками, мірниками, лічильниками,

лінійними мірами для виміру довжини, висоти і діаметрів (метрами, рулетками, штангенциркулями тощо).

Технічне оснащення складів залежить від виду, форми і кількості збережених матеріалів; типу, характеру і розташування складських приміщень, а також від існуючої системи транспортування матеріалів поза межі складу.

Будова й оснащення складів залежать від вантажообігу, тривалості збереження, виду тари, що застосовується, обсягу і частоти постачань і відправлень, виду рухомого складу, який використовується. Залежно від цих умов матеріали і готові вироби можуть зберігатися на спеціально обладнаних відкритих майданчиках, під навісами, в опалювальних і неопалювальних приміщеннях. Матеріали можуть зберігатися на акумулюючих пристроях засобів безперервного транспорту.

Засоби зберігання на складах можна згрупувати за видами матеріалів, що зберігаються (штучні великогабаритні, тарно-штучні, сипучі, рідкі, газоподібні) відповідно до їх фізичного стану і характеристик.

Штучні вантажі можуть зберігатися на складах у штабелях (у плоских, стоячих або ящикових піддонах) або на стелажах, типи і параметри яких залежать від вантажів, що зберігаються, а також призначення складу, технології переробки вантажів, терміну їх збереження та інших чинників.

Сипучі вантажі зберігаються на відкритих складських майданчиках у штабелях і траншеях різноманітної форми і закритих складах, а в невеликих кількостях — у бункерах різноманітної форми.

Рідкі вантажі можуть зберігатися на складах у тарі (бочках, суліях, барабанах) і наливом.

Організаційні особливості складського господарства.

Важливим завданням організації складського господарства є вибір і обґрунтування видів і структури складів, їх розміщення, розмірів та устаткування складських приміщень, а також визначення порядку роботи складів залежно від функцій, що ними виконуються.

Структура складського господарства і види складів вибираються з урахуванням виробничої потужності, спеціалізації підприємства, номенклатури продукції, що випускається, видів і обсягів матеріальних запасів, а також розміщення всіх підрозділів на території підприємства. При обґрунтуванні розташування складів необхідно враховувати можливість скорочення обсягів перевезень вантажів і організації

раціональних маршрутів для рухомого складу транспортного господарства.

Необхідні для складів внутрішні обсяги приміщень і розміри площ визначаються в розрахунку на максимальний запас матеріальних цінностей, що підлягають одноразовому зберіганню за установленим нормативом запасу. При цьому враховуються простори для проїзду транспортних засобів, проходу людей, руху вантажно-розвантажувальних пристроїв, приймально-сортувальних майданчиків, стоянок рухомого складу, а також допоміжного і службового приміщення. Порядок роботи складу визначається періодичністю, обсягами й особливостями приймання, зберігання і відпуску матеріальних цінностей.

Організація складських операцій. Раціональна організація складських операцій дає змогу керівництву підприємства мати необхідні зведення про наявність товарно-матеріальних цінностей на складах і вчасно приймати рішення про їх поповнення і безперебійне забезпечення виробництва.

Організація складських операцій включає: приймання, зберігання, облік і контроль за відпуском матеріальних цінностей.

Приймання матеріальних цінностей здійснюється за кількістю і якістю за участю працівників складів і фахівців за функціональними обов'язками. Вони перевіряють, наскільки кількість і якість матеріальних цінностей, що надходять, відповідає супровідним документам (накладним, рахівницям-фактурам, специфікаціям).

Матеріали, що надійшли без накладних чи актів ВТК про приймання, зберігаються окремо до їхнього оформлення. На прийняті матеріали складаються приймальні акти чи ордери. На забраковані матеріальні цінності складаються оперативнотехнічні акти, які є надалі підставою для подання рекламаций постачальникам. Неприйняті матеріали надходять на відповідальне зберігання до одержання вказівок від постачальника про їх подальше використання. Правильне визначення кількості і якості прийнятих матеріальних цінностей запобігає зловживанням, а також сприяє боротьбі з втратами матеріалів.

Зберігання матеріальних цінностей. За кожною групою товарно-матеріальних цінностей на складах закріплюється визначене місце. При цьому необхідно, щоб забезпечувалися: зручність виконання приймальних і відпускних операцій; максимальна механізація й автоматизація завантаження,

навантаження і переміщень; збереження кількості і якості; протипожежна безпека; легкість перевірки якості та кількості; найповніше використання площі й кубатури складських приміщень.

Облік товарно-матеріальних цінностей полягає у відображенні їх руху (прихід і витрата), а також наявності. Для обліку матеріалів кожного виду відкривають картки. У картках зазначається величина мінімального, максимального і страхового запасів (установлених); наявність, надходження і витрата. Про рівень запасу повідомляється відповідно ВМТП, інструментальному чи іншому підрозділу заводу.

Облік матеріальних цінностей, що надійшли і відпускаються зі складів, здійснюється паралельно на складі і в бухгалтерії підприємства, куди зі складу мають регулярно передаватися прибутково-видаткові документи. Періодично на складах здійснюється інвентаризація. Вона дає можливість контролювати рух матеріальних цінностей, перевіряти їхню наявність, стежити за станом запасів.

Належна організація виконання складських операцій — необхідна умова ощадливого використання матеріалів, забезпечення їх схоронності і якості, низьких витрат на збереження.

Системи відпуску матеріалів. Залежно від типу виробництва застосовують активну або пасивну системи організації відпуску матеріальних цінностей. Для великосерійного і масового виробництв характерна активна система, що передбачає підготовку матеріалів на складі заздалегідь і доставку їх точно за графіком у цех до робочих місць складськими транспортними засобами.

При пасивній системі споживачі одержують на складах товарно-матеріальні цінності за матеріальними вимогами чи лімітними картами і доставляють їх у цех своїм транспортом. Така система застосовується в одиничному і дрібносерійному виробництвах.

Розрахунок технічних засобів зберігання вантажів. На складах виконується великий обсяг вантажно-розвантажувальних робіт, робіт з переміщення матеріалів. Тому основним напрямом у розвитку складського господарства є комплексна механізація й автоматизація робіт, поліпшення використання складських приміщень, а також організація матеріально-технічного постачання на основі оптової торгівлі, упровадження систем

матеріально-технічного постачання типу «точно вчасно», що значно скорочують обсяг складських запасів.

Для комплексної механізації й автоматизації транспортно-складських операцій велике значення має укрупнення вантажних одиниць шляхом застосування контейнерів і засобів пакування (піддони всіх типів, стропа, касети, обв'язування, прокладки тощо).

Парк контейнерів і засобів пакування (N_k) визначається за формулою:

$$N_k = \frac{Q_{p.п} (1 + K_{к.н} + K_{к.р})}{q_k},$$

де $Q_{p.п}$ — обсяг перевезень вантажів (вантажобіг) на розрахунковий період, т;

$K_{к.н}, K_{к.р}$ — коефіцієнти, що враховують потреби в контейнерах (засобах пакування) у зв'язку з нерівномірністю перевезень, перебуванням у ремонті;

q_k — виробіток на один контейнер (засіб пакування) за розрахунковий період, т;

$$q_k = \frac{q_{к.с} (D_k - D_{пр})}{T_{об}},$$

де $q_{к.с}$ — статичне навантаження контейнера, засобу пакування, т;

D_k — кількість календарних днів у розрахунковому періоді;

$D_{пр}$ — час перебування контейнерів (засобів пакування) у простої, дн.;

$T_{об}$ — середній час обороту контейнера, засобу пакування, діб.

Для оцінки рівня оснащення складів вантажно-розвантажувальними засобами і механізмами застосовують показник насиченості засобами механізації:

$$K_{мех} = \frac{\sum q_{в.п}}{Q_{скл}},$$

де $\sum q_{в.п}$ — сумарна вантажопідйомність усіх засобів механізації, т;

$Q_{скл}$ — вантажобіг складу за розрахунковий період, т.

Визначення потреби у складських площах. Раціональна організація складського господарства передбачає обладнання всіх складів під'їзними коліями; урахування вантажно-розвантажувальних фронтів; забезпечення пожежної безпеки, визначення маси різних матеріалів і місця їх збереження всередині складу, кількості стелажів, виходячи з припустимої норми навантаження на 1 м² площі підлоги.

Складська площа поділяється на корисну та оперативну. Корисна (вантажна) призначається для безпосереднього розміщення матеріальних цінностей. Оперативна охоплює простір для приймально-відпускних операцій, сортування, комплектування матеріальних цінностей, а також для проходів і проїздів між штабелями і стелажимами, для розміщення вагової і виміральної техніки, службових приміщень; конструкційну, що зайнята під перегородки, колони, сходи, підйомники, тамбури і т. д.

Співвідношення між корисною площею складу ($S_{\text{кор}}$) і загальною площею ($S_{\text{заг}}$) називається коефіцієнтом використання площі складу, що визначається за формулою:

$$S_{\text{вик}} = \frac{S_{\text{кор}}}{S_{\text{заг}}}.$$

Величина цього коефіцієнта залежить від способу зберігання матеріальних цінностей. Наприклад, при зберіганні в штабелях він дорівнює 0,7—0,75, а на стелажимах — 0,3—0,4.

Корисна площа складу може розраховуватися за способами навантажень або об'ємних вимірників.

За способом навантаження корисна площа ($S_{\text{кор}}$ м²) визначається за формулою

$$S_{\text{кор}} = \frac{Z_{\text{max}}}{g_{\text{пр}}},$$

де Z_{max} — максимальний складський запас матеріалу, що зберігається в штабелях і ємностях, т, кг;

$g_{\text{пр}}$ — припустиме навантаження на 1 м² площі підлоги складу (згідно з довідковими даними), т/м², кг/м².

За способом об'ємних вимірників корисна площа розраховується за формулою

$$S_{\text{кор}} = S_{\text{стл}} \cdot n_{\text{стл}},$$

де $S_{\text{стл}}$ — площа, зайнята одним стележем, м²;

$n_{\text{стл}}$ — кількість стележів, необхідних для зберігання даного максимального запасу матеріалу, обчислена за формулою (розрахункова)

$$n_{\text{стл}} = \frac{Z_{\text{max}}}{V_{\text{стл}} \cdot K_{\text{зап}} \cdot g_{\text{пл}}},$$

де $V_{\text{стл}}$ — обсяг стележа в м³ (визначається за формулою $V_{\text{стл}} = A \cdot B \cdot h$, де A — довжина, B — ширина, h — висота стележа, м);

$g_{\text{пл}}$ — щільність (об'ємна вага) збереженого матеріалу, т/м³; кг/дцм³; г/см³;

$K_{\text{зап}}$ — коефіцієнт заповнення обсягу стележа.

Після перевірки відповідності припустимого навантаження установлюється кількість стележів за формулою:

$$n_{\text{стл}} = \frac{Z_{\text{max}}}{S_{\text{стл}} \cdot g_{\text{пл}}}.$$

Загальна площа складу з урахуванням коефіцієнта використання площі розраховується за формулою:

$$S_{\text{кор}} = S_{\text{стл}} \cdot K_{\text{вик}}.$$

Розмір площі під приймально-відправні майданчики визначається за формулою:

$$S_{\text{пр-вдр}} = K_{\text{в.ук}} \cdot S_{\text{тр}} \cdot Z_{\text{тр}},$$

де $K_{\text{в.ук}}$ — коефіцієнт, який показує, що висота укладання матеріалів на майданчиках має бути в 3 рази менше висоти укладання на транспортних засобах;

$S_{\text{тр}}$ — площа, зайнята одиницею транспортного засобу, м²;

$Z_{\text{тр}}$ — кількість транспортних засобів, що перебувають одночасно під навантаженням-розвантаженням.

Службові приміщення складів розраховуються виходячи з норми 2,5—6 м² на одного працівника. Ширина проходів між стелажими і штабелями встановлюється 0,8—0,9 м, а для проїзду візків — 1,1—1,2 м. Через кожні 20—30 м мають бути наскрізні проїзди.

Організаційні особливості автоматизованих складів. Останнім часом набули розвитку автоматизовані склади тарно-штучних вантажів, обладнані системами машин, що забезпечують транспортування, установаження і пошук матеріалів за спеціальними програмами з використанням роботів.

Автоматизовані склади є невід'ємною частиною гнучких виробничих систем (виробництв) (ГВС). Вони створюються на різних етапах технологічного процесу, наприклад, на початку виробничої дільниці для складування вихідних матеріалів, на окремих дільницях — для складування заготовок (оборотних заділів) і наприкінці дільниці чи у визначеному приміщенні — для складування готової продукції.

За конструкційними особливостями розрізняють такі типи автоматизованих складів: з чарунковими стелажими та автоматичним стелажним краном-штабелером, автоматичним мостовим краном-штабелером, з гравітаційними стелажими та автоматичними стелажними каретками-операторами, з автоматичними елеваторними стелажими, автоматичні підвісні склади.

У складі ГВС автоматизовані склади виконують, в основному, оперативну і накопичувальну функції. Оперативна функція полягає в зберіганні та доставці на робочі місця заготовок і напівфабрикатів, що складають міжопераційні заділи, а також комплектів технологічного оснащення, яке після виконання операції повертається на склад у секцію підготовки оснащення й інструменту. Накопичувальна функція охоплює зберігання страхових заділів, а також готових деталей, призначених для комплектації і подачі на збирання.

В автоматизованих складах матеріали, заготовки тощо зберігаються в чарунках на спеціальних стелажих. У цих складах широко використовуються різні засоби механізації й автоматизації складських операцій: підвісні, стрічкові та інші конвеєри, спеціальні штабелювальні крани. У таких складах для штучних заготовок і виробів застосовується спеціальна транспортно-складська тара, а також засоби для автоматизованого управління

складом. Особливу групу складають механізми, що призначені для укладання вантажів у стелажах чи укладання одного вантажу на інший.

Система керування автоматизованим складом працює, як правило, у трьох режимах: 1) налагоджувальному — переміщення виконавчих органів складу здійснюється з налагоджувального пульта керування; 2) напівавтоматичному — кожен технологічний процес виконується з пульта управління складом; 3) автоматичному — технологічні процеси виконуються по команді від ЕОМ ГВС.

На складах (при складах) доцільно організувати заготівельні відділення з розкромом, правленням та розфасуванням матеріалів для їх централізованої підготовки та передання їх у виробництво. Такий підхід сприяє значному скороченню витрат на транспортування, збереженню та кращому використанню відходів і товарно-матеріальних цінностей.

Організація тарного господарства. Значна частина матеріальних цінностей має потребу зберігання і перевезення в тарі. Тара — це виріб, у якому поміщають сировину, матеріали, напівфабрикати, готову продукцію, що забезпечує збереження їхньої якості та кількості при транспортуванні з місця заготівлі чи виробництва до місця зберігання або споживання.

Призначення тари полягає в тому, щоб запобігати псуванню вантажу через механічні впливи (удари, струси), забруднення і впливи зовнішнього середовища (температура, тиск, світло, атмосферні опади і т. д.), утратам у процесі зберігання і транспортування; скорочувати час навантаження-розвантаження, підвищувати загальну культуру виробництва і створювати зручності при роботі з вантажем. Тара і засоби упакування необхідні в основному для продукції, що відвантажується. Значення їх зростає у зв'язку з розвитком нових форм торгівлі, підвищеними вимогами покупців до товару й ін.

Склад і організація тарного господарства залежать від виду продукції підприємства, вимог споживача до її фасування, упакування і тари, а також від кооперування з підприємствами — постачальниками тари і пакувальних матеріалів.

Частину тари і засобів упакування підприємства зазвичай роблять власними силами, для чого створюються спеціальні цехи і ділянки з їх виробництва; основну частину тари підприємство одержує зі сторони (шухляди, металеві кошики, бочки, піддони, скляні банки і пляшки, контейнери тощо).

Використання тари й пакування у виробництві передбачає таку обов'язкову операцію, як їх маркування, коли вказуються вид вантажу, його кількість, вимоги до перевезення, відправник вантажу і вантажоодержувач, спеціальні вимоги щодо схоронності вантажу і т. д.

Як показують дослідження, вітчизняний і зарубіжний досвід, раціоналізація транспортних робіт, особливо вантажно-розвантажувальних, підвищення ефективності використання рухомого складу, зниження транспортних витрат і витрат на тару досягається завдяки широкому розвитку контейнерних і пакетних перевезень вантажів. Це один з найважливіших напрямів технічного прогресу на транспорті. Їх застосування в одних випадках дає можливість відмовитися від використання тари, в інших — скорочує потребу в ній.

Основні напрями вдосконалення роботи транспортного і складського господарств. Техніко-економічними показниками роботи транспортно-складського господарства є: частка транспортно-складських витрат у собівартості продукції, собівартість перевезення вантажів; витрати на машино-годину роботи транспортного засобу або підйомно-транспортної машини, собівартість складського зберігання 1 т вантажу та ін.

На сучасному етапі розвиток і підвищення ефективності транспортно-складського господарства пов'язані з такими загальними напрямками, як: централізація та спеціалізація; поліпшення структури парку підйомно-транспортних і транспортних машин; організація контейнерних перевезень; використання універсальної тари; комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт; упровадження транспортних і складських систем з автоматичним адресуванням вантажів, автоматизованих складів, автоматизованих контейнерних майданчиків; удосконалювання організації переміщень і складських процесів та ін.

Чітко діюча система централізованих перевезень вантажів на міждержавному, державному і регіональному рівнях зумовлює таку саму чітку організацію вантажопотоків на підприємстві, спеціалізацію кожного виду транспорту та раціоналізацію його використання за потужністю та в часі.

Комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт, як показує досвід провідних фірм, здійснюється шляхом організації безперервно-поточної механізованої переробки вантажів, що ґрунтується на ковеєризації вантажних ліній і застосуванні підйомно-транспортних механізмів. Тому

транспортно-складські операції потребують забезпечення стрічковими, ланцюговими, візковими транспортерами з дистанційним або програмним управлінням, пневматичними та гідравлічними системами для переміщення різних вантажів, електронавантажувачами, електровізками, механічними навантажувачами, мостовими та підвісними кранами, кран-балками, електротельферами, штабелерами.

Раціоналізація використання складських площ та приміщень передбачає переміщення всіх вантажів на спеціальних піддонах, які розміщуються в стелажі. Обслуговують такі стелажі кран-штабелери з автоматичним адресуванням вантажів. При цьому висота штабелювання може досягати 25 м.

Скорочення витрат на транспортне обслуговування пов'язане: з комплексною механізацією вантажно-розвантажувальних робіт, застосуванням малогабаритних і маневрених транспортних засобів, стандартної тари і пакетного способу транспортування вантажів у контейнерах; зі збільшенням обіговості тари та транспортних засобів; удосконаленням маршрутів його руху; з упровадженням сучасних методів організації праці та виробництва, навчанням і закріпленням транспортних робітників за обслуговуванням дільниць та цехів за певними маршрутами, проведенням своєчасного профілактичного експлуатаційного обслуговування транспортних механізмів та їх ремонту.

У підсистемі АСУВ технічне обслуговування виробництва і керування процесами обслуговування розглядається як невід'ємна частина керування всією системою виробничих процесів підприємства. Підсистема складається з низки підсистем нижчого рівня: інструментального, ремонтного, енергетичного, транспортного і складського обслуговування. У них вирішуються завдання планово-облікового характеру, календарного планування і регулювання виробничих процесів, а також забезпечується їх координація з процесами основного виробництва.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Дайте сутнісно-змістовну характеристику транспортного господарства його цілей та завдань.

2. Опишіть фактори, що впливають на склад транспортного господарства, та класифікаційну структуру засобів пересування вантажів.

3. Розкрийте завдання та функції підрозділів, що входять в організаційну структуру загальнозаводського транспортного господарства.

4. Як розраховуються вантажопотік та вантажооборот і які показники за їх допомогою визначаються?

5. Чим обумовлені разові та постійні маршрути перевезень вантажів? Дайте їх характеристику і порівняйте схеми руху.

6. Як здійснюються вибір транспортних засобів та розрахунок потреби в них?

7. Які нові системи організації транспортного господарства на підприємстві підвищують ефективність використання транспортних засобів?

8. У чому полягає основне призначення та функції системи складування на підприємстві?

9. Обґрунтуйте призначення структурних елементів складського господарства.

10. Охарактеризуйте класифікаційну номенклатуру складів.

11. Яке значення приділяється оснащенню складів за його видами і призначенням?

12. У чому полягають організаційні особливості складського господарства та операцій, що здійснюються в ньому?

13. Як розрахувати потрібну кількість технічних засобів зберігання вантажів?

14. Як визначається потреба у складських приміщеннях і як розподіляються в них матеріальні ресурси?

РОЗДІЛ 10

ОДИНИЧНИЙ ТА ПАРТІЙОННИЙ МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

10.1. СУТНІСТЬ І УМОВИ ВИБОРУ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО МЕТОДУ

За конструктивно-технологічними особливостями вся продукція, що виготовляється, може бути поділена на дискретну та неподільну.

До *дискретного виду* належить продукція, що складається з різних частин (наприклад, машини, верстати, автомобілі, літаки, судна, прилади, комп'ютери, одяг, взуття, меблі та ін.).

Неподільна продукція являє собою однорідну масу, яку не можна поділити на різні частини або складові елементи (компоненти). До неї належать усі рідиноподібні продукти (рідинні хімічні речовини, рідинні сплави металів і под.) та деякі види напіврідинних (гістоподібних) (нафта, бензин, мастила, лаки, фарби тощо). Тільки після розподілу на окремі та однакові за своїм складом порції така продукція стає дискретною.

Виробництво неподільної продукції здійснюється тільки з застосуванням безперервних технологічних процесів. Дискретна продукція виготовляється із застосуванням перервних (дискретних) та напівбезперервних технологічних (виробничих) процесів. В останніх одна операція виконується безперервно, а інша — з перервами (наприклад, під час виготовлення відливок у земляні форми, операції плавлення рідинного металу, заливання форм, їх охолодження мають виконуватись безперервно одна за одною, а решта можуть виконуватись з перервами (токарна, фрезерувальна, шліфувальна та ін.)). Уся продукція машинобудування належить до дискретної і тому для її виготовлення застосовуються як перервні, так і напів- та безперервні виробничі процеси.

Відомо, що кожен виробничий процес здійснюється в часі і просторі. Тривалість виробничого циклу, особливо при виготовленні дискретної продукції, істотно впливає на просторову його організацію, яка передбачає раціональне розміщення робочих місць, їх груп (дільниць, цехів) на певній площі, щоб забезпечити пересування предметів праці по операціях з якнайкоротшими маршрутами. Поєднання цих двох аспектів побудови виробничого процесу здійснюється із застосуванням певного методу організації, який визначається залежно від особливостей виробничих процесів та типу виробництва.

Метод організації виробництва — це спосіб сполучення організації виробничого процесу в часі і просторі як сукупності засобів і прийомів його реалізації.

Основними ознаками методу організації виробництва є: взаємозв'язок послідовності виконання технологічних операцій з порядком розташування устаткування та ступінь безперервності виробничого процесу.

Організація виробничого процесу в часі визначається ступенем його переривчатості, яка залежить від виду продукції та технології її виготовлення.

Організація виробничого процесу в просторі визначається розташуванням (плануванням) устаткування (робочих місць), дільниць та цехів і залежить від виду продукції, кількості та технології її виготовлення.

У *перервних виробничих процесах* устаткування (робочі місця) можуть розташовуватись за однорідними технологічними групами (однорідними технологічними операціями) або за групами для обробки однорідних за конструкцією і розмірами (масою) деталей.

Для здійснення *безперервних виробничих процесів* при виготовленні дискретної продукції устаткування (робочі місця) розташовуються за ходом технологічного процесу обробки деталей (складання складальних одиниць та виробів).

Певні особливості здійснення виробничих процесів, також тип виробництва на робочих місцях, дільницях, цехах потребує застосування *одиночного (одиночно-технологічного), партійного або потокового методів* організації виробництва. На вибір методу організації виробництва впливають такі чинники:

а) *номенклатура продукції*, що випускається. При незмінній номенклатурі протягом тривалого часу доцільне застосування потокового виробництва, а якщо номенклатура змінюється постійно, тоді вибирають партійний чи одиночно-технологічний;

б) *кількість виробів*, що підлягає випуску за певний період (рік, квартал, місяць, доба). Якщо, наприклад, передбачається випуск одного виробу на місяць, то економічно недоцільно організувати потокове виробництво, яке потребує великих капітальних витрат;

в) *розміри і маса виробу* — чим більший виріб і його маса, тим складніше створювати технологічну систему машин та організувати потокове виробництво;

г) *періодичність випуску виробів*. За умови регулярного випуску вироби виготовляються ритмічно через певний час (наприклад, 30 виробів щомісячно або по одному за день). При нерегулярному випуску вироби виробляються через невизначені або

різні відрізки часу, тому доцільно використовувати одиничний чи партійний методи;

г) *трудомісткість продукції*, що випускається. У разі значної частки ручної праці під час виготовлення окремих виробів, де

неможливе застосування машин і механізмів, використовується одинично-технологічний метод;

д) *точність обробки та шерехатість поверхні виробу*. При високій точності обробки та шерехатості поверхні вдаються до непотокового методу організації виробництва;

е) *характер технології виробництва*. Технології штучного, серійного та масового виробництва безпосередньо вказують на пріоритети того або іншого методу.

10.2. ОРГАНІЗАЦІЯ НЕПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Основні ознаки непотокового методу. За умовами одиничного типу виробництва припускається виготовлення широкої номенклатури продукції в одиничних примірниках або невеликих партіях, що не повторюються. Тому одиничний (одинично-технологічний) метод організації виробництва застосовується при виготовленні складного унікального устаткування (прокатні стани, турбіни тощо), спеціального оснащення, у дослідному виробництві, виконанні індивідуальних замовлень, виробів, при виконанні окремих видів ремонтів і т. д.

Відмітними рисами одиничного методу організації виробництва є: велика номенклатура продукції, що не повторюється; використання універсального устаткування і спеціального оснащення; розташування устаткування за групами однотипних верстатів; розроблення укрупненої технології; залучення робітників високої кваліфікації та широкої спеціалізації; значна частка робіт з використанням ручної праці; низький рівень використання устаткування; складна система організації матеріально-технічного забезпечення, що збільшує незавершене виробництво, а також створює великі запаси на складі; високі витрати на виробництво та реалізацію продукції; низька оборотність оборотних коштів.

Усі характеристики одиничного методу організації виробництва свідчать про затратний спосіб виготовлення виробів та надання послуг.

Особливими ознаками й умовами реалізації одиничного методу організації виробництва є такі:

а) на робочих місцях обробляються різні за конструкцією і технологією виготовлення предмети праці, що зумовлено обмеженим (майже одиничним) обсягом їх випуску. Невелика кількість кожного з таких виробів є недостатньою для нормального завантаження устаткування;

б) усі робочі місця розміщуються за однотипними технологічними групами без певного зв'язку з послідовністю виконання операцій (наприклад, на машинобудівних підприємствах групи: токарних, фрезерних, свердлильних, стругальних, шліфувальних та інших верстатів);

в) технологічне устаткування в основному універсальне, але для обробки дуже складних за конструкцією та великогабаритних деталей можуть використовуватися верстати з ЧПУ, «обробні центри» тощо;

б) предмети праці (деталі) переміщуються в процесі обробки за складними маршрутами, унаслідок чого є великі перерви між операціями. Деталі надходять після кожної операції на проміжні склади всередині виробництва і чекають звільнення робочого місця (устаткування) та виконання наступної операції.

Ще більші перерви виникають при міжцехових очікуваннях, коли деталі накопичуються в проміжних складах для запуску їх партій в обробку чи на складання вузлів або виробів у цілому.

Кількість устаткування в непотоковому виробництві визначається за групами однотипних верстатів, що взаємно замінюються:

$$G = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot t_j}{\Phi_{\text{пл}} \cdot K_{\text{в.н}} \cdot 60} \cdot \left(1 + \frac{P_{\text{н}}}{100} \right),$$

де n — кількість найменувань деталей, що обробляються на даному устаткуванні;

N_j — кількість деталей j -го найменування, що обробляються за розрахунковий період (рік);

t_j — норма часу на обробку j -ї деталі;

$P_{\text{н}}$ — процент витрат часу на переналагодження устаткування та інші підготовчо-завершальні роботи;

$\Phi_{\text{пл}}$ — плановий фонд часу роботи одиниці устаткування за розрахунковий період;

$K_{\text{в.н}}$ — коефіцієнт виконання норм часу.

Умови застосування непотокового методу. Одиначний метод організації виробництва найбільш притаманний технологічній формі спеціалізації підрозділів, тому іноді й називається одиначно-технологічним.

Технологічна форма характеризується створенням ділянок та цехів, на яких устаткування (робочі місця) спеціалізоване за

ознаками його технологічної однорідності та розмірів виробів. На технологічних дільницях (при розташуванні устаткування за групами) партії деталей можуть оброблятися одночасно на кількох одиницях устаткування (дублерах). Це дає змогу організувати багатостатне обслуговування, що значно скорочує час обробки та тривалість виробничого циклу виготовлення партії деталей, зменшує її собівартість.

У разі розташування устаткування за технологічним принципом деталі можуть оброблятися на кількох групах робочих місць (дільницях), неодноразово повертатися на них для подальшої обробки, тому маршрут їх руху складний і тривалий, хоча і послідовний. При цьому збільшуються час і витрати на транспортування деталей, на передання їх з дільниці на дільницю (оформлення документів, очікування початку обробки на наступній за ходом технологічного процесу дільниці).

Партія деталей іноді дробиться і стає неоднаковою на різних дільницях. Усе це, з одного боку, збільшує тривалість виробничого циклу виготовлення партії деталей, а з іншого — на таких дільницях досягається найповніше завантаження за часом та потужністю кожної одиниці устаткування, що веде до зниження собівартості обробки деталей.

Переважним показником повного завантаження устаткування на технологічних (непотокових) дільницях є можливо менша потреба у кількості одиниць устаткування порівняно з потоковими дільницями (лініями). Схема маршруту проходження обробки однієї деталі при непотоковому методі організації виробництва наведена на рис. 5.2.

У виробничих підрозділах, сформованих за технологічним принципом, де реалізується одиничний метод організації виробництва, використовується універсальне устаткування, що розташоване за групами, технологічна спеціалізація дільниць, робітники-універсали мають високу кваліфікацію, можливий зворотний рух предметів праці по робочих місцях, тому тривалість виробничого циклу велика. Технологічні процеси для кожного виробу, деталі розробляються індивідуально. Пристрої, оснащення, спеціальний інструмент також мають оригінальний характер, проектується і виготовляється під кожний виріб окремо. Усе це значно збільшує собівартість і вартість продукції.

Одиничний метод виробництва з організаційного погляду є досить складним і не відповідає повною мірою принципам раціональної організації виробничого процесу.

10.3. ПАРТІОННИЙ МЕТОД ОБРОБКИ

Групові методи обробки. Одним з актуальних завдань сучасної організації виробництва є розроблення і впровадження в практику організаційно-економічних передумов підвищення серійності і переходу до ефективніших методів — партійного та потокового. Це завдання вирішується шляхом підвищення рівня стандартизації та уніфікації конструкцій виробів (вузлів, деталей), типізації технологічних процесів, застосування групових методів обробки деталей.

Суть останніх полягає в тому, що всі деталі групуються за ознаками конструктивної і технологічної подібності. З групи виділяється найскладніша деталь, що несе всі конструктивні і технологічні елементи групи. Якщо таку деталь виділити неможливо, то вона спеціально проектується. Для неї підбираються устаткування, оснащення, інструмент та технологія з таким розрахунком, щоб забезпечити без переналагоджень обробку всіх деталей групи.

Таким чином досягається скорочення різноманіття операцій та деталей, що обробляються. Метод групової обробки деталей сприяє застосуванню технології, яка відповідає рівню технології крупносерійного і масового виробництва. Групові методи дають змогу на 30—50 % підвищити продуктивність праці, виготовляючи продукцію на предметно-замкнених дільницях та групових (багатопредметних) поточкових лініях без переналагодження устаткування.

На застосуванні групової технології обробки ґрунтується партійний метод організації виробництва, котрий має такі характерні риси: запуск у виробництво предметів праці партіями; обробка одночасно продукції кількох найменувань; закріплення за робочим місцем виконання кількох операцій; широке застосування поряд із спеціалізованим устаткуванням і універсального; використання робітників високої кваліфікації з широкою спеціалізацією; переважне розташування устаткування за групами однотипних верстатів.

Найбільшого поширення партійні методи організації набули в серійному і дрібносерійному виробництвах, у заготівельних цехах масового і великосерійного виробництва, що використовують високопродуктивне устаткування, яке перевершує за своєю потужністю пропускну спроможність сполучених верстатів і машин у наступних підрозділах.

Оскільки при партійному виробництві на існуючих робочих місцях обробляється велика номенклатура деталей, дуже важливо визначити однакову за конструктивно-технологічними характеристиками кількість деталей, що обробляється безперервно на кожній операції.

Така кількість деталей визначається як розмір партії деталей (n), які одночасно запускаються у виробництво:

$$n = \frac{T_{\text{п-з}}}{t_{\text{шт}} \cdot K_{\text{н}}},$$

де $T_{\text{п-з}}$ — підготовчо-завершальний час для оброблювальної партії деталей (ознайомлення з кресленнями, установа режимів роботи устаткування тощо);

$t_{\text{шт}}$ — трудомісткість обробки найскладнішої деталі в партії;

$K_{\text{н}}$ — коефіцієнт налагодження устаткування (0,08—0,1).

Розрахункова партія коригується так, щоб вона була кратною декадній або місячній програмі. Під час розрахунку партії деталей ураховуються конкретні виробничі умови, тому що за умови періодичної або постійної їх потреби не завжди устаткування в серійному виробництві може бути повністю завантажено.

Величина партії деталей безпосередньо впливає на ефективність виробництва. Збільшення партії деталей веде до зменшення кількості переналагоджень устаткування, унаслідок чого поліпшується його використання та знижуються витрати на підготовчо-завершальні роботи (переналагодження устаткування, отримання і здавання роботи та ін.). Крім того, спрощується планування та облік виробництва.

Водночас обробка деталей великими партіями має негативні наслідки: збільшуються запаси деталей у незавершеному виробництві, а разом з цим виробничі та складські площі для їх збереження.

Такі суперечливі впливи розміру партії деталей на техніко-економічні показники роботи потребують установа її оптимальної величини. Оптимальним є такий розмір партії деталей, за якого загальні витрати на їх виготовлення будуть мінімальні, ураховуючи також витрати, які пов'язані з наявністю незавершеного виробництва.

Групове виробництво на механообробній стадії може бути створене на базі групової технології у вигляді предметно-групових

цехів, дільниць і групових (багатопредметних) поточних ліній, де деталі обробляються без переналагодження верстатів.

Форми спеціалізації дільниць. Подетально-групові дільниці разом з перевагами предметно-замкнених дільниць мають ще такі позитивні характеристики: відсутність часу на переналагодження верстатів, що веде до зниження собівартості обробки деталей і підвищення продуктивності праці; спрощення внутрішньоцехового оперативно-виробничого планування і управління за рахунок зменшення зовнішніх зв'язків кожної дільниці; підвищення ступеня саморегулювання дільниць внаслідок поліпшення внутрішніх зв'язків.

При предметно-груповій формі організації виробництва створюються виробничі дільниці, що спеціалізуються за предметами (деталі, складальні одиниці, вироби), котрі можуть бути предметно-замкненими або предметно-груповими.

На предметно-замкнених дільницях (з технологічного погляду) мають виконуватися, як правило, усі (від першої до останньої) або більшість операцій, що необхідні для повної обробки деталей або складальних одиниць у даному цеху.

Номенклатура деталей, що обробляються на предметно-замкненій дільниці, значно менша, ніж на будь-якій технологічній дільниці. В основу організації предметно-замкнених дільниць покладена класифікація деталей і складальних одиниць за певними ознаками. При цьому кожна класифікаційна група закріплюється за певною групою робочих місць.

Класифікація деталей здійснюється за допомогою теорії множини. Суть її полягає у визначенні низки конструктивно-технологічних та планово-організаційних ознак, за якими класифікується множина деталей, які є і можуть з'явитися вперше.

У результаті групування створюються горизонтальні та вертикальні ряди класифікації. Горизонтальні ряди об'єднують деталі за конструктивно-технологічними та планово-організаційними ознаками в класифікаційні підрозділи: класи, підкласи, типи, групи і т. д. Вертикальні ряди інтегрують сукупність деяких класифікаційних підрозділів різних видів.

До основних ознак, за якими створюються такі ряди для класифікації деталей у машинобудуванні, як правило, належать: 1) вид заготовки; 2) габаритні розміри (маса) деталей; 3) конструктивний тип деталей; 4) основний технологічний маршрут обробки.

За першою ознакою деталі поділяються на класи. Наприклад, деталі виготовляють зі сталевого, чавунного, кольорового лиття; катаного круглого, смугового, листового матеріалу.

За другою ознакою деталі кожного класу підрозділяються на підкласи великих, середніх і дрібних деталей.

За третьою ознакою деталі кожного підкласу підрозділяються на групи за конструктивними характеристиками: вали, втулки, шестірни, гвинти, плити і т. д.

За четвертою ознакою кожна група деталей розбивається на типи за складністю і трудомісткістю операції та за технологічними маршрутами, наприклад, деталі з обробкою на токарних, фрезерувальних і свердлильних верстатах (т-ф-с), токарних, розточувальних та шліфувальних верстатах (т-р-ш).

Типові представники груп виробів мають відповідати таким вимогам: 1) відображати принципові конструктивно-технологічні особливості виробів цієї групи; 2) близькість програми випуску виробів-представників до програми, що характерна для даної групи виробів; 3) достатність кількості типових представників найменувань деталей для забезпечення достовірності вибірки.

Планово-організаційна єдність сукупності деталей визначається за ознаками: трудомісткості і кількості деталей, що випускаються. Остаточну номенклатуру груп деталей виробів для обробки на конкретній дільниці визначають після розрахунків завантаження устаткування. Для цього використовується показник відносної трудомісткості T_j , який визначається за формулою

$$T_j = \frac{\sum_{i=1}^m t_{шкi}}{K_{в.н} \tau_j},$$

де $t_{шкi}$ — штучно-калькуляційний час i -ї операції, нормо-хв;

m — кількість операцій за технологічним процесом обробки j -го виробу;

$K_{в.н}$ — середній коефіцієнт виконання норм часу;

τ_j — ритм випуску одиниці j -го виробу, хв/шт;

$$\tau_j = \frac{\Phi_{пл}}{N_j},$$

де $\Phi_{пл}$ — корисний фонд часу роботи в плановому періоді, год.

Показник T_j визначає сумарну кількість одиниць устаткування для обробки j -ї деталі за прийнятою технологією, запланованою кількістю випуску деталей (N_j) та кількістю робочих змін.

Предметно-замкнені дільниці вможливають обробку конструктивно і технологічно однотипних деталей на універсальному устаткуванні. Створення таких дільниць сприяє розширенню типізації технологічних процесів, що створює передумови до впровадження потокового методу організації в умовах серійного виробництва.

Результатом утілення в практику цього організаційно-технологічного заходу стало значне підвищення відповідальності робітників за якість і своєчасність виготовлення виробів, зменшення зв'язків між дільницями, спрощення оперативного календарного планування та управління, що в цілому сприяло зростанню ефективності роботи дільниць і цехів.

При організації спеціалізованих за виробами або складальними одиницями складальних дільниць ознаками їх класифікації є: програма і повторюваність випуску виробів, конструктивна і технологічна однорідність, габаритні розміри або маса.

При організації предметно-замкнених дільниць, що спеціалізовані за деталями, ознаками класифікації є: застосовність деталей (оригінальні, уніфіковані, нормалізовані або стандартні); кількість і повторюваність випуску деталей або виробів (одиничний, серійний, масовий); вид матеріалу (чорні, кольорові метали тощо); метод отримання заготовки (лиття, ковання, різання і т. д.); розміри (маса), точність і шерхавість поверхні обробки; конфігурація і технологічні маршрути (однакові, схожі та різні).

Деталі (складальні одиниці) з однаковими технологічними маршрутами повинні мати той самий склад і таку саму послідовність виконання операцій.

Деталі з подібними технологічними маршрутами мають різний склад, але однакову послідовність виконання операцій і обробляються без зворотних рухів (однонаправлені маршрути).

Деталі з різними технологічними маршрутами мають різний склад і різну послідовність виконання операцій (різнонаправлені маршрути).

Приклад руху деталей з подібними та різними маршрутами наведений на рис. 10.1.

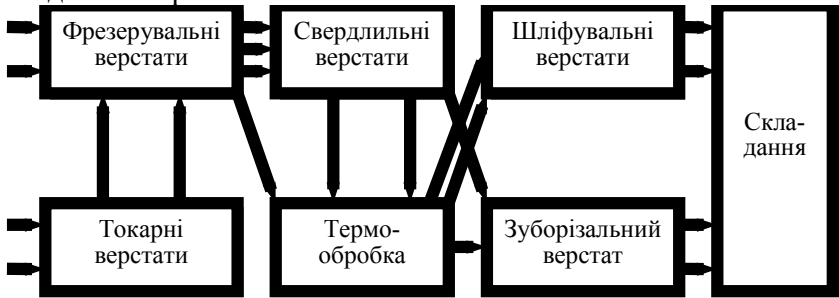


Рис. 10.1. Рух деталей з подібними та різними маршрутами в процесі обробки

Класифікаційні ознаки деталей. Класифікація деталей за однорідністю технологічних маршрутів має найбільше значення в процесі формування предметно-замкнених дільниць.

У конкретних виробничих умовах, крім указаних вище ознак, при організації предметно-замкнених дільниць може бути здійснена подальша диференціація деталей усередині кожної групи деталей. Під час групової обробки до групи включають деталі, що обробляються при одному настроюванні відповідного устаткування. У разі необхідності виконання кількох операцій при різних групових настроюваннях така деталь включається до певної групи з більшою трудомісткістю операцій.

За неповного завантаження робочих місць виготовленням деталей однієї класифікаційної групи за предметно-замкненою дільницею закріплюються деталі декількох груп з подібними класифікаційними ознаками.

Найефективнішою є організація предметно-замкнених дільниць з однаковими або подібними технологічними маршрутами виготовлення деталей. Такі дільниці, являючи собою простішу форму потокової лінії, мають безперечні переваги: скорочення кількості дільниць, на яких проходить обробку кожна деталь; зменшення кількості і різноманітності маршрутів руху деталей, що обробляються на дільниці; зменшення міжопераційного часу; ліквідація часу пролежування деталей між дільницями і між цехами.

У зв'язку з труднощами розрахунку завантаження робочих місць на дільниці для всіх варіантів закріплення за ними деталей

за кожною групою з подібними технологічними маршрутами виконується така процедура:

1) виділяються кілька груп таких деталей, у яких базовими визначаються найбільш трудомісткі деталі зі складними маршрутами обробки;

2) за базовими деталями здійснюється розрахунок завантаження робочих місць.

За однакової і точно визначеної послідовності обробки деталей на всіх робочих місцях забезпечується поточність і ритмічність виробництва. Варіантів послідовності обробки деталей, однакової для всіх робочих місць, може бути дуже багато. Кожний з варіантів має різну тривалість виробничого циклу обробки однієї партії групи деталей. Завдання полягає в тому, щоб знайти варіант, який дає мінімальну тривалість виробничого циклу обробки партії деталей.

Створення предметно-замкнених дільниць інколи потребує перегляду конструкції і технології виготовлення деталей з метою уніфікації, нормалізації деталей, типізації технологічних процесів, найліпшого розташування устаткування (робочих місць). Це досягається, у свою чергу, жорстким закріпленням операцій за робочими місцями. У результаті таких заходів збільшується серійність виробництва, підвищується продуктивність праці, скорочується шлях руху деталей, зменшується виробничий цикл обробки деталей і незавершене виробництво, що в цілому веде до зниження собівартості продукції.

Можливості виготовлення деталей (виконання всіх операцій обробки деталі) на одній предметно-замкненій або предметно-груповій дільниці в деяких випадках обмежені з причин малого завантаження частини устаткування і робітників, необхідності виконання окремих операцій в іншому приміщенні через санітарно-гігієнічні або технологічні умови. У таких випадках використовується змішана форма спеціалізації, суть якої полягає в обробці деталей на технологічних та предметно-замкнених (предметно-групових) дільницях.

Такий змішаній формі спеціалізації притаманні такі самі переваги та недоліки, як і розглянутим вище формам. Разом з тим виникають додаткові труднощі, які обмежують її використання: технологічний маршрут ділиться на частини у випадках, коли операції, що переносяться з предметно-замкненої дільниці на технологічну, не початкові і не кінцеві; збільшуються відстань, час і витрати на транспортування деталей, а також тривалість

виробничого циклу за рахунок міждільничного часу та часу транспортування; знижується відповідальність за строки і якість виготовлення деталей; ускладнюється цехове оперативно-виробниче планування та організація обслуговування виробництва деталей; виникають, як правило, оборотні заділи між дільницями, що потребує створення складських приміщень та спричиняє зростання незавершеного виробництва.

Визначення параметрів організації предметно-замкнених дільниць. Є такі різновиди предметно-замкнених дільниць:

1) з однаковими чи однорідними технологічними процесами або маршрутами руху (наприклад, обробка корпусів одного типу, але різних розмірів);

2) з обробки різноманітних деталей, подібних за конфігурацією й операціями обробки (наприклад, деталі плоскі, деталі типу тіл обертання й ін.);

3) з обробки деталей, подібних за габаритами й операціями обробки (наприклад, деталі великі, дрібні і т. д.);

4) з обробки деталей з матеріалів та заготовок певного виду (поковок, штамповок, сплавів, пластмас, кераміки тощо).

Створення й організація роботи предметно-замкнених дільниць ґрунтується на розрахунках низки календарно-планових нормативів: розмір партії деталей конкретного найменування; періодичність (ритмічність) чергування партії деталей цього найменування; кількість партій деталей кожного найменування; кількість одиниць устаткування на кожній операції виробничого процесу й коефіцієнт його завантаження; поопераційно-подетальний стандарт-план; тривалість виробничого циклу обробки партії деталей кожного найменування; нормативи заділів та незавершеного виробництва.

В основі розрахунку календарно-планових нормативів лежать: програма випуску (запуску) деталей кожного найменування на плановий період; технологічний процес і норми часу обробки деталей кожного найменування по конкретній операції; норми підготовчо-завершального часу на кожну операцію по кожному найменуванню деталі; припустимі втрати робочого часу на переналагодження і планові ремонти устаткування; кількість робочих днів у плановому періоді; тривалість робочої зміни і режим роботи.

Вихідні дані для прикладу розрахунку. На умовній ПЗД обробляються три види деталей: А, Б і В. Перелік операцій технологічного процесу, норми штучного часу, норми підготовчо-завершального часу і час на переналагодження устаткування

наведені в табл. 10.1. У місяці 21 робочий день ($D_p = 21$). Режим роботи дільниці — двозмінний. Місячна програма випуску: $N_A = 1150$ шт.; $N_B = 1300$ шт.; $N_B = 1300$ шт. Утрати часу на підналагодження устаткування $\alpha_{об} = 2\%$ номінального фонду часу.

Таблиця 10.1

НОРМИ ШТУЧНОГО, ПІДГОТОВЧО-ЗАВЕРШАЛЬНОГО ЧАСУ І НА ПЕРЕНАЛАГОДЖЕННЯ УСТАТКУВАННЯ

Технологічні операції	Норми часу по деталях, хв								
	А			Б			В		
	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{пн.об}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{пн.об}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{пн.об}$
Токарна	4,11	10	15	3,81	10	15	3,31	10	15
Фрезерувальна	2,52	10	15	4,28	10	15	3,96	10	15
Шліфувальна	6,11	10	15	5,45	10	15	7,85	10	15
Разом (T_{Σ})	12,74	30	45	14,27	30	45	15,12	30	45

Розрахунок розміру партії деталей кожного найменування. На розмір партії деталей впливає багато економічних і організаційно-виробничих чинників, що зумовлює два етапи визначення нормального (оптимального) розміру партії по кожному найменуванню деталей.

Перший етап. Розраховується (мінімальний) розмір партії деталей j -го найменування ($n_{\min j}$) за формулою:

$$n_{\min j} = \frac{(100 - \alpha_{об}) \sum_{i=1}^m t_{п-з.ij}}{\alpha_j \sum_{i=1}^m t_{i,j}},$$

де $\alpha_{об}$ — припустимий відсоток утрат часу на переналадження устаткування;

$t_{п-з.ij}$ — підготовчо-завершальний час на i -й операції j -го найменування виробу, хв;

$t_{i,j}$ — норма штучного часу на i -й операції j -го найменування виробу, хв;

m — кількість операцій j -го найменування виробів.

Підставляючи у формулу дані прикладу, отримуємо:

$$n_{\min A} = \frac{(100 - 2)30}{2 \cdot 12,74} = 115 \text{ шт.}, \quad n_{\min B} = 104 \text{ шт.}; \quad n_{\min B} = 99 \text{ шт.}$$

Припустимо, що максимальний розмір партії деталей j -го найменування дорівнює місячній програмі випуску. У розглянутому прикладі

$$n_{\max A} = N_A = 1150 \text{ шт.}; \quad n_{\max B} = N_B = 1950 \text{ шт.}; \quad n_{\max B} = N_B = 1300 \text{ шт.}$$

Другий етап полягає в коригуванні отриманих розмірів партії деталей j -го найменування. Нормальний (оптимальний) розмір партії обмежений нерівністю:

$$n_{\min j} \leq n_{n,j} \leq n_{\max j}.$$

Граничні розміри партії деталей j -го найменування коригуються виходячи з мінімального розміру. Коригування починається з установлення легкого для планування ритму (R_p) — періоду чергування партій виробів, які залежать від кількості робочих днів у місяці. Так, при 20 робочих днях ритмами будуть 20, 10, 5, 4, 2, та 1 день; якщо 21 день — 21, 7, 3 та 1; при 22 робочих днях у місяці ритми дорівнюють — 22, 11, 2 та 1 день.

Період чергування партії деталей кожного найменування розраховується за формулою:

$$R_p = \frac{D_p \cdot N_{\min}}{N_{\text{вип}}}.$$

Якщо з розрахунку виходить дробове число, то з ряду ритмів, які легкі для планування, беруть найближче ціле число.

$$\text{Продовжуючи розрахунок прикладу, визначимо } R_{p,A} = \frac{21 \cdot 115}{1150} = 2,1 \approx 3 \text{ дні}; \quad R_{p,B} = 1,12 \approx 1 \text{ день}; \quad R_{p,B} = 1,59 \approx 3 \text{ дні}.$$

Загальним для всіх найменувань деталей, закріплених за дільницею, беруться максимальний період чергування з усіх прийнятих, для нашого прикладу $R_p = 3$ дні. Умовою вибору розміру партії й періоду чергування є забезпечення пропорційності та відповідного рівня продуктивності праці на кожному робочому місці.

Коригування розміру партій деталей кожного j -го найменування здійснюється за формулою:

$$n_j = \frac{R_{\text{пр.}j} \cdot N_j}{D_p}; \quad n_{\text{н.А}} = \frac{3 \cdot 1150}{21} = 164 \text{ шт.}; \quad n_{\text{н.Б}} = 279 \text{ шт.};$$

$$n_{\text{н.В}} = 186 \text{ шт.}$$

Кількість партій по кожному j -му найменуванню деталей (X_j) визначається за формулою і відповідно у нашому прикладі:

$$X_j = \frac{N_j}{n_{\text{н.}j}}; \quad X_{\text{А}} = \frac{1150}{164} = 7; \quad X_{\text{Б}} = \frac{1950}{279} = 7; \quad X_{\text{В}} = \frac{1300}{186} = 7.$$

Кількість одиниць обладнання по кожній i -й операції розраховується за такою формулою:

$$G_{\text{р.}i} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot t_{ij} + \sum_{j=1}^n X_j \cdot t_{\text{н.об.}ij} + \sum_{j=1}^n t_{\text{п-з.}ij}}{\Phi_{\text{еф}} \cdot K_{\text{в.н}}},$$

де j — номенклатура оброблюваних деталей, закріплених за дільницею;

$t_{\text{н.об.}ij}$ — час, затрачуваний на переналагодження устаткування на i -й операції по j -му найменуванню деталі, хв;

$\Phi_{\text{еф}}$ — ефективний фонд часу роботи устаткування за плановий період часу з урахуванням режиму роботи дільниці, хв;

$K_{\text{в.н}}$ — коефіцієнт виконання норм часу.

На підставі даних нашого прикладу результати розрахунків кількості одиниць устаткування і коефіцієнта його завантаження оформлюються в табл. 10.2.

Для першої (токарної) операції

$$G_{\text{р.}1} = \frac{1150 \cdot 4,14 + 1350 \cdot 3,81 + 1300 \cdot 3,31 + 7(15 + 15 + 15) + (10 + 10 + 10)}{21 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 60}$$

$$= \frac{14518}{19740} = 0,74 \text{ верстата. Припустимо, що } G_{\text{пр.}i} = 1 \text{ верстат.}$$

Далі визначається коефіцієнт завантаження устаткування з використанням формули:

$$K_{\text{з.об.}i} = \frac{G_{\text{р.}i}}{G_{\text{пр.}i}} = \frac{0,74}{1} = 0,74.$$

Аналогічно визначається розрахунок потреби в устаткуванні і коефіцієнт його завантаження для інших операцій. Якщо в основних групах верстатів $K_{з.об.і} \leq 0,8$, то потрібно розширити номенклатуру деталей на даній дільниці.

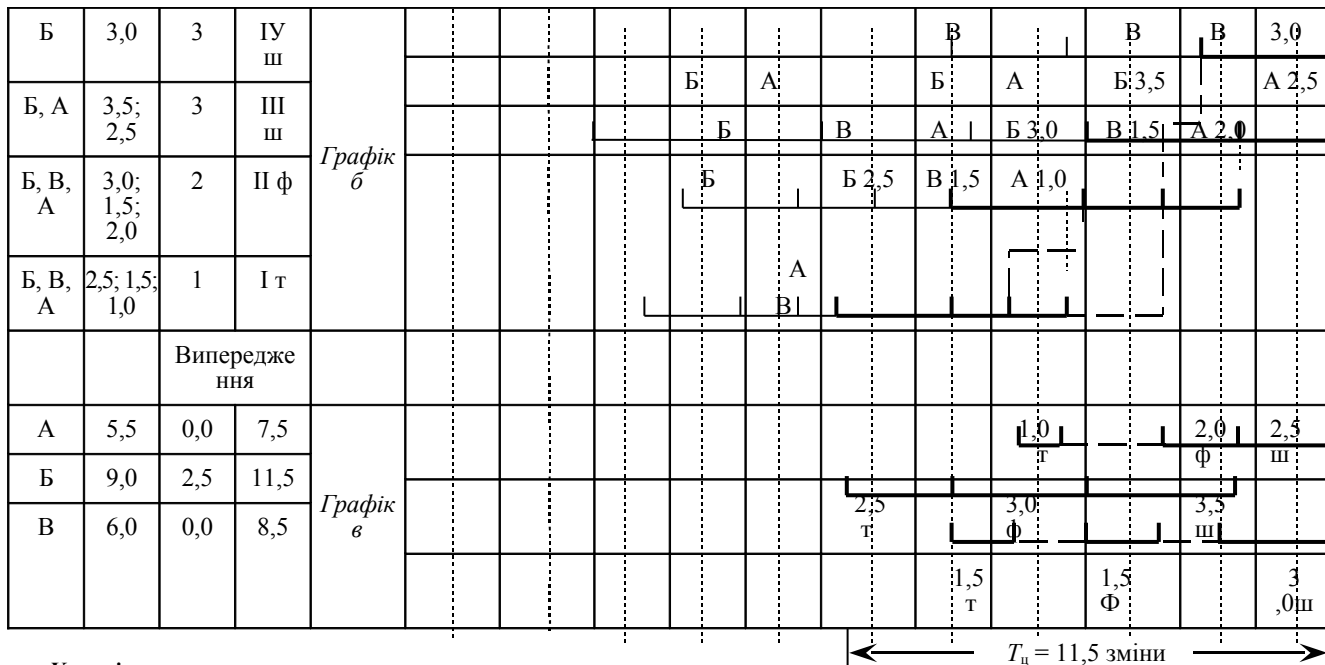
Формування стандарт-плану. За даними проведених розрахунків будується стандарт-план на визначений період часу, доки діє виробнича програма. Він установлює повторювані стандартні терміни запуску і випуску партій деталей кожного найменування по кожній операції. Загальний ритм чергування партій деталей береться найбільший з усіх прийнятих, наприклад, у нашому випадку $R_p = 3$ дні.

Формування стандарт-плану передбачає послідовне розроблення трьох календарних графіків (рис. 10.2).

Таблиця 10.2 РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ОДИНИЦЬ УСТАТКУВАННЯ

Розрахункові показники	Вид операції											
	Токарна				Фрезерувальна				Шліфувальна			
	Модель верстата (група обладнання)											
	1К62				6Т83Ш-1				ЗА110В			
	t_{ij} , ХВ	$t_{п-з,ij}$, ХВ	$t_{н.об.ij}$, ХВ	T_j , ХВ	t_{ij} , ХВ	$t_{п-з,ij}$, ХВ	$t_{н.об.ij}$, ХВ	T_j , ХВ	t_{ij} , ХВ	$t_{п-з,ij}$, ХВ	$t_{н.об.ij}$, ХВ	T_j , ХВ
Деталь А	4,11	10	15	80,69	2,52	10	15	50,22	6,11	10	15	119,03
Деталь Б	3,81	10	15	125,74	4,88	10	15	160,52	5,45	10	15	179,04
Деталь В	3,31	10	15	73,63	3,96	10	15	87,73	7,85	10	15	172,00
Разом				280,06				298,46				470,07
Коефіцієнти виконання норм часу ($K_{в.н}$)				1,0				1,0				1,0
Ефективний фонд часу ($\Phi_{эф}$)				329				329				329
Розрахункова кількість робочих місць ($PM_{р,i}$)				0,74				0,93				1,46
Прийнята кількість робочих місць ($PM_{пр,i}$)				1				1				2
Коефіцієнт завантаження обладнання ($K_{з.об,i}$)				0,74				0,93				0,73

	$T_{пл.оп./змін}$	Випередження, змін		Період чергування: дні, зміни																		
		випуску	запуску	$R_{чер} = 3$			$R_{чер} = 3$			$R_{чер} = 3$			$R_{чер} = 3$									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
				1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2							
А	5,5	0,0	5,5	Графік а													1,0 Т	2,0 Ф	2,5 Ш			
Деталі	9,0	0,0	9,0																	2,5 Т	3,0 Ф	3,5 Ш
В	6,0	0,0	6,0																	1,5 Т	1,5 Ф	3,0 Ш
		№ операції	№ РМ													$t_{ц} = 9$ змін						



Умовні позначення:

- обробка деталей
- пролежування деталей в очікуванні вивільнення верстата;
- зв'язок між суміжними операціями.

Рис. 10.2. Стандарт-план предметно-замкненої дільниці

Перший графік будується виходячи з установленого терміну виготовлення партії деталей j -го найменування, на календарний план наносять час циклів обробки кожної партії деталей j -го найменування по операціях виробничого процесу в порядку, зворотному перебігові технологічного процесу, починаючи з останньої до першої, без обліку завантаження робочих місць. Тривалість операційного циклу ($T_{o,ij}$, год) розраховується за формулою

$$T_{o,ij} = \frac{n_{n,j} \cdot t_{ij} + t_{п-з,ij}}{60 \cdot K}$$

При вихідних даних розглянутого прикладу тривалість операційного циклу обробки деталі «А» на першій операції становитиме:

$$T_{o,ij.1A} = \frac{164 \cdot 4,11 + 10}{60 \cdot 1 \cdot 8} = 1,5 \text{ зміни.}$$

Результати розрахунків операційних циклів для всіх деталей і операцій заносяться у табл. 10.3.

Таблиця 10.3
ОПЕРАЦІЙНІ ЦИКЛИ ПАРТІЙ ВИРОБІВ

Операція	Тривалість циклу обробки партії деталей, змін		
	А	Б	В
Токарна	1,5	2,5	1,5
Фрезерувальна	1,0	3,0	2,0
Шліфувальна	2,5	3,5	4,0
Разом	5,0	9,0	7,5

Графік a , що зображений на рис. 10.2, неможливо реалізувати на практиці тому, що за наявності по одному верстату на кожній операції відповідно до термінів потрібно обробляти деякі деталі на паралельних робочих місцях.

Тому треба раціоналізувати графік роботи дільниці і побудувати його з урахуванням завантаження робочих місць. Для цього необхідно закріпити операції за робочими місцями й установити черговість обробки партій деталей кожного найменування, щоб забезпечити найбільш повне і безупинне використання устаткування та повну зайнятість робітників. При цьому доцільно, по можливості, будувати календарне

проходження партій деталей кожного найменування за операціями обробки за принципами паралельно-послідовного виду руху.

Графік б, відображаючи завантаження робочих місць, стає варіантом стандарт-плану, в якому вказані повторні терміни виконання всіх операцій обробки партій деталей кожного найменування.

На основі графіка б будується уточнений графік в технологічного циклу обробки партій деталей кожного найменування з урахуванням завантаження робочих місць. При цьому необхідно прагнути до того, щоб час циклів окремих операцій графіка б був проекцією на графік в. Останній графік дає можливість визначити тривалість технологічного циклу партій кожного найменування, випередження запуску, випуску, час пролежування партій деталей у чеканні вивільнення устаткування від обробки попередньої партії та загальну тривалість виробничого циклу комплексу партій деталей ($T_{ц.к}$), що виготовляються на предметно-замкненої дільниці.

Тривалість виробничого циклу розраховується для кожної партії деталей кожного найменування за стандарт-планом (графічний метод) і за формулами (аналітичний метод).

При розрахунку за графіком з урахуванням завантаження робочих місць і часу пролежування деталей тривалість виробничого циклу становить відповідно: $T_{ц.А} = 7,5(7,5 - 00)$ змін, $T_{ц.Б} = 9(11,5 - 2,5)$ змін, $T_{ц.В} = 8,5(8,5 - 00)$ змін, а загальна тривалість виробничого циклу комплексу партій деталей $T_{ц.к} = 11,5$ змін. Час випередження запуску-випуску з обліком пролежування становить 2,5 змін (див. рис. 10.2, в).

Аналітичним методом тривалість виробничого циклу визначається за формулою (приблизне значення, тому що у формулі не враховується час пролежування деталей і береться середньоарифметичне значення кількості одиниць устаткування):

$$T_{ц} = \left(n_{ц. j} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m t_{шт. ij}}{G_{пр. i}} + \sum_{i=1}^m t_{п-з. ij} + m \cdot t_{н. об. ij} + t_{зах} \cdot Q_{зах} + t_{пр} \right) \frac{1}{60},$$

де $t_{зах}$ — час на одну заходку деталей в інші цехи, хв;

$Q_{зах}$ — кількість заходів партії деталей в інші цехи;

$t_{пр}$ — час, затрачуваний на природні процеси (сушіння, остигання й ін.), хв.

Визначення середнього розміру заділів і незавершеного виробництва. Розмір заділу по j -му найменуванню деталей визначається за формулою:

$$Z_j = \frac{n_{н.ж} \cdot T_{ц.ж}}{R_{пр}}$$

Використовуючи дані розглянутого прикладу $Z_A = \frac{164 \cdot 7,5}{3 \cdot 2} = 246$ шт., $Z_B = \frac{279 \cdot 9}{3 \cdot 2} = 502$ шт., $Z_B = \frac{186 \cdot 8,5}{3 \cdot 2} = 316$ шт.

Величину незавершеного виробництва без обліку затрат праці на попередніх стадіях обробки деталей розраховують за формулою:

$$H_{ср.В.ж} = Z_j \left(\sum_{i=1}^m t_{ij} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{п-3.ij}}{n_{н.ж}} \right) \cdot K_n$$

У нашому прикладі

$$H_{ср.ВА} = 246 \left(12,74 + \frac{30}{164} \right) \cdot 0,5 = 1589,5 \text{ хв, або } 26,5 \text{ год.}$$

$$H_{ср.ВБ} = 502 \left(14,27 + \frac{30}{279} \right) \cdot 0,25 = 1804,4 \text{ хв, або } 30 \text{ год.}$$

$$H_{ср.ВВ} = 316 \left(15,12 + \frac{30}{186} \right) \cdot 0,5 = 2414,4 \text{ хв, або } 40 \text{ год.}$$

Особливості організації дільниць серійного складання виробів.

Характерні ознаки непотокових методів виробництва виявляються під час організації дільниць серійного складання виробів. По-перше, вироби виготовляються малими серіями при широкій номенклатурі або партіями. По-друге, повторюваність партій виробів даної номенклатури в програмі заводу відсутня або нерегулярна. По-третє, розміри партій змінюються.

На дільниці серійного складання робітник (чи бригада робітників) послідовно виконують одну операцію над серією чи партією виробів кожного найменування, що збираються, потім другу, третю і т. д. Після кожної операції над партією (серією) виробів робітник зазвичай переналагоджує робоче місце (зміна

інструменту, пристроїв, налагодження спеціальних установок, підготовка міряльного інструменту тощо), затрачаючи так званий підготовчо-завершальний час. У процесі серійного складання кожен робітник може виконувати кілька різних операцій на одному виробі будь-якого найменування, а також на різних складальних об'єктах. За такої форми організації виробництва предмети складання передаються з операції на операцію цілком, усією партією (серією) виробів будь-якого найменування.

Особливістю організації роботи дільниць серійного складання є розчленовування виробу на окремі складальні елементи (одиниці). Більшість деталей перед установленням їх на виріб попередньо складаються в складальні одиниці (дрібні складальні одиниці, підвузли, вузли і т. д.), відособлені від інших елементів виробу, що дає можливість організувати їх складання паралельно, а всі календарно-планові нормативи встановлюються на партію складальних одиниць.

Партія — це заздалегідь установлена кількість однойменних предметів праці (складальних одиниць), що виготовляються з одного налагодження робочого місця (з однократною затратою підготовчо-завершального часу).

Складальні операції на відміну від заготівельних і обробних однорідніші, легко піддаються елементарному розчленовуванню на окремі переходи, що дає можливість для перегрупування їх у нові операції. Ця обставина в багатьох випадках створює сприятливі умови для вирівнювання часу виконання операцій (пропорційності) на окремих робочих місцях.

Тривалість операцій і процесів зі збирання складальних одиниць залежить не тільки від їх трудомісткості, а й від кількості робітників, одночасно зайнятих їх виконанням, тобто від так званого *фронту роботи*. Це дає змогу в багатьох випадках зменшити тривалість виробничого циклу складання виробу.

Іншою важливою особливістю організації ділянок серійного складання є розрахунок періоду чергування партій складальних одиниць, побудова циклового графіка складання виробу і розрахунок тривалості виробничого циклу.

Розмір партії і період чергування слід погоджувати з термінами постачання готової продукції і періодами чергування партій на сполучених дільницях. Розміри партій виробів і періоди їх чергування мають бути такими, щоб забезпечувалися відповідний рівень продуктивності праці на кожному робочому місці, а також зручність передавання партій з одного робочого

місця на інше. Прийнятий розмір партії великогабаритних складальних одиниць (вузлів, блоків і т. д.) може бути скоригований у меншу сторону (іноді менш мінімального розміру за розрахунком). По вузлах і інших складальних одиницях, що мають встановлений граничний термін збереження, прийнятий розмір партії скорочується.

Для всіх складальних одиниць певного виробу, як правило, установлюється єдиний період чергування партій. Протягом кожного періоду чергування забезпечується випуск комплекту партій усіх складальних одиниць, що належать даному виробу. Якщо на дільниці збирається кілька найменувань виробів (два—три і більш), що мають різну програму випуску (запуску), то і тоді

варто вибрати єдину періодичність повторення всіх партій складальних одиниць кожного найменування. У крайньому разі на

дільниці можна призначити два—три різних періоди чергування, але кратних один одному. Скорочення кількості різних ритмів партій значно спрощує побудову стандарт-плану, полегшує оперативне планування і регулювання робіт на ділянці.

Складальний процес у часі може будуватися відповідно до кожного з видів руху деталей по операціях: послідовного, послідовно-паралельного чи паралельного.

Послідовне складання виробу застосовується тоді, коли воно здійснюється однією бригадою складальників, починаючи від першої складальної одиниці до повного складання й випробування (рис. 10.3). Загальна тривалість циклу ($T_{ц.ск.п}^{посл.}$) складання партії (серії) виробів визначається за формулою:

$$T_{ц.ск.п}^{посл.} = n_{п} \sum_{i=1}^m t_{ск. од. i}$$

Прикладом паралельно-послідовного складання може бути сполучення паралельного складання вузлів на окремих робочих місцях під час послідовного складання виробів на одному робочому місці (рис. 10.4).

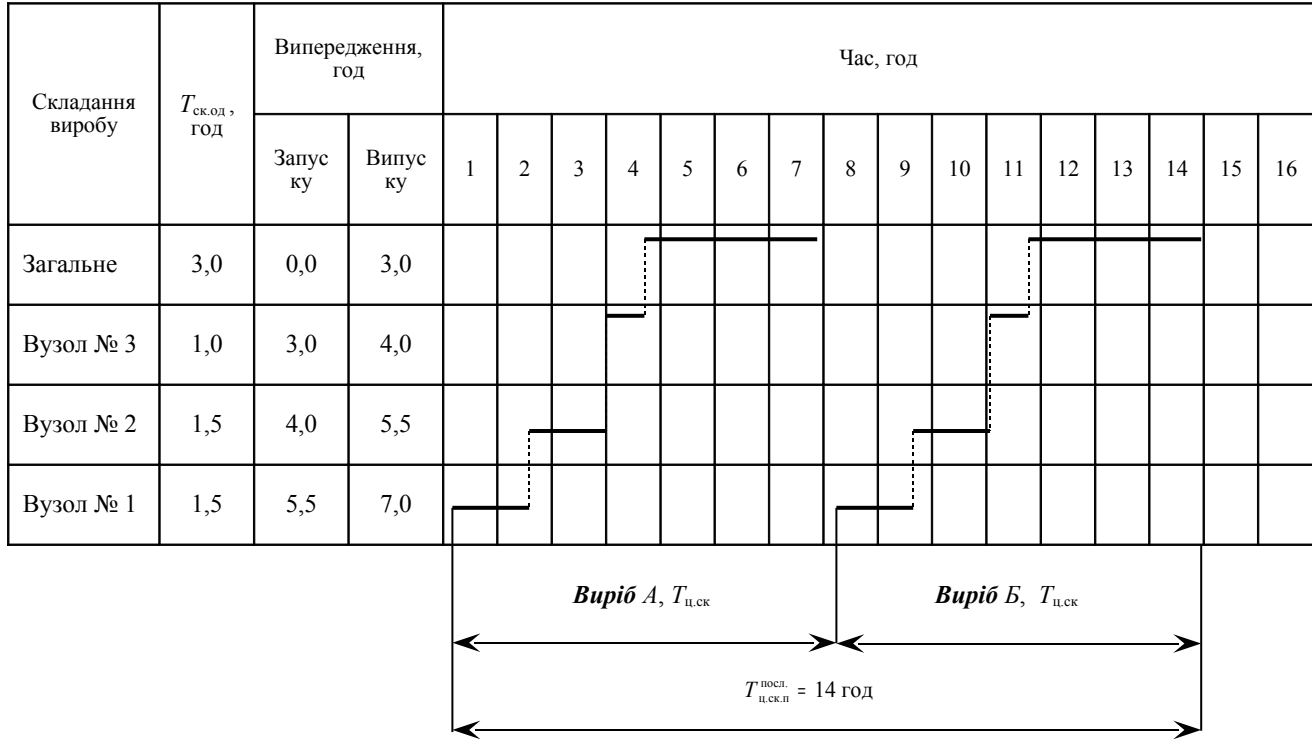


Рис. 10.3. Графік організації процесу послідовного складання двох виробів ($n_n = 2$)

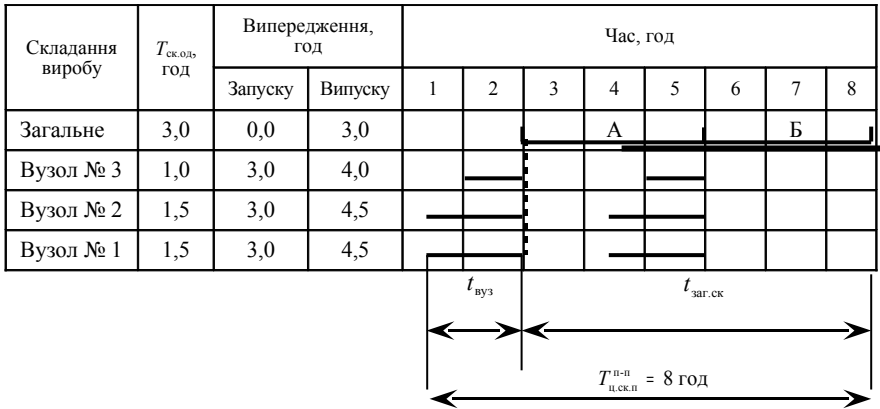


Рис. 10.4. Графік організації процесу послідовно-паралельного складання двох виробів А і Б ($n_n = 2$)

Загальна тривалість циклу складання серії виробів ($T_{\text{ц.ск.п}}^{\text{п-п}}$) знижується. Її величина розраховується за формулою:

$$T_{\text{ц.ск.п}}^{\text{п-п}} = t_{\text{вуз}}^{\text{тп}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{заг.ск.к}}$$

де $t_{\text{вуз}}^{\text{тп}}$ — час складання найбільш трудомісткого вузла, год;

$t_{\text{заг.ск.к}}$ — час загального складання виробів, год.

Однак за такої форми організації виникають прості робітників на тих робочих місцях, де тривалість циклу вузлового складання менше тривалості циклу загального складання. Загальний час простою визначається за формулою:

$$t_{\text{пр}} = (n_n - 1) \cdot t_{\text{заг.ск.к}} \cdot m - \sum_{i=1}^m t_{\text{вуз.і}}$$

де m — загальна кількість вузлів, що збираються паралельно;

$t_{\text{вуз.і}}$ — тривалість складання i -го вузла, год. При організації паралельного складання в усьому складальному процесі тривалість виробничого циклу складання серії (партії) виробів ($T_{\text{ц.ск.п}}^{\text{пар.}}$) ще більше скорочується (рис. 10.5). Величина її розраховується за формулою:

$$T_{\text{ц.ск.п}}^{\text{пар.}} = t_{\text{вуз}}^{\text{тп}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{заг.ск.к}} - \sum_{i=1}^{n-1} \tau_i$$

де τ — час сполучення (паралельності) виконання загального складання виробу, хв.

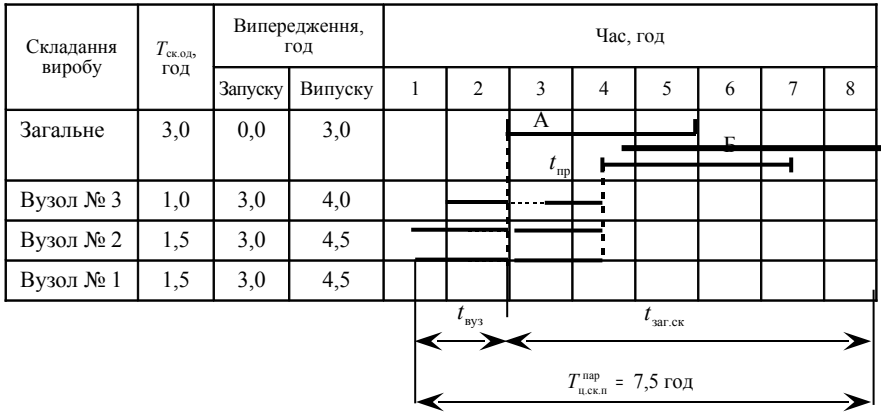


Рис. 10.5. Графік організації процесу послідовного складання двох виробів А і Б ($n_n = 2$) без синхронізації складальних одиниць

Однак, як і в попередньому випадку, через різну тривалість циклів вузлового і загального складання виробу на окремих робочих місцях виникають простой ($t_{\text{пр}}$), сумарна величина яких для даного вузла виробу визначається за формулою:

$$t_{\text{пр},i} = T_{\text{ц.ск.п}}^{\text{пар}} - t_{\text{заг.ск}} - \sum_{i=1}^n t_{\text{вуз},i}$$

Таким чином, застосування паралельного складання протягом усього процесу без синхронізації тривалості складання вузлів та загального складання виробу не цілком ліквідує простой робочих місць.

Якщо операції складального процесу розділити на окремі дрібніші елементи і знову їх згрупувати в нові операції, то можна домогтися рівності або кратності їх виконання. Припустимо, що при перегляді технології встановлено, що частину елементів загального складання можна перенести на вузлове складання, зокрема, на збирання вузла № 2. Тоді складання вузлів і загальне складання виробу утворять пропорційний процес за однакової загальної трудомісткості (рис. 10.6), що дасть змогу цілком ліквідувати простой на робочих місцях і зменшити тривалість виробничого циклу.

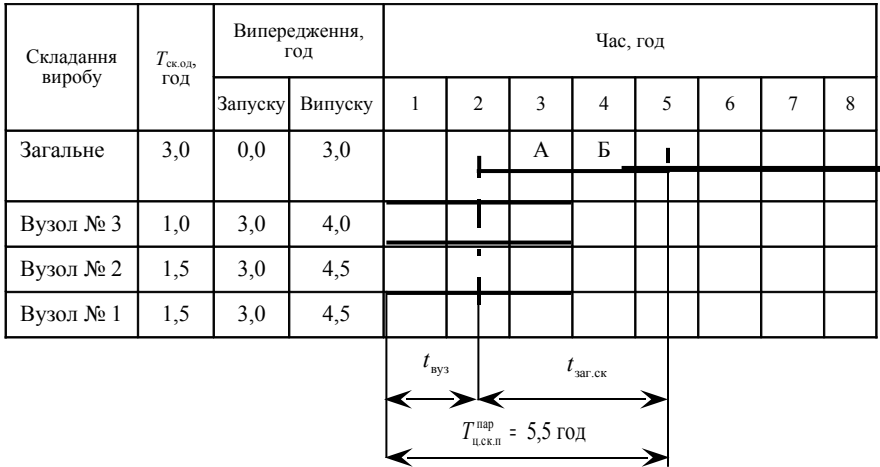


Рис. 10.6. Графік організації процесу паралельного складання виробів А і Б при синхронізованих операціях ($n_n = 2$)

Зарубіжний досвід партійного виробництва. Орієнтація на інтереси споживача, конкуренція, ризик банкрутства зумовлюють необхідність розширення номенклатури виробів, що виготовляються, і розширення сфери використання партійного методу організації виробництва. Японські корпорації успішно переводять свої виробництва на різноманітний асортимент продукції, яка виготовляється малими серіями за допомогою впровадження гнучких виробничих систем.

За показниками економічної ефективності (зростання продуктивності праці, використання устаткування, зниження собівартості, оборотність оборотних коштів) партійні методи значно поступаються потоковим. Часта зміна номенклатури продукції, що виготовляється, і пов'язане з цим переналагодження устаткування, збільшення запасів незавершеного виробництва тощо погіршують фінансово-економічні результати діяльності підприємства. Проте з'являються можливості для повнішого задоволення попиту споживачів на різноманітні види продукції, для збільшення частки на ринку, підвищення змістовності праці робітників.

Використання групових методів обробки створює передумови для зниження затрат часу на переналагодження устаткування,

зменшення тривалості виробничого циклу, скорочення розмірів станочного парку та ін.

Так, на підприємствах провідних зарубіжних компаній з виробництвом світового класу затрати часу на переналагодження устаткування становлять не більше 10 хвилин. Це досягається: кращим підготуванням до переналагодження; поліпшенням методів переналагодження, що передбачають і модифікацію самих верстатів з метою швидшого їх переорієнтування з випуску одного виду виробів на інший; усуненням або зведенням до мінімуму різноманітних спеціальних пристроїв та оснащення; розташуванням устаткування за предметною (продуктовою) ознакою, що дістало назву чарункової форми розміщення виробничого устаткування (рис. 10.7).

Чарункова система компоновання устаткування потребує збалансованості технологічних операцій, об'єднання в групи (партії) для обробки конструктивно й технологічно подібних деталей та виробів. У результаті її використання скорочується на 90 % час технологічної обробки в цілому порівняно з класичною схемою розміщення устаткування за групами однотипних верстатів, зменшуються внутрішньовиробничі запаси, поліпшується використання живої праці, підвищується фондовіддача.

Другим важливим напрямом підвищення ефективності партійного методу є впровадження гнучких автоматизованих виробництв на основі гнучких виробничих систем (ГВС).

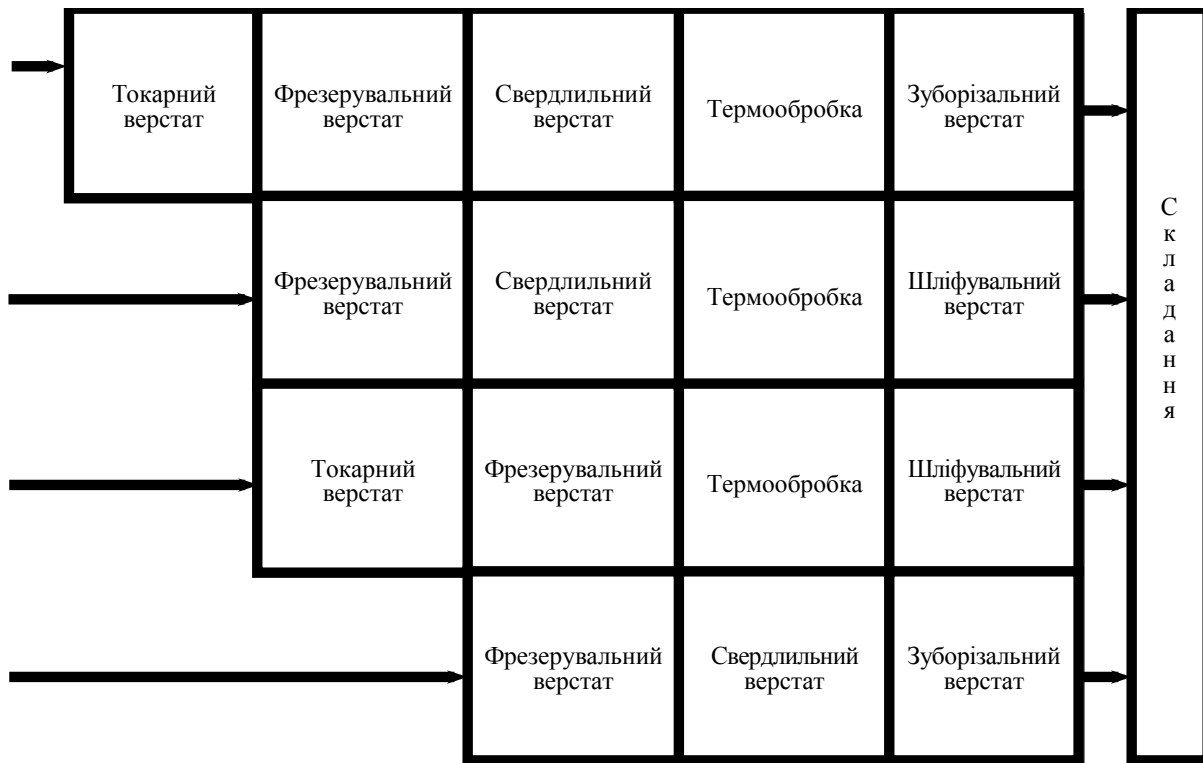


Рис. 10.7. Чарункове розташування устаткування

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Дайте визначення та охарактеризуйте головні ознаки методу організації виробництва.
2. Які чинники впливають на вибір методу організації виробництва?
3. Дайте характеристику методу організації виробництва.
4. Які основні ознаки і особливості застосування одиничного методу організації виробництва?
5. Охарактеризуйте особливості групової технології обробки.
6. Укажіть параметри партійного методу організації виробництва та перспективи його розвитку.
7. У чому полягає суть організації предметно-групових та предметно-замкнених дільниць?
8. За якими ознаками класифікуються деталі при формуванні предметно-замкненої дільниці?
9. Які обмеження спонукають впроваджувати змішану форму спеціалізації при виготовленні деталей?
10. Охарактеризуйте основні календарно-планові нормативи створення і організації роботи предметно-замкненої дільниці.
11. Прокоментуйте порядок розрахунку параметрів формування предметно-замкненої дільниці.
12. Як розраховуються розміри партій деталей та кількості устаткування?
13. Наведіть особливості формування стандарт-плану.
14. Що характеризує процес формування дільниць серійного складання виробів?
15. В яких випадках застосовуються послідовний, паралельний та послідовно-паралельний способи складання виробів і як розраховується цикл?
16. Чим характеризується зарубіжний досвід партійного виробництва?
17. Які особливості чарункового розташування устаткування?

ПОТОВОКЕ ТА АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО

11.1. ПОТОВОКЕ ВИРОБНИЦТВО

Сутність і характерні ознаки поточкового методу.

З розвитком предметної спеціалізації цехів (дільниць) створюються умови для застосування поточкового методу виробництва. *Поточковий метод — це прогресивна, найефективніша форма організації виробничого процесу, яка ґрунтується на ритмічній повторювальності та узгодженості в часі основних і допоміжних операцій, що виконуються на спеціалізованих робочих місцях, котрі розташовані за ходом технологічного процесу, де передавання предметів праці з операції на операцію здійснюється з мінімальними витратами часу спеціальними транспортними засобами.*

Поточковий метод виробництва є найбільш досконалим за своєю чіткістю і завершеністю, за якого предмет праці в процесі обробки переміщується за встановленим найкоротшим маршрутом у заздалегідь фіксованому темпі. При цьому максимально втілюються основні принципи раціональної організації виробничого процесу: спеціалізації, прямоточності, паралельності, безперервності, пропорційності та ритмічності. У результаті досягається висока продуктивність праці й забезпечується належна якість виготовлення продукції за істотної економії затрат праці, матеріальних та енергетичних ресурсів порівняно з непоточковим виробництвом.

У цілому поточковий метод характеризується: глибоким розчленуванням виробничого процесу на операції; чіткою спеціалізацією робочих місць на виконанні визначених операцій; пропорційністю виконання операцій на всіх робочих місцях; розташуванням устаткування за ходом технологічного процесу; наявністю спеціального міжопераційного транспорту для переміщення предметів праці з операції на операцію; високим рівнем безперервності виробничого процесу, що досягається забезпеченням рівності або кратності тривалості операцій такту потоку (такт — період між двома черговими виробами, що сходять

з останньої операції потокової лінії; величина, обернена такту, називається ритмом потокової лінії).

При використанні потокового методу організації виробництва підвищення продуктивності праці відбувається за рахунок скорочення перерв у виготовленні продукції, механізації виробничого процесу, спеціалізації робочих місць і т. д.; завдяки скороченню циклу обробки прискорюється оборотність оборотних коштів; сукупність цих та інших чинників веде до істотного зниження собівартості продукції.

Найважливішою умовою потокової організації виробництва є стійка концентрація в одній виробничій ланці значних масштабів випуску однорідної або конструктивно і технологічно подібної продукції.

У масовому виробництві, що характеризується стійким випуском однорідної продукції, потік є основним методом його організації. Застосовується він також під час великої і середньосерійного випуску продукції, особливо на дільницях, де випускаються вузли і деталі широкого призначення. В одиничному виробництві використовуються елементи потокового виробництва для виготовлення уніфікованих деталей і вузлів.

Потокове виробництво являє собою економічно доцільну форму організації процесу виготовлення виробів та їх елементів, основними ознаками якого є:

1) закріплення за певною групою робочих місць одного найменування або обмеженої кількості найменувань виробів, деталей або складальних одиниць, споріднених конструктивно і технологічно, а кожної окремої операції за певним спеціалізованим робочим місцем (або кількома робочими місцями), що забезпечується виконанням принципу спеціалізації;

2) виконання на кожному робочому місці однієї або невеликої кількості технологічно споріднених операцій, що зумовлює вузьку спеціалізацію робочих місць і самих робітників;

3) розташування робочих місць за ходом технологічного процесу, що забезпечує найкоротший шлях (прямоточність) руху деталей під час обробки;

4) переміщення предметів праці з операції на операцію поштучно або невеликими транспортними (передаточними) партіями відповідно до встановлених ритмів роботи потокової лінії, що забезпечує високий ступінь паралельності та безперервності;

5) високий рівень механізації та автоматизації основних і допоміжних операцій завдяки вузькій спеціалізації робочих місць;

6) підтримання ритму виробництва міжопераційним транспортом поряд з функцією переміщення.

Основною структурною ланкою потокового виробництва є *потокова лінія, яка являє собою сукупність робочих місць, розташованих за ходом технологічного процесу, призначених для виконання закріплених за ними операцій і пов'язаних між собою спеціальними видами міжопераційних транспортних засобів*. За потоковою лінією закріплюється виготовлення одного або обмеженої кількості найменувань предметів праці.

Найбільшого поширення в умовах підвищення впливу конкуренції потокові методи набули в легкій і харчовій промисловості, машинобудуванні і металообробці та інших галузях.

Залежно від рівня спеціалізації виробництва, обсягу і характеру продукції, що випускається, використання техніки і технології застосовуються різні види поточкових ліній, які можуть бути розподілені за класифікаційними групами:

1. *За ступенем спеціалізації (номенклатурою виробів, що виготовляються)* потокові лінії розрізняють на однопредметні і багатопредметні.

Однопредметною називається потокова лінія, на якій обробляються або збираються предмети одного типорозміру протягом тривалого часу. Такі лінії називають постійно-поточковими. Для переходу на виготовлення предмета іншого типорозміру потрібна перебудова лінії (зміна технологічного процесу, переставлення, заміна устаткування, їх перепланування тощо). Однопредметні потокові лінії застосовуються в разі стійкого випуску виробів у великих кількостях, що характерно для масового або великосерійного виробництва.

Багатопредметною називається потокова лінія, за якою закріплене виготовлення кількох типорозмірів предметів, подібних за конструкцією і технологією обробки або складання без переналагодження устаткування. Такі постійно-поточкові багатопредметні лінії характерні для серійного виробництва, коли обсяг випуску (трудомісткість робіт) предметів одного типорозміру є недостатніми для повного завантаження робочих місць.

2. За методом обробки та чергування виробів багатопредметні лінії підрозділяються на змінно-потоккові та групові.

Змінно-потокова лінія орієнтована на обробку декількох конструктивно однотипних (деталей) виробів різного найменування з подібним технологічним маршрутом, де обробка ведеться почергово через певні інтервали часу з переналагодженням робочих місць (устаткування) або без їх переналагодження. Після виготовлення чи складання одних деталей (виробів) здійснюється переналагодження потокової лінії і запускається у виробництво наступна партія. У період виготовлення одного найменування виробів вона працює за принципами однопредметної лінії. Застосовується змінно-потокова лінія в серійному виробництві. Строки запуску у виробництво продукції регулюються стандартними графіками.

Групова лінія спрямована на обробку різних виробів декількох найменувань за груповою технологією й з використанням групового технологічного оснащення одночасно чи почергово, але без переналагодження устаткування (робочих місць). На основі спеціальної класифікації підбирається група деталей, що мають конструктивну і технологічну спільність. Створюється умовна деталь, що має особливості деталей даної групи, і для неї розробляється єдиний груповий технологічний процес, визначається набір інструменту і спеціальних пристроїв, що забезпечують обробку всіх деталей групи.

3. За ступенем безперервності технологічного процесу розрізняють безперервні та перервні (прямоточні) лінії.

Безперервні потокові лінії є найсучаснішою формою поточкового виробництва. Вони можуть бути як одно-, так і багатопредметними. На такій лінії предмети праці з однієї операції на іншу просуваються відповідно до такту (ритму) потоку поштучно або невеликими транспортними партіями і без пролежування за допомогою механізованих або автоматизованих транспортних засобів (конвеєрів); тривалість кожної технологічної операції дорівнює або кратна такту; застосовується паралельний метод руху предметів праці; забезпечується суворитмічність і якнайменша тривалість виробничого циклу.

Безперервні потокові лінії широко застосовуються у складальних процесах, де переважає ручна праця, оскільки її організаційна гнучкість дає змогу розподілити технологічний процес на операції, досягаючи синхронізації (наприклад, складання годинників, тракторів, приладів, автомобілів).

Перервні (прямоточні) лінії також можуть бути як одно-, так і багатопредметними. Вони створюються, коли відсутня рівність або кратність (синхронізація) тривалості всіх операцій такту й повна безперервність виробничого процесу не досягається. Для підтримання безперервності процесу на найбільш трудомістких операціях утворюються міжопераційні оборотні заділи, для обробки яких залучаються додаткові робочі місця; робота ведеться партіями за стандартним графіком.

Перервно-поточні однопредметні лінії найбільш широко застосовуються в механообробних цехах масового великосерійного виробництва. Прямоточні багатопредметні лінії ефективні при обробці трудомістких деталей на різнотипному устаткуванні в механічних цехах серійного типу виробництва.

4. *За способом підтримки ритму* розрізняють лінії з регламентованим та вільним ритмом.

Лінії з регламентованим ритмом, на яких вироби (деталі) передаються з однієї операції на наступну через точно фіксований час за допомогою конвеєрів або за допомогою світлової чи звукової сигналізації на возиках за відсутності конвеєрів. Такі лінії характерні для безперервно-поточного виробництва.

Лінії з вільним ритмом не мають технічних засобів, які суворо регламентують ритм роботи. Такі лінії застосовуються при будь-яких формах потоку (безперервний або перервний). Підтримання ритму здійснюється безпосередньо робітниками, які передають деталі на наступну операцію в міру готовності. При цьому можливі відхилення від розрахункового ритму, тому що його величина залежить від середньої продуктивності за певний відрізок часу (годину, зміну).

5. *За способом транспортування предметів* між операціями розрізняють поточні лінії з засобами безперервної дії (конвеєри), з транспортними засобами дискретної дії (неконвеєрні лінії) та лінії без транспортних засобів.

Конвеєрні поточні лінії засновані на застосуванні транспортних засобів безперервної дії з механічним приводом — конвеєрів, які не тільки переміщують предмети праці, а також регулюють заданий ритм роботи.

За конструкцією конвеєри розподіляються на: стрічкові, пластинчасті, возикові, підвісні та ін. На вибір виду конвеєра в першу чергу впливають конструктивні параметри виробу, що підлягає обробці або збиранню (габаритні розміри, маса тощо).

Неконвеєрні лінії з транспортними засобами дискретної дії (в основному перервно-поточні лінії), на яких застосовуються два типи транспортних засобів: безприводні (гравітаційної дії) — рольганги, схили, жолоби, сковзала; підйомно-транспортні засоби циклічної дії — мостові крани, монорейки з тельферами, електрокари, електровізки, автотранспортувачі та ін.

Лінії без транспортних засобів — це стаціонарна потокова лінія, яку доцільно організувати для складання великих важких машин і на якій виріб, що збирається, установлюється нерухомо на складальному стенді, а переміщуються спеціалізовані бригади робітників, за якими закріплені окремі операції. Стаціонарні потокові лінії організуються в літакобудуванні, суднобудуванні, при виробництві важких верстатів.

6. *Залежно від функцій*, що виконуються транспортними засобами безперервної дії, розрізняють лінії з: транспортним, робочим та розподільчим конвеєрами.

Транспортні конвеєри потокових ліній (стрічкові, пластинчасті, ланцюгові, підвісні й ін.) призначені для транспортування предметів праці і підтримки заданого ритму роботи лінії.

Робочі конвеєри потокових ліній є не тільки транспортними засобами безупинної дії, що виконують функції транспортних конвеєрів, але і являють собою систему робочих місць, на яких здійснюються технологічні операції без зняття предметів праці.

Розподільні конвеєри застосовуються на потокових лініях з виконанням операцій на стаціонарних робочих місцях (верстатах) і з різною кількістю робочих місць — дублерів на окремих операціях, коли для підтримки ритмічності необхідно забезпечити чітке адресування предметів праці по робочих місцях. За кожним робочим місцем закріплюється певна послідовність їх номерів для обробки предметів праці. При цьому візки, каретки, на яких розташовуються предмети праці, також нумеруються.

В механоскладальних цехах сучасних машинобудівних підприємств застосовуються штовхаючі автоматичні конвеєри з програмним управлінням для адресування виробів на робочі місця.

7. *За місцем виконання операцій* розрізняють потокові лінії з робочими конвеєрами та зі зняттям предметів.

Потокові лінії з робочими конвеєрами, де крім транспортування і підтримки такту (ритму) на його несучій частині виконуються безпосередньо операції (наприклад, складальні конвеєри).

Конвеєрні потокові лінії зі зняттям предметів характерні для обробки деталей на різноманітному устаткуванні.

8. За *характером переміщення розрізняють* конвеєрні лінії з безперервним та пульсуючим рухом.

Лінії з безперервним рухом, коли несуча його частина рухається з установленою швидкістю.

Лінії з пульсуючим рухом, коли при обробці (складанні) предметів несуча частина конвеєра перебуває в нерухомому стані і приводиться в рух періодично за тактом лінії (наприклад, при складанні особливо точних приладів та машин).

Загалом конвеєри, що діють у комплексі та одночасно з іншими робочими машинами, дають змогу регламентувати рух виробів на лінії за встановленим тактом (ритмом). Вони забезпечують пропорційне виконання операцій, знижують тривалість виробничого циклу, підвищують продуктивність праці.

9. За *рівнем механізації* процесів розрізняють автоматичні і напівавтоматичні потокові лінії.

Автоматичні потокові лінії характеризуються об'єднанням у єдиний комплекс технологічного і допоміжного устаткування та транспортних засобів, а також автоматичним централізованим управлінням процесами обробки і переміщення предметів праці. На цих лініях усі технологічні, допоміжні та транспортні процеси цілком синхронізовані і діють у єдиному такті (ритмі).

Напівавтоматичні потокові лінії агреговані зі спеціальних верстатів-напівавтоматів (з послідовним, послідовно-паралельним і паралельним агрегуванням).

10. За *рівнем охоплення виробництва* виділяють: дільничні, цехові, міжцехові, наскрізні потокові лінії.

Вибір та компонування поточкових ліній. Вибір та формування поточкових ліній пов'язані з розробленням організаційно-технічних заходів, розрахунків параметрів та показників їх роботи. При проектуванні поточкового виробництва високі вимоги ставляться до вибору та розміщення устаткування, якості і точності оснащення, якості матеріалів, відпрацювання конструкції і прогресивності технологічних процесів, обслуговування основного виробництва, планування, обліку та оперативного управління.

Конструкція виробів має бути відпрацьована, стабільна, із широким застосуванням стандартних і уніфікованих деталей та вузлів. Велике значення має технологічність конструкції, що забезпечує мінімальну трудомісткість та собівартість її виготовлення, мінімальну матеріаломісткість. Конструкція

виробу розробляється на принципі взаємозамінності деталей і вузлів; її висока якість сприятиме її усталеності.

Технологія, що розробляється, має забезпечувати застосування високопродуктивного спеціального устаткування і прогресивних методів обробки, взаємозамінність деталей і вузлів, спеціалізацію робочих місць і синхронізацію операцій.

Організація потокового виробництва безпосередньо пов'язана з вибором виду лінії, яка залежить від типу виробництва та технологічного процесу виготовлення продукції. Для досягнення достатньо високого навантаження робочих місць у масовому та великосерійному виробництві доцільне використання однопредметної лінії, а в серійному або дрібносерійному — багатопредметної лінії.

Після вибору однопредметної або багатопредметної лінії на підставі технології та номенклатури продукції, встановлюється ступінь безперервності виробництва шляхом зіставлення тривалості технологічних операцій та такту потоку. У разі їх відхилення в межах 5—7 % технологічний процес вважається синхронізованим і вибирається одно- або багатопредметна безперервно-потокова лінія. Якщо відхилення більше, то вибір обмежується одно- або багатопредметною перервно-потоковою лінією.

Залежно від номенклатури та технології виготовлення виробів вибираються: багатопредметні безперервно-потокові лінії з послідовним виготовленням (перемінно-потокові), з паралельним виготовленням (багаторядні) або групові, якщо технологічний процес виготовлення виробів різного найменування синхронізований і при переході з виготовлення одного виробу певного найменування на виготовлення іншого виробу не потрібно переналагодження устаткування; багатопредметні перервно-потокові лінії (перемінно-потокові чи групові), якщо процеси виготовлення виробів не синхронізуються.

Наступним кроком після вибору виду потокової лінії є визначення типу устаткування та транспортних засобів. Вибір типу устаткування для потокової лінії визначається характером технологічного процесу, складом, складністю та призначенням операцій, що входять до нього; габаритами, масою виробів та вимогами до їх якості.

Вибір транспортних засобів поточно-механізованого й автоматизованого виробництва передбачає врахування конфігурації, габаритних розмірів, маси, особливостей виконання операцій та їх синхронізації, обсягу і сталості випуску виробів, а

також функцій, що виконуються транспортними пристроями і системами, їх технічних і експлуатаційних можливостей.

Виходячи з різноманіття зазначених чинників, при комплектуванні поточкових ліній використовуються засоби періодичного транспорту — мостові крани, монорейки з тельферами, електровізки, електрокари й ін.; безприводні засоби безупинного транспорту — рольганги, схили, спуски тощо; приводні засоби безупинного транспорту — стрічкові, пластинчасті, ланцюгові, підвісні та інші транспортери (конвеєри); роботизовані транспортні засоби (роботи-маніпулятори, роботи-електрокари), різні транспортно-накопичувальні автоматизовані системи.

Після вибору технологічного устаткування та виду транспортних засобів здійснюється компоновання потокової лінії. Під час комплектування лінії доцільно забезпечити пряmolінійність розташування устаткування (рис. 11.1 *а, б*), якщо дозволяють площі та тип транспортних засобів. При дефіциті площ доцільне компоновання з Г- та П-подібними (рис. 11.2), а також з кільцеподібними та комбінованими контурами (рис. 11.3, 11.4). Дворядне або шахове розташування устаткування дає змогу раціональніше використовувати площі та економити кошти за рахунок використання транспортних засобів меншої довжини.

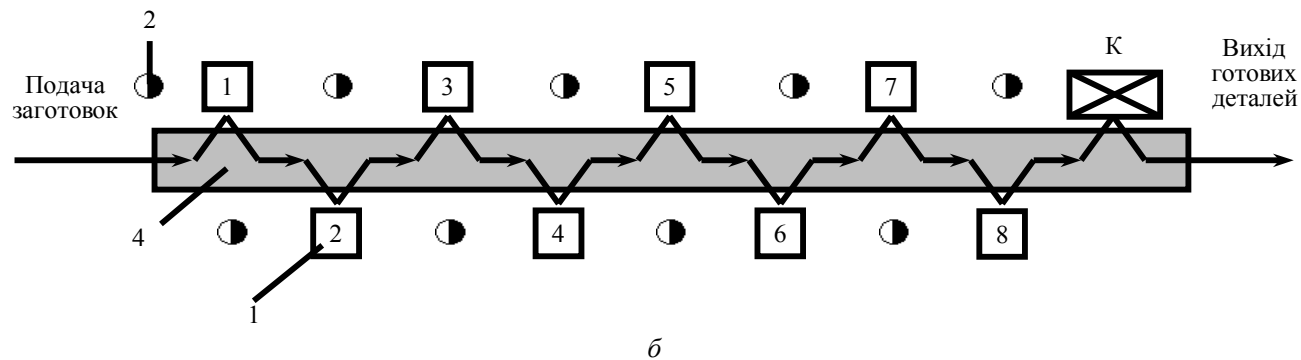
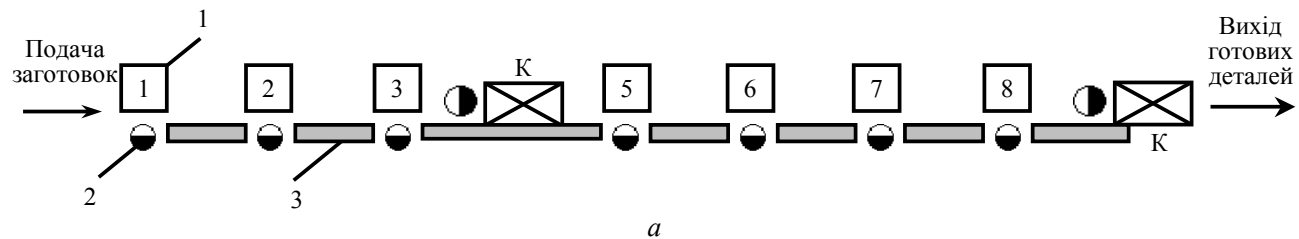


Рис. 11.1. Потокова лінія з прямолінійним розташуванням устаткування:

a — однобічна; *б* — двобічна;

1 — устаткування; 2 — оператор; 3 — схил; 4 — рольганг; ● ⊠ — контролер

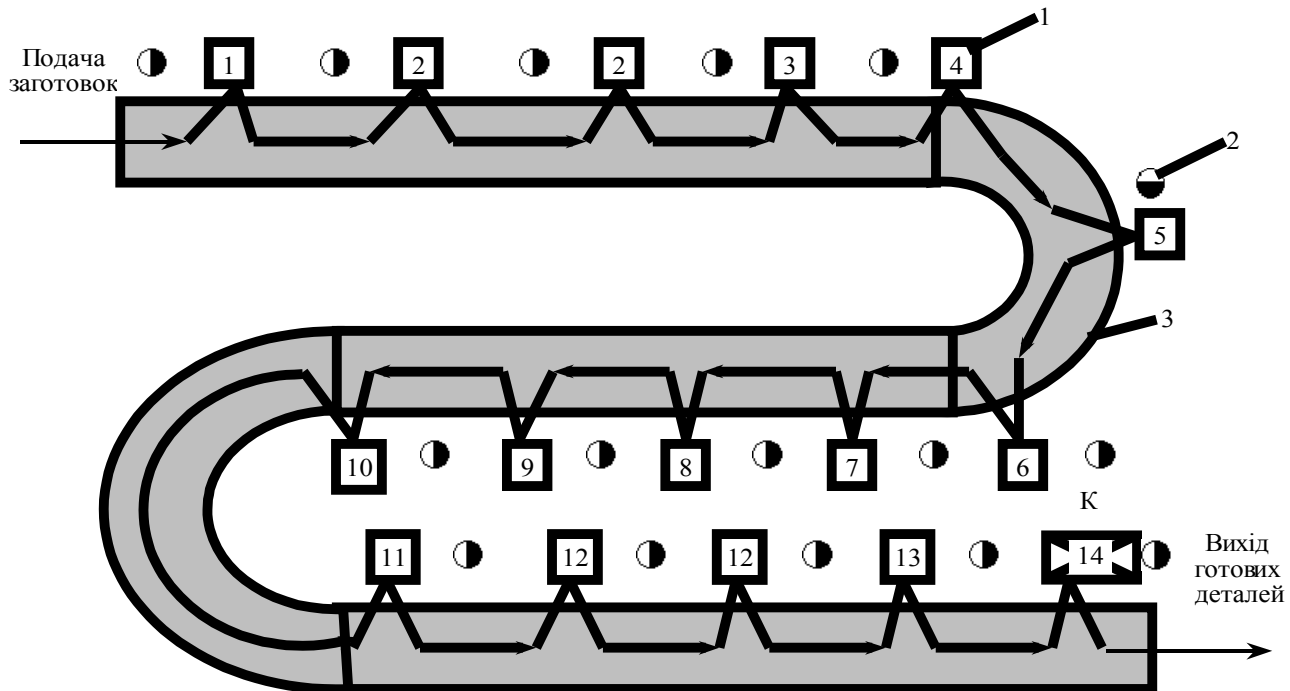


Рис. 11.2. Г- і П-подібні потокові лінії:
 1 — устаткування; 2 — оператор; 3 — рольганг; ● ☒ — контролер

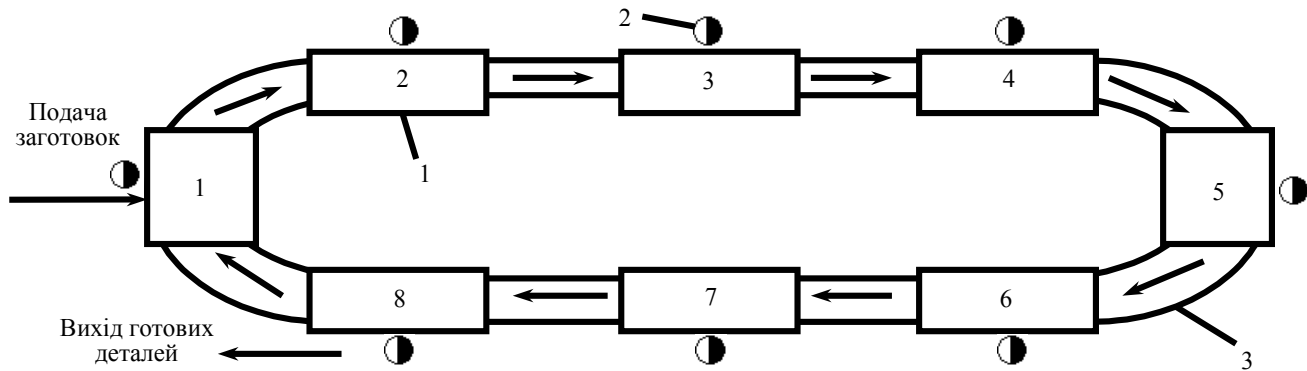


Рис. 11.3. Кільцеподібна потокова лінія: 1 — устаткування; 2 — оператор; 3 — конвеєр

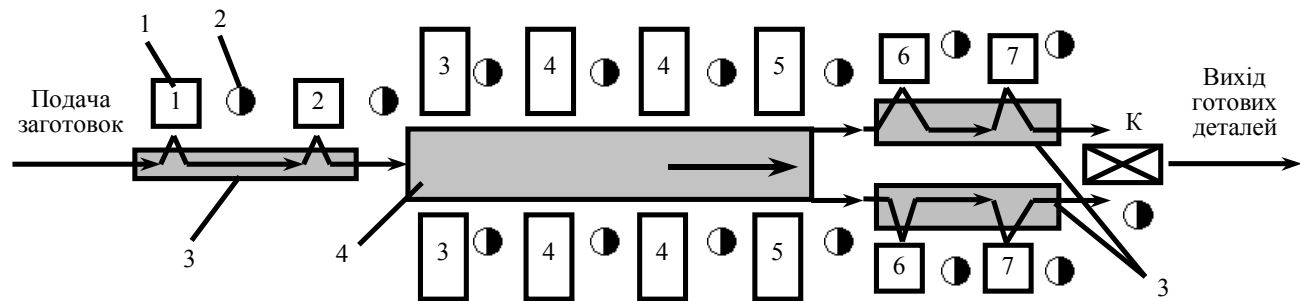


Рис. 11.4. Комбінована потокова лінія:
1 — устаткування; 2 — оператор; 3 — рольганг; 4 — конвеєр

Прямолінійне розташування робочих місць за ходом технологічного процесу вважається найпростішим плануванням. Але це можливо за невеликої кількості робочих місць на лінії. В інших випадках використовують дворядне, зигзагоподібне, кільцеве та інші види розташування робочих місць.

Вибір раціонального виду, структури та компоновання покладаються в основу розроблення оптимальних планувальних потоків ліній. Під структурою потокової лінії розуміють склад робочих місць (технологічних дільниць), транспортних засобів, керуючих та інших пристроїв (систем) і виробничі зв'язки між ними.

Розроблення планувальних (розташування) потоків ліній залежить від кількості робочих місць, транспортних засобів, які застосовуються, площі дільниці. Суміжні потокові лінії мають розташовуватися з умовою полегшення транспортування виробів між ними. При організації потокової обробки та складання виробів лінії, що забезпечують складальний конвеєр необхідними компонентами, розташовуються звичайно перпендикулярно до нього.

Основні параметри потокової лінії. Вибір організаційних форм при проектуванні потокової лінії здійснюється на основі розрахунків показників її роботи: такту, темпу, ритму, ступеня синхронізації технологічного процесу, кількості робочих місць та їх завантаження, швидкості руху конвеєра, довжини лінії, виробничих заділів.

Такт (τ) потокової лінії — це інтервал календарного часу, через який періодично запускаються на першу операцію або виходять з останньої операції лінії суміжні об'єкти виробничого виготовлення (деталі, складальні одиниці, вироби). Такт є функцією заданої програми випуску продукції, істотно впливає на вибір технологічного процесу, устаткування, оснащення, транспортних засобів.

Для однопредметної лінії такт визначається за формулою:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{пл}}}{N_{\text{вип(зап)}}},$$

де $\Phi_{\text{пл}}$ — плановий (дійсний) фонд часу роботи лінії за розрахунковий період (зміна, доба, місяць, рік) з урахуванням регламентованих перерв, хв або год;

$N_{\text{вип(зап)}}$ — кількість виробів, що випускається (запускається) за той самий період на лінії, шт.

Кількість виробів, що має бути випущена, визначається виробничою програмою виготовлення продукції. Якщо за умовами технологічного процесу передбачені втрати виробів (так звані технологічно неминучі втрати (брак)) у відсотках — α , тоді розрахунок ведеться за програмою запуску:

$$N_{\text{зап}} = \frac{N_{\text{вип}} \cdot 100}{100 - \alpha}.$$

З урахуванням регламентованих перерв ($T_{\text{пер}}$) та рівня браку:

$$\tau = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пер}}}{100 \cdot N_{\text{вип}}}.$$

Якщо проектується безперервно-потокowa лінія, то після розрахунку такту здійснюється синхронізація операцій з метою наближення до умови:

$$\tau \cdot PM_i = t_i.$$

Обернена такту величина називається *темпом*, тобто кількістю продукції, що зійде з потокової лінії за 1 год її роботи: $T = 60 / \tau$, або $T = 1 / \tau'$, де τ' — час у годинах.

Коли переміщення виробів з операції на операцію здійснюється транспортними партіями (невеликі деталі, мала величина такту (по кілька штук одночасно), розраховується *ритм лінії*:

$$R = \tau \cdot p,$$

де p — кількість виробів у транспортній партії.

Синхронізація операцій передбачає вирівнювання продуктивності за усіма операціями технологічного процесу. Вона полягає в забезпеченні рівності або кратності часу виконання операцій такту потокової лінії і є важливою передумовою безперервного її функціонування. Шляхом синхронізації операцій здійснюється пошук можливостей перетворення перервно-потокowego виробництва в безперервно-потокowe з обґрунтуванням вибору виду потокової лінії. Чітка синхронізація забезпечує ритмічну роботу лінії.

Синхронізація операцій забезпечується: упровадженням прогресивнішої технології; добром спеціального устаткування або оснащення, що скорочують тривалість операцій; укрупненням (концентрацією) дрібних операцій; поділом

тривалих операцій на переходи; комбінуванням різних варіантів порядку виконання операцій; введенням паралельних робочих місць на операціях, тривалість яких кратна такту; змінами режимів роботи устаткування, суміщенням часу виконання кількох переходів; раціоналізацією робочих прийомів; суміщенням часу машинної і ручної роботи та ін.

У період проектування потокової лінії здійснюється попередня синхронізація операцій з відхиленнями від такту (ритму) в межах до $\pm 10\%$, а потім більш точна в період налагодження та освоєння потокової лінії.

Повна синхронізація операцій технологічного процесу забезпечується за умови досягнення рівності:

$$\frac{t_1}{PM_1} = \frac{t_2}{PM_2} = \frac{t_3}{PM_3} = \dots = \frac{t_n}{PM_n} = \tau_{н-пл},$$

де $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ — норми штучного часу технологічних операцій, хв;

$PM_1, PM_2, PM_3, \dots, PM_n$ — кількість робочих місць на відповідних технологічних операціях;

$\tau_{н-пл}$ — такт (поштучний ритм) неперервно-потокової лінії.

Розрахункова кількість робочих місць $PM_{i(p)}$ (одиниць устаткування) на i -й операції визначається відношенням тривалості операції до такту τ :

$$PM_{i(p)} = \frac{t_i}{\tau},$$

де t — час на виконання i -ї операції, хв.

За умови повної синхронізації потокової лінії кількість робочих місць завжди ціле число, їх завантаженість максимальна й однакова на всіх операціях. На операціях, які неможливо повністю синхронізувати, кількість робочих місць доцільно округляти до найближчого цілого числа, передбачивши при цьому використання раціонального оснащення, ефективнішого режиму роботи обладнання та ін. Разом з тим при розрахунках допускається перевантаження робочих місць не більше 10—12 % з наступним його зняттям під час налагодження та освоєння потокової лінії. Тому треба розрізняти розрахункову кількість ($PM_{i(p)}$) і прийнятну кількість робочих місць ($PM_{i(m)}$).

Коефіцієнт завантаження робочих місць на i -й операції потокової лінії дорівнює:

$$K_{з.рм.i} = \frac{PM_{i(p)}}{PM_{i(пр)}}$$

Середній коефіцієнт завантаження робочих місць на всіх операціях (m) потокової лінії дорівнює:

$$K_{з.рм.ср} = \frac{\sum_{i=1}^m PM_{i(p)}}{\sum_{i=1}^m PM_{i(пр)}}$$

Показники завантаження робочих місць є показниками доцільності застосування поточкового виробництва. Вважається доцільним у масово-поточковому виробництві мати нижню межу завантаження робочих місць 80—85 %, а в серійно-поточковому 70—75 %.

Кількість робітників-операторів на i -й операції дорівнює:

$$Ч_{оп.i} = \frac{PM_{i.пр.ф}}{PM_{i.н.обс}}$$

де $PM_{i.пр.ф}$, $PM_{i.н.обс}$ — відповідно, прийнята (фактична) кількість робочих місць та норма обслуговування на i -й операції.

Загальна чисельність робітників на потоковій лінії, дорівнює кількості робітників з урахуванням резерву, що зайняті на кожній операції (робочому місці):

$$Ч_{оп.заг} = \frac{(1 + P_ч)}{100} \sum_{i=1}^m \frac{PM_{i.пр.ф}}{PM_{i.обс}}$$

де $P_ч$ — додаткова (резервна) кількість робітників-операторів, у % до розрахункової кількості робітників на потоковій лінії (у межах 5—10 %).

Крок конвеєра (l_k) визначається як відстань між центрами двох суміжних робочих місць чи виробів, що перебувають на конвеєрі. Його величина залежить від габариту виробу, що обробляється (збирається).

Швидкість руху конвеєра (V) — важливий показник роботи поточної лінії. Для безперервно-поточної лінії вона визначається відношенням кроку конвеєра до такту, тобто відстань, яку конвеєр проходить за час, що дорівнює такту:

$$V = \frac{l_k}{\tau}$$

У випадку просування виробів передаточними (транспортними) партіями:

$$V = \frac{l_k}{R}.$$

Швидкість конвеєра коливається в межах 0,1—4,0 м/хв.

Продуктивність — P_k (*пропускна спроможність* — q_k) потокової лінії розраховується за формулами:

$$P_k = \frac{1}{\tau} (\text{шт./год}); \quad q_k = P_k \cdot Q (\text{кг/год});$$

де Q — середня маса одиниці виробу, що обробляється (складається) на потоковій лінії, кг.

Найбільш технічно вдосконаленими є потокові лінії з *розподільчим конвеєром* зі зняттям предметів на окремих операціях, де є по кілька стаціонарних робочих місць. На такому конвеєрі необхідно забезпечити правильну черговість в обробці (складанні) виробів на кожному робочому місці. Для цього роблять розмітку конвеєра (рис. 11.5). Розподільчі конвеєри мають швидкість від 0,5 до 2 м/хв.

Потокові лінії з розподільчим конвеєром застосовуються при обробці заготовок та деталей, а також під час складання вузлів і виробів, як правило, невеликих за габаритами та масою.

Спочатку визначається *період конвеєра (П)* — комплект знаків, що призначені для його розмітки. За однакової продуктивності всіх робітників, які закріплені за кожною операцією, *(П)* визначається як найменше загальне кратне з кількості робочих місць на всіх операціях потокової лінії. Період конвеєра використовується для адресування виробів на робочі місця. Стрічка розмічається таким чином, щоб у загальній її довжині період укладався ціле число разів. Кожний розмічальний знак проходить упродовж кожного робочого місця через однаковий інтервал часу $T_{\text{пд}}$, що дорівнює такту (τ), помноженому на кількість розмічальних знаків у періоді (П):

$$T_{\text{пд}} = \tau \cdot \text{П}.$$

Розмічальні знаки закріплюються за робочими місцями відповідно до тривалості кожної операції. У табл. 11.1 наведений приклад закріплення номерів розмітки.

Може застосовуватися як рівномірний, так і нерівномірний (при різному ступені освоєння операцій) розподіл розмічальних номерів між робітниками.

Найзручнішими періодами є 6, 12, 24, 30. При великих періодах рекомендується вводити дворядну (диференційовану) розмітку, застосовуючи, наприклад, цифрові та кольорові комплекти розмічальних знаків для певних груп операцій.

Таблиця 11.1

**ПРИКЛАД ЗАКРІПЛЕННЯ РОЗМІЧАЛЬНИХ ЗНАКІВ
ЗА РОБОЧИМИ МІСЦЯМИ ПОТОКОВОЇ ЛІНІЇ
З РОЗПОДІЛЬЧИМ КОНВЕЄРОМ**

№ операції	Кількість робочих місць	№ робочих місць (робітників)	Величина періоду	Кількість розмічальних знаків, що закріплені за робітниками	Послідовність знаків, які закріплені за кожним робочим місцем
1	1	1	$\Pi = 2 \cdot 3 = 6$	6	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	2	1 2		3 3	1, 2, 5 2, 4, 6
3	3	1 2 3		2 2 2	1, 4 2, 5 3, 6

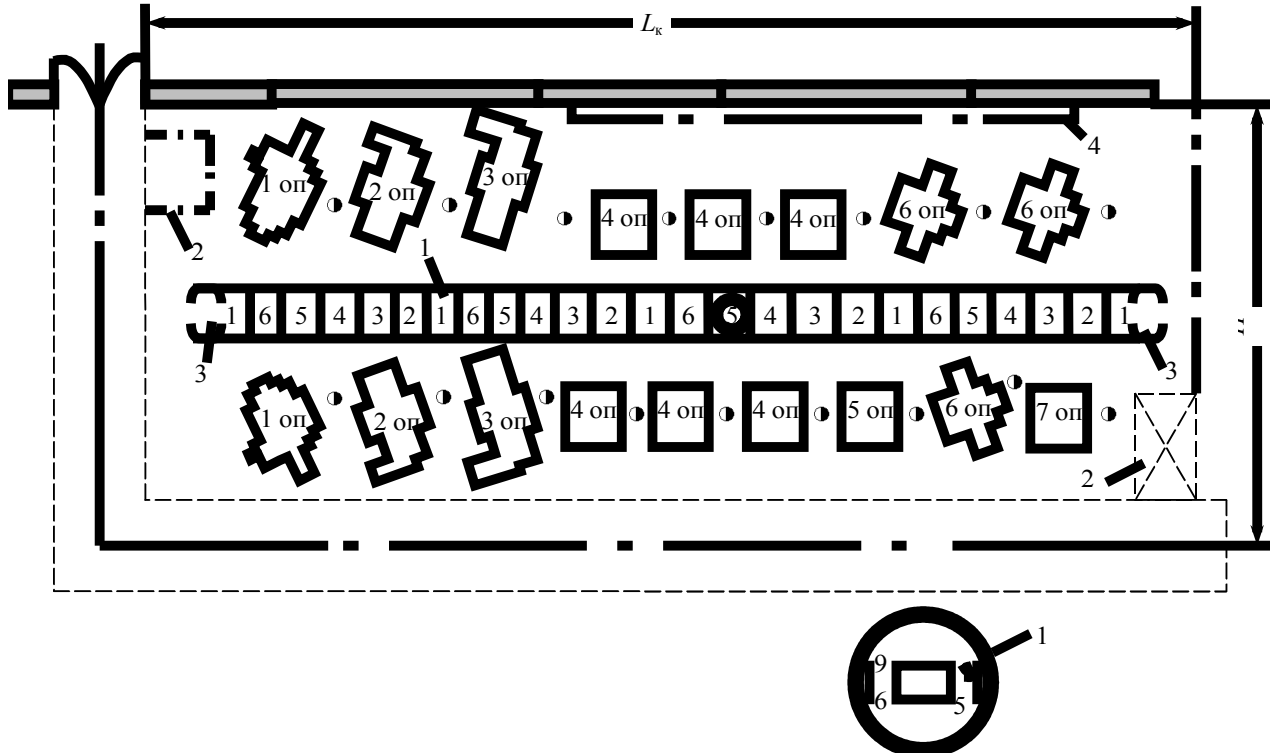
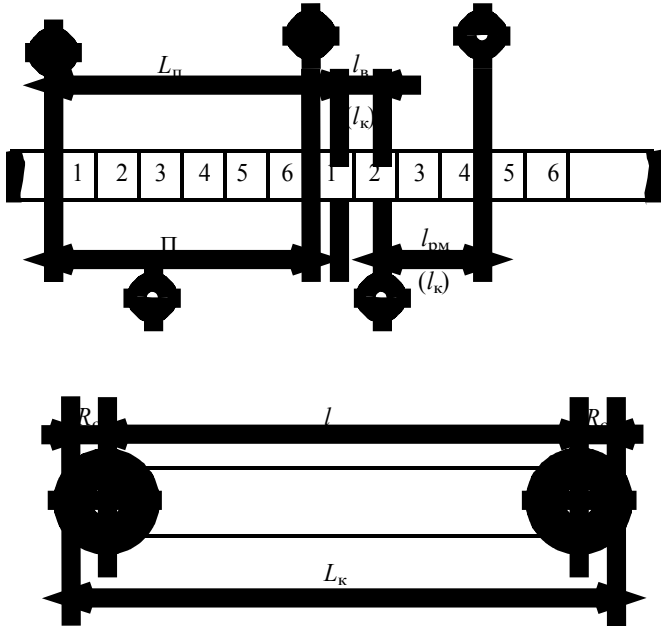


Рис. 11.5. Схема планування потокової лінії з розподільчим конвеєром (під цифрою 1 наведено приклад розташування об'єктів виробництва та розмічальних знаків на конвеєрі):
 1 — стрічковий транспортер; 2 — місця для складування; 3 — привідна натягувальна станція; 4 — стелаж

Довжина робочої частини конвеєра (L_k) дорівнює кількості робочих місць на конвеєрі, помноженій на його крок l_k (рис. 11.6):

$$L_k = l_k \cdot \sum_{i=1}^m PM_i.$$



- L_k — довжина конвеєра;
- $L_{\text{п}}$ — довжина періоду;
- $l_{\text{в}}$ — відстань між суміжними виробами на конвеєрі;
- $l_{\text{рм}}$ — відстань між центрами суміжних робочих місць;
- Π — період конвеєра;
- l — відстань між центрами привідних коліс (барabanів) конвеєра;
- R — радіуси привідних коліс конвеєра

Рис. 11.6. Схема фрагмента конвеєра для пояснення розрахунків довжини та швидкості

Для конвеєра зі зняттям виробів та однібічним розташуванням робочих місць загальна довжина робочої частини дорівнює:

$$L_k = l_k \cdot \sum_{i=1}^m PM_i - 1.$$

Довжина робочої лінії конвеєра має бути узгоджена з періодом конвеєра. Так, повна довжина стрічкового розподільчого конвеєра дорівнюватиме:

$$L_k = 2l_k + \pi \cdot D \leq K \cdot \Pi \cdot l_k,$$

де π — постійне число, що дорівнює 3,14;

D — діаметр натягувального та привідного барабанів;

K — кількість повторювань періоду на повній довжині стрічки конвеєра (завжди ціле число);

Π — кількість розмічальних знаків.

Кількість повторювань періоду (округляється до цілого числа):

$$K = \frac{L}{\Pi \cdot l_k}.$$

Здійснюється коригування ходи конвеєра, якщо обидві умови не задовольняються.

На *робочому конвеєрі* з безперервним рухом робітник під час виконання операції переміщується в межах робочої зони за ходом конвеєра і повертається на початкове місце для виконання операції над наступним виробом. Межі робочої зони (майданчика) відмічаються умовними позначками на підлозі або на нерухомій частині конвеєра (рис. 11.7).

Робочий конвеєр оснащений механічним транспортером, який переміщує оброблюваний об'єкт уздовж лінії, регламентує ритм роботи та слугує місцем виконання операцій. Він застосовується для складання і зварювання виробів, заливання у форми (ливарні цехи), фарбування вузлів у спеціальних автоматичних камерах.

Довжина робочої зони на i -й операції дорівнює

$$l_{i.p.z} = \frac{l_k \cdot t_i}{\tau},$$

де t_i — норма часу на i -ту операцію.

На операціях з нестабільним часом виконання операції і можливими затримками створюється резервна зона:

$$l_{i.рез} = \frac{t_{i.max} - t_{i.ср}}{\tau},$$

де $t_{i.max}$, $t_{i.ср}$ — відповідно максимальна та середня тривалість виконання i -ї операції.

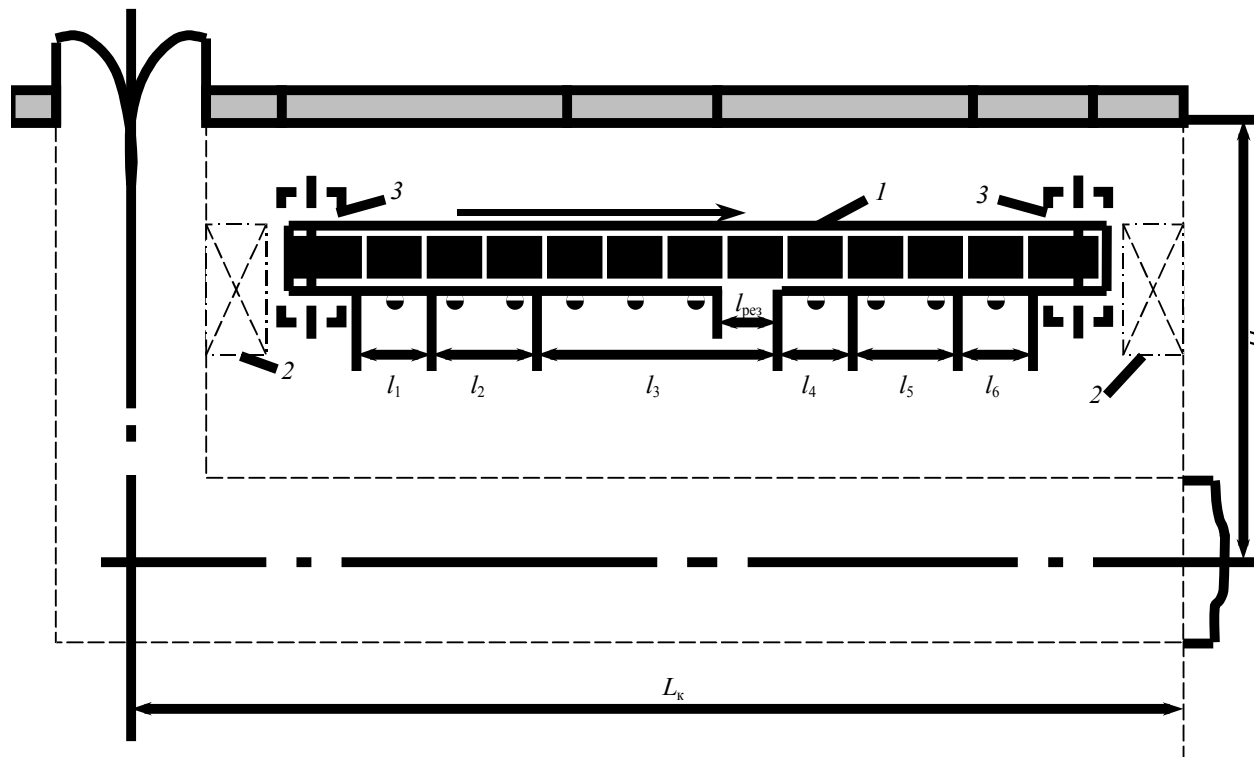


Рис. 11.7. Схема планування потокової лінії з робочим конвеєром:
 1 — стрічковий транспортер; 2 — місце складування; 3 — привідна та натягувальна станції;
 $l_{1,2,3...}$ — довжина робочої зони відповідних операцій; L_k — довжина конвеєра

Загальна довжина робочої зони i -ї операції буде:

$$l_{i,\text{заг}} = l_k + l_{i,\text{рез}}.$$

Повна (загальна) довжина робочої частини конвеєра визначається:

$$L_{\text{к.роб}} = \sum_{i=1}^m l_{i,\text{к}} + \sum_{i=1}^{m^1} l_{i,\text{рез}},$$

де m^1 — кількість операцій, які мають резервну зону.

Кількість виробів, що одночасно перебувають на конвеєрі:

$$N_{\text{к}} = \frac{T_{\text{ц}}}{\tau},$$

де $T_{\text{ц}}$ — тривалість циклу виготовлення одного об'єкта виробництва (деталі, складальної одиниці, виробу).

$$T_{\text{ц}} = \tau \cdot \sum_{i=1}^m \text{PM}_i + \frac{\sum_{i=1}^{m^1} l_{i,\text{рез}}}{V}.$$

Загальна довжина робочої ділянки лінії дорівнює сумі операційних зон.

Кількість робітників на потокових лініях визначають виходячи з кількості робочих місць, норм обслуговування і коефіцієнта завантаження робочих місць.

На стаціонарних безперервно-потокових лініях при виготовленні великогабаритних і масивних виробів роботи здійснюються на одному груповому робочому місці (стенді) завдяки переміщенню бригад. Тому розрахунок такту лінії має свої особливості:

$$\tau = t_{\text{обр}} + t_{\text{пер}},$$

де $t_{\text{обр}}$, $t_{\text{пер}}$ — час, відповідно, на обробку (складання) та перехід бригади від одного стенда до іншого.

Для багатоменклатурних потокових ліній, якщо затрати часу на операції з виготовлення закріплених виробів однакові, такт можна визначити за формулою:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{пл}}}{\sum_{i=1}^m N_i},$$

де $\Phi_{пл}$ — дійсний фонд часу роботи лінії в плановому періоді;
 m — номенклатура закріплених за лінією виробів;
 N_i — кількість i -х виробів, випущених у тому самому періоді.

Окремий показник такту умовного виробу розраховується шляхом приведення трудомісток, закріплених за лінією виробів, до цього умовного:

$$\tau_a = \tau_{умв} \cdot k_a,$$

де $\tau_{умв}$ — окремий такт умовного виробу;
 k_a — коефіцієнт приведення виробу a до трудомісток умовного.

Потужність приводного двигуна конвеєра ($P_{дв.к}$, кВт) визначається за формулою

$$P_{дв.к} = 0,736 \cdot W,$$

де W — потужність, що споживається конвеєром і яка вимірюється в кінських силах (к. с.).

$$W = 1,2 \left(\frac{0,16 \cdot L_n \cdot V \cdot Q_k}{36} + \frac{0,16 \cdot L_n \cdot q}{270} \right),$$

де Q_k — маса стрічки (ланцюга) конвеєра (у розрахунку можна прийняти в межах 4—8 кг/м).

Розрахунки величини заділів. На однопредметній потоковій лінії створюються заділи трьох видів: технологічний, транспортний та резервний.

Вироби, що перебувають у даний період на робочих місцях у процесі обробки (складання), створюють *технологічний заділ* $Z_{тех}$:
за умови поштучного подавання —

$$Z_{тех} = \sum_{i=1}^m PM_{пр.i};$$

у разі надходження виробів транспортними партіями —

$$Z_{тех} = p \sum_{i=1}^m PM_{пр.i}.$$

Вироби, що перебувають у процесі транспортування, формують *транспортний заділ* $Z_{тр}$:
за умови поштучного подавання —

$$Z_{тр} = \sum_{i=1}^m PM_{пр.i} - 1;$$

у разі надходження виробів транспортними партіями —

$$Z_{\text{тр}} = p \left(\sum_{i=1}^m \text{PM}_{\text{пр},i} - 1 \right).$$

Резервний (страховий) заділ $Z_{\text{рез}}$ устанавлюється на випадок відхилень від заданого такту роботи лінії:

$$Z_{\text{рез}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{рез},i}}{\tau},$$

де $t_{\text{рез}}$ — час, на який створюється резервний запас предметів праці на i -й операції (для устаткування потокової лінії величина резервного часу має відповідати тривалості циклу їх ремонту), хв.

Загальна величина заділу на ОНПЛ ($Z_{\text{зар}}$, шт.) визначається за формулою:

$$Z_{\text{зар}} = Z_{\text{тех}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{рез}}.$$

Прямоточні (перервно-потокові) лінії економічно виправдовують себе у випадках синхронізації більшої частини операцій та можливого комбінування дозавантаження робітників шляхом закріплення за ними двох-трьох операцій. Відсутність повної синхронізації процесу, різна продуктивність на суміжних операціях сприяє виникненню міжопераційних заділів:

$$Z_{\text{м.о.}i,j} = T_n \frac{\text{PM}_i}{t_i} - T_n \frac{\text{PM}_j}{t_j},$$

де T_n — період одночасного виконання двох суміжних операцій, протягом якого продуктивність на них однакова при незмінній кількості робочих місць;

PM_i, PM_j — кількість робочих місць на суміжних i -й та j -й операціях протягом T_n ;

t_i, t_j — норми часу на відповідних i -й та j -й операціях.

Організаційно-технічні особливості поточкових ліній.

Ефективність роботи поточкових ліній значною мірою залежить від рівня організації роботи. Тісна взаємозалежність робочих місць на поточковій лінії потребує технологічної і трудової дисципліни, чіткої організації обслуговування і забезпечення робочих місць.

На поточкових лініях на основі використання спеціальних датчиків широко застосовується автоматизована система обліку готової продукції, що дає можливість не тільки враховувати

обсяги, а й здійснювати оперативне регулювання виробництва. Наприклад, на світловому табло показуються плановий розмір і фактичний випуск потокової лінії з початку зміни.

Застосування високопродуктивного спеціального устаткування, інструменту й оснащення, спеціалізація робочих місць, використання прогресивної технології та оптимальних режимів роботи устаткування знижують трудомісткість продукції, що випускається. Раціональна система обслуговування робочих місць, відсутність або зведення до мінімуму простоїв через переналагодження устаткування, чіткий режим роботи поточкових ліній забезпечують найповніше використання робочого часу, зростання продуктивності праці.

При потоковій організації виробництва скорочуються всі елементи тривалості виробничого циклу, зокрема, технологічного — за рахунок зростання продуктивності праці, транспортного — за рахунок розташування робочих місць за ходом технологічного процесу, відсутності міжопераційного пролежування напівфабрикатів, застосування паралельного сполучення операцій, суміщення технологічних, транспортних і контрольних операцій, застосування високопродуктивних транспортних систем. Зменшення тривалості виробничого циклу сприяє скороченню заділів, розмірів оборотних коштів та прискоренню їх оборотності.

Ретельне розроблення технологічного процесу і його усталеність забезпечують набуття робітниками виробничих навичок, що створює умови для випуску продукції запланованої якості та скорочення браку.

Раціональне планування й використання устаткування ведуть до збільшення випуску продукції і покращують фондівдачу.

У результаті раціонального вибору основних матеріалів, установлення їх оптимальних розмірів, допусків і припусків, застосування ефективних методів централізованого розкрою і використання відходів забезпечується зниження їх витрат.

Технологічний прогрес значно розширює застосування поточкового виробництва. Включення в поточкову лінію складальних, зварювальних автоматів, пристроїв токів високої частоти, ливарних агрегатів, автоматів з контролю якості, завантаження верстатів, застосування досконаліших транспортних пристроїв створюють передумови для ліквідації розривів у виробництві між окремими поточковими лініями, цехами і переходу до наскрізного потоку від запуску сировини, матеріалів у виробництво до одержання готової продукції.

Ефективність потокової організації виробництва забезпечується стабільністю на тривалий час номенклатури і значними обсягами продукції, що випускається, спеціалізацією робочих місць, розташуванням їх за ходом технологічного процесу.

Потокова організація виробництва має певні недоліки. Так, основною вимогою при виборі виробів для виготовлення поточковим методом є відносна стабільність їх конструкцій, великі масштаби виробництва, що не завжди відповідає потребам ринку. Використання конвеєрних поточкових ліній збільшує транспортний заділ (незавершене виробництво) і ускладнює передачу інформації про якість продукції на інші робочі місця та дільниці. Не менш важливим недоліком є також низька задоволеність працею робітників, що зайняті на поточкових лініях. Монотонна, стомлива робота на них, виконання одноманітних операцій знижує матеріальну і моральну зацікавленість у результатах праці, сприяє збільшенню плинності кадрів.

Удосконалення поточкових методів. На першому етапі вдосконалювання поточкових методів необхідно впроваджувати такі організаційні заходи, що дають великий позитивний ефект і не потребують значних капітальних вкладень: організація роботи при перемінних, протягом дня, такті і швидкості потокової лінії; переведення робітників протягом зміни з однієї операції на іншу; застосування багатоопераційних машин, що потребують регулярного переключення уваги робітників на різні процеси; заходи матеріального стимулювання; упровадження агрегатно-групових методів організації виробничого процесу, поточкових ліній з вільним ритмом.

Основним напрямом підвищення соціально-економічної ефективності поточкового виробництва є впровадження напівавтоматичних і автоматичних поточкових ліній, застосування роботів і автоматичних маніпуляторів для виконання монотонних операцій.

Збільшення змістовності праці робітників забезпечується шляхом укрупнення операцій; відмови від жорсткого закріплення робітника за однією операцією; переведення робітників на суміжні операції; збагачення змісту праці виконанням крім основних також контрольних та налагоджувальних операцій; самостійного вибору ритму своєї роботи при створенні міжопераційних заділів.

Потокові методи організації виробництва значно поліпшують найважливіші показники роботи підприємства: підвищуються

продуктивність праці і якість продукції, повніше використовується устаткування, скорочується тривалість виробничого циклу і знижуються розміри незавершеного виробництва, знижується собівартість продукції, зростає прибуток і підвищується рентабельність виробництва, швидко окупаються витрати, що пов'язані з організацією поточкових ліній.

Таким чином, розвиток нових форм поточкового виробництва дає змогу ефективно застосовувати його з урахуванням сучасних вимог науково-технічного прогресу.

11.2. АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО

Автоматизація виробничих процесів. Автоматизація виробничого процесу досягається шляхом використання систем машин-автоматів, що являють собою комбінацію різнорідного устаткування та інших технічних пристроїв, розташованих у технологічній послідовності й об'єднаних засобами транспортування, контролю та управління для виконання часткових процесів виготовлення виробів. Особливо важливу роль при цьому відіграє комплексна автоматизація виробництва, коли безпосереднього втручання людини, але під її контролем машинами-автоматами здійснюються всі процеси виробництва — від надходження сировини до виходу готового продукту.

Під автоматизацією виробництва розуміють процес, під час якого всі або переважна частина операцій, що потребують фізичних зусиль робітника, передаються машинам і здійснюються без його особистої участі, крім функцій налагодження, нагляду і контролю.

Етапи розвитку автоматизації в промисловості визначаються розвитком засобів виробництва, електронно-обчислювальної техніки, наукових методів, технології та організації виробництва.

На *першому етапі* автоматизувалися окремі операції або їх групи з повним або частковим вивільненням робітника від виконання трудомістких, шкідливих, монотонних операцій. Для цього створювалися напівавтомати й автомати.

Напівавтомат — машина, цикл роботи якої переривається автоматично після завершення виконання операції і для його поновлення необхідно втручання робітника.

Автомат являє собою саморегулюючу робочу машину, що здійснює всі елементи обробки, крім контролю і налагодження.

При застосуванні автоматів і напівавтоматів для виконання окремих операцій створюється частковий автоматизований виробничий процес з використанням принципів непотокових методів організації виробництва, організується багатOVERстатне обслуговування.

Другий етап розвитку автоматизації характеризується впровадженням автоматичної лінії — автоматичної системи машин, що розташовані за ходом технологічного процесу, яка здійснює безпосередньої участі людини у визначеній послідовності і в заданому ритмі технологічні операції з виготовлення продукції. За робітником залишається виконання функцій налагодження та управління.

Автоматичні лінії стали етапом подальшого розвитку поточкових. Вони, так само як і поточкові, можуть бути одно- і багатопредметними. Важливою характеристикою автоматичних верстатних ліній є спосіб кінематичного зв'язку устаткування, який може бути жорстким і гнучким.

При *жорсткому кінематичному зв'язку* все устаткування лінії пов'язане в жорстку систему єдиним транспортером, що одночасно переміщає предмети, які обробляються, з операції на операцію відповідно до заданого ритму. Основний недолік ліній із жорстким зв'язком полягає в тому, що зупинка одного з верстатів потребує зупинення всієї лінії. Якщо в лінію включається досить велика кількість верстатів з невисоким ступенем надійності їх роботи, то така лінія може бути неефективною.

На лініях із *гнучким кінематичним зв'язком* між кожною парою суміжних верстатів (або їх групою) є незалежний транспортний пристрій і накопичувач деталей (бункер). У випадку відмови одного з верстатів інші працюють за рахунок наявного заділу в міжопераційних накопичувачах. Така лінія менше простоє з причин відмови, але вона складніша конструктивно, дорожча і збільшує обсяг незавершеного виробництва.

Для *третього етапу* розвитку автоматизації характерна поява електронно-програмного управління: були створені верстати з ЧПУ, обробні центри і автоматичні лінії, оснащені обладнанням з програмним управлінням.

Четвертий етап розвитку автоматизації пов'язаний з новими можливостями ЧПУ, які базуються на застосуванні мікропроцесорної техніки, що дало змогу створити принципово нову систему машин, яка поєднує в собі високу продуктивність автоматичних ліній з вимогами гнучкості виробничого процесу.

П'ятий етап автоматизації характеризується створенням комплексно-автоматизованих дільниць, цехів і заводів у цілому з використанням електронно-обчислювальної техніки та комп'ютерних систем.

Автоматичні лінії (АЛ). Типовим прикладом комплексних систем машин є автоматична лінія. *Автоматична лінія* — це система керуючих пристроїв та машин-автоматів, які розміщені за ходом технологічного процесу й об'єднані автоматичними механізмами та пристроями для транспортування, накопичення заділів, усунування відходів, зміни орієнтації. Залежно від складу устаткування, що використовується, АЛ класифікуються за типами:

- *автоматичні лінії з агрегатних верстатів* вирізняються високою ефективністю, скороченими термінами проектно-монтажних робіт, високим рівнем надійності роботи агрегатів, оскільки їх збирають з уніфікованих агрегатних вузлів, що налагоджені у системах, які раніше діяли;

- *автоматичні лінії з універсальних верстатів-автоматів і напівавтоматів* — проєктуються на базі поточкових ліній з оснащенням механізмами автоматичного завантаження-розвантаження деталей;

- *автоматичні лінії зі спеціального устаткування* високоефективні при використанні в умовах масового виробництва. Зазвичай для процесу їх створення характерні тривалі терміни проєктування й освоєння, значні витрати. Автоматичні лінії з програмуєчими пристроями оснащені числовим програмним управлінням, що робить їх економічно ефективними не тільки в масовому і великосерійному, а й у дрібносерійному виробництвах.

- *автоматичні лінії з багатоцільових верстатів* (гнучкі автоматичні лінії) являють собою високоефективні автоматизовані гнучкі технологічні комплекси з управлінням від ЕОМ. Вони свідчать про високий рівень гнучкості, електронізації та інтеграції виробництва.

Основним параметром (нормативом) АЛ є продуктивність, яка розраховується за продуктивністю останнього верстата, який випускає з неї продукт. Визначають: технологічну, циклову, фактичну, потенційну продуктивність лінії.

Технологічна продуктивність лінії:

$$P_{\text{тех}} = \frac{1}{t_{\text{м}}},$$

де t_m — час безпосередньої обробки деталі (робочий хід верстата, автомата, лінії), тобто основний час (t_o).

Циклова продуктивність розраховується за формулою

$$P_{\text{цк}} = \frac{1}{T_{\text{ц}}} = \frac{1}{t_m + t_x},$$

де $T_{\text{ц}}$ — тривалість робочого циклу ($T_{\text{ц}} = t_m + t_x = t_o + t_{\text{доп}} = t_{\text{оп}}$), хв;
 t_x — час холостих ходів робочої машини, що пов'язані з завантаженням та розвантаженням, міжверстатним транспортуванням, затисненням та розтисненням деталей, тобто допоміжним часом ($t_{\text{доп}}$).

У реальних умовах у роботі АЛ виникають простой з організаційних причин, тому її фактична продуктивність визначається за формулою

$$P_{\phi} = K_{\text{вик.ч}} P_{\text{ц}} = \frac{1}{T_{\text{ц}} + t_{\text{т.о}} + t_{\text{о.о}}} = \frac{1}{T_{\text{ц}} + t_{\text{ом}}},$$

де $K_{\text{вик.ч}}$ — коефіцієнт використання робочої машини (верстата, автомата, лінії) у часі;

$P_{\text{ц}}$ — циклова продуктивність робочої машини.

$$K_{\text{вик.ч}} = \frac{\Phi_{\text{кор}}}{\Phi_{\text{кор}} + T_{\text{пр}}} = \frac{T_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}} + t_{\text{ом}}},$$

де $\Phi_{\text{кор}}$ — час роботи робочої машини за плановий період (корисний фонд часу);

$T_{\text{пр}}$ — час простою робочої машини за той самий період;

$t_{\text{ом}}$ — час позациклових простоїв, що приходяться на одиницю продукції ($t_{\text{ом}} = t_{\text{т.о}} + t_{\text{о.о}}$);

$t_{\text{т.о}}$, $t_{\text{о.о}}$ — відповідно простой власні та організаційно-технічні.

Календарно-плановим нормативом АЛ є *такт*, який розраховується за формулою

$$\tau_{\text{АЛ}} = t_m + t_x.$$

АЛ з гнучким зв'язком, як правило, обслуговуються незалежним транспортом, що дає змогу передавати деталі з операції на операцію незалежно одна від одної. Після кожної операції на лінії створюється бункерний пристрій (магазин) для накопичування міжопераційного заділу, за рахунок якого здійснюється безперервна робота верстатів.

Роторні лінії є різновидом АЛ із спеціального устаткування, створюються на основі роторних машин і роторних

транспортуючих пристроїв, при цьому обробка виробів поєднується в часі з безперервним транспортуванням заготовок по операціях технологічного процесу.

Залежно від засобу забезпечення ритмічності розрізняють *синхронні (жорсткі) АЛ*, для яких характерні жорсткі міжагрегатні зв'язки і єдиний цикл роботи верстатів, та *несинхронні (гнучкі) АЛ* із гнучким міжагрегатним зв'язком. Кожний верстат у цьому випадку забезпечений індивідуальним магазином — накопичувачем міжопераційних заділів.

Залежно від використання пристроїв-супутників розрізняють супутникові і безсупутникові автоматичні лінії, а від кількості технологічних потоків — однопоточні та багатопоточні.

Відповідно до функціонального призначення автоматичні лінії можуть бути механообробними, механоскладальними, складальними, заготівельними, термічними, контрольно-вимірювальними, пакувальними, консерваційними та комплексними.

Розширилися межі ефективності автоматичних ліній зі створенням і впровадженням роторних машин та роторних автоматичних ліній, застосування яких є особливо раціональним у таких технологічних процесах, як обробка тиском, термічні, хімічні операції, операції складання і контролю та деякі інші.

Кожний технологічний ротор разом з транспортно-передавальним пристроєм являє собою окрему автоматичну машину. Роторна автоматична лінія монтується з окремих роторних машин відповідно до вимог технологічного процесу і може бути перегрупована на основі блоково-модульного принципу.

Принципова особливість такої системи полягає в тому, що в циліндрі, який обертається, створено стільки гнізд, скільки за технологією потрібно операцій для повного виготовлення деталей. Установлена деталь на особливому пристрої спрямовується на зустріч знаряддям обробки. Поворот за колом гнізда з деталлю означає завершення однієї операції і перехід до наступної. На рис. 11.8 зображена схема роботи роторної лінії з двома робочими технологічними і трьома транспортними роторами.

Роторні машини і лінії високопродуктивні. Безперервність завантаження привідних електродвигунів супроводжується малою кількістю відмов привідних систем. Безперервний транспортний рух інструментальних блоків, їх взаємозамінність і швидке зняття (без зупинення роторів), відсутність міжопераційних накопичувачів, можливість здійснювати

суцільний контроль якості всього потоку продукції, наявність надійно функціонуючих пристроїв зворотного зв'язку — усе це робить ефективним застосування цього типу машин.

Перевагою роторних ліній є також те, що на кожній з них одночасно можна опрацьовувати декілька різних деталей. Для цього в різних позиціях ротора встановлюються різні інструменти. Ця особливість дає змогу поєднувати випуск схожих за технологічним циклом виробів на одній лінії й автоматизувати виготовлення невеличких серій деталей.

Розширення сфери застосування верстатів із ЧПУ, підвищення їх надійності і продуктивності здійснюється на основі об'єднання верстатів із ЧПУ й ЕОМ у єдину комплексну систему. Упровадження систем групового управління верстатами з ЧПУ, у свою чергу, зумовлює зміни в організації виробництва. Виникає необхідність взаємного ув'язування роботи верстатів. Усе це ставить завдання одночасної автоматизації процесів виробництва й оперативного планування та управління. Комплексна автоматизація набула розвитку завдяки впровадженню у виробництво автоматизованих маніпуляторів з програмним управлінням — промислових роботів.

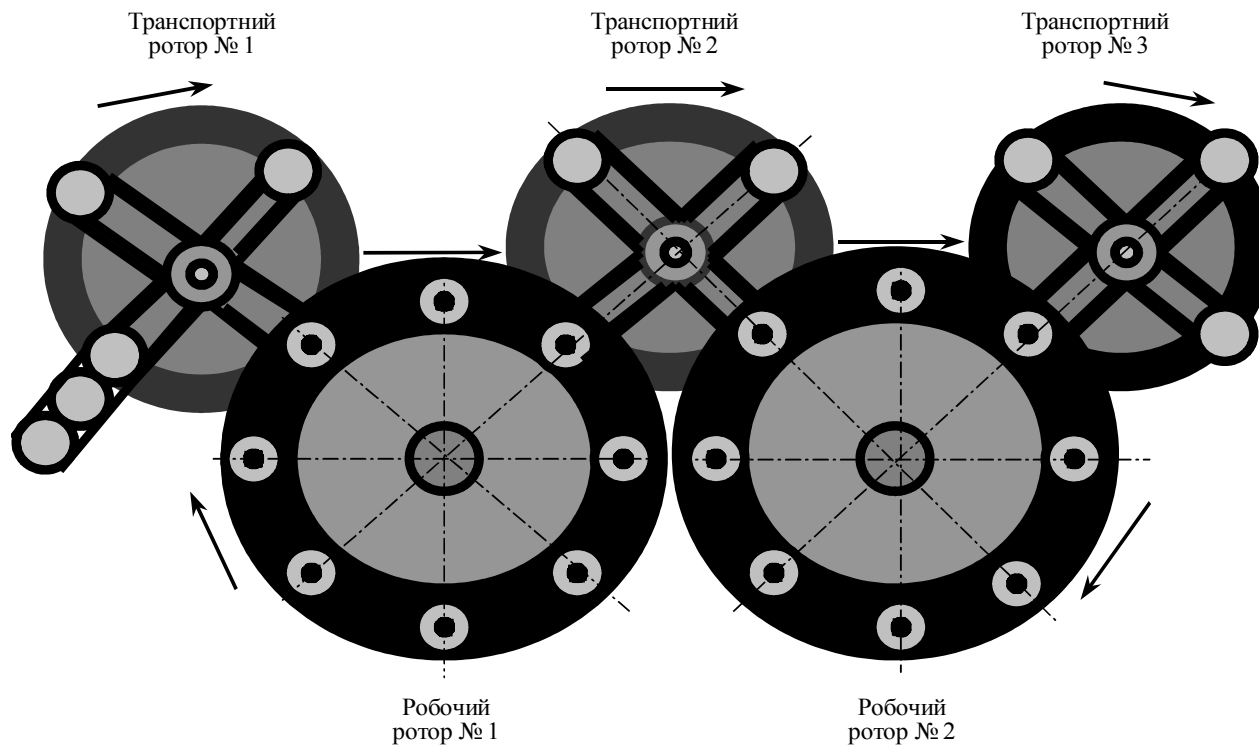


Рис. 11.8. Принципова схема роботи автоматичної лінії

Робототехнічні системи. Промисловий робот — універсальна автоматизована машина, що запрограмована на виконання у виробничому процесі багатьох послідовних команд для здійснення рухових функцій, аналогічних функціям людини.

Їх універсальність, можливість швидкого переналагодження в разі заміни умов або об'єктів виробництва, висока надійність, тривалий термін служби вможливають глибоку автоматизацію серійного та дрібносерійного типів виробництва.

Промисловий робот здатний відтворювати деякі рухові і розумові функції людини під час виконання ним основних і допоміжних виробничих операцій без особистої участі людини. Для цього його наділяють деякими властивостями: зором, дотиком, пам'яттю й іншими, а також здатністю до самоорганізації, самонавчання та адаптації до зовнішнього середовища.

Промислові роботи заміняють монотонну ручну працю, людей у верстатів із ЧПУ, а також там, де вони працюють з радіоактивними, токсичними, вибухонебезпечними речовинами, у складних температурних умовах, в умовах підвищеної вібрації, шуму, забруднення повітря і т. д.

Для здійснення різноманітних виробничих процесів в особливих умовах виробництва використовуються відповідні типи роботів, що об'єднуються в робототехнічні комплекси (РТК).

Найпростішим типом РТК є роботизована технологічна ланка (одиниця роботизованого устаткування), де виконується певна кількість допоміжних технологічних операцій.

Більш складним РТК є роботизована технологічна дільниця (РТД), яка об'єднує кілька роботизованих одиниць устаткування. На РТД промислові роботи виконують низку допоміжних технологічних операцій. Якщо операції здійснюються в єдиному технологічному процесі, то комплекс являє собою роботизовану технологічну лінію (РТЛ).

Сукупність РТД може являти собою цех, що охоплює також кілька автоматизованих складів і транспортних ПР, що зв'яже їх. Вищою формою розвитку роботизованого виробництва є комплексно роботизований завод.

Промислові роботи в РТК можуть виконувати основні технологічні операції (складання, зварювання, фарбування і т. д.) або допоміжні — з обслуговування основного технологічного устаткування. *Серійність і номенклатура продукції* визначаються розміром партії, що може випускатися без переналагодження

комплексу, і переліком видів продукції, що випускаються. Кожний робототехнічний комплекс характеризується граничними значеннями цих параметрів. Розрізняють РТК із централізованим, децентралізованим і комбінованим управлінням. Людина в РТК може безпосередньо брати участь у виконанні деяких технологічних операцій або в управлінні комплексом.

Залежно від виду роботизованого виробничого процесу РТК можуть бути призначені для одержання заготовок, обробки деталей, виконання процесів складання або для реалізації контрольно-сортувальних і транспортно-перевантажувальних завдань, у тому числі для внутрішньоцехового транспортування і складських операцій.

При проектуванні різноманітних видів РТК, як правило, виділяють два етапи.

На першому етапі розглядають проблеми виробництва, вибирають об'єкти роботизації, склад основного технологічного устаткування, вид руху деталей, систему раціонального автоматизованого управління технологічним процесом і функціональними завданнями.

На другому етапі здійснюють безпосереднє проектування РТК, формують структуру, визначають кількість і характеристики промислових роботів і технологічного устаткування, розробляють раціональні планування устаткування РТК у виробничому приміщенні, вибирають компоновочні схеми РТК, складають і відпрацьовують алгоритми і програми системи управління РТК, що необхідні в період функціонування.

Компоновочні схеми РТК залежать від розв'язуваних технологічних завдань, рівня автоматизації, кількості і типу промислових роботів, їх технічних і функціональних можливостей. Розрізняють індивідуальне і групове обслуговування технологічного устаткування ПР.

В умовах індивідуального обслуговування устаткування: ПР умонтований в одиницю технологічного устаткування; ПР розміщений поруч з одиницею технологічного устаткування; кілька ПР обслуговують одиницю технологічного устаткування.

Під час групового обслуговування устаткування один ПР обслуговує кілька одиниць технологічного устаткування за умови їх лінійного або кругового розташування (у лінійній або циліндричній системі координат).

Найважливішим напрямом у створенні РТК є використання компонованих схем, що базуються на груповому обслуговуванні технологічного устаткування.

При формуванні дільниці з лінійною формою компоновання технологічне устаткування розташовується уздовж прямоточно-поворотної траси в одну або кілька ліній.

На дільниці з круговою формою компоновання технологічне устаткування розташовується по окружності, у центрі якої встановлюється ПР для виконання транспортної й обслуговуючих операцій.

Кількість одиниць устаткування та накопичувачів у РТК визначається з урахуванням співвідношення часу обробки деталей і завантаження робота. Для визначених схем компоновань (лінійною, по окружності) тривалість циклу виготовлення виробу визначається таким чином:

$$T_{ц} = 2t_{тр} + 2t_{зн} + t_{рн} + t_{м},$$

де $t_{тр}$ — час транспортування виробу;

$t_{зн}$ — час завантаження накопичувача;

$t_{рн}$ — час розвантаження накопичувача;

$t_{м}$ — час машинної обробки виробу (основний).

Оптимальний режим функціонування робота вибирається шляхом моделювання великої кількості виробничих ситуацій (комбінацій).

Використання РТК в автоматизації виробництва підвищило його переваги завдяки:

- зручності експлуатації (інтерактивний пульт спостереження виводить інформацію про технологічний процес у реальному режимі часу; дисплей якісно відображає дані на мові користувача; пульт управління обладнаний принтером і клавіатурою);

- якості обробки виробу (жорсткість установа комплексу; великий діапазон режимів обробки виробів різної номенклатури; швидке відновлення функціонування РТК після відмови електропостачання);

- гнучкості (легкість зміни заготовки, деталі, оснащення, інструменту; ручне завдання програми за допомогою підвісного пульта інтерактивної дії; швидка зміна програм за рахунок великого обсягу пам'яті; модульність побудови вможливорює дооснащення новими пристроями і устаткуванням; відкритість системи управління сприяє інтеграції і гнучкості створення комплексів);

- надійності і безпеці (контроль робочої зони фотоелементами, швидке відновлення параметрів функціонування РТК після збоїв; мінімальна кількість електроприводів та їх подвійний захист; надійний захист робочої зони і високий рівень гігієни завдяки спеціальним камерам процесу обробки деталей; нормативна ергономічність робочого місця);

- ефективності (оснащеність універсальним пультом управління роботами та всім устаткуванням; компактність конструкції економить час на монтаж та установлення РТК; скорочення простой і збереження продуктивності завдяки швидкому відновленню функціонування після відмов; висока швидкість циклів обробки і переналагодження; прогресивна технологія виробництва і системний каталог, що створює зручний доступ до параметрів процесу).

Робототехніка радикально змінює організацію технологічного процесу, усуває чинники, що зумовлені надмірною втомою людини, погіршенням уваги, порушенням координації руху.

Гнучке автоматизоване виробництво. Сучасне промислове виробництво характеризується, як уже відзначалося, прискореним оновленням продукції внаслідок посилення конкуренції, технологічного прогресу та орієнтації на виготовлення продукції для конкретного споживача, що зумовлює зниження серійності випуску продукції. Як правило, виробничий апарат промислових підприємств обновляється повільніше, ніж вироби, що випускаються. Звідси виникає гостра проблема адаптації виробництва до параметрів продукції, що швидко змінюється.

Виробнича система, що відповідає сучасним вимогам конкуренції, урахуває тенденції і перспективи розвитку промислового виробництва, має бути:

- високоефективною — характеризуватися високою продуктивністю за мінімальних витрат виробництва;

- високоадаптивною, що передбачає високий рівень гнучкості техніки і технології та забезпечує мінімум трудових і матеріальних витрат під час зміни (відновленні) об'єктів виробництва;

- стабільною, що характеризується постійним складом і структурою технічних засобів, технологічного процесу й організації виробництва протягом визначеного часу.

Сучасна виробнича система має поєднати гнучкість нижчих (одиночного, дрібносерійного) і високу продуктивність вищих

(великосерійного, масового) типів виробництва. При цьому під гнучкістю виробництва розуміється його спроможність без яких-небудь істотних змін техніки, технології й організації виробництва забезпечувати перехід на нові вироби в найкоротші терміни і з мінімальними витратами трудових та матеріальних ресурсів незалежно від зміни конструктивних і технологічних характеристик виробів.

Гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ) являє собою організаційно-технічну виробничу систему, що функціонує на основі комплексної автоматизації і здатна (у діапазоні технічних можливостей) з мінімальними витратами й у короткі терміни, не припиняючи виробничого процесу і не зупиняючи устаткування, переходити на випуск нової продукції довільної номенклатури шляхом перебудови технологічного процесу (у межах наявного станочного парку й обслуговуючого комплексу) за рахунок заміни програм управління.

Основний показник — ступінь гнучкості — визначається витратами часу на розширення номенклатури продукції, що випускається, та необхідними додатковими витратами при переході на випуск нової продукції.

Поняття гнучкості виробничої системи багатокритеріальне. Залежно від конкретно розв'язуваних завдань системою висуваються різноманітні аспекти гнучкості:

- машинна гнучкість — простота перебудови технологічного устаткування для виробництва заданої множини деталей;
- технологічна гнучкість — спроможність устаткування виробляти задану множину деталей різними способами;
- структурна гнучкість — можливість розширення гнучкої виробничої системи (ГВС) за рахунок уведення нових технологічних модулів;
- виробнича гнучкість — спроможність системи продовжувати обробку деталей у разі відмови окремих технологічних елементів;
- маршрутна гнучкість — можливість зміни порядку виконання операцій без перепланування устаткування;
- гнучкість за обсягом — спроможність системи ефективно функціонувати при різних обсягах виробництва;
- гнучкість за номенклатурою — спроможність системи виготовляти різноманітні деталі.

У гнучкому автоматизованому виробництві робота всіх компонентів (технологічного устаткування, транспортних і складських систем, дільниць комплектування програмами, інструментами, пристроями і т. д.) синхронізується як єдине ціле

системою управління, що забезпечує перебудову технології виробництва (обробки) під час зміни виробів.

Складовими автоматизованого виробництва (рис. 11.9) є:

- 1) гнучкі виробничі модулі (ГВМ);
- 2) гнучкі виробничі комплекси (ГВК);
- 3) автоматизована система технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) і автоматизована система управління виробництвом (АСУВ).

Залежно від структурного рівня виробничої одиниці гнучкого автоматизованого виробництва (завод, цех, дільниця) під АСУВ розуміється АСУ тією виробничою одиницею, що автоматизована (з урахуванням зв'язків із системою вищого ієрархічного рівня).

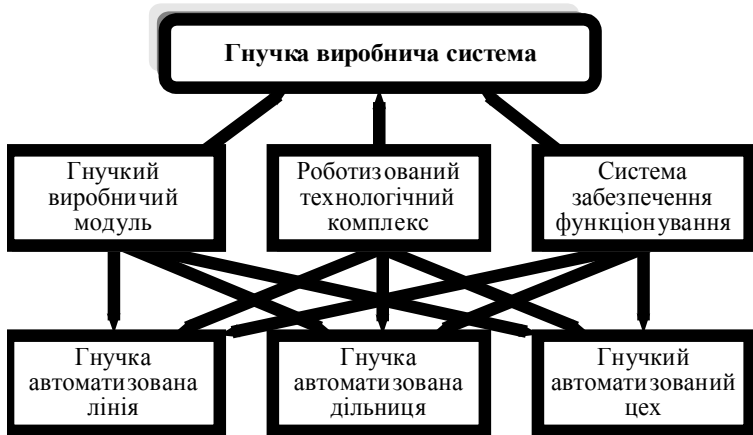


Рис. 11.9. Структура гнучкої виробничої системи

АСУВ у ГАВ інтегрується із системою автоматизованого проектування (САПР), автоматизованою системою управління технологічними процесами (АСУТП), автоматизованою транспортно-складською системою (АТСС), автоматизованою системою інструментального забезпечення (АСІЗ), системою автоматизованого контролю якості (САК), автоматизованою системою наукових досліджень (АСНД), автоматизованою системою управління відходами виробництва (АСУВ) та іншими системами забезпечення функціонування технологічного устаткування ГВК.

АСТПВ охоплює не тільки інженерну підготовку виробництва (розроблення технології і керуючих програм обробки деталей,

проектування оснащення та інструменту), а й також автоматизовані дільниці виготовлення засобів оснащення виробництва.

Гнучкий виробничий модуль (ГВМ) — елементарний компонент ГВК (ГАЛ, ГАД), здатна автоматично переналагоджуватися й автономно функціонувати одиниця автоматичного технологічного устаткування (із ЧПУ), оснащена автоматизованими пристроями (роботами) завантаження заготовок, зняття обробленої деталі (вузла), вилучення відходів (наприклад, стружки), подавання і заміни інструменту, вимірів і контролю в процесі обробки деталей довільної номенклатури, а також пристроями діагностики негараздів і відмов у роботі.

Наприклад, одиницею технологічного устаткування можуть бути багатоопераційний верстат із ЧПУ типу «обробний центр», модуль багатоцільового типу свердлильно-фрезерувально-розточний із ЧПУ, автомат токарно-револьверний із ЧПУ, які обладнані автоматизованим пристроєм (ПР) завантаження заготовок, видалення оброблених деталей і накопичувачами — магазинами заготовок і деталей.

Гнучкий виробничий модуль спроможний обробляти ряд різноманітних деталей (від 2 до 200 найменувань і більше), мати пристрій, що визначає термін служби інструментів, їх поломки, ставити діагноз неполадок у роботі.

Як правило, ГВК складається з кількох ГВМ. *ГВК — група устаткування з високим ступенем автоматизації, що призначена для обробки різноманітних видів заготовок, які випускаються малими і середніми партіями.* ГВК для механічної обробки деталей об'єднує групу високоавтоматизованих верстатів, транспортну систему автоматизованої подачі заготовок та інструменту зі складів на верстаті і видалення з верстатів оброблених деталей та використаного інструменту, ЕОМ із системою програм управління для керування всім обсягом робіт, що виконуються на комплексі.

Складнішою виробничою одиницею є гнучка виробнича дільниця (ГВД). Вона охоплює кілька ГВК, об'єднаних АСУ та автоматизованою транспортно-складською системою, що автономно функціонують протягом заданого часу.

ГВК і ГВД створюються в механообробних цехах дрібносерійного та одиничного типів виробництва. В усіх випадках, як правило, технологічні операції не синхронізовані. Унаслідок цього неможливо досягти безперервності обробки

деталей, роботи устаткування. Обробка деталей ведеться паралельно-послідовно, деталі з однієї операції на іншу передаються поштучно промисловим роботом, що обслуговує технологічне устаткування.

Гнучкість автоматизованих виробництв, що характеризується як спроможність до перебудови, забезпечується:

- зв'язком усіх одиниць автоматичного технологічного устаткування в єдиний виробничий комплекс за допомогою автоматизованих транспортно-складських систем і дільниць комплектування;

- широким використанням мікропроцесорів;
- уніфікованим модульним складом усіх компонентів ГАВ;
- примусовою синхронізацією роботи всіх виробничих компонентів від ЕОМ;

- програмуванням технології й управління та ін.

Прийняття рішення про створення ГВС ґрунтується на розрахунку її економічної ефективності за умови досягнення високих техніко-економічних показників: продуктивності, надійності, зниження собівартості продукції, що випускається. Основними організаційно-виробничими параметрами ГАВ є:

- ритми і темпи випуску продукції, ступінь, коефіцієнти завантаження устаткування (характеризують устаткування);

- вантажооборот, швидкість транспортування і кількість транспортних засобів (характеризують транспортні засоби).

Щоб організувати роботу ГВК або ГВД, необхідно розрахувати такі календарно-планові нормативи: річний ефективний фонд часу роботи устаткування; кількість партій деталей, що обробляються за всією номенклатурою; кількість переналагоджень устаткування за плановий період; річний фонд часу, що витрачається на переналагодження устаткування; розмір партії деталей, що обробляється; періодичність (ритмічність) чергування партій деталей; кількість одиниць технологічного устаткування; кількість одиниць транспортних засобів (робот-електрокар) і промислових роботів; тривалість виробничого циклу.

Для визначення економічної ефективності ГВК або ГВД необхідно вибрати базу для порівняння варіантів і розрахувати для кожного з них інвестиції і собівартість обробки деталей. Для цього спочатку варто розрахувати: потужність, що споживається устаткуванням; чисельність виробничого персоналу; витрати на устаткування й інші виробничі фонди.

Автоматизація докорінно змінює характер організації виробничого процесу та праці. Порівняно з поточним методом виробництва, де робітник виконує протягом тривалого часу невелику за обсягом операцію диференційованого виробничого процесу, в автоматизованому виробництві тільки висококваліфіковані оператори і налагоджувальники контролюють роботу машин і регулюють їх дії.

Досвід створення та експлуатації гнучких виробництв показує значні якісні зміни у змісті і характері праці, а також потенційні можливості нової технологічної системи машин, які необхідно враховувати для створення заводів майбутнього.

Автоматизація виробничих процесів безпосередньо залежить від організаційного типу виробництва. Масовий тип виробництва за своїми характеристиками має найсприятливіші умови для широкої і глибокої автоматизації майже більшості процесів. Спеціалізація робочих місць, чіткий розподіл матеріальних потоків і виробів по робочих місцях і підрозділах, досконалість і незмінність конструкцій виробів, висока стабільність технологічних процесів розкривають можливості розвитку автоматизації шляхом створення комплексних автоматичних ліній, що спроможні переналагоджуватися на різні розміри деталей.

Серійний тип виробництва, з його швидким оновлюванням продукції і змінами конструктивно-технологічних параметрів виробів, потребує гнучкого використання виробничого устаткування, створення предметно-замкнених дільниць і групових поточкових ліній, які компонуються з одно- і багатопозиційних верстатів, що швидко переналагоджуються.

Вирішенню проблем автоматизації в дрібносерійному і одиничному типах виробництва сприяє створення систем числового програмного управління (ЧПУ) робочими циклами верстатів.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Розкрийте сутність і ознаки поточкового методу організації виробництва.

2. Дайте стислу класифікаційну характеристику видів поточкових ліній, обґрунтуйте доцільність їх застосування.

3. Проаналізуйте можливості застосування потокових методів у різних організаційних типах виробництва.

4. Охарактеризуйте чинники, що покладаються в основу вибору і компонування потокових ліній.

5. Які параметри розраховуються під час проектування потокових ліній?

6. Визначте особливості побудови потокової лінії з розподільчим конвеєром.

7. Чим відрізняються однономенклатурні та багатнономенклатурні потокові лінії і які їх показники параметрів?

8. Що розуміється під організаційно-технічними особливостями потокових ліній?

9. Охарактеризуйте основні напрями удосконалення потокових методів організації виробництва.

10. Що сприяє розвитку автоматизованого виробництва?

11. Назвіть основні етапи автоматизації.

12. Охарактеризуйте сутність, структуру та класифікацію автоматичних ліній.

13. Дайте приклади розрахунку основних параметрів автоматичних ліній.

14. Визначте особливості організації й експлуатаційні переваги автоматичних роторних ліній.

15. У чому полягає сутність робототехнічних систем та необхідність упровадження промислових робіт?

16. На яких роботах доцільно використовувати робототехніку, робототехнічні комплекси?

17. Що являє собою гнучке автоматизоване виробництво?

18. Як визначається показник гнучкості автоматизованого виробництва?

19. З яких елементів складається гнучке автоматизоване виробництво?

20. Яка роль АСУВ в організації функціонування ГАВ?

21. У чому полягає вплив АСТПВ на організацію гнучкого автоматизованого виробництва?

22. Поясніть, що являє собою ГПМ, ГВК, ГАД?

23. На основі яких календарно-планових нормативів здійснюється організація ГВК та ГВД?

24. Які типи виробництва характеризуються доцільністю впровадження відповідного напрямку (рівня) автоматизації?

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ВИРОБНИЧЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ

12.1. ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ (ПОСЛУГ)

Технологічний розвиток та якість. Роль і значення якості продукції постійно зростає під впливом потреб споживачів та технології виробництва, які постійно змінюються. Еволюційний розвиток технології можна простежити за певними етапами істотного підвищення продуктивності праці за рахунок створення комплексу систем машин і механізмів.

На першому етапі технологічний комплекс нововведень забезпечив інтенсивну передачу функцій безпосереднього впливу на предмети праці від людини спеціалізованому технологічному обладнанню. Створювалися і впроваджувалися обробні та вимірювальні інструменти, пристрої, механізми, які, на відміну від раніше існуючих, могли використовуватися як складові машин (устаткування).

Результатом другого етапу є індустріальний розвиток, пов'язаний з розвитком енергетичного комплексу нововведень, що вможливило використання автоматизованих машин і наданням їм функцій енергетичного забезпечення технологічних впливів.

Третій етап технологічного розвитку пов'язаний з виникненням та впровадженням управлінського комплексу нововведень, що створило умови для покладання на техніку функцій управління процесами, які виконувала раніше людина. Це спричинило радикальні зміни у виробничій системі, стало поштовхом до використання автоматичних машин, автоматизованих систем управління, інформаційних технологій, переходу до постіндустріального розвитку.

До складу комплексів технологічних нововведень, що набули поширення з початком індустріального розвитку, входили керовані людиною машини, а потім автоматичні машини, які

відрізнялися предметом трансформації. Спочатку предметом праці виступала тільки речовина, потім додалася енергія, а далі — інформація. Послідовно створювалося технологічне устаткування для трансформації предметів праці (речовини), обладнання для трансформації енергії, електронні машини для трансформації інформації.

З передачею техніки дедалі більшої кількості простих функцій (операцій) зростає роль людини у виробничих системах унаслідок закріплення за нею найбільш важливих і складних виробничих операцій та управлінських функцій.

Поширення нововведень у процесі еволюції технологій має циклічний, комплексний характер, при цьому використовуються суміщені технології, а також відповідні форми і методи організації виробництва, управління та контролю якості продукції.

На перших етапах технологічного розвитку панував адміністративний підхід до якості продукції, що випускалася, який передбачав підвищення її рівня до 100 % шляхом пошуку причин дефектів та здійснення заходів з їх усунення за будь-яку ціну.

Підвищення рівня культури і освіти роблять споживача дедалі розбірливішим та вимогливішим. Якість товару, його експлуатаційна безпека, надійність, дизайн, рівень обслуговування після продажу є для сучасного покупця основними критеріями під час придбання товару. Тому на сучасному етапі технологічного розвитку спостерігається таке розуміння якості, коли 100 % продукції повністю відповідають установленим вимогам, проте забезпечення такого рівня якості має комплексний характер.

Принципово нові вимоги споживачів до якості визначають рівень конкурентоспроможності продукції, що випускається, від якого залежить стійкість позиції фірми на ринку, а також її фінансовий стан. Конкурентоспроможність продукції пов'язана з дією багатьох чинників, серед яких основними є рівень ціни і якість продукції, яка поступово виходить на перше місце. Більш 80 % покупців товару надають перевагу його якості. Досвід доводить об'єктивну необхідність укладення коштів на формування і забезпечення якості, які мають бути не менше 15—20 % сукупних виробничих витрат.

З розвитком технологій і наукомістких виробництв стали порівнювати витрати на забезпечення якості з очікуваним від цього ефектом. Розрахунковий рівень якості, таким чином, став

залежати від економічної доцільності величини витрат на його досягнення. Поняття якості поступово трансформувалося в економічну категорію.

Якість як засіб задоволення вимог. Сучасний концептуальний підхід до формування виробничої стратегії визнає якість найефективнішим засобом задоволення вимог споживачів і зниження витрат виробництва.

Відповідно до ДСТУ ISO 9000—2001 «Системи управління якістю. Основні положення та словник»: *якість — це ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги.*

Термін «якість» можна вживати з такими прикметниками, як *погана, добра* або *відмінна*. «Власний», на відміну від «присвоєний», означає присутній у чомусь саме як постійна характеристика.

Вимога — це сформульовані потреба або очікування, загальнозрозумілі або обов'язкові. «Загальнозрозумілі» означає, що є звичаєм або загальноприйнятою практикою для *організації її замовників* та інших *зацікавлених сторін* вважати потребу або очікування, про які йдеться, само собою зрозумілими.

Для позначення конкретного типу вимоги можна вживати означальні слова, наприклад, вимога щодо продукції, вимога щодо управління якістю, вимога замовника. *Установлена вимога* — це вимога, сформульована, наприклад, у *документі*. Вимоги можуть ставити різні зацікавлені сторони.

Градація — це категорія або розряд, присвоєні різним вимогам до якості *продукції, процесів* або *систем*, що мають те саме функціональне застосування. Якщо установлюють певну вимогу до якості, звичайно зазначають градацію.

Задоволеність замовника — це сприйняття замовником ступеня виконання його *вимог*. Претензії замовників є звичайно показником низького рівня задоволеності замовника, але їхня відсутність необов'язково свідчить про високий рівень задоволеності замовника. Навіть якщо вимоги замовника було узгоджено з ним та виконано, це ще не є неодмінною гарантією високого рівня задоволеності замовника.

Спроможність — це здатність *організації, системи* або *процесу* створювати *продукцію*, яка відповідатиме *вимогам* до цієї продукції.

Характеристика — відмітна властивість. Характеристика може бути власною або присвоєною, якісною або кількісною. Існують різні класи характеристик, такі як: фізичні (наприклад, механічні, електричні, хімічні або біологічні характеристики);

органолептичні (наприклад, пов'язані з нюхом, дотиком, смаком, зором, слухом); етичні (наприклад, ввічливість, чесність, правдивість); часові (наприклад, пунктуальність, безвідмовність, доступність); ергономічні (наприклад, характеристики фізіологічні або пов'язані з безпекою людини); функціональні (наприклад, максимальна швидкість літака).

Характеристика якості — це власна характеристика продукції, процесу або системи, пов'язана з вимогою.

Присвоєні характеристики продукції, процесу або системи (наприклад, ціна продукції, власник продукції) не є характеристиками якості цієї продукції, процесу або системи.

Якість продукції тісно пов'язана зі *споживчою вартістю*, яка характеризує спроможність товару задовольняти певну потребу в різній мірі. Тому *якість характеризує міру споживчої вартості, ступінь її придатності та корисності*. Таким чином, споживча вартість становить основу якості, а остання відбиває рівень споживчої вартості, тобто кількісне задоволення суспільної потреби в продукції.

Потреби можуть бути *актуальними та потенційними* (сподівання споживача).

До складу властивостей входять «вимірювальні» — кількісні характеристики якості, котрі вимірюються у фізичних одиницях, і «не вимірювальні» — якісні характеристики, що не підлягають вимірюванню фізичними методами. «Вимірювальні» та «не вимірювальні» властивості об'єднуються загальним поняттям «показники якості», які обов'язково мають бути кількісними характеристиками.

«Вимірювальні» характеристики в основному є показниками якості за своїми значеннями та вимірністю. «Не вимірювальні» властивості трансформуються в показники шляхом вимірювання їх значень якими-небудь фізичними методами (наприклад, колір можна «виміряти» довжиною хвилі) або оцінкою їх відповідності еталону (за бальною чи іншою шкалою).

Якість продукції оцінюється на основі кількісного виміру визначальних її властивостей. Метою оцінки обумовлюється: які показники якості варто вибирати для розгляду, якими методами, і з якою точністю визначати їх значення, які засоби для цього будуть потрібні, як опрацювати й у якій формі подати результати оцінювання.

Показники якості продукції. *Кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції (що складають її якість), яка розглядається до певних умов її створення та експлуатації*

або споживання, називається показником якості. Вибір показників якості встановлює перелік найменувань кількісних характеристик властивостей продукції, що входять до складу її якості та забезпечують оцінку рівня якості продукції.

Обґрунтування вибору номенклатури показників якості провадиться з урахуванням: призначення та умов використання продукції; аналізу вимог споживача; завдань управління якістю продукції; складу і структури властивостей, що характеризуються; основних вимог до показників якості (рис. 12.1).

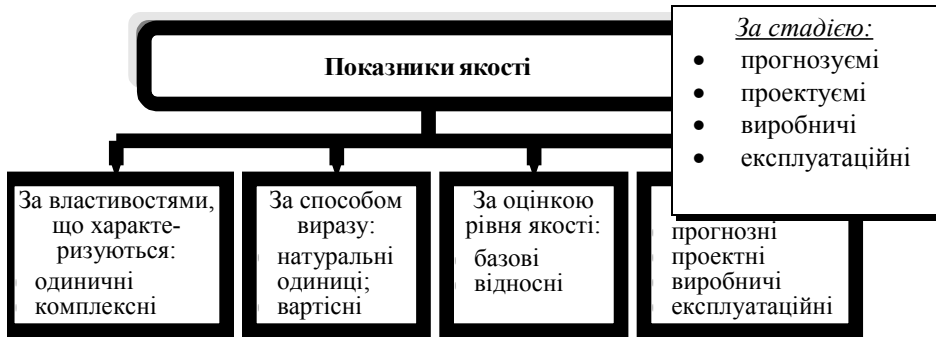


Рис. 12.1. Класифікація показників якості

Сучасна наука і практика виробили систему кількісної оцінки властивостей продукції, що характеризують показники якості, які відбиті в стандартах (міжнародних, національних, галузевих, стандартах підприємств) і технічних умовах.

Для оцінки якості продукції використовується система показників, які групуються на узагальнюючі, комплексні та одиничні.

Узагальнюючі показники характеризують загальний рівень якості продукції: обсяг і частку прогресивних видів виробів у загальному випуску, сортність (марочність), економічний ефект і додаткові витрати, що пов'язані з поліпшенням якості.

Комплексні показники характеризують кілька властивостей виробів, включаючи витрати, що пов'язані з розробленням, виробництвом і експлуатацією. У кожній галузі промисловості застосовуються свої специфічні комплексні показники (наприклад, комплексним показником якості електродвигуна є відношення кількості корисної механічної енергії, що

виробляється двигуном за весь термін його служби, до сумарних витрат на виробництво та експлуатацію двигуна).

Одиничні показники якості характеризують одну з властивостей продукції (товарів) і класифікуються за такими групами:

- *Показники призначення* відображають корисний ефект від використання виробів за призначенням та обумовлюють сферу їх застосування. Для продукції виробничо-технічного призначення основним є показник *продуктивності*, що показує, який обсяг продукції може бути випущений за допомогою оцінюваної продукції або який обсяг виробничих послуг може бути наданий за визначений проміжок часу. Наприклад, показники: потужність двигуна, швидкість, продуктивність верстата, вантажопідйомність, пробіг шин до їх зносу, відсоток корисної речовини в сировину і т. д.

- *Показники економічності* використання сировини, матеріалів, палива, пального та енергії характеризують властивості виробу, що віддзеркалюють його технічну досконалість за рівнем або ступенем споживання сировини, матеріалів, пального, енергії. До таких показників належать: частка маси виробу (на одиницю основного показника якості); коефіцієнт використання матеріальних ресурсів — відношення корисних витрат до витрат на виробництво одиниці продукції; коефіцієнт корисної дії та ін.

- *Показники надійності* — безвідмовність, збереженість, ремонтоздатність, довговічність виробу. Залежно від особливостей продукції, що оцінюється, для характеристики надійності можуть використовуватися як усі чотири, так і деякі з зазначених показників.

Надійність — це властивість виробу зберігати технічні параметри в заданих межах і фіксованих умовах експлуатації, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання, транспортування.

Безвідмовність — властивість об'єкта безперервно зберігати робочий стан протягом деякого часу. До показників безвідмовності належать: середнє напрацювання на відмову; інтенсивність відмов; параметр потоку відмов.

Довговічність — це властивість виробу зберігати працездатний стан до руйнації або іншого граничного стану за визначених режимів і умов експлуатації. До показників довговічності відносять: ресурс між середніми (капітальними) ремонтами; середній строк служби.

Ремонтоздатність — властивість виробу пристосовуватися до застережень та виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та відновлення і підтримання в робочому стані шляхом проведення технічного обслуговування та ремонту. До показників ремонтоздатності належать: імовірність відновлення робочих параметрів; середня трудомісткість ремонту та технічного обслуговування.

Збереженість — властивість виробу зберігати значення показників безвідмовності, довговічності і ремонтоздатності протягом та після зберігання або транспортування.

• *Показники технологічності* — характеризують ефективність (економічність) конструкторсько-технологічних рішень для забезпечення високої продуктивності праці під час виготовлення і ремонту продукції. Саме за допомогою технологічності забезпечуються масовість випуску продукції, раціональний розподіл витрат матеріалів, засобів праці і часу в процесі технологічної підготовки виробництва, виготовлення та експлуатації продукції. До них належать показники блочності і агрегатності конструкцій, що відбивають простоту монтажу виробу, питому трудомісткість, матеріало- і енергоємність, коефіцієнт раціонального використання прогресивних матеріалів у виробі і т. д.

• *Ергономічні показники* відбивають взаємодію людини з виробом, дають змогу визначати зручність і безпеку експлуатації виробів. Вони характеризують систему «людина — виріб — середовище використання» і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що виявляються при користуванні виробом. До таких показників можна віднести, наприклад, зусилля, необхідні для керування трактором; розташування ручки в холодильнику; кондиціонер у кабіні баштового крана; освітленість, температура, вологість, запиленість, шум, вібрація, випромінювання, концентрація чадного газу і водяних парів у продуктах горіння, розташування і зручність сидінь, органів керування, раціональність інтер'єру і робочого місця. З їх допомогою вимірюються параметри продукції, що впливають на працездатність людини під час експлуатації виробів.

• *Естетичні показники* характеризують спроможність продукції задовольняти потребу в красі. Вони визначають такі властивості, як зовнішній вигляд, гармонійність, цілісність, інформаційну промовистість, оригінальність, раціональність і красу форм, відповідність середовищу, стилю, моді, досконалість виконання і

стабільність товарного виду виробу. З їх допомогою встановлюється художньо-конструкторський рівень виробу. Критерій естетичної оцінки виробу, яку дає експертна комісія, полягає в ранжуванні низки виробів аналогічного класу та призначення, що здійснюється на основі базових оцінок.

• *Показники стандартизації та уніфікації* визначають ступінь використання в продукції стандартизованих складових частин виробу (складальних одиниць, деталей, вузлів), їх уніфікації, а також рівень уніфікації з іншими виробами (конструкційної спорідненості). Наприклад, відношення стандартизованих і уніфікованих частин виробу до загальної кількості частин у виробі, коефіцієнти повторюваності, застосовності за типорозмірами і складовими продукції. Усі деталі виробу поділяються на стандартні, уніфіковані й оригінальні. Чим менше оригінальних виробів, тим ліпше; це важливо як для виготовлювача продукції, так і для споживача.

• *Патентно-правові показники* характеризують патентний захист і патентну чистоту продукції та є істотним чинником у визначенні конкурентоспроможності. Визначаючи патентно-правові показники, варто враховувати наявність у виробках нових технічних рішень, рішень, захищених патентами в країні, наявність реєстрації промислового зразка і товарного знака, як у країні-виробнику, так і в країнах експорту. Основними є такі показниками: патентного захисту, патентної чистоти, територіального поширення.

• *Показники транспортабельності* визначають пристосованість продукції до перевезень. До них належать середня тривалість і вартість підготовки до перевезень, вантажно-розвантажувальних робіт, середня матеріаломісткість упакування. Найповніше цей показник оцінюється у вартісному вимірі, що дає змогу одночасно врахувати матеріальні і трудові затрати, кваліфікацію і кількість людей, що зайняті транспортними роботами.

• *Екологічні показники* характеризують рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище, які виникають під час експлуатації або споживання продукції. Урахування екологічних показників має обмежити надходження в природне середовище промислових, транспортних і побутових стічних вод та викидів з метою зниження наявності шкідливих речовин в атмосфері, які не перевищують допустимих концентрацій; забезпечити збереження і раціональне використання біологічних ресурсів і т. д. До екологічних показників належать: наявність шкідливих домішок, можливість викидів шкідливих часток, газів, випромінювань при

зберіганні, транспортуванні, експлуатації чи споживанні продукції.

• *Економічні показники* характеризують витрати на розроблення, виготовлення, експлуатацію або споживання продукції, економічну ефективність її експлуатації. Основні з них: ціна, прибуток, собівартість, рентабельність, трудомісткість виробу, експлуатаційні витрати, як в абсолютному виразі, так і на одиницю основного показника призначення виробу.

• *Показники безпеки* характеризують особливості продукції, що забезпечують безпеку людини (обслуговуючого персоналу) під час експлуатації або її споживання, монтажу, обслуговування, ремонту, зберігання, транспортування і т. д. Наприклад: імовірність безпечної роботи людини протягом певного часу; час спрацювання захисних пристроїв; електрична надійність високовольтних мереж.

Оцінка рівня якості. Для визначення якості продукції звичайно порівнюють значення показників якості кількох видів продукції. На підставі порівняння можна зробити висновок про те, якість якої продукції буде вища (рис. 12.2).

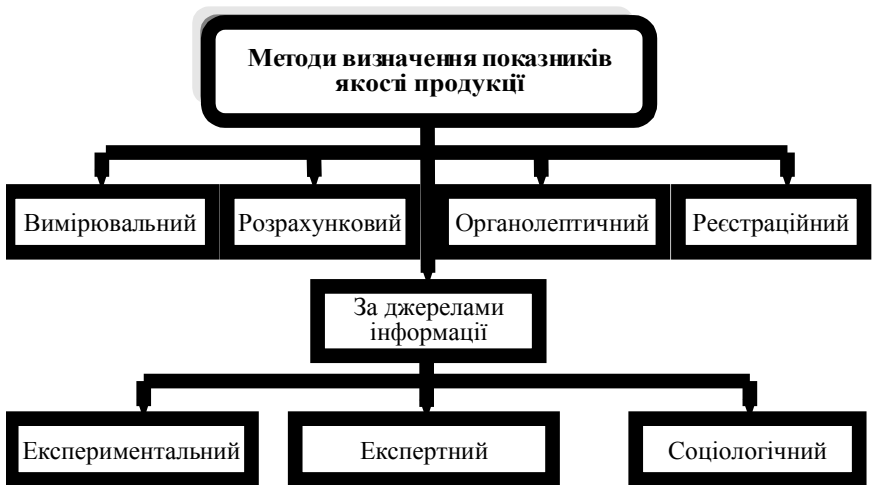


Рис. 12.2. Класифікація методів визначення показників якості продукції

Вимірювальний метод ґрунтується на інформації, що отримується з використанням технічних вимірювальних засобів. За допомогою вимірювального методу визначаються параметри

показників якості, наприклад, маса виробу, частота обертання двигуна, розмір виробу, швидкість автомобіля, сила струму та ін. Показники якості продукції визначаються таким арсеналом методів:

- *реєстраційним*, який здійснюється на основі спостереження та підрахунку кількості певних подій, явищ, предметів або витрат за одиницю часу;

- *вимірювання*, який здійснюється за допомогою технічних засобів вимірювання;

- *органолептичним*, що дає змогу визначити якість продукції за допомогою органів чуттів за бальною системою;

- *експериментальним (традиційним)*, що базується на застосуванні технічних засобів і дає можливість найоб'єктивніше оцінити якість продукції;

- *соціологічним*, який полягає в проведенні збору та аналізу відгуків фактичних чи можливих споживачів продукції;

- *експертним* (для «не вимірювальних» показників), який здійснюється на підставі рішень, що приймаються експертами (фахівцями в галузі створення, виготовлення, експлуатації виробів);

- *розрахунковим*, що провадиться на основі використання аналітичних та (або) статистичних залежностей показників якості продукції, при цьому значення якості продукції визначають з використанням правил математичної статистики, тому його також називають *статистичним*.

Для кожного з перелічених показників якості необхідно знайти його значення шляхом вимірювання та оцінювання — методів, що належать до спеціальної сфери наукових знань — *кваліметрії*. Згідно з принципами кваліметрії кількісні значення показників якості продукції можуть визначатися на основі:

- *фізичних експериментів* — методами метрології (вимірювання геометричних розмірів, маси, твердості, електропровідності, зносостійкості тощо);

- *психологічних експериментів* (експертне вимірювання естетичних та ергономічних властивостей).

Відносною характеристикою якості продукції є *оцінка технічного рівня продукції, яка визначається шляхом зіставлення значень показників її технічної досконалості з відповідними значеннями показників базового зразка (еталона)*.

Рівень якості продукції (технічного рівня) оцінюється за певними етапами (рис. 12.3) протягом усього життєвого циклу

виробу: дослідження та конструювання (проектування), виробництво, оборот та реалізація, експлуатація та споживання.

Базовий зразок має поєднувати в собі певну кількість і перелік технічних та економічних показників, які найбільшою мірою відповідають вимогам конкретного ринку на момент запланованого виходу на нього з даним товаром. При цьому необхідно забезпечити максимальну близькість класифікаційних показників зразка та виробу, що порівнюється.

Виходячи з динаміки зміни ринкового середовища, що зумовлено конкуренцією, технологічним прогресом та вимогами споживачів, вибір базового зразка на кожній стадії життєвого циклу продукції має свої особливості і має коригуватися. Тому, орієнтуючись на найдосконаліший існуючий зразок, треба враховувати динаміку розвитку технічного рівня зразка на перспективу.

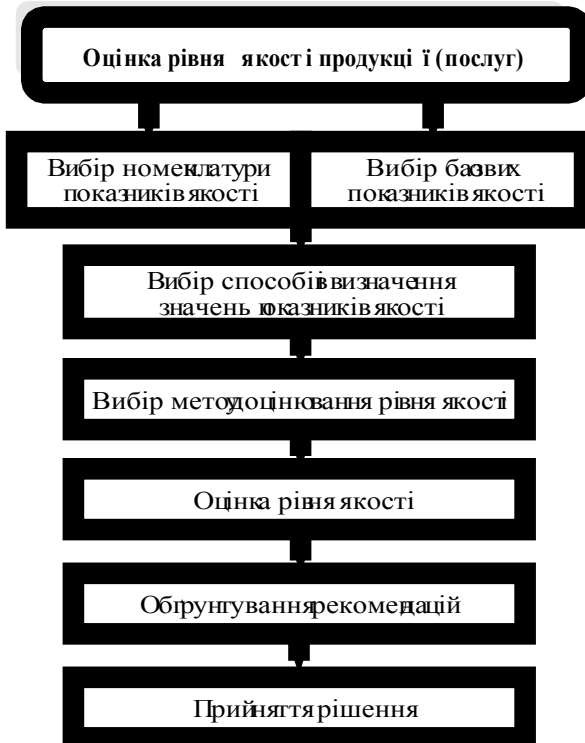


Рис. 12.3. Основні етапи оцінювання рівня якості продукції

Інформаційною базою для визначення критеріїв якості базового зразка (конкурента) можуть бути:

- стандарти підприємств, державні, міжнародні стандарти;
- закони, технічні регламенти, урядові постанови, що встановлюють правила і вимоги до товарів (особливо до імпортованих): безпека, екологія, охорона здоров'я, маркування, транспортування, збереження, експлуатація та ін.;
- юридичні норми поставки товарів до країни експорту;
- дані про патентну чистоту експортних виробів і захист прав експортерів; митні правила; статистичні і наукові збірники;
- галузеві періодичні та спеціальні журнали, статті та огляди, що видаються за рубежом, каталоги, проспекти і рекламні матеріали відомих фірм;
- результати випробувань виробів на підприємствах-конкурентах;
- норми та розцінки, що пов'язані з доставкою, збереженням, експлуатацією і ремонтом, технічним обслуговуванням машин та устаткування, іншими операціями за рубежом;
- результати відвідування спеціалістами підприємства виставок, ярмарків, конференцій, симпозіумів тощо.

Рівень якості продукції (технічний рівень) одного виду оцінюється за допомогою диференційованих, узагальнюючих, змішаних та комплексних методів.

Диференційований метод, або метод відносних показників, ґрунтується на зіставленні одиничних показників якості оцінюваного та базового виробів. Відносний показник якості ($K_{я.в}$) визначається за формулою

$$K_{я.в} = \frac{P_i}{P_{i.б}} (i = 1 \dots n),$$

де P_i — значення i -го показника виробу, що оцінюється;

$P_{i.б}$ — значення i -го показника базового виробу (аналога);

n — кількість показників.

Такий метод при незначній кількості відносних показників дає змогу оперативно визначити рівень якості продукції на конкретному ринку.

Узагальнюючий метод використовується, коли важко надати перевагу будь-якому показнику з великої їх кількості.

$$K_{я.уз} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{я.ви}}{n} \underset{\geq}{\leq} 1 (i = 1 \dots n),$$

де $K_{я.уз}$ — узагальнюючий показник якості;

$K_{я.в.i}$ — відносний показник якості;

n — кількість відносних показників.

Рівень якості продукції, що оцінюється залежно від значення узагальнюючого показника: при перевищенні одиниці рівень якості вищий базового зразка, при значенні меншому одиниці рівень якості менший базового зразка.

Змішаний метод поєднує диференційований і узагальнюючий методи. Його застосування доцільне у випадках недостатньо повного врахування узагальнюючим показником усіх існуючих властивостей виробу, що не дає змоги отримати висновки відносно кількох певних груп властивостей. За цим методом якість продукції оцінюється за такими правилами: найважливіші показники використовуються як одиничні, а інші об'єднуються в групи і для кожної з них визначається узагальнюючий показник; отримані узагальнюючі показники та одиничні показники оцінюють рівень якості виробу диференційованим методом.

Комплексний метод ґрунтується на використанні узагальнюючих показників якості продукції і розраховується шляхом відношення відповідних їх значень оцінюваної продукції до базового зразка. Суть його полягає в порівнянні узагальнюючих показників якості виробу, що оцінюється, базового зразка і сумарних витрат на їх придбання та експлуатацію. У такий спосіб визначається показник економічної ефективності (K_e):

$$K_e = \frac{K_{я.уз} \cdot Z_b}{K_{я.уз.б} \cdot Z}$$

де $K_{я.уз}$ та $K_{я.уз.б}$ — відповідно узагальнюючі та базовий (аналога) показники якості виробу, що оцінюється;

Z та Z_b — сумарні витрати споживачів на придбання та експлуатацію виробу, що оцінюється, та базового зразка.

Якщо узагальнюючий показник економічної ефективності перевищує одиницю, тоді доцільно замінювати застарілу продукцію.

Інтегральний показник якості продукції застосовується для продукції, що не має аналогів, і визначається як відношення сумарного корисного ефекту від використання зразка продукції за заданий період часу служби до сумарних витрат на її створення, експлуатацію та споживання. Він встановлюється за державними і міжнародними стандартами.

Стандартизація процесів, продукції, послуг. Важливим чинником впливу на якість продукції є стандарти. *Стандарти — це нормативи, які є еталоном для порівняння параметрів продукції, що виробляється, з тими вимогами до якості продукції, які закріплені в них.* Стандарти визначають набір показників якості продукції, рівень кожного з них, методи і засоби виміру, випробувань, маркування, упакування, транспортування, зберігання, експлуатаційного обслуговування, ремонту.

Створенню високоякісної продукції сприяє стандартизація, яка передбачає вибір і розроблення найоптимальніших рішень, що враховують тенденції і напрями технічного прогресу. Результатом діяльності зі стандартизації є поліпшення відповідності (придатності) продукції та послуг до їх функціонального призначення, що характеризує її як активну діяльність, яка спрямована на упорядкування не тільки в техніці, а й в інших галузях.

Документами Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) дається таке визначення: *стандартизація — це діяльність, що полягає у виробленні набору рішень для завдань, що повторюються, у сфері науки, техніки й економіки, і яка спрямована на досягнення оптимального ступеня упорядкованості в певній галузі.*

Головне завдання стандартизації — створення системи нормативно-технічної документації, що визначає прогресивні вимоги до продукції, яка виготовляється для задоволення потреб (економіки країни, її оборони, населення, експорту), та забезпечення контролю за правильністю використання цієї документації. Виконання вимог діючих стандартів є обов'язковою умовою діяльності будь-якого підприємства.

Система стандартизації дає змогу розробляти і підтримувати в належному стані: єдину технічну мову; уніфіковані ряди найважливіших технічних характеристик продукції (допуски і посадки, напругу, частоту тощо); ряди типорозмірів і типові конструкції виробів загального машинобудівного застосування (підшипники, кріплення, різальний інструмент та ін.); систему класифікаторів техніко-економічної інформації; достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин.

Залежно від масштабів роботи зі стандартизації вона поділяється на міжнародну, регіональну і національну.

Система міжнародних організацій зі стандартизації охоплює понад 450 всесвітніх та регіональних організацій, які поділяються на три групи:

1. *Усесвітні спеціалізовані*, які об'єднують країни всіх континентів і розробляють нормативно-технічні документи. Найбільшою і найавторитетнішою серед них є Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), яка створена в 1946 р. з метою сприяння стандартизації у всесвітньому масштабі для полегшення міжнародного товарообміну і взаємодопомоги; для розширення співробітництва у сфері інтелектуальної, наукової, технічної, економічної діяльності.

Основним видом діяльності ISO є розроблення міжнародних стандартів, які мають статус добровільного застосування. Проте їх використання в національній стандартизації безпосередньо пов'язане з розширенням експорту, ринку збуту, підтримання конкурентоспроможності продукції, що випускається.

Стандартизацію в галузях електротехніки, електроніки, радіозв'язку, приладобудування здійснює Міжнародна електротехнічна комісія, яка створена в 1906 р.

2. *Регіональні спеціалізовані* створюють нормативно-технічні документи з урахуванням специфіки певних географічних зон. До таких організацій, наприклад, належать: Європейський комітет стандартів (СЕН), Міжскандинавська організація зі стандартизації (ІНСТА), Панамериканський комітет стандартів (КОПАНТ) та ін. Особливістю нормативно-технічних документів, що розробляються такими організаціями, є їх обов'язковість застосування в країнах, які до них приєдналися.

3. *Неспеціалізовані всесвітні і регіональні* об'єднують науково-технічні, професійні, соціальні та інші організації, що провадять стандартизацію поряд з основною діяльністю у відповідній сфері (наприклад, економічні комісії і спеціалізовані установи ООН, міжурядові організації, такі як Європейське об'єднання вугілля та сталі, Всесвітня організація інтелектуальної власності, та неурядові міжнародні організації — Міжнародний союз залізниць, Міжнародна торговельна палата та под.).

Система стандартизації України поступово гармонізується з міжнародними, регіональними і національними системами з метою забезпечення: захисту інтересів споживачів і держави в питаннях якості та номенклатури продукції, послуг і процесів, їх безпеки для життя і здоров'я людей, охорони навколишнього середовища; підвищення якості продукції з урахуванням

досягнень науки і техніки, відповідно до потреб населення і народного господарства; сумісності і взаємозамінності продукції; економії людських і матеріальних ресурсів; поліпшення економічних показників виробництва; створення нормативно-технічної бази для соціально-економічних програм і великих проектів; усунення технічних бар'єрів у виробництві і торгівлі; забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку; ефективної участі в міжнародному поділі праці; безпеки загальногосподарських об'єктів країни з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій; сприяння підвищенню обороноздатності й мобілізаційної готовності.

Концепція системи стандартизації передбачає певні вимоги до формування фонду стандартів. Стандарти мають бути: соціально й економічно необхідними; мати певне коло користувачів і містити конкретні вимоги; не повинні дублювати один одного. У процесі їх розроблення необхідно домагатися згоди між усіма зацікавленими сторонами з номенклатури і якості продукції, процесів і послуг.

Стандартизація має бути комплексною, передбачаючи в стандартах різних країн обов'язковість наявності взаємоузгоджених вимог: стосовно всіх стадій життєвого циклу продукції — від розробки до утилізації; всіх рівнів розукрупнення — від матеріалів, речовин, технології до кінцевої продукції; всіх нових аспектів забезпечення якості, включаючи встановлення в стандартах взаємоузгоджених вимог до продукції, методів контролю й випробувань, метрологічного забезпечення.

Фонд державних стандартів будується виходячи з доцільної рівноваги між двома принципами: не гальмувати науково-технічний і технологічний прогрес; мати стабільність вимог протягом визначеного періоду, особливо для основних і загальнотехнічних стандартів.

Взаємозв'язок стандартів забезпечується дотриманням таких правил: надання більшої свободи у виборі споживчих характеристик для кінцевої продукції; жорсткі вимоги до функціональних характеристик, уніфікації, взаємозамінності, сумісності мають установлюватися в стандартах на основні частини, комплектуючі елементи, матеріали.

В основу стандартизації покладені такі принципи:

- *повторюваність*, що визначає коло об'єктів, до яких застосовані речі, процеси, відносини, що мають одну спільну властивість — повторюваність або в часі, або в просторі;

• *варіантність* — полягає у створенні раціонального різноманіття, що забезпечує мінімум раціональних різновидів стандартних елементів, з яких складається об'єкт, що стандартизується;

• *системність* — визначає стандарт як елемент системи і зумовлює створення систем стандартів, пов'язаних між собою внутрішньою сутністю конкретних об'єктів стандартизації;

• *взаємозамінність* (стосовно до техніки) — передбачає складання чи заміну однакових деталей, які виготовлені в різний час і в різних зонах простору.

При розробці вітчизняних стандартів ураховуються вимоги Міжнародної організації зі стандартизації (ISO).

Державні стандарти України містять: обов'язкові вимоги до якості продукції, робіт і послуг, що забезпечують безпеку життя, здоров'я та майна, охорону навколишнього середовища; обов'язкові вимоги до техніки безпеки й виробничої санітарії; обов'язкові методи контролю якості; вимоги щодо сумісності та взаємозамінності продукції; параметричні ряди і типове конструювання виробів; основні споживчі та експлуатаційні властивості продукції; вимоги до упакування, маркування, транспортування та збереження, а також утилізації продукції; положення, що забезпечують технічну єдність при розробці, виробництві, експлуатації продукції та наданні послуг; правила забезпечення якості продукції, збереження і раціонального використання всіх видів ресурсів; терміни, визначення і позначення, метрологічні та інші загальнотехнічні правила і норми.

В Україні *нормативні документи* зі стандартизації підрозділяються на такі *категорії*: державні стандарти України (ДСТУ); галузеві стандарти (ГСТ); технічні умови (ТУ); стандарти підприємств і об'єднань підприємств (асоціацій, концернів, акціонерних товариств, міжгалузевих, регіональних та інших об'єднань) (СТП); стандарти науково-технічних товариств та інженерних союзів, асоціацій та інших громадських об'єднань (СТО).

Залежно від об'єкта стандартизації, його специфіки і змісту вимог, що розроблені до нього, стандарти підрозділяються на такі *види*: *стандарти основні; стандарти на продукцію, послуги; стандарти на процеси; стандарти на методи контролю, випробувань, вимірів, аналізу.*

З метою розроблення і впровадження стандартів та контролю за їх освоєнням створені спеціальні служби в галузевих

комітетах, департаментах і на підприємствах. Керівництво цією роботою здійснює Держспоживстандарт України.

12.2. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА ВИПРОБУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ

Сутність, завдання та об'єкти контролю якості.

Відомо, що порушення вимог до якості продукції, що випускається, призводить до збільшення витрат виробництва та споживання. Тому вся продукція, що виготовляється, підлягає контролю якості. Контроль якості продукції передбачає вимір кількісних та (або) якісних характеристик властивостей продукції.

Мета контролю якості полягає у своєчасному запобіганні можливому порушенню вимог до якості та забезпеченні заданого рівня якості продукції за мінімальних витрат на її виробництво.

Завданнями контролю якості є: встановлення відповідності продукції та процесів вимогам нормативно-технічної документації, зразкам-еталонам; інформація про перебіг виробничого процесу та підтримання його стабільності; захист підприємства від постачань недоброякісних матеріалів, енергоносіїв та ін.; виявлення дефектної продукції на можливо ранніх етапах; запобігання випуску недоброякісної продукції.

Система контролю якості продукції — це сукупність методів і засобів контролю та регулювання компонентів зовнішнього середовища, які визначають рівень якості продукції на стадіях маркетингу, НДДКР та виробництва, а також технічного контролю на всіх стадіях виробничого процесу.

Компонентами зовнішнього середовища системи контролю якості продукції на рівні підприємства є результати маркетингових досліджень, НДДКР, сировина, матеріали, комплектуючі вироби, параметри організаційно-технічного рівня виробництва та системи менеджменту.

Показники якості продукту формуються в нормативах на стадії маркетингу, уточнюються в конструкторській документації на стадії НДДКР, матеріалізуються на стадії виробництва, використовуються (реалізуються) на стадії експлуатації.

Матеріалізація показників якості фіксується технічним контролем, який є елементом системи управління якістю на підприємстві. Він як складова виробничого процесу об'єднує в комплекс взаємопов'язані контрольні операції, що передбачені технологічним процесом. Контрольні операції проектуються та нормуються в процесі розроблення технологічного процесу та

заносяться до технологічної карти. Для складних контрольних операцій створюються карти контролю.

Технічний контроль являє собою перевірку відповідності продукції або процесу, всіх виробничих умов та чинників, від яких залежить якість продукції, установленим техніко-технологічним вимогам до якості продукції на всіх стадіях її виготовлення.

Мета технічного контролю якості на підприємстві полягає в забезпеченні випуску високоякісної і комплектної продукції згідно з чинними стандартами і технічними умовами.

Вимоги до організації технічного контролю якості: профілактичність — запобігання браку; точність і об'єктивність; економічність; участь усіх працюючих у контрольних функціях.

Об'єктами технічного контролю є всі складові процесу виробництва: предмети праці, засоби праці, технологічні процеси, праця виконавців, умови праці. *До предметів праці*, які контролюються, належать сировина і матеріали, паливо, енергія, напівфабрикати, деталі, складальні одиниці (вузли), готова продукція, конструкторська та технологічна документація. *Засоби праці*, що підлягають контролю, — це устаткування, технологічне оснащення, інструмент, виробничі системи, контрольна апаратура, прилади та пристрої. Контроль *технологічних процесів* передбачає перевірку відповідності їх здійснення технологічним картам, а також охоплює процеси створення конструкторської, технологічної та іншої документації. Контроль *праці виконавців* полягає в перевірці й оцінюванні якості результатів праці конструкторів, технологів, операторів, робітників. Контроль *умов праці* перевіряє дотримання психофізіологічних та гігієнічних норм, параметрів техніки безпеки, режимів праці і відпочинку, організації і обслуговування робочого місця та ін.

Засоби технічного контролю. Залежно від параметрів, які контролюються, застосовуються різноманітні *засоби контролю* (контрольно-вимірювальні прилади (КВП), інструменти та апарати), які розподіляються на дві групи:

1) такі, що визначають абсолютні розміри або значення величин, які контролюються (лінійки, штангенциркулі, манометри, терези тощо);

2) такі, що визначають тільки межі величин, які контролюються, що дає змогу сортувати об'єкти за групами якості — контрольні сортувальні пристрої з двома граничними

значеннями вимірювальних величин (найбільшим і найменшим, калібри, скоби, пробки і т. д.).

Види контролю якості. Системний підхід до контролю якості зумовлює різноманіття його видів, які класифікуються за певними ознаками (табл. 12.1).

Таблиця 12.1

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

Класифікаційна група	Вид контролю
<i>За стадіями життєвого циклу продукції</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Створення</i> — контроль проведення НДДКР, проектування і виготовлення дослідного зразка, його випробування та доведення • <i>Виготовлення</i> — контроль елементів процесу виробництва при одиничному, серійному і масовому випуску продукції • <i>Обіг</i> — контроль транспортно-складських операцій та монтажних робіт • <i>Споживання (експлуатація)</i> — контроль параметрів функціонування об'єктів контролю
<i>За об'єктами</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Предмети праці (продукція)</i> — контроль параметрів сировини і матеріалів, палива, пального, енергії, напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць (вузлів), готової продукції, конструкторської та технологічної документації • <i>Засоби виробництва</i> — контроль параметрів функціонування устаткування, технологічного оснащення, інструменту, виробничих систем, контрольної апаратури, приладів та пристроїв • <i>Технологія</i> — контроль відповідності технологічних процесів, що здійснюються, технологічним картам, а також контроль процесів створення конструкторської, технологічної та іншої документації • <i>Виконавці</i> — перевірка і оцінювання якості результатів праці конструкторів, технологів, операторів, робітників • <i>Умови праці</i> — контроль виконання психофізіологічних та гігієнічних вимог, параметрів техніки безпеки, режимів праці і відпочинку, організації та обслуговування робочого місця тощо
Класифікаційна група	Вид контролю

<p><i>За стадіями виробничого процесу</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Вхідний</i> — перевірка відповідності сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, енергоносіїв вимогам, що вказані в замовленнях на поставку •<i>Запобіжний</i> — перевірка якості сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих до початку запуску у виробничий процес (до початку обробки або складання) •<i>Операційний</i> — контроль параметрів заготовок, деталей, вузлів у процесі виготовлення, транспортування і зберігання •<i>Приймальний (вихідний, кінцевий)</i> — контроль відповідності параметрів готової продукції запроєктованим
<p><i>За виконавцями</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Самоконтроль</i> — контроль виконання роботи (параметрів об'єкта) її виконавцями (робітниками, наладчиками, бригадирами, майстрами) •<i>Інспекційний</i> — контроль технологічних процесів, засобів і предметів праці, що здійснюється службою відділу технічного контролю •<i>Замовником</i> — контроль відповідності готової продукції нормативно-технічній документації замовлення •<i>Технічний нагляд</i> за виконанням вимог державних стандартів, що здійснюється органами Держстандарту України
<p><i>За ступенем охоплення продукції</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Суцільний</i> — перевірка всіх без винятку об'єктів контролю одного найменування •<i>Вибірковий</i> — контроль малої вибірки (проби) з великої партії продукції з висновками за результатами контролю вибірки (проби) про якість усієї партії
<p><i>За часом проведення</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Безперервний</i> — контроль протягом виробничого циклу виготовлення продукції •<i>Періодичний</i> — контроль, що проводиться через певні відрізки часу •<i>Летючий</i> — несистематизована за часом і обсягом перевірка параметрів об'єктів контролю
<p><i>За місцем виконання</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Стационарний</i> — контроль на спеціально обладнаному робочому місці (випробувальні стенди) під час перевірки великої кількості однорідних об'єктів контролю •<i>Рухомий</i> — перевірка параметрів якості об'єктів контролю за місцем виконання технологічних операцій
<p>Класифікаційна група</p>	<p>Вид контролю</p>

<p><i>За можливістю подальшого використання об'єкта контролю</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Неруйнівний</i> — перевірка параметрів за допомогою магнітних, акустичних, оптичних, радіаційних та інших вимірювальних приладів, що не пошкоджують об'єкти контролю •<i>Руйнівний</i> — випробування, після яких об'єкт контролю виходить з ладу
<p><i>За впливом на виробничий процес</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Пасивний</i> — вимірювання і фіксація параметрів якості об'єкта контролю •<i>Активний</i> — оцінка якості з безпосереднім впливом на параметри виробничого процесу за допомогою засобів автоматичного регулювання, що відвертають виникнення дефектів в об'єктах контролю
<p><i>За видами випробувань</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Природний (натуральний)</i> — випробування за допомогою сил природи (умов середовища) •<i>Штучний (прискорений)</i> — випробування в умовах створеного і середовища, яке регулюється у спеціальному обладнанні, які відбуваються у <i>статичному і динамічному режимах</i>
<p><i>За параметрами, що контролюються</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Геометричних форм і розмірів</i> продукції •<i>Зовнішнього вигляду</i> продукції і документації •<i>Фізико-механічних, хімічних та інших властивостей</i> матеріалів та напівфабрикатів •<i>Внутрішнього браку</i> продукції (раковини, тріщини); •<i>Технологічних властивостей</i> матеріалів •<i>Технологічної дисципліни</i> •<i>Контрольно-здавальні</i> випробування

Система контролю якості. На підприємствах залежно від організаційно-технологічних умов виробництва продукції (послуг) розробляється і функціонує система технічного контролю якості. *Система технічного контролю якості — це сукупність засобів контролю, методів виконання контрольних операцій і виконавців, які взаємодіють з об'єктами контролю за правилами, що встановлені.*

Більшість контрольних операцій виконується безпосередньо робітниками на робочих місцях під час здійснення виробничих операцій. Такі контрольні операції є допоміжними до основних технологічних операцій.

З метою забезпечення виготовлення продукції відповідно до вимог конструкторсько-технологічної документації та запобігання втратам і збільшенню витрат у процесі виробництва окремі контрольні операції покладаються на наладчиків,

бригадирів, майстрів та спеціальний персонал — робітників відділу (бюро) технічного контролю якості (ВТК) підприємства.

Залежно від масштабу і типу виробництва та конструктивно-технологічних особливостей продукції, що випускається, на підприємстві створюється відділ або бюро з технічного контролю якості.

До основних функцій ВТК належать: контроль сировини, матеріалів, напівфабрикатів, палива, що надходять на підприємство зі сторони; контроль стану устаткування та технологічного оснащення; контроль виконання технологічного процесу на всіх стадіях виготовлення продукції; контроль якості готової продукції; запобігання, виявлення і облік браку; установлення причин браку, розроблення заходів з його усунення та поліпшення якості продукції.

Структура ВТК може складатися з бюро, груп або виконавців (залежно від розмірів підприємства), які виконують відповідні функції: технічного прийняття матеріалів, напівфабрикатів, готових виробів та комплектуючих, що надходять від постачальників; цехового контролю (БТК цеху); контролю знарядь праці; випробування та здавання готової продукції; обліку та аналізу браку. ВТК підпорядковані також центральна вимірювальна лабораторія (ЦВЛ) з контрольно-повірними пунктами (КПП) у цехах, механічна, металографічна та хімічна лабораторії.

Чисельність контролерів (\mathcal{C}_k) для масового та великого серійного виробництв визначається за формулою

$$\mathcal{C}_k = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot t_k \cdot K_b \cdot K_{\text{д. час}}}{\Phi_{\text{кор}}},$$

де N_i — програма випуску виробів;

t_k — норма часу на контроль одиниці продукції;

$K_{\text{д. час}}$ — коефіцієнт, що враховує додатковий час на перехід від одного робочого місця до іншого;

$\Phi_{\text{кор}}$ — ефективний (корисний) фонд часу одного контролера за період, на який запланована програма випуску виробів.

Статистичні методи контролю. При регулюванні технологічних процесів та прийманні виробів (послуг) успішно використовуються статистичні методи контролю. Вони є одним з найважливіших елементів управління процесами в

усіх підрозділах підприємства та на всіх стадіях життєвого циклу продукції: маркетингових досліджень; проектування нової продукції; встановлення значень показників якості; дослідження ходу технологічного процесу та оперативного управління ним; визначення якості продукції; аналізу даних, оцінювання експлуатаційних характеристик та усунення невідповідностей; оцінювання економічної безпеки підприємства та аналізу ризику.

Статистичний контроль належить до вибіркового активного контролю, в основу якого покладено застосування методів математичної статистики, що дають змогу оцінювати якість великої партії продукції за результатами контролю малої вибірки (проби).

Така форма контролю проводиться за планом-програмою, де викладається система даних про вид і методи контролю, обсяги партій, що контролюються, та вибірок (проб), контрольні нормативи (бракувальні числа) та вирішальні правила (методи оцінювання якості партій за якістю вибірки (проби)).

Статистичне регулювання технологічних процесів здійснюється за методом «груп якості» продукції: придатної та дефектної.

Інструментом статистичного контролю є контрольні карти, форма яких залежить від вигляду та методу контролю. На рис. 12.4 наведений приклад такої карти, де середня лінія відповідає номінальному значенню параметра якості продукції або технологічного процесу, що контролюється, та межі регулювання. Дві крайні лінії показують верхню та нижню межі технічного допуску, які дорівнюють 3σ , де σ — середнє квадратичне відхилення параметра, що вимірюється:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n}},$$

де $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ — фактичні значення параметра, що контролюється;

\bar{X} — середнє арифметичне значення параметра, який вимірюється;

n — кількість деталей у партії.

Лінії, що відповідають $+2\sigma$, показують допустиме випадкове розсіювання розмірів параметрів, що контролюються, і характеризує задовільний якісний стан технологічного процесу.

Рекомендуються такі обсяги вибірок:

Обсяг партії	Обсяги вибірки
2...8	2
91...150	20
501...1200	80
10 001...35 000	315
150 001...500 000	800
Понад 500 000	1250

Шкала розмірів параметра, що контролюється	Номер проб та їх характеристика								Параметр
	1	2	3	4	5	
50,10 50,08 50,06 50,04									Зона браку Технічний
	•								допуск (+3σ) верхній Контрольний
	•		•						допуск (+2σ) верхній
	•								
50,02 50,00 49,98 49,96 49,94	•	•	•						Номінальний
	•	•	•						
	•	•	•						розмір (\bar{X})
	•								Контрольний
	•	•							
	•	•							

49,92	—									допуск (-2σ) нижній Технічний
49,90	—									допуск (-3σ) нижній Зона браку

Рис. 12.4. Фрагмент контрольної карти

Розмір вибірки може визначатися за формулою, де відображаються всі особливості партії, що контролюється:

$$n_{\text{виб}} = (3\sigma : \varepsilon)^2,$$

де $n_{\text{виб}}$ — кількість виробів (деталей) у вибірці;

ε — допустима похибка (0,05 ÷ 0,2).

Результати перевірки наносяться на карту у вигляді крапок і зіставляються з контрольними лініями. Вихід за межі верхнього або нижнього технічного допуску свідчить про виникнення дефектів (браку), тоді вся партія деталей підлягає 100 % (суцільному) контролю. Причини порушення технологічного процесу і виникнення браку (знос інструменту, розрегулювання устаткування) терміново усувається. Сигналом для необхідності переналагодження устаткування і регулювання технологічного процесу є вихід точок за межі допусків $\pm 2\sigma$, які контролюються, коли вони перебувають ще в межах технічного допуску $\pm 3\sigma$.

Методи статистичного контролю якості дають змогу контролювати, як правило, один параметр якості продукції або одну операцію технологічного процесу. Тому потрібно складати відповідну кількість контрольних карт для контролю кількох параметрів продукції і за кожною з них регулювати технологічний процес.

Автоматизація виробництва й сучасні технічні засоби вможливають безперервний контроль за технологічним процесом та управління ним.

Метрологічне забезпечення якості. Якість продукції залежить також від своєчасного здійснення в повному обсязі заходів щодо досягнення єдності і необхідної точності вимірів параметрів виробів, матеріалів і сировини, режимів технологічних процесів, характеристик устаткування та інструменту.

Метрологія — наука про вимірювання, наукова основа вимірювальної техніки. Вона займається загальною теорією вимірів, вимірювальною технікою і насамперед системою одиниць виміру, еталонами із зразкових вимірювальних засобів; розробленням наукових основ єдності мір і вимірів у країні; створенням стандартних і довідкових даних та стандартних зразків.

Метрологічне забезпечення здійснюється відповідно до вимог нормативних документів, Державних стандартів (Державна система забезпечення єдності вимірів (ДСВ) і стандартів підприємства під методичним керівництвом і з участю в роботах метрологічної служби підприємства.

Метрологічне забезпечення здійснює метрологічна служба підприємства — відділ головного метролога.

Основними функціями служби з метрологічного забезпечення є: аналіз стану вимірів на підприємстві, розроблення на його основі заходів з удосконалювання метрологічного забезпечення; установлення раціональної номенклатури вимірюваних параметрів і оптимальних норм точності вимірів на підприємстві; створення і впровадження сучасних методик виконання вимірів і засобів вимірів, установлення раціональної номенклатури застосовуваних засобів вимірів і перевіркової апаратури; упровадження державних стандартів, розроблення і впровадження стандартів підприємства, що регламентують норми точності, методики виконання вимірів та інші положення метрологічного забезпечення проектування, виготовлення, випробування та споживання (експлуатації) продукції на підприємстві; метрологічна експертиза проектів і діючої конструкторської, технологічної й іншої нормативно-технічної документації; перевірка і метрологічна атестація засобів вимірів, застосовуваних на підприємстві; атестація методик виконання вимірів; контроль за виготовленням, станом, застосуванням і ремонтом засобів вимірів і за дотриманням метрологічних правил, вимог і норм.

Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики (Держспоживстандарт України) здійснює державний нагляд за станом і застосуванням засобів вимірів, дотриманням метрологічних правил та за роботою метрологічних служб. На нього покладене забезпечення єдності і достовірності вимірів у країні, зміцнення і розвиток державної метрології та еталонної бази, створення нових та вдосконалювання існуючих методів і засобів вимірів високої точності.

До структури Держспоживстандарту України входять республіканський центр метрологічної служби, що розробляє науково-методичні, техніко-економічні, організаційні і правові основи метрологічного забезпечення народного господарства країни; обласні (міжобласні) лабораторії державного нагляду за стандартами і вимірювальною технікою.

12.3. МІЖНАРОДНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ

Передумови та сутність управління якістю. У сучасних умовах розвинених країн якість продукції формується під впливом таких основних чинників: активне прагнення фірм до оперативного використання досягнень науково-технічного прогресу; ретельне вивчення вимог внутрішнього і міжнародного ринків, а також потреб різноманітних категорій споживачів; інтенсивне використання творчого потенціалу персоналу через навчання, виховання, систематичне підвищення кваліфікації, різноманітну мотивацію матеріального і морального характеру.

Чинники, що впливають на формування якості, є основою систематичного вдосконалення системи організації виробництва, яка органічно поєднує в собі підсистеми забезпечення і контролю якості продукції, що випускається.

Для забезпечення якості продукції необхідно керуватися перевіреним практикою багатьох фірм основним принципом: *робити якісно — завжди вигідніше*. Відомий у світі фахівець з питань якості Каору Ісікава підкреслює: «Не слід економити на якості, оскільки якість сама є економією».

Якість продукції визначається тим її вирішальним значенням, яке вона має для споживача та її виробника:

- якість та ефективність виробництва перебувають у прямій залежності і доповнюють одна одну;
- якість є основою скорочення витрат і виживання фірми в умовах внутрішньої та особливо міжнародної конкуренції;
- з позиції споживача якість виробу визначає ступінь задоволення потреб, на які повинен своєчасно орієнтуватися його виробник.

Традиційний спосіб захисту споживачів — це здійснення вхідного контролю якості товарів, що надходять. Підвищення гарантії якості товарів та досягнення визначеного технічного рівня продукції на підприємстві потребує системного підходу до управління її якістю. *Система управління якістю — це сукупність*

організаційної структури, відповідальності, процедур, процесів та ресурсів.

Система управління якістю утворює *логістику якості* і посідає важливе місце в логістиці підприємства. Вона охоплює контроль якості матеріальних потоків і трудових процесів на всіх стадіях і етапах виробничого процесу, починаючи з надходження на склад підприємства матеріальних ресурсів до передачі продукції на склад готової продукції.

Споживач на основі діючої в постачальника системи якості має можливість вибирати підприємства постачальника, система якості якого, з погляду споживача, здатна забезпечувати належну якість товарів, що надходять.

Такий підхід взаємовідносин між постачальником і споживачем почав розвиватися з початку 80-х років. Спираючись на досвід національних організацій у сфері стандартизації, забезпечення та управління якістю, Міжнародна організація з стандартизації розробила та в 1987 р. видала перші п'ять стандартів ISO серії 9000. Вони стали основою для досягнення стабільної якості будь-яким підприємством. Цими стандартами було встановлено, що кожне підприємство повинно вирішувати три головні завдання у сфері якості:

1) підтримувати якість продукції і послуг на рівні, що забезпечує постійне задоволення встановлених ним вимог споживача, які передбачаються;

2) забезпечувати керівництву впевненість у тому, що необхідна якість досягається і підтримується на заданому рівні;

3) забезпечувати споживачу впевненість у тому, що запланована якість продукції, що постачається, досягається або буде досягнута, якщо це передбачено контрактом.

Для того щоб продукція відповідала вимогам ринку і в певний період часу була конкурентоспроможною, підприємство-виготовлювач повинно впровадити і підтримувати на відповідному рівні систему якості, яка забезпечує контроль всіх чинників, що впливають на якість продукції (послуг). Важливо вибрати та побудувати систему якості таким чином, щоб одночасно задовольняти потреби споживачів і захищати власні інтереси. Вдала структура управління якістю на підприємстві дає змогу знизити витрати, збільшити власний прибуток при постійному підвищенні якості продукції, що випускається.

ISO (Міжнародна організація з стандартизації) — це *всесвітня федерація національних органів з стандартизації* (комітетів — членів ISO). Міжнародні стандарти розробляють, як правило,

технічні комітети ISO. Кожний комітет-член, зацікавлений у предметній галузі діяльності, для якої було створено технічний комітет, має право бути представлений у цьому технічному комітеті. Міжнародні урядові та неурядові організації, які взаємодіють з ISO, також беруть участь у роботах. З усіх питань стандартизації у галузі електротехніки ISO тісно співпрацює з Міжнародною електротехнічною комісією (IEC).

Міжнародні стандарти готують згідно з правилами, викладеними у Директивах ISO/IEC, частина 3.

Прийняті технічними комітетами проекти міжнародних стандартів розсилають комітетам-членам на голосування. Опублікування їх як міжнародних стандартів вимагає ухвалення щонайменше 75 % комітетів-членів, що беруть участь у голосуванні.

Стандарти ISO серії 9000 вперше з'явилися в 1887 р., у 1994 р. завершився перший перегляд, у 2000 р. — другий перегляд ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003, ISO 9004.

Технічним комітетом ISO/TC 176 Управління якістю і забезпечення якості розроблено і видано у 2000 році Міжнародні стандарти:

ISO 9000 : 2000 «Системи управління якістю. Основні положення та словник». Він скасовує та замінює ISO 8402:1994.

ISO 9001 : 2000 «Системи управління якістю. Вимоги». З його введенням скасовуються та замінюються ISO 9001 : 1994, ISO 9002 : 1994, ISO 9003 : 1994. Видання ISO 9001 має переглянуте найменування, у якому не використовується термін «забезпечення якості». Це відбиває той факт, що вимоги до системи управління якістю, що встановлені в даному стандарті, спрямовані також поряд із забезпеченням якості продукції на підвищення задоволеності замовників.

ISO 9004 : 2000 «Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності». Видання цього стандарту скасовує та замінює ISO 9004 — 1 : 1994, який зазнав технічного перегляду. Назву було замінено для того, щоб відбити всеохопленість системи управління якістю. Порівняно з попередніми стандартами ISO 9001 та ISO 9004 тепер утворюють узгоджену пару стандартів з управління якістю.

Держстандартом України, його Технічним комітетом ТК 93 «Управління якістю і забезпечення якості» здійснено ідентичний переклад міжнародних стандартів, де внесено редакційні зміни: термін «міжнародний стандарт» замінено на «державний стандарт».

До переліку Державних стандартів України, гармонізованих із міжнародними стандартами, належать:

1. ДСТУ ISO 9000-2001 Системи управління якістю. Основні положення та словник. Цей стандарт замінює ДСТУ 3230-95 «Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення».

2. ДСТУ ISO 9001-2001 Системи управління якістю. Вимоги. Цей стандарт замінює ДСТУ ISO 9001-95 «Системи якості. Модель забезпечення якості в процесі проектування, розроблення, виробництва, монтажу та обслуговування», ДСТУ ISO 9002-95 «Системи якості. Модель забезпечення якості в процесі виробництва, монтажу та обслуговування», ДСТУ ISO 9003-95 «Системи якості. Модель забезпечення якості в процесі контролю готової продукції та її випробувань».

3. ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності. Цей стандарт замінює ДСТУ ISO 9004-1-95 «Управління якістю та елементи системи якості. Частина 1. Настанови».

4. ДСТУ ISO 14001-97 Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх застосування.

5. ДСТУ ISO 9001-95 Системи якості. Модель забезпечення якості в процесі проектування, розроблення, виробництва, монтажу та обслуговування. Діє до 15.12.2003 р. під час сертифікації.

6. ДСТУ 3921. 1-1999 (ISO 10012-1 : 1992) Вимоги до забезпечення якості засобів вимірювальної техніки. Частина 1. Система метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки.

7. ДСТУ 3921. 2-2000 (ISO 10012-2 : 1997) Забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. Частина 2. Настанови щодо контролю процесів вимірювань.

8. ДСТУ ISO 10011-1-97 Настанови щодо перевірки систем якості. Частина 1. Перевірка.

9. ДСТУ ISO 10011-2-97 Настанови щодо перевірки систем якості. Частина 2. Кваліфікаційні вимоги до аудиторів з систем якості.

10. ДСТУ ISO 10011-3-97 Настанови щодо перевірки систем якості. Частина 3. Управління програмами перевірок.

11. ДСТУ 1.1-2001 Державна система стандартизації. Стандартизація та суміжні види діяльності. Терміни та визначення основних понять.

Стандарти серії ISO 9000 розроблено для сприяння організаціям, незалежно від їх типу та чисельності працівників, у впровадженні та забезпеченні функціонування ефективних систем управління якістю.

ISO 9000 описує основні положення систем управління якістю і визначає термінологію для систем управління якістю.

ISO 9001 установлює вимоги до системи управління якістю, якщо організація потребує продемонструвати свою спроможність поставляти продукцію, що відповідає вимогам замовників і застосовних регламентів, а також прагне до підвищення задоволеності замовників.

ISO 9004 містить настанови щодо результативності та ефективності системи управління якістю. Метою цього стандарту є поліпшення показників діяльності організації, а також задоволення замовників та інших зацікавлених сторін.

ISO 19011 містить рекомендації щодо здійснення аудиту систем управління якістю і систем управління навколишнім середовищем.

Разом вони формують узгоджену серію стандартів на системи управління якістю, яка сприяє взаєморозумінню в національній та міжнародній торгівлі.

Міжнародні документи ISO/ТК 10017, ISO 3534-2, ISO 10006 : 1997, IEC 60050-191-1990, VIM : 1993, ISO 10012, ISO 19011 не прийнято як національні стандарти в Україні, і чинні документи замість них відсутні. Копії цих міжнародних документів у разі потреби можна отримати в Національному фонді міжнародних документів.

Принципи управління якістю. Для того щоб успішно керувати організацією і забезпечувати її функціонування, необхідно спрямовувати та контролювати її діяльність систематично і відкрито. Успіху можна досягти завдяки впровадженню та актуалізуванню певної системи управління, розробленої для постійного поліпшення показників діяльності, з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін. Управління організацією охоплює управління якістю поряд з іншими аспектами управління.

Встановлено вісім принципів управління якістю, які найвище керівництво може використовувати для поліпшення показників діяльності організації:

1.Орієнтація на замовника. Організації залежать від своїх замовників і тому повинні розуміти поточні та майбутні потреби замовників, виконувати їхні вимоги і прагнути до перевищення їхніх очікувань.

2. *Лідерство.* Керівники встановлюють єдність мети та напрямів діяльності організації, їм слід створювати та підтримувати таке внутрішнє середовище, в якому працівники можуть бути повністю залучені до виконання завдань, що стоять перед організацією.

3. *Залучення працівників.* Працівники на всіх рівнях становлять основу організації, і їхнє повне залучення дає змогу використовувати їхні здібності на користь організації.

4. *Процесний підхід.* Бажаного результату досягають ефективніше, якщо діяльністю та пов'язаними з нею ресурсами управляють як процесом.

5. *Системний підхід до управління.* Ідентифікування, розуміння та управління взаємопов'язаними процесами як системою сприяє організації у результативнішому та ефективнішому досягненні її цілей.

6. *Постійне поліпшення.* Постійне поліпшення діяльності організації в цілому слід вважати незмінною метою організації.

7. *Прийняття рішень на підставі фактів.* Ефективні рішення приймають на підставі аналізування даних та інформації.

8. *Взаємовигідні стосунки з постачальниками.* Організація та її постачальники є взаємозалежними, і взаємовигідні стосунки підвищують спроможність обох сторін створювати цінності.

Ці вісім принципів управління якістю формують основу стандартів серії ISO 9000 на системи управління якістю.

ДСТУ ISO 9000-2001 «Системи управління якістю. Основні положення та словник» описує основні положення систем управління якістю, які є предметом стандартів серії ISO 9000, і визначає відповідні терміни. Наприклад, термін «система управління якістю» визначається як система управління, яка спрямовує та контролює діяльність організації щодо якості. Дію цього державного стандарту поширюють на:

а) організації, що прагнуть досягти переваги завдяки впровадженню системи управління якістю;

б) організації, що прагнуть отримати впевненість у тому, що їхні постачальники виконуватимуть їхні вимоги до продукції;

в) замовників продукції;

г) усі сторони, зацікавлені в єдиному розумінні термінології, яку використовують у сфері управління якістю (наприклад, постачальників, замовників, регламентувальні органи);

д) усі сторони, внутрішні чи зовнішні стосовно організації, які здійснюють оцінювання або аудит системи управління якістю на

відповідність вимогам ISO 9001 (наприклад, аудиторів, регламентувальні органи, органи з сертифікації);

е) осіб, внутрішніх чи зовнішніх стосовно організації, які провадять консультування або підготовку з питань системи управління якістю, прийнятної для цієї організації;

ж) розробників відповідних стандартів.

Доцільність систем управління якістю. Системи управління якістю можуть сприяти організаціям у підвищенні задоволеності замовників. Замовники вимагають продукцію, характеристики якої задовольняють їхні потреби та очікування. Ці потреби та очікування оформлюють разом у вигляді технічних умов на продукцію і позначають як вимоги замовників. Вимоги замовників можуть бути зазначені замовником у контракті або визначені безпосередньо організацією. У кожному з цих випадків саме замовник остаточно визначає прийнятність продукції. Зміна потреб та очікувань замовників, а також конкурентний тиск і технічний прогрес змушують організації постійно вдосконалювати свою продукцію та процеси.

Підхід, що базується на застосуванні систем управління якістю, спонукає організації аналізувати вимоги замовників, визначати процеси, які сприяють отриманню продукції, прийнятної для замовника, і забезпечувати постійний контроль цих процесів. Система управління якістю може бути основою для постійного поліпшення, яке дозволяє збільшити ймовірність підвищення задоволеності замовника та інших зацікавлених сторін. Вона дає організації та замовникам упевненість у її спроможності поставляти продукцію, яка постійно відповідає вимогам.

Державні стандарти ISO : 9001 та ISO : 9004 розроблено як узгоджену пару стандартів на системи управління якістю, призначених доповнювати один одного, але їх також можна застосовувати окремо. Вони застосовуються до всіх загальних категорій продукції (обладнанню, програмному забезпеченню, матеріалам, що переробляються, та послугам). Хоч ці два державні стандарти мають різні сфери застосування, їхня структура однакова, і це дає змогу застосовувати їх як узгоджену пару.

Стандарт ISO : 9001 установлює вимоги до системи управління якістю, які можна застосовувати для внутрішніх цілей організації або для цілей сертифікації чи контрактних цілей. Він зосереджує увагу переважно на результативності системи управління якістю з погляду дотримання вимог замовника.

ДСТУ ISO 9004-2001 містить настанови, які виходять за межі вимог, наведених в ISO 9001, призначений для того, щоб одночасно врахувати результативність та ефективність системи управління якістю, і, таким чином, потенційні можливості поліпшення показників діяльності організації. Порівняно з ISO 9001, цілі, пов'язані із задоволенням інтересів замовників і з якістю продукції, розширені і містять задоволеність зацікавлених сторін та показники діяльності організації.

Цей державний стандарт спрямовано на забезпечення постійного поліпшення, оцінюване задоволеністю замовників та інших зацікавлених сторін. Він викладає настанови та рекомендації і не призначений для цілей сертифікації та регламентувальних чи контрактних цілей і не є настановою щодо застосування стандарту ISO 9001.

ДСТУ ISO 9004-2001 застосовний до процесів діяльності організації, отже принципи управління якістю, покладені в його основу, можуть бути поширені на всі рівні в організації. *Процесом вважається діяльність, у якій використовуються ресурси і якою можна управляти для того, щоб перетворювати входи на виходи. Часто вхід одного процесу є входом наступного.*

Майже вся продукція і (або) діяльність з послуг та операцій є процесами. Для функціонування організацій необхідно керувати численними взаємозалежними процесами. Під «процесним підходом» розуміють застосування у межах організації системи процесів разом з їх визначенням та взаємодіями, а також управління ними.

Перевагою процесного підходу є забезпечуваний ним неперервний контроль зв'язків окремих процесів у межах системи процесів, а також їхніх сполучень та взаємодій.

Застосування процесного підходу в межах системи управління якістю підкреслює важливість: розуміння виконання вимог; необхідність розглядати процеси з погляду створення додаткових цінностей; отримання результатів функціонування процесу та його ефективності; постійного поліпшення процесу об'єктивних вимірювань.

Рис. 12.5 ілюструє концептуальне уявлення про загальні вимоги до системи управління якістю, що встановлені вказаним стандартом як до «моделі процесу». Модель графічно відбиває інтеграцію основних найменувань розділів 4—8 ISO 9001 та ISO 9004. Ця ілюстрація показує, що зацікавлені сторони відіграють важливу роль у визначенні вимог як входів. Моніторинг

задоволеності зацікавлених сторін вимагає оцінювання інформації, пов'язаної зі сприйняттям зацікавленими сторонами того, як виконала організація їхні вимоги.

Модель процесу, що зображена на рис. 12.5, не деталізує процеси. Однак усі вимоги до системи управління якістю з метою досягнення відповідності продукції можуть бути розміщені в рамках цієї моделі.

У зв'язку з тим, що рис. 12.5 є моделлю завершених процесів системи управління якістю, він також демонструє взаємодію між процесами.

Наприклад, керівництво визначає вимоги відповідно до «Відповідальності керівництва» (див. розділ 5); необхідні ресурси встановлені і застосовуються згідно з «Управлінням ресурсами» (див. розділ 6); процеси встановлені і застосовуються відповідно до «Випуску продукції» (див. розділ 7); результати вимірюються, аналізуються й удосконалюються за допомогою «Вимірювання, аналізу та поліпшення» (див. розділ 8). «Аналіз з боку керівництва» (див. підрозділ 5.6) потім забезпечує зворотний зв'язок «Відповідальності керівництва» для санкціонування змін та ініціювання поліпшень.

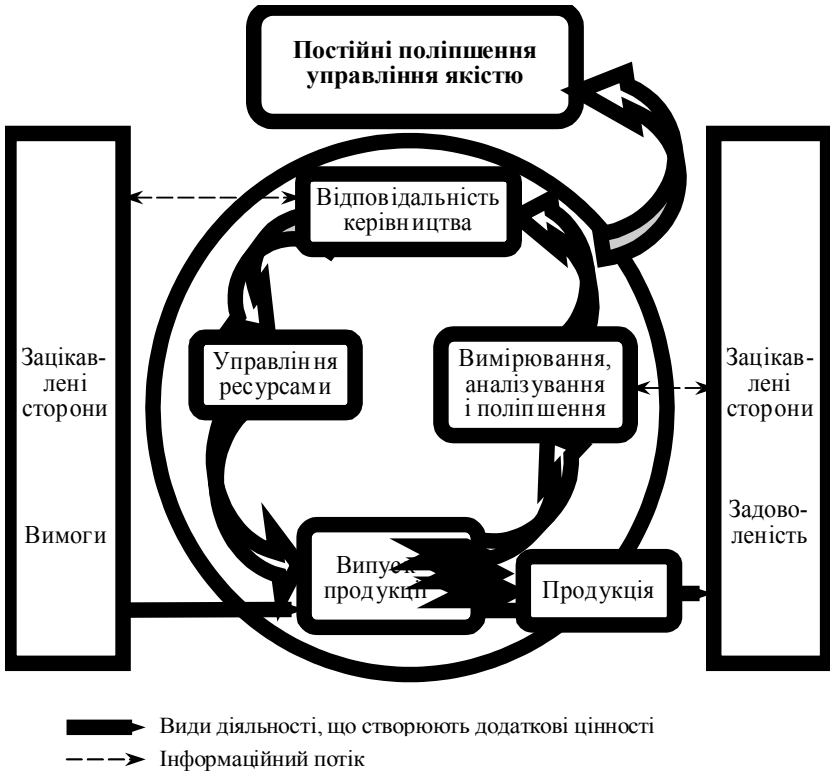


Рис. 12.5. Модель системи управління якістю, в основу якої покладено процес

Модель ґрунтується на тому факті, що споживачі й інші зацікавлені сторони відіграють істотну роль у ході процесу визначення вимог до входу. Потім процес управління здійснюється щодо всіх процесів, необхідних для випуску потрібної продукції, а вихідні дані процесу перевіряються. Виміри задоволеності споживачів та інших відповідних зацікавлених сторін застосовуються як зворотний зв'язок для оцінки, чи були виконані вимоги споживачів.

ISO 9004 : 2000 був розроблений з метою досягнення сумісності з іншими міжнародновизнаними стандартами на системи управління. У ньому використовуються загальні принципи системи керівництва, сумісні з такими стандартами, як ДСТУ ISO 14001-97 «Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх

застосування». Загальні питання в цих двох серіях стандартів дозволяють організаціям вирішувати однаково, у цілому або окремо, без зайвого дублювання або внесення суперечливих вимог.

Даний стандарт не торкається аспектів управління системами загального керівництва, таким, як загальне управління охороною довкілля, професійні захворювання і загальне управління безпекою, або загальне фінансове управління. Однак він не виключає загальних вимог різних систем управління і дійсний міжнародний стандарт не перешкоджає організації в розробці інтеграції подібних питань системи загального управління.

Вимоги до системи управління якістю, що встановлені в цьому стандарті, не передбачають незалежності від існуючих вимог до систем загального управління. У ряді випадків можлива відповідність зазначеним вимогам шляхом адаптації документації існуючої системи загального управління. Однак застосування різних аспектів у системі загального управління може мінятися завдяки унікальним цілям і позиціям зацікавлених сторін.

Вимоги до системи управління якістю. Організація повинна визначити і керувати процесами, необхідними для гарантування відповідності продукції вимогам споживача. З метою впровадження і демонстрації визначених процесів організація повинна створити систему управління якістю, що містить вимоги дійсного стандарту. Система має бути розроблена, упроваджена, підтримуватися в робочому стані й удосконалюватися організацією.

Організація повинна розробити процедури системи управління якістю, що описують процеси, необхідні для її впровадження.

Масштаб і глибина процедур системи мають залежати від таких факторів, як розмір і вид організації; складність і рівень взаємодії процесів; методи, що застосовуються; навички і підготовка персоналу, що здійснює роботу. Процедури системи управління якістю повинні включати: процедури рівнів системи, що описують діяльність для впровадження системи; процедури, що описують послідовність і характер взаємодії процесів, необхідних для гарантування відповідності продукції; інструкції, що описують робочу практику і управління діяльністю процесів.

Стислий опис тільки чотирьох загальних вимог до системи управління якістю, що вказана на рис. 12.5, включає:

1. *Відповідальність керівництва.* Вище керівництво організації повинне продемонструвати свої зобов'язання з: створення і підтримки усвідомлення важливості виконання вимог споживача; розробки політики і цілей у галузі якості та планування; розробки системи управління якістю; проведення аналізу з боку керівництва; забезпечення наявності ресурсів.

Особливістю цієї вимоги є те, що в порівнянні з версією 1994 р. воно значно розширилося по своєму функціональному призначенню і містить у собі питання планування якості, саму систему управління якістю, посібник з якості, управління документацією й ін. Таким чином, простежується чітка орієнтація на інтеграцію вимог, які раніше існували з розширеними вимогами сучасного життя, що, безумовно, значно підвищує статус відповідальності керівництва.

2. *Управління ресурсами.* Це відносно нова вимога. Організація повинна визначити ресурси і вчасно забезпечити засобами, необхідними для розробки і підтримки в робочому стані системи управління якістю.

У явному виді повинні бути виражені вимоги до інформації, інфраструктури і виробничого середовища. Це дозволяє, зокрема, говорити і про такі показники якості, як умови гігієни, виробничої етики, використовуваних методів роботи й ін.

3. *Випуск продукції.* Процеси, що необхідні для випуску потрібної продукції, їхня послідовність і взаємодія повинні бути визначені, сплановані та впроваджені. При визначенні таких процесів організація повинна розглянути питання вихідних даних планування якості.

Організація має забезпечити функціонування цих процесів у керованих умовах і випуск продукції, що відповідає вимогам споживачів. Організація повинна установити, як кожен процес впливає на здатність виконання вимог до продукції, а також: розробити методи і процедури, що відносяться до цих процесів, настільки вичерпно, наскільки це необхідно для досягнення погодженості функціонування; установити і впровадити критерії і методи управління процесами настільки вичерпно, наскільки це необхідно для досягнення відповідності продукції вимогам споживачів; перевіряти можливість функціонування процесів з метою досягнення відповідності продукції вимогам споживачів; визначати і реалізовувати заходи для виміру, контролювання і наступних дій з метою гарантування, що процеси продовжують

функціонувати з метою досягнення запланованих результатів і вихідних даних; забезпечити готовність інформації і даних, що необхідні для підтримки ефективного функціонування і контролювання процесів; підтримувати в робочому стані, поряд з даними про якість, результати вимірів управління процесами для забезпечення доказами ефективного функціонування і контролювання процесів.

Відносною новиною в цій вимозі є впровадження заходів для спілкування зі споживачами, виділення стадій процесу проектування продукції, визначення і використання критеріїв приймання продукції або посилення на них, оцінювання можливостей виконання вимог до якості й ін. Вперше особлива увага приділяється власності споживача, що перебуває під наглядом організації або використовується нею. Будь-яка властність споживача (у тому числі й інтелектуальна), загублена, ушкоджена чи визнана з інших причин непридатною для використання, повинна бути зареєстрована, а споживач має бути про це сповіщений.

4. *Вимірювання, аналізування та поліпшення.* Організація повинна визначити, спланувати і впровадити процеси виміру, моніторингу, аналізу й удосконалювання з метою гарантування відповідності системи управління якістю, процесів, продукції визначеним вимогам. Мають бути визначені тип, місце, терміни і частота вимірів, а також вимоги до реєстрації даних. Необхідно періодично оцінювати ефективність упроваджених вимірів. Організація повинна визначити і використовувати відповідні статистичні засоби.

Результати аналізу даних і діяльності з удосконалювання повинні служити вхідними даними для процесу аналізу з боку керівництва.

Вперше в явній формі розглядається моніторинг роботи системи, процесів, продукції, відзначається необхідність визначення методів і критеріїв збору і використання інформації про задоволеність і (або) незадоволеності споживачів, аналіз удосконалювання системи пов'язаний із визначенням її ефективності й ін.

Організаційна структура системи якості встановлюється в межах організаційної структури управління підприємством і являє собою розподіл прав, обов'язків і функцій загального управління якістю та поліпшенням якості продукції. Відповідальність за види та результати діяльності, які впливають

на якість, мають фіксуватися документально: у посадових інструкціях та положеннях про підрозділи; у документах, що встановлюють порядок виконання функцій та робіт з якості.

Структуру системи якості можна подати пірамідою документації (рис. 12.6), яка охоплює сфери діяльності: організаційна робота, проектування, технічна документація, матеріально-технічне забезпечення, виготовлення (виробництво), випробування та приймання продукції, нагляд, збереження, транспортування тощо.

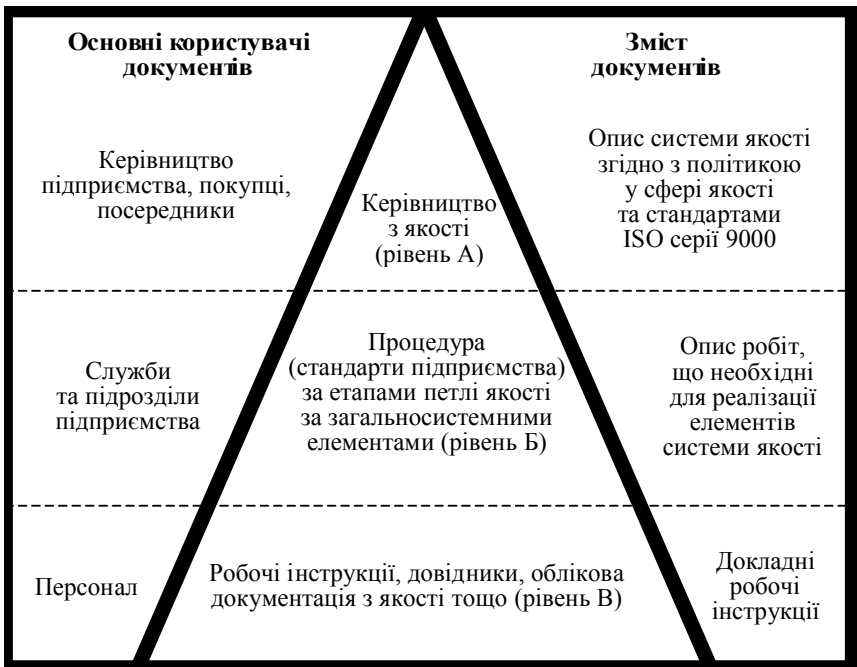


Рис. 12.6. Ієрархія нормативно-організаційної документації системи якості

Загальне управління якістю. Задовольняючи свої зростаючі потреби, сучасний споживач постійно підвищує вимоги до якості продукції. Рішення та дії споживача характеризуються такими особливостями: порівняно з ціною перевага віддається якості товару; рекламація кожного дефекту; вимогливість до постійного поліпшення якості; відмова від контролю продукції на виході; вимога забезпечення якості продукції у процесі її виготовлення;

чуйність сприйняття зміни в технологічному процесі у виробника; активна кооперація з виробником для забезпечення необхідної якості продукції; віддавання стійкої переваги певній продукції, якщо забезпечена її якість.

Тому останнім часом набула поширення система TQM (Total Quality Management) — загального управління якістю (ще має назву «менеджмент якості»). Вона має за мету досягнення вищої якості продукції та послуг (рис. 12.7), орієнтує всі підрозділи підприємства на якість за кінцевою метою — задоволення очікувань покупців (споживачів).

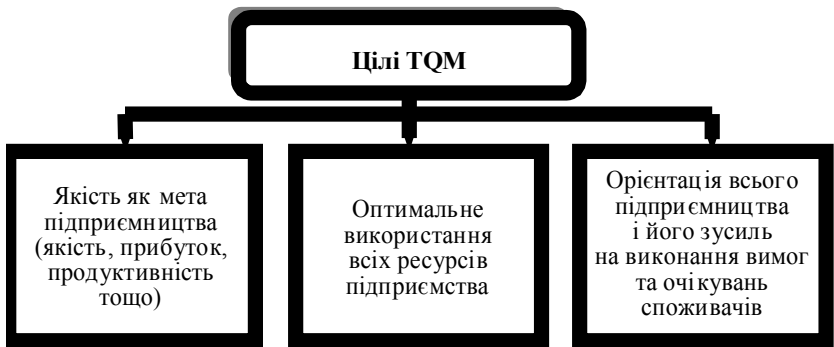


Рис. 12.7. Цілі ідеології загального управління якістю

TQM розглядається як технологія управління процесом підвищення якості і складається з трьох підсистем: 1) основна система охоплює засоби і методи, що застосовуються для аналізу та досліджень; 2) система технічного забезпечення передбачає програми та прийоми, які дають змогу навчити персонал володінню цими засобами та правильному їх застосуванню; 3) система безперервного розвитку самих принципів та змісту TQM. Концепція TQM призначена тільки для внутрішніх потреб виробника і ґрунтується на 14 принципах, кожний з яких має пакет вимог та підходів (рис. 12.8).

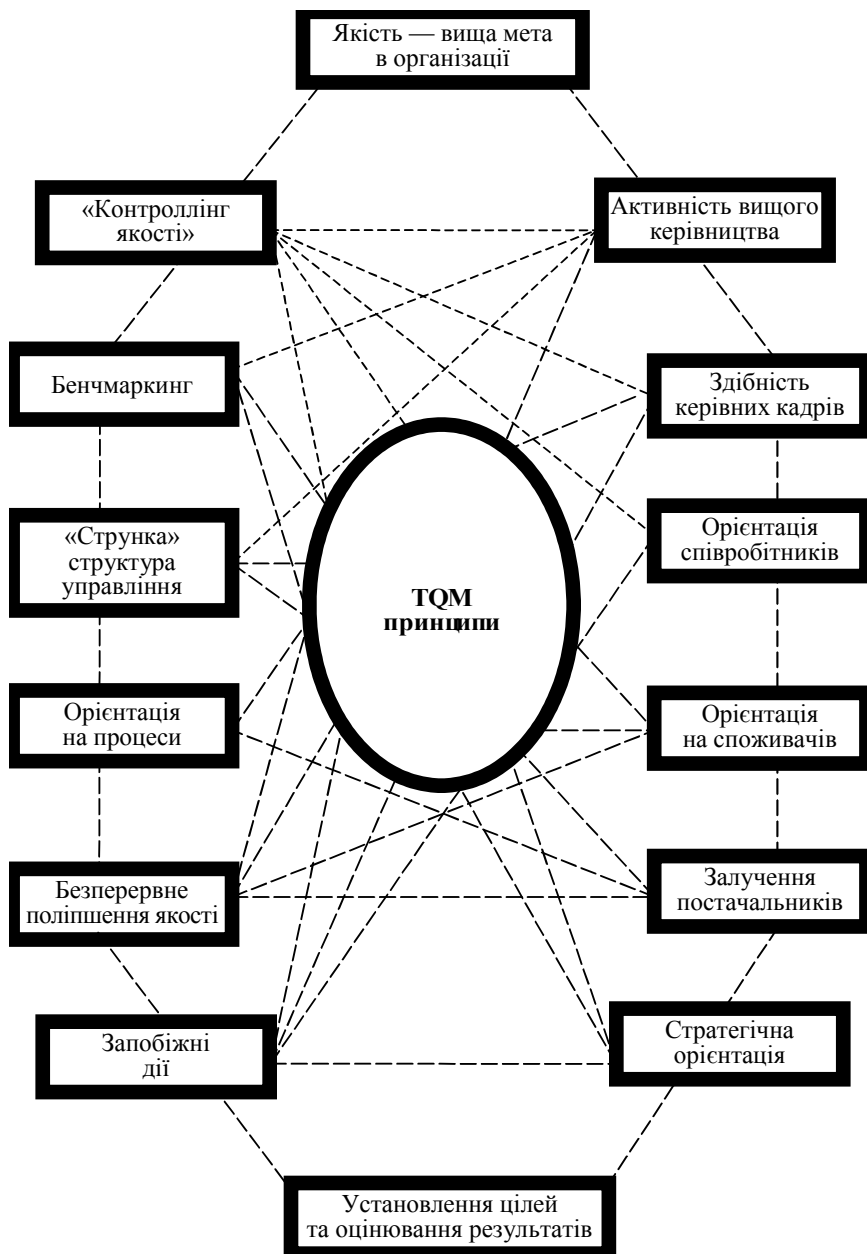


Рис. 12.8. Основні принципи TQM

Досягнення більш високого рівня якості продукції та послуг передбачається японською концепцією (рис. 12.9), яка має чотири рівня якості.

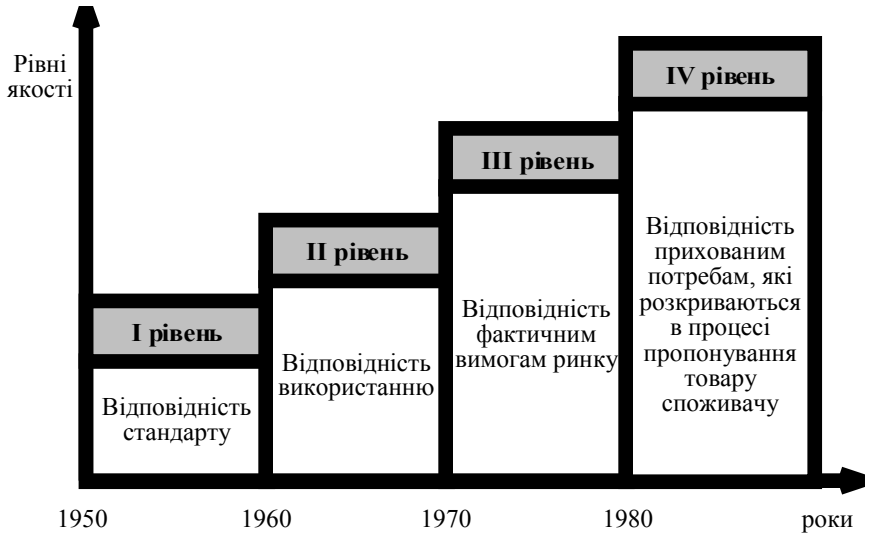


Рис. 12.9. Зміни рівнів якості

Задоволення постійно зростаючих вимог споживачів до якості продукції є головним завданням, справою і обов'язком усього персоналу від прибиральника до керівника підприємства. Тому поведінка персоналу на підприємстві, яке бажає успішно працювати на ринку товарів і послуг, має бути підпорядкована жорсткому виконанню основних правил: ставитися до споживача як до найважливішого учасника виробничого процесу; у межах системи управління підприємством розробляти і виконувати довгострокові програми з поліпшення всієї роботи над якістю; на кожному робочому місці працювати за девізом: «Досконалості немає меж»; своєчасно запобігати проблемам, що економічно доцільніше, ніж реагувати на них, коли вони виникають, та ліквідувати їх наслідки; зацікавленість і особиста участь керівництва в роботі над якістю; неухильне виконання стандарту роботи «нуль помилок»; втягування в процес поліпшення якості всіх робітників як у колективній, так і в

індивідуальній формах; основну увагу приділяти вдосконалюванню процесів, а не людей.

На рис. 12.10 наведено взаємозв'язок складових TQM, які дають широке уявлення про якість.

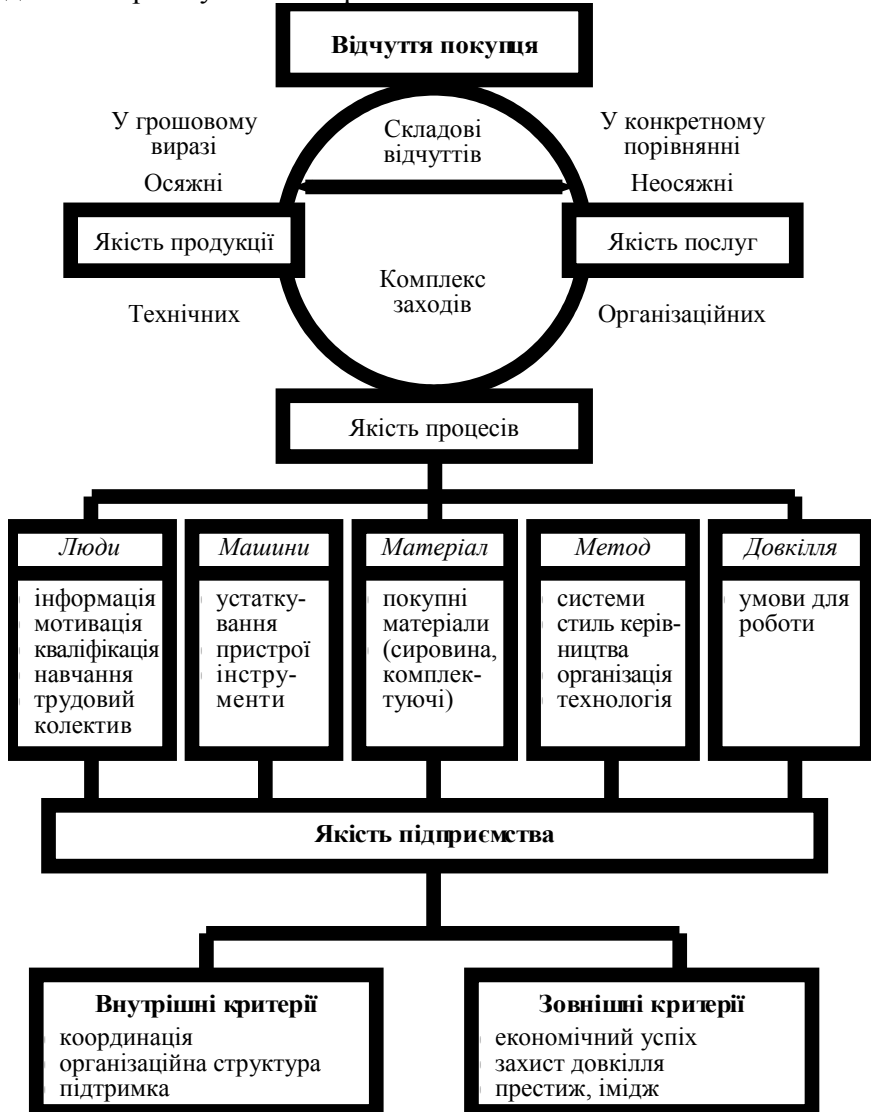


Рис. 12.10. Система загального управління якістю

Концепція TQM та концепція ISO взаємодоповнюють одна одну. При цьому стандарти ISO встановлюють певний мінімум вимог, що мають бути виконані у відносинах між виробником та споживачем продукції.

12.4. КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Сутність та система показників конкурентоспроможності. Маркетинговий аналіз спрямований на виявлення параметрів товарів, які становлять для покупців істотний інтерес. Такі параметри віддзеркалюють якість і корисність товару з урахуванням, з одного боку, соціальних, функціональних, ергономічних, естетичних, екологічних та інших споживчих властивостей, а з іншого — витрат на його придбання та експлуатацію. Іншими словами, якісні та вартісні особливості товару, які враховуються покупцями, зумовлюють його конкурентоспроможність.

Конкурентоспроможність — це комплексна багатоаспектна характеристика товару, що визначає його переваги на ринку порівняно з аналогічними товарами — конкурентами як за ступенем відповідності конкретній потребі, так і за витратами на їх задоволення.

Конкурентоспроможність повніше розкривається через систему якісних та економічних показників.

• *Якісні показники конкурентоспроможності* характеризують властивості товару, завдяки яким він задовольняє конкретну потребу. Вони розподіляються на класифікаційні й оцінювальні.

Класифікаційні характеризують належність товару до певної групи і визначають призначення, галузь застосування та умови використання даного товару.

Оцінювальні кількісно характеризують ті властивості, які створюють якість товарів. Використовуються для нормування вимог до якості і порівняння різних зразків товарів, віднесених до одного класу за класифікаційними показниками.

Оцінювальні показники поділяються на: 1) *регламентуючі (нормативні)*, які характеризують патентну чистоту товарів, вимоги їх сертифікації, відповідність міжнародним, національним і регіональним стандартам якості, екологічності, уніфікації, безпеки, захисту здоров'я, а також законодавству;

2) *порівняльні*, що характеризують функціональні особливості, надійність у споживанні, ергономічні й естетичні.

• *Економічні показники конкурентоспроможності* характеризують сумарні витрати споживачів на задоволення їх потреб даним товаром. Вони складаються з витрат на придбання (ціна продажу) і витрат, пов'язаних з експлуатацією виробу: ремонт, технологічне обслуговування, запасні частини, енергоспоживання. У цілому загальна сума цих витрат виступає для споживача як ціна задоволення потреби (ціна споживання).

Рівень *ціни споживання* для покупця є складовою конкурентоспроможності товару і залежить насамперед від споживчих властивостей конкретного виробу.

За методикою проектування виробів починається з прогнозу його конкурентоспроможності. Загальні правила оцінювання конкурентоспроможності продукції такі (рис. 12.11): вибір і аналіз ринку для реалізації товару; вивчення конкурентів з виробництва і реалізації аналогічного товару; вибір та обґрунтування найбільш конкурентоспроможного товару-аналога як бази порівняння; визначення необхідних груп параметрів, що підлягають оцінюванню; установлення набору одиничних показників за відповідними групами параметрів; вибір методик розрахунку, визначення та аналіз зведених показників за товарними групами; розрахунок інтегрального показника конкурентоспроможності товару, що проектується; розроблення заходів з підвищення конкурентоспроможності продукції та її оптимізація з урахуванням витрат.

Прогнозування конкурентоспроможності починається з двох груп показників: якісних та економічних, при цьому враховуються тільки ті, що становлять інтерес для споживачів.

Регламентовані (нормативні) показники мають два параметричних значення у вигляді індексів: при відповідності нормі $I = 1$, якщо не відповідає — $I = 0$.

Груповий індекс за сукупністю регламентованих показників має такий вигляд:

$$I_{p,n} = \prod_{i=1}^n q_{pi},$$

де $I_{p,n}$ — груповий індекс за регламентованими показниками;

q_{pi} — одиничний показник за i -м регламентованим показником;

n — кількість регламентованих показників, що підлягають оцінюванню.

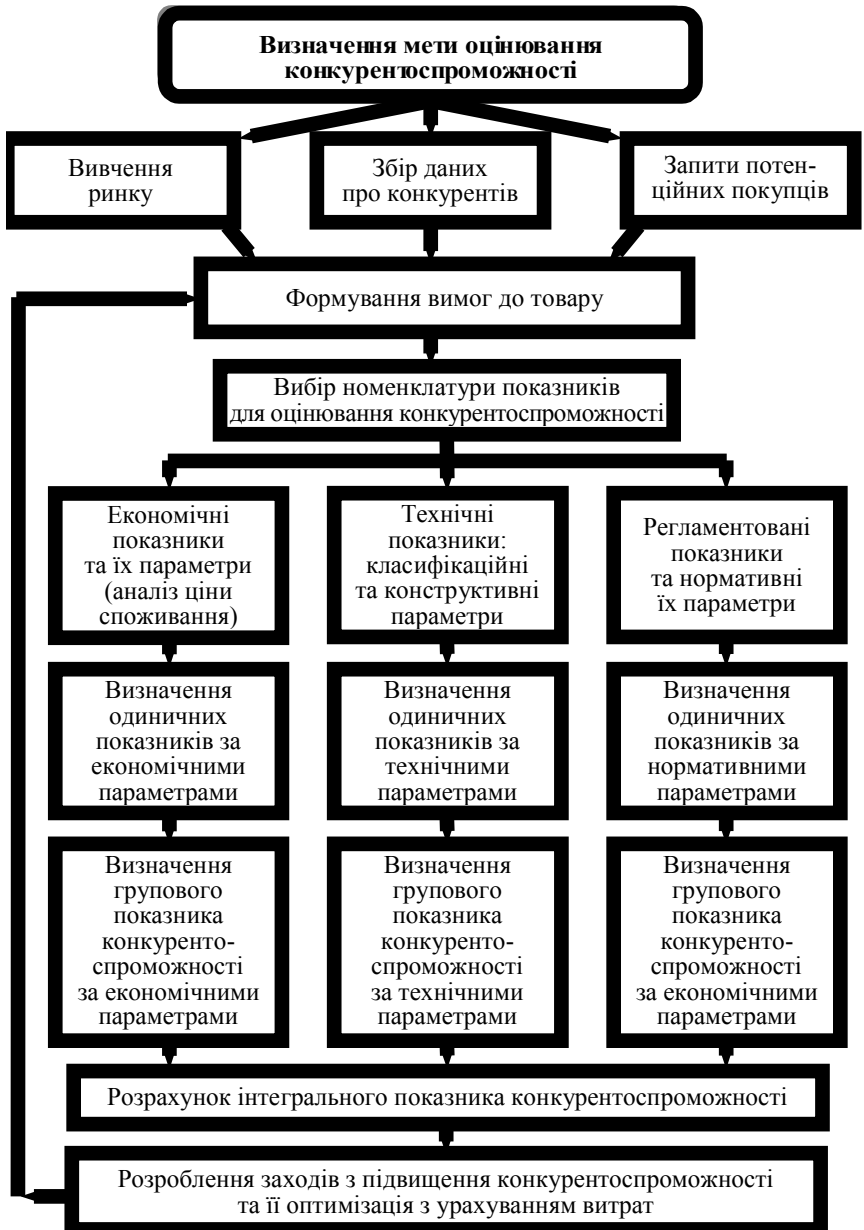


Рис. 12.11. Загальна схема оцінювання та підвищення конкурентоспроможності товару

Одиничний параметричний показник визначається за формулою:

$$q_i = \frac{P_i}{P_i^{100}},$$

де q_i — одиничний параметричний показник за i -м параметром;
 P_i — величина i -го параметра для виробу, що аналізується;
 P_i^{100} — величина i -го параметра, за якої потреба задовольняється повністю.

Для отримання групового показника, що характеризує відповідність виробу потребі за якісними (технічними) параметрами, необхідно одиничні показники об'єднати з урахуванням значущості кожного з них:

$$I_{т.п} = \sum q_i a_i,$$

де $I_{т.п}$ — груповий показник за технічними (якісними) параметрами, що зіставляються;

q_i — одиничний параметричний показник за i -м технічним (якісним) параметром;

a_i — коефіцієнт вагомості i -го технічного (якісного) показника в загальному наборі (визначається методом експертної оцінки);

n — кількість параметрів, що береться до уваги під час оцінювання.

Груповий індекс конкурентоспроможності виробу за економічними показниками являє собою суму оцінок одиничних показників, що зважені за коефіцієнтом їх часткової участі в ціні споживання базового зразка товару:

$$I_{е.п} = \sum_{i=1}^n q_i a_i,$$

де $I_{е.п}$ — груповий показник за економічними параметрами;

q_i — значення оцінки по i -м економічним параметром;

a_i — частка витрат i -го економічного параметра в ціні попиту;

n — кількість параметрів, що береться до уваги під час оцінювання.

Розрахунок комплексного показника конкурентоспроможності здійснюється на основі групових показників за регламентованими (нормативними), якісними (технічними), економічними показниками:

$$K_{к.с} = I_{р.п} \frac{I_{т.п}}{I_{е.п}},$$

де $K_{к.с}$ — комплексний показник конкурентоспроможності товару, що аналізується відносно базового зразка;

$I_{р.п}$, $I_{т.п}$, $I_{е.п}$ — групові індекси конкурентоспроможності за регламентованими (нормативними), технічними (якісними) та економічними показниками.

На основі комплексного показника формується висновок про конкурентоспроможність товару, що оцінюється. У разі $K_{к.с} < 1$ виріб, який аналізується, поступається базовому зразку за конкурентоспроможністю, при $K_{к.с} > 1$ — перевищує зразок. За умови рівної конкурентоспроможності $K_{к.с} = 1$. Однак слід мати на увазі, що при зростанні $I_{т.п}$ (тобто поліпшенні споживчих показників товару, що аналізується) показник $K_{к.с}$ збільшується, характеризуючи зростання конкурентоспроможності. При зростанні $I_{е.п}$ (ціни споживання товару, що аналізується, порівняно з базовим зразком) показник $K_{к.с}$ зменшується, відображаючи зниження конкурентоспроможності.

На підставі сформульованого висновку приймається рішення про проектування та виробництво такого виробу чи зняття виробу з виробництва, модернізацію його або переведення на інший ринок.

Під час проектування важливо забезпечити випереджаючу і довготривалу конкурентоспроможність нових виробів, щоб утримати їх на певному ринку товарів. При цьому більшу увагу слід приділяти не стільки поліпшенню технічних параметрів, скільки зниженню ціни споживання.

Крім наведеного вище методу визначення конкурентоспроможності, на практиці застосовують ще кілька методів оцінювання:

• *Апроксимаційна модель*, яка використовується лише у випадках, коли між показниками є кореляційна залежність, тобто значення коефіцієнта кореляції має бути більше $-0,5$ або менше $-0,5$. На полі кореляції показників аналогів зразків, що оцінюються, проводиться апроксимаційна лінія, а через точки максимально віддалені від неї проводяться паралельні лінії. Між цими лініями розташовується зона відповідності. Процедури кореляції та апроксимації виконуються на ЕОМ. Недоліком цього методу вважається те, що показники не поділяються на ефект та витрати і не ранжуються.

• *Метод аналітичних залежностей абсолютних показників* полягає в тому, що встановлюється номенклатура показників зразків виробів; формуються групи аналогів шляхом виключення зразків, які відрізняються від інших більш ніж на -10% ; виокремлюється базовий зразок за інтегральним показником (відношення ефекту від застосування продукції споживачем до витрат на досягнення цього ефекту); розраховується рівень конкурентоспроможності на основі співвідношення інтегральних показників оцінюваних зразків та базового ($K = I : I_0$).

• *Метод комплексних відносних показників* використовується, коли від застосування продукції немає вираженого ефекту, тоді до уваги беруться відносні показники (одиначні: бажані і небажані та комплексні). Комплексний відносний показник ($K_{\text{вд}}$) показує, наскільки оцінювана продукція краще або гірше базового зразка:

$$K_{\text{вд}} = \sum_{i=1}^n q_i a_i = E_0.$$

• *Метод «ідеальної моделі»* використовується для розрахунку конкурентоспроможності принципово нової моделі виробу. Група експертів з дослідників, проектувальників, маркетологів визначає за бальною системою набір кількісних і якісних показників, які характеризують споживчі властивості «ідеального виробу» шляхом відповіді на поставлені ними самими питання: відповідність певного показника світовому рівню, ступінь задоволення потенційного споживача кожним показником, наскільки важливі певні показники з точки зору науково-технічного прогресу та для потенційних споживачів.

• *Індекс якості* являє собою показник різноманітної продукції, рівний середньозваженому значенню відносних показників якості різноманітних видів продукції. Використовується для визначення конкурентоспроможності підприємства в цілому та порівняння за цим показником фірм, що входять до компанії. Індекс якості дає змогу оцінювати динаміку конкурентоспроможності підприємства протягом певного часу.

$$I_{\text{я}} = \sum_{p=1}^{\text{НК}} K_{p,\text{вд}} m_p,$$

де $K_{p,\text{вд}}$ — відносний показник якості p -го виду продукції;

m_p — коефіцієнт вагомості (частка обсягу p -го виду продукції в загальному обсязі продукції підприємства);

нк — номенклатура видів продукції, що оцінюється.

Відносний показник якості може розраховуватися як відношення головних показників продукції в оцінюваний і базові періоди $K_{p,вд} = \frac{K_p}{K_б}$ або відношення рівнів конкурентоспроможності продукції.

Коефіцієнт вагомості показника

$$m_p = \frac{M_p}{\sum_{p=1}^{нк} M_p}.$$

Обсяг виробництва продукції M подається у вартісних одиницях. Це може бути собівартість C одиниці продукції на обсяг готової продукції $N_{нк}$: $M = C \cdot N_{нк}$, або ціна Π одиниці продукції на обсяг реалізованої продукції $N_{нк}$: $M = \Pi \cdot N_{нк}$. Якщо відносний показник розраховується за рівнем конкурентоспроможності, обсяг виробництва визначається в натуральних одиницях:

$$M = N_{нк}.$$

12.5. МІЖНАРОДНІ СИСТЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ

Успіх реалізації продукції на внутрішньому й особливо на зарубіжному ринках можливий за умови, що вона відповідає вимогам норм, правил та законів, що діють у даній країні. Дозвіл на продаж товару регулюється законодавчо шляхом проведення процедури сертифікації відповідності і надання виробнику відповідного документа.

Сертифікація — процедура, шляхом якої третя сторона дає гарантію, що продукція, процес або послуга відповідають вимогам, які встановлені стандартами або іншою нормативною документацією.

Таку гарантію видає *третя сторона* — орган сертифікації (першою *стороною* вважається виробник або постачальник, продавець, другою *стороною* — споживач або замовник).

Основні положення сертифікації регламентовані ДСТУ 3410-96. Сертифікація передбачає: а) сертифікацію продукції (процесів, послуг), включаючи імпорту; б) атестацію виробництв; в) сертифікацію систем якості; г) акредитацію випробувальних лабораторій, органів із сертифікації продукції, органів з

сертифікації систем якості та аудиторів; д) реєстрацію в Реєстрі об'єктів сертифікації та інформацію про них у виданнях; е) технічний нагляд за виконанням вимог до об'єктів.

Систему сертифікації — УкрСЕПРО, що створена і функціонує в Україні, очолює *Національний орган із сертифікації*

Держстандарт України. Він акредитує (підтверджує правомочність) випробувальних лабораторій, органів із сертифікації та атестує аудиторів. Органи із сертифікації поділяються на *галузеві та територіальні (центри стандартизації, метрології та сертифікації)*, і спеціалізуються на конкретних видах продукції, послуг та сертифікації систем якості.

Випробувальні лабораторії, аудитори мають також певну спеціалізацію на конкретних видах продукції або процесах. Сертифікація здійснюється за певними умовами, що передбачені схемами (моделями), які наведені в табл. 12.2.

Таблиця 12.2

**СХЕМИ (МОДЕЛІ) СЕРТИФІКАЦІЇ,
ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В УкрСЕПРО**

Масштаб виробництва	Сертифікаційні роботи				Документація
	Сертифікаційні випробування	Атестація виробництва	Сертифікація СЯ	Технічний нагляд	
Одиничні вироби	Кожного виробу	—	—	—	Знак відповідності Сертифікат відповідності
Партії виробів	Вибіркові з партії	—	—	—	— ” — Для кожного виробу партії
Масове виробництво					
1 модель	Вибіркові з потоку	—	—	Проводиться за повною програмою	— ” — Для кожного виробу потоку

Масштаб виробництва	Сертифікаційні роботи				Документація
	Сертифікаційні випробування	Атестація виробництва	Сертифікація СЯ	Технічний нагляд	
Одиничні вироби	Кожного виробу	—	—	—	Знак відповідності Сертифікат відповідності
2 модель	— ” —	Проводиться	—	Проводиться за скороченою програмою	— ” — Атестат виробництва
3 модель	— ” —	—	Проводиться	Проводиться за повною програмою	— ” — Сертифікат СЯ

Вибираючи схеми (моделі), керуються такими правилами:

1. *Сертифікат (знак) відповідності* на одиничний виріб видається на підставі позитивних результатів випробувань цього виробу у випробувальній лабораторії, що акредитувалася.

2. *Сертифікат (знак) відповідності* на разову партію виробів видається на основі вибіркового випробування кожного виробу партії.

3. Якщо продукція випускається серійно або масово, підприємству видається *ліцензія* на право застосування сертифіката або знака відповідності для кожного виробу на термін дії сертифікації за умови періодичних іспитів зразків продукції, перевірок або атестації сертифікації системи якості та регулярного технічного нагляду.

Сертифікація поділяється на *обов'язкову* та *добровільну*. *Обов'язкова сертифікація* здійснюється винятково в системі УкрСЕПРО й передбачає перевірку продукції, яка затверджується Держстандартом, на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів: безпека, екологічність, відповідність (взаємозамінність).

Добровільна сертифікація за ініціативою виготовлювача продукції передбачає перевірку продукції на відповідність вимогам, не віднесеним до обов'язкових за будь-яким іншим показником. Добровільну сертифікацію можуть проводити недержавні організації, які зареєструвалися в Реєстрі УкрСЕПРО (наприклад, Українська асоціація якості).

Існує процедура визнання сертифікації інших країн, регіональної та міжнародної, якщо відповідні нормативні документи використовуються в Україні як національні.

У першому випадку сертифікація імпортованої продукції проводиться за правилами УкрСЕПРО, у другому — орган із сертифікації видає імпортеру *свідоцтво про визнання іноземного (регіонального, міжнародного) сертифіката (знака відповідності)*.

До складної продукції, призначеної для компетентного споживання (устаткування, прилади виробничо-технічного, наукового призначення), додаються *сертифікати відповідності*.

Підприємства серійного та масового виробництва укладають з органом сертифікації *ліцензії, угоди*, що містять взаємні зобов'язання сторін на термін дії сертифікації. *Ліцензійна угода* — юридичний документ, який посвідчує, що акредитованому органу передається право на проведення робіт із сертифікації продукції, систем якості, атестації виробництва і наступного технічного нагляду. Термін дії ліцензійної угоди — до трьох років. Його чинність може бути зупинена або анульована достроково: за ініціативою підприємства; за приписом технагляду в разі виявлення невідповідностей; за наявності обґрунтованих претензій споживачів до якості продукції.

Чинність ліцензійної угоди відновлюється після усунення недоліків. У протилежному випадку вона анулюється. По закінченні терміну дії угоди роботи із сертифікації повторюються за повною або скороченою програмою.

Апеляційна комісія Держстандарту вирішує всі суперечності між підприємством та органом сертифікації.

Роботи, пов'язані із сертифікацією, незалежно від їх результату оплачує підприємство.

Сертифікація продукції. Порядок проведення сертифікації продукції такий: подання підприємством (*заявником*) заявки; відбір та направлення у випробувальну лабораторію зразків продукції; аналіз заявки і результатів випробувань та прийняття рішення про можливість сертифікації продукції з визначенням схеми (моделі) сертифікації; отримання сертифіката на одиничний виріб, партію (або дозволу на маркування продукції знаком відповідності), свідоцтва про визнання іноземної сертифікації; реєстрація продукції, яка сертифікувалася в Реєстрі УкрСЕПРО та інформації про неї в документах Держстандарту; укладення ліцензійної угоди на термін дії сертифікації серійної та масової продукції, технічний нагляд.

Реєстр УкрСЕПРО — документ, що містить відомості про сертифіковану продукцію (процеси, послуги), системи якості, атестовані виробництва, акредитовані органи сертифікації, випробувальні лабораторії, атестування аудиторів системи УкрСЕПРО.

Під час проведення сертифікації продукції має забезпечуватись конфіденційність інформації про результати сертифікації, яка є *комерційною таємницею*.

Протягом терміну дії сертифіката орган сертифікації здійснює технічний нагляд за відповідністю продукції (процесів, послуг), що сертифікувалася, виробництва та системи якості вимогам, які встановлені відповідними стандартами. За результатами нагляду чинність сертифіката може бути зупинена або припинена достроково в разі: виявлення невідповідності продукції вимогам нормативних документів; наявності обґрунтованих претензій споживачів до якості продукції; неправильного використання сертифіката.

Як проста, так і складна продукція, що призначена для некомпетентного споживача (наприклад, побутова радіоелектронна техніка), маркується національним знаком відповідності.

Знак відповідності в круглій рамці означає, що сертифікація проведена на продукцію, без рамки — за деякими вимогами нормативних документів, у квадратній рамці — крім того, за іншими вимогами. Поруч зі знаком указуються код та інформація про показники, відповідність яких установленим вимогам гарантується.

Атестація виробництв. З метою оцінки технічних можливостей підприємства-виробника забезпечити стабільний випуск продукції, що сертифікувалася, за ініціативою підприєм-

ства проводиться *атестація виробництва* — офіційне підтвердження органом із сертифікації наявності необхідних умов виробництва продукції або виконання послуг, що сертифікувалися. Атестація проводиться за другою моделлю сертифікації продукції.

Основні етапи атестації виробництва: подання заявки; попередня оцінка; затвердження програми та методики атестації; перевірка виробництва та атестація його технічних можливостей; технічний нагляд за виробництвом, що атестувалося.

До заявки додається комплект документів, а також *Інструкція з атестації технічних можливостей* (ІАТМ), яка містить: *відомості про процеси, устаткування та обладнання, що використовуються при виготовленні продукції; блок-схему процесу виробництва з переліком та стислим описом усіх операцій виготовлення продукції від надходження матеріалів, комплектуючих виробів на підприємство до відвантаження готової продукції; програму та методику випробувань для атестації технічних можливостей виробництва та їх межі: межі зміни показника (номінальні та граничні значення); характеристику процесу виготовлення (умови, при дотриманні яких забезпечується бездефектний випуск або випуск з установленим граничним рівнем дефектності продукції за даним показником); характеристику контролю (суцільний, вибірковий), застосування якого забезпечить допустиме відхилення показника; позначку про атестацію технічних можливостей виробництва.*

Атестація технічних можливостей виробництва здійснюється за головними етапами технологічного процесу.

Перевірка виконується згідно з затвердженою програмою та методикою атестації. У перевірці беруть участь члени комісії, фахівці та керівники підприємства, основним завданням яких є перевірка відповідності інформації, наведеної у вхідних матеріалах, фактичному стану безпосередньо на підприємстві та проведення необхідних випробувань для атестації технічних можливостей виробництва.

За результатами перевірки складається *звіт*, що містить відомості про відповідність або невідповідність виробництва, які заявлені раніше, його технічним можливостям. У випадку позитивного результату перевірки підприємству видається атестат виробництва та укладається ліцензійна угода.

Сертифікація систем якості. За ініціативою виготовлювача продукції акредитовані органи сертифікації здійснюють *сертифікацію систем якості* за третьою моделлю сертифікації. Метою сертифікації є засвідчення відповідності систем якості вимогам стандартів ДСТУ ISO 9000 та забезпечення впевненості в тому, що виробник може постійно випускати сертифіковану продукцію конкретного виду. Продукція незадовільної якості вчасно виявляється, а виробник уживає заходи, щоб запобігти виготовленню такої продукції.

Об'єктами оцінювання за сертифікацією системи якості та технічного нагляду є: діяльність з управління і забезпечення якості відповідно до вимог стандартів ДСТУ ISO 9000 та іншої

документації оцінювання систем якості; стан виробництва, його спроможність забезпечити стабільну якість продукції, що підлягає сертифікації; якість продукції (на підставі аналізу інформації з різноманітних джерел).

Підприємство-виробник після подання заявки на сертифікацію заповнює *анкету-запитання*, яка містить відомості про продукцію, про стан системи якості на підприємстві (чи сформульована політика у сфері якості, чи здійснюється управління якістю, чи розподілені відповідальність і повноваження керівників та фахівців підприємства у сфері якості та ін.). Перелік вхідних матеріалів охоплює нормативну документацію на продукцію, показники, що характеризують її якість, відомості про виробництво (структурна схема підприємства, обсяг випуску продукції, що сертифікувалася, найвідповідальніші технологічні процеси та операції).

Для перевірки підприємства органом сертифікації створюється комісія, яка аналізує подані матеріали, здійснює попередню (заочну) оцінку з метою визначення доцільності продовження робіт із сертифікації системи якості. У разі необхідності комісія неофіційно відвідує підприємство або направляє запит на додаткові відомості про якість продукції з незалежних джерел (територіальних органів Держстандарту, громадських організацій та окремих споживачів).

У разі негативного рішення призначається повторна попередня перевірка. При позитивному рішенні комісія переходить до остаточної перевірки на основі розробленої *програми* (плану) та *методики* з урахуванням специфіки підприємства, що виготовляє продукцію, вимог споживачів та ін.

Під час обстеження комісія знайомиться з необхідними даними про систему якості шляхом опитувань, вивчає документи та результати спостережень на дільницях, що перевіряються. Результати обстеження реєструються в протоколах. На підставі *звіту* з висновками комісії орган сертифікації видає підприємству *сертифікат* та укладає *ліцензійну угоду*.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. У чому полягає зв'язок якості продукції з технологією її виробництва?

2. Що означають терміни «якість продукції» та «властивості продукції»?
3. Наведіть класифікацію показників якості та поясніть їх особливості.
4. Які вимірювачі застосовуються при розрахунку показників якості?
5. Чим зумовлюється вибір базових зразків продукції і яку функцію вони виконують для визначення якості товарів?
6. Що розуміють під технічним рівнем якості продукції і який порядок його розрахунку?
7. Поясніть значення термінів «стандарт» та «стандартизація». Які цілі, завдання та об'єкти має стандартизація?
8. Чому стандартизація набуває глобального характеру і особливо у сфері якості?
9. Розгляньте систему міжнародних організацій, які вивчають проблеми стандартизації.
10. Охарактеризуйте систему стандартизації в Україні.
11. Дайте визначення понять якості і технічного рівня продукції.
12. Охарактеризуйте сутність контролю якості і сферу його застосування.
13. Наведіть класифікацію видів контролю якості.
14. Перелічіть і дайте стисло характеристики засобам контролю якості, що застосовуються у виробництві.
15. Якими методами здійснюється контроль якості виробів та технологій і в чому полягає особливість їх застосування?
16. Охарактеризуйте систему міжнародних стандартів ISO серії 9000.
17. Розкрийте мету, завдання, структуру та сутність механізму «системи якості», яка має створюватися на підприємствах.
18. Поясніть, чому концепція системи якості ґрунтується на етапах життєвого циклу продукції у вигляді «петлі якості».
19. Поясніть особливості понять «формування якості», «управління якістю» та «забезпечення якості».
20. Охарактеризуйте вимоги до основних етапів життєвого циклу продукції як елементів системи якості.
21. Чому виникла концепція «загального управління якістю»? Охарактеризуйте її ідеологію, цілі та завдання.
22. На яких принципах побудована технологія підвищення якості за концепцією TQM?
23. Опишіть складові якості підприємства згідно з концепцією TQM.
24. Розкрийте сутність конкурентоспроможності та оцінки її рівня.
25. Охарактеризуйте систему показників, методи та порядок розрахунку рівня конкурентоспроможності.
26. У чому полягає мета визначення конкурентоспроможності підприємства і які існують методи її розрахунку?

27. Охарактеризуйте передумови сертифікації продукції. Якими документами вона регламентується?

28. Охарактеризуйте систему органів сертифікації в Україні.

29. Коротко опишіть порядок сертифікації продукції.

РОЗДІЛ 13

КОМПЛЕКСНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДО ВИПУСКУ НОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

13.1. СИСТЕМА СТВОРЕННЯ ТА ОСВОЄННЯ НОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Життєвий цикл виробу та інновації. Більшість товарів, які здатні задовольнити існуючі потреби багатьох покупців, є втіленням єдиного правильного рішення, що вибране з множини варіантів. Змінюваний рівень потреб у будь-яких виробах зумовлює зміни обсягів продажу й отримання прибутку у часі. З погляду попиту товари та послуги мають свій природний життєвий цикл, який складається зі стадій (фаз): упровадження, зростання, зрілості, насичення, спаду. Концепція життєвого циклу товару розглядає динаміку конкурентоспроможної присутності його на ринку. Стосовно виробництва цикл життя виробу охоплює період від зародження, початку його промислового освоєння, нарощування випуску, стабілізації, спаду випуску до повного припинення виготовлення. Таким чином, *життєвий цикл виробу* — це сукупність взаємопов'язаних процесів створення і послідовної зміни його стану від формування вихідних ринкових вимог до закінчення експлуатації або споживання.

Зростаюча конкуренція змушує підприємства проводити активну товарну політику, що враховує тенденції ринкового середовища і технологічного прогресу. Концепція життєвого циклу товарів наочно показує, що незалежно від успіху на ринку будь-який виріб через певний час неминуче йде з ринку. Підприємства у зв'язку з цим змушені постійно здійснювати інноваційну діяльність, вести комплекс робіт з підготовки та випуску нових виробів чи надання нових видів послуг.

Конкуренція змушує самостійні фірми бути зацікавленими в оновленні продукції, що зумовлює необхідність ринкового

відбору конкуруючих нововведень. Відомо, що в основу економічного життя покладені інноваційні процеси, їх утілення в нових продуктах та новій техніці. Інноваційний процес являє собою підготовку та здійснення конструктивних змін і складається з взаємопов'язаних фаз, що створюють єдине, комплексне ціле. Результатом такого процесу є зміна — інновація, яка реалізована і використана.

З нарощуванням глобалізації ринків товарів значно підвищилися вимоги до продукції, що виробляється в різних країнах, з боку споживачів та посередників, які б хотіли бути впевненими в її якості. Ймовірність того, що створена продукція відповідатиме вимогам споживача, підвищується, якщо на підприємстві діє ефективна система забезпечення якості продукції або послуг. Ці обставини зумовили включення до комерційних контрактів на постачання продукції поряд з традиційними показниками вимог до систем якості та їх перевірки в постачальника. Такий підхід змушує розглядати життєвий цикл виробу з позиції забезпечення його конкурентоспроможності на 12 етапах, починаючи з етапу маркетингу і закінчуючи утилізацією.

Життєвий цикл виробу охоплює такі етапи: 1) маркетинг, пошуки і вивчення ринку (необхідно встановити, яка продукція потрібна споживачу, якої якості та за якою ціною — МРК); 2) проектування і (або) розробка технічних вимог, розробка виробу (конструкторська підготовка виробництва — КПП, конструктор встановлює можливість виготовлення продукції, матеріали та орієнтовну ціну); 3) матеріально-технічне забезпечення (МТО); 4) підготовка та розробка виробничих процесів (технологічна підготовка виробництва — ТПВ); 5) виробництво (ВР); 6) контроль, проведення випробувань та обстеження (КВО); 7) упакування і збереження (УЗ); 8) реалізація та розподіл продукції (РРП); 9) монтаж і експлуатація (МЕ); 10) технічна допомога в обслуговуванні (ОБС); 11) сервіс після продажу (СП); 12) утилізація після використання (УТ).

Новий товар може бути нововведенням чи модифікацією існуючого, що споживач вважає значущим. Переваги нового товару визначаються унікальними властивостями, що виділяють його серед аналогічних за призначенням виробів. Унікальність властивостей товару характеризується ступенем утілення в ньому бажаних для споживача функціональних параметрів і якістю виконання. Для комерційного успіху нового товару важливо, щоб споживачі вчасно мали інформацію про його характеристики.

Для виробника має не менше значення визначити терміни початку модернізації або проектування та освоєння нових виробів.

Послідовність стадій створення й освоєння нових виробів у виробництві показано на рис. 13.1.

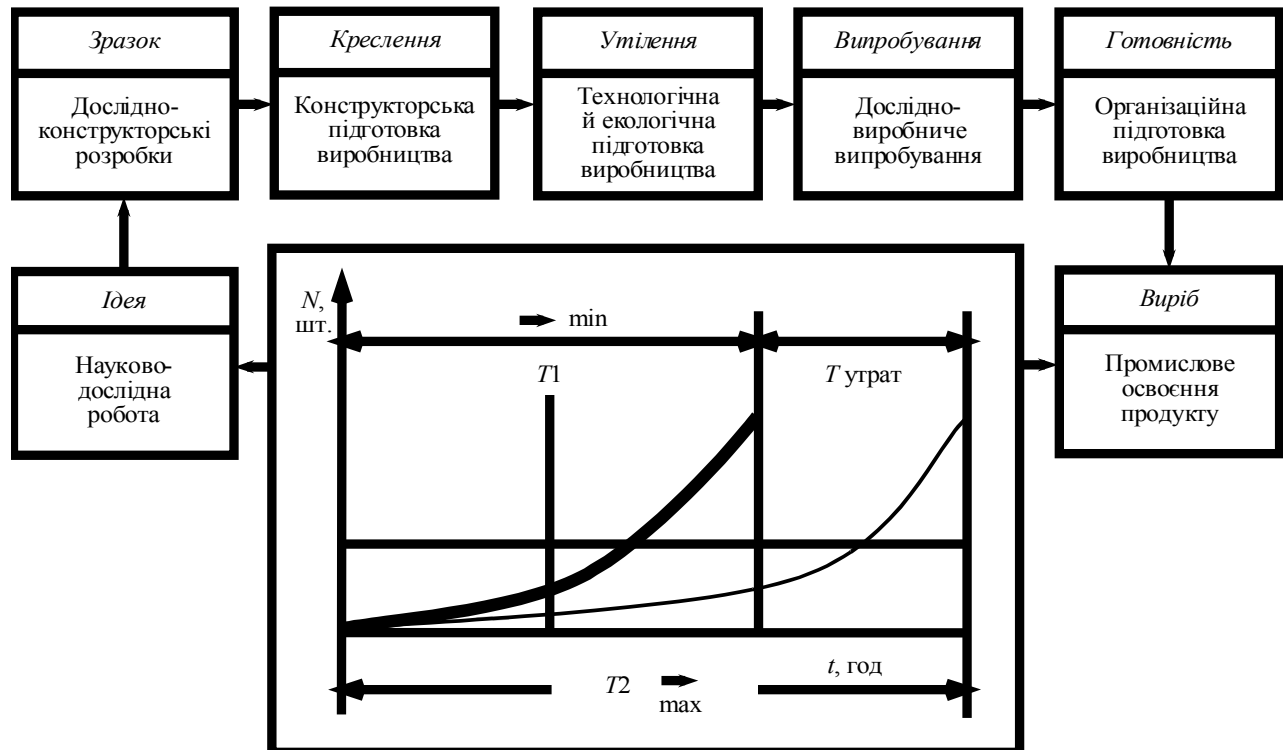


Рис. 13.1. Система створення та освоєння виробництва нового виробу (СОНВ)

Розробити і впровадити у виробництво новий виріб означає реалізувати знання, нову ідею в матеріальному продукті, який задовольняє певні потреби споживачів. Матеріалізація знань, ідей потребує значних затрат часу та витрат фінансових ресурсів. Ринкова конкуренція ініціює збільшення рівня новизни продукції та частоти зміни її моделей, що, у свою чергу, збільшує потребу в інвестиціях у проектування та виробництво. Наприклад, тільки витрати на виготовлення нового виробу в перший рік його випуску перевищують удвічі і більше витрати п'ятого року випуску.

Тому важливо забезпечити такий вибір оптимального періоду зміни моделей виробів, щоб сумарні витрати на розроблення і впровадження у виробництво, а також утрати від морального зносу були мінімальні, а рівень їх економічної ефективності був максимумом. З позиції чинника часу, життєвий цикл продукції охоплює період від початку розробки нової продукції, далішим її освоєнням, виготовленням та зняттям з виробництва.

Система комплексної підготовки виробництва. На машинобудівних підприємствах процеси створення та освоєння виробництвом нової продукції утворюють систему комплексної підготовки виробництва, як невід'ємної частини процесу виробництва. *Комплексна підготовка виробництва являє собою сукупність*

взаємопов'язаних маркетингових і наукових досліджень, технічних, технологічних і організаційних рішень, спрямованих на пошук шляхом досліджень нових можливостей задовольнити потреби споживачів у конкретних видах продукції чи наданні існуючим необхідних функціональних властивостей; створення нових, модернізацію діючих конструкцій техніки, споживчих властивостей товарів, технологічних процесів, методів організації й управління виробництвом, включаючи стадії експлуатації та утилізації цих виробів; забезпечення конкурентоспроможності нової продукції.

Комплексну підготовку виробництва слід розглядати з позиції системного підходу. Системний підхід завдяки взаємодії частин або елементів, які входять до комплексу, забезпечує посилення його функції, спрямованої на досягнення поставленої цілі й отримання ефекту. Система комплексної підготовки виробництва (рис. 13.2) охоплює певні взаємопов'язані стадії життєвого циклу нового виробу: 1) науково-дослідні роботи (НДР); 2) дослідно-конструкторські роботи (ДКР); 3) конструкторська підготовка виробництва (КПВ); 4) технологічна підготовка виробництва

(ТПВ); 5) організаційна підготовка виробництва (ОПВ); 6) освоєння нового виробу в промисловому виробництві (ОСВ).

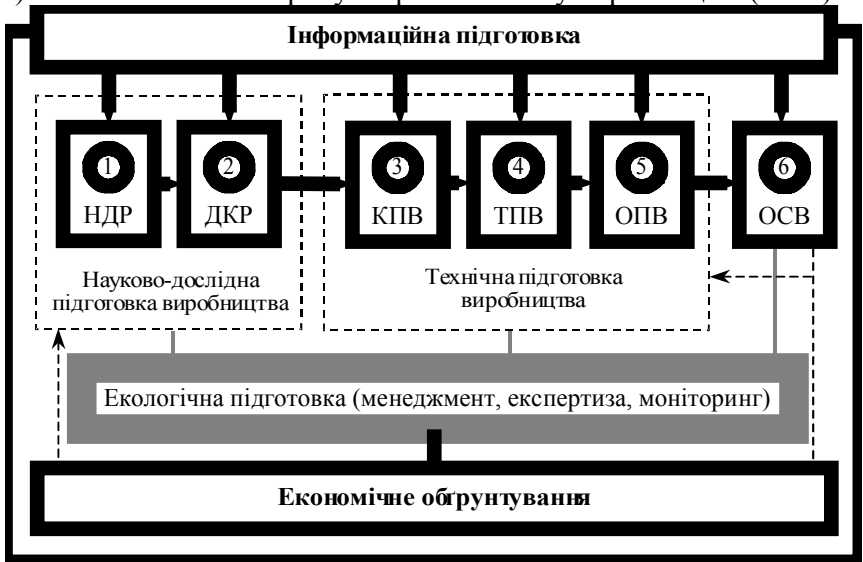


Рис. 13.2. Система комплексної підготовки виробництва як сукупність стадій життєвого циклу нового виробу

Перші дві стадії НДР та ДКР утворюють підсистему *науково-дослідної підготовки виробництва*. КПВ, ТПВ та ОПВ, у свою чергу, складають підсистему *технічної підготовки виробництва*.

У практичній діяльності комплексну підготовку іноді називають науково-технічною підготовкою виробництва.

Підсистема науково-дослідної підготовки охоплює роботи з комплексного дослідження ринку, покупців і конкурентів; вивчення зарубіжної патентної інформації; пошуку ідеї (здуму) нового товару; комерційного аналізу, оцінки і відбору ідей; розроблення концепції товару ринкової новизни і визначення його конкурентоспроможності; створення передових, досконалих, спрощених конструкцій виробів; завоювання частки ринку. Організація виконання цієї фази підготовки виробництва на підприємстві покладається на службу маркетингу. Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи відносно конкретної продукції можуть виконуватися відповідними науково-дослідними підрозділами підприємства або спеціалізованими науково-технічними організаціями.

Підсистема технічної підготовки виробництва охоплює сукупність процесів проектно-технічного, технологічного та організаційного характеру, спрямованих на розроблення конструкторської документації та освоєння виробництвом нових видів конкурентоспроможної продукції.

До *основних завдань* технічної підготовки виробництва (ТПВ) належать: створення комплексу креслень нової продукції з використанням результатів прикладних НДР та ДКР, забезпечення функціональності та заданого рівня якості об'єкта проектування; використання прогресивних технологічних процесів для виготовлення нових виробів; скорочення тривалості виробничого циклу «проектування — виготовлення»; економія трудових, матеріальних і фінансових ресурсів; оперативне реагування на зміну потреб споживачів; підготовка всіх організаційно-технічних заходів для ритмічного та високопродуктивного функціонування виробництва.

Усі стадії комплексної підготовки виробництва потребують всебічної *інформаційної підготовки, екологічної підготовки*, а також *економічного обґрунтування*, завдяки чому підрозділи, що виконують роботи зі створення та освоєння випуску нового виробу, системно й ефективно взаємодіють для досягнення поставленої мети задоволення споживачів та отримання прибутку.

Стадії науково-технічної підготовки виробництва принципово нових складних видів продукції мають свою спрямованість і характерні особливості.

Науково-дослідні роботи зі створення продукції — це комплекс досліджень, що проводиться з метою отримання нових знань, обґрунтованих вихідних даних, пошуку нових ідей, принципів, методів та шляхів створення нової або модернізації продукції, що випускається.

Дослідно-конструкторські роботи — сукупність взаємопов'язаних процесів зі створення нових або модернізації діючих конструкцій виробів згідно з установленими вимогами замовників, виготовлення та випробування їх дослідних або головних зразків.

Конструкторська підготовка виробництва — створення комплексу креслень для виготовлення і випробування макетів, дослідних зразків (дослідної партії), настановної серії та документації для серійного і масового виготовлення нових виробів з використанням результатів прикладних НДР та ДКР.

Технологічна підготовка виробництва об'єднує роботи зі створення та вдосконалення технологічних процесів виготовлення продукції, документального їх оформлення, проектування та виготовлення необхідного технологічного оснащення, планування розташування устаткування та виробничих підрозділів, екологічного моніторингу параметрів спроектованих виробів та процесів.

Організаційна підготовка виробництва являє собою сукупність взаємопов'язаних процесів з вибору форм і методів організації виробництва нових виробів, забезпечення їх необхідними матеріалами і комплектуючими, підготовки і перепідготовки кадрів, оперативного-виробничого планування.

Освоєння виробництва передбачає перевірку і вдосконалення спроектованих конструкцій та технологічних процесів, освоєння нових форм організації виробництва та оволодіння практичними прийомами виготовлення продукції зі стабільними показниками і в заданому обсязі.

Кожна стадія науково-технічної підготовки виробництва розподіляється на певні етапи, а етапи, у свою чергу, на окремі роботи.

Наведений розподіл процесу створення та освоєння нової продукції за стадіями має умовний характер, особливо на сучасному етапі використання інформаційних комп'ютерних технологій. За наявності програмного забезпечення різноманітні роботи, етапи та стадії виконуються паралельно або паралельно-послідовно за певними варіантами пошуку оптимальної моделі не тільки виробу, а й самої виробничої системи.

Система розроблення й освоєння виробництва нової продукції залежить від номенклатури, технічного рівня виробів, що випускаються; періодичності та глибини зміни їх конструкції; складності технології, що застосовується; технічного рівня устаткування; матеріального забезпечення; організації праці та виробництва; кваліфікації персоналу, його мотивації та ін. Підприємства різних галузей мають певну техніко-технологічну та організаційно-економічну специфіку, тому кожне з них формує свою систему комплексної підготовки виробництва (рис. 13.3), яка передбачає певний склад робіт та порядок їх проведення в межах життєвого циклу продукції.

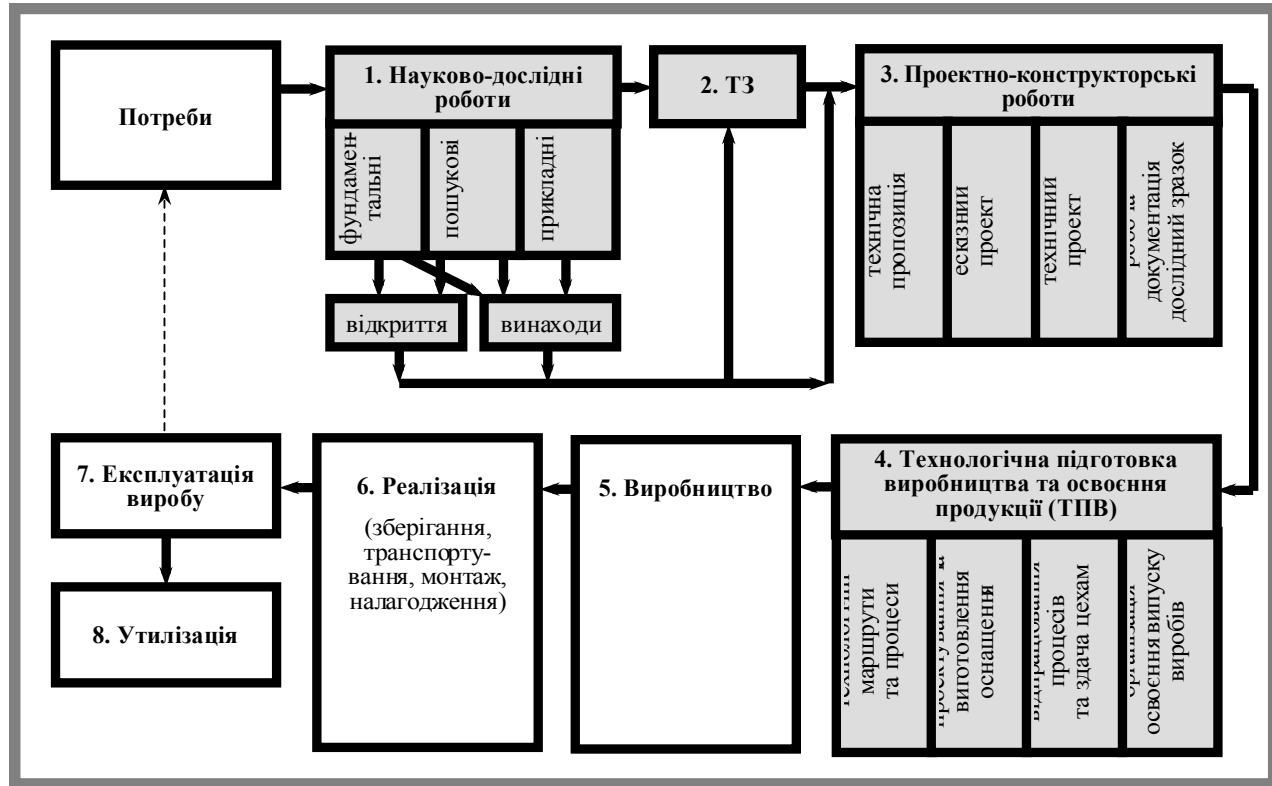


Рис. 13.3. Схема системи створення та освоєння нового виробу в межах його життєвого циклу

Організація робіт з підготовки виробництва. Процес створення та освоєння нових виробів має низку особливостей, які необхідно враховувати під час його організації: комплексність, зростання складності та масштабів наукових досліджень стосовно об'єктів, що розробляються; імовірний характер процесів підготовки виробництва, який зумовлений новизною, ступенем об'єктивності первісної інформації та невизначеністю кінцевих результатів; неповторюваність, динамічність науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт; людський чинник. У науково-технічній підготовці виробництва нових виробів бере участь велика кількість підрозділів підприємства. За функціями, що виконуються, вони групуються на тематичні, функціонально-тематичні, виробничі, обслуговуючі підрозділи, а також функціональні служби управління.

До тематичних підрозділів належить: дослідні, схемо-технічні відділи та лабораторії, які є головними розробниками конкретних виробів; конструкторські, конструкторсько-технологічні та технологічні відділи і лабораторії.

До функціонально-тематичних підрозділів належать відділи головного технолога, технологічного устаткування, вимірювальної техніки, випробувань, технічного контролю, які за своїм профільним напрямом виконують роботи для всіх тематичних підрозділів.

Виробничими підрозділами вважаються дослідні виробництва, цехи, дільниці, які є експериментальною базою для перевірки результатів дослідно-конструкторських робіт (макетів, дослідних партій, нових виробів).

Підрозділи, що забезпечують обслуговування всього комплексу робіт з технічної підготовки виробництва, — це відділи матеріально-технічного забезпечення, комплектації, спеціального лабораторного обладнання, науково-технічної документації.

Функціональні служби управління забезпечують виконання робіт за відповідними напрямками: кадрової, економічної роботи, фінансової діяльності, організації праці та заробітної плати, обліку, стандартизації та ін.

Тематичні підрозділи можуть спеціалізуватися за науковими напрямками; типами об'єктів, що створюються; функціональним призначенням.

Науково-дослідні, дослідно-конструкторські, технологічні розробки та роботи з упровадження їх результатів можуть виконуватися силами підрозділів виробничого підприємства або

різноманітними спеціалізованими науково-технічними організаціями, які мають різний статус, форми власності і підпорядкування. Структура таких організацій залежить від зовнішніх (спеціалізація, рівень кооперування з іншими розробниками, підпорядкованість, кількість замовників-споживачів) та внутрішніх (обсяг замовлень чи завдань, чисельність персоналу, ступінь технічного оснащення робіт, методи організації досліджень і проектних розробок, рівень спеціалізації та інтеграції підрозділів) чинників.

У ринкових умовах значного поширення набув так званий *венчурний бізнес*, де переважно створюються *венчурні фірми* з організаційно-правовим статусом товариств з обмеженою відповідальністю, які покликані сприяти прискореному впровадженню створення науково-технічних новацій.

Бізнес у науково-технічній сфері завжди пов'язаний з ризиком в одержанні очікуваних наукових, технічних і фінансових результатів. Це впливає з природи новаторської діяльності. Ризикований характер роботи визначає конкурентна боротьба за споживача.

У системі створення та освоєння нових видів товарів і виробів до сфери венчурного підприємництва належать такі фірми: *дослідні*, діяльність яких поширюється на стадії досліджень та розробок; *упроваджувальні*, що спеціалізуються на практичному освоєнні науково-технічних розробок; *обслуговуючі* (сервісні), що спеціалізуються на технічному обслуговуванні новин; *експертні* (аналітичні, консультативні), які виконують аудиторські роботи, консультують та здійснюють інші види послуг.

13.2. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Науково-дослідні роботи та їх види. Основними завданнями науково-дослідної роботи є розширення, поглиблення, систематизація знань та отримання необхідних результатів для створення нових видів техніки, технологічних процесів і прогресивних методів організації та оперативного управління виробництвом. За своїм змістом та характером результатів науково-дослідні роботи розподіляються на: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні (теоретичні) наукові дослідження спрямовані на встановлення невідомих раніше закономірностей, принципів, властивостей, явищ матеріального світу, що вносять корінні зміни до рівня пізнання. Вони спеціалізуються на дослідженні об'єктивних законів природи та за предметами дослідження, мета яких полягає в поясненні явищ, фактів, процесів.

Пошукові науково-дослідні роботи провадяться на основі вже відомих результатів фундаментальних досліджень та розробок. Вони спрямовані на визначення можливості використання відкритих явищ, властивостей або принципів у певній практичній сфері (наприклад, створення нових матеріалів, техніки і технології певного призначення, підвищення продуктивності та якості продукції і т. д.). Результати пошукових робіт мають конкретний характер (звіти, технічна документація, макети, дослідні зразки).

Прикладні дослідження забезпечують експериментальну перевірку практичного використання результатів фундаментальних та пошукових досліджень у конкретних об'єктах нової техніки. Прикладні дослідження бувають загальними (результати яких не пов'язуються з певною сферою, продукцією, роботою), цільовими (предметними) та визначеними розробками (проектами нової продукції, процесів, методів та способів виробництва). Вони можуть бути спрямовані на створення нових виробів, матеріалів, технологічних процесів, засобів механізації та автоматизації. Пошукові роботи завершуються рекомендаціями з розробки технічних завдань на проектування нових виробів, пристроїв, приладів і механізмів.

Прикладні дослідження, під час яких здійснюються технічне й робоче проектування, виготовлення та випробування дослідних зразків, називаються *дослідно-конструкторськими* роботами. Результатом таких робіт є створення нової техніки конкретного експлуатаційного призначення. Вони є логічним продовженням прикладної науково-дослідної роботи, де перевіряється можливість створення певного об'єкта з заданими властивостями.

Етапи науково-дослідної роботи. Науково-дослідні роботи є важливою стадією комплексної підготовки виробництва нових виробів. Цикли НДР складаються з можливих етапів, які є логічно обґрунтованими розділами, що мають самостійне значення і використовуються як об'єкт планування. Традиційно розрізняють такі етапи: 1) технічне завдання; 2) вибір напрямку

дослідження; 3) теоретичні й експериментальні дослідження; 4) технічний звіт; 5) здавання та приймання НДР.

Технічне завдання. У ньому визначаються мета, завдання дослідження, вимоги, техніко-економічне обґрунтування (ТЕО), основне цільове призначення, очікувані результати, методи і умови проведення, що рекомендуються, зміст досліджень за етапами і строками, склад виконавців, умови закінчення робіт. Технічне завдання (ТЗ) розробляється і затверджується замовником або виконавцем під час виконання ініціативних робіт. У процесі виконання науково-дослідних робіт ТЗ підлягають уточненню та доповненню.

Вибір напрямку дослідження. Здійснюється підбір та вивчення спеціальної літератури, провадиться аналіз патентної інформації, стандартів та інших джерел за темою дослідження; техніко-економічний аналіз можливих рішень проблеми; розроблення рекомендацій щодо методів і способів досліджень. Вибір напрямів дослідження передбачає: дослідження, формування загальної методики дослідження та результат, що очікується.

Теоретичні та експериментальні дослідження. Етап охоплює: перевірку наукових і теоретичних ідей; вивчення аналогів, документації, звітів, розроблення та уточнення методики дослідження, експериментів, обґрунтувань; пошук нових рішень створення конструкцій та технологічних процесів; розробку схем; теоретичні обґрунтування; проектування макетів, стендів, зразків; виготовлення деталей; складання, монтаж і вдосконалення макетів та дослідних стендів; стендові та польові експериментальні випробування, аналіз їх результатів; доопрацювання експериментальних зразків, коригування технічної документації за результатами випробувань.

Технічний звіт. Основні типові розділи: анотація; перелік позначень, скорочень, прийнятих термінів та визначень; уведення (мета, зміст, ступінь новизни, обґрунтування для проведення, ТЕО об'єкта дослідження); техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки; програма та методика дослідження; теоретичні і розрахункові дані; дані експериментальних досліджень; висновки та рекомендації; додатки; література.

До звіту додаються: інформаційна карта на НДР, патентний формуляр, авторські запити на відкриття та винаходи, карта технічного рівня і якості виробу, протоколи випробувань. Узагальнення та оцінка результатів наукових досліджень може

закінчуватися також розробленням проекту ТЗ на конструкторські роботи.

Здавання та прийомка НДР. Етап закінчується підписанням комісією замовника акта прийняття науково-технічної розробки.

Після підписання акта прийняття розробник передає замовнику прийнятий комісією експериментальний зразок нового виробу; протоколи випробувань та акти прийняття дослідного зразка (макет) виробу; розрахунки економічної ефективності результатів використання розробки; необхідну конструкторську та технологічну документацію з виготовлення дослідного зразка.

Розробник бере участь у проектуванні та освоєнні нового виробу і разом із замовником несе відповідальність за досягнення гарантованих ним показників виробу.

Комплексне проведення НДР за певною цільовою програмою створює наробок для оперативного і якісного проведення дослідно-конструкторських робіт, конструкторської та технологічної підготовки виробництва, а також значно скорочує обсяги доробок та терміни створення й освоєння виробництвом нової техніки.

Дослідно-конструкторські роботи. Подальше практичне втілення результатів науково-дослідних робіт здійснюється шляхом проведення *дослідно-конструкторських робіт*. Дослідно-конструкторська робота може виконуватися без попередньої науково-дослідної роботи за окремим технічним завданням замовника.

На основі затвердженого технічного завдання ДКР здійснюється в кілька етапів.

Першим етапом є техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) доцільності створення нового виробу і передання його для серійного виробництва. Розробляються можливі варіанти конструктивних та технологічних рішень, дається перелік робіт, загальний їх обсяг, витрати і терміни виконання, указуються виконавці. У ТЕО вказуються показники надійності, уніфікації і стандартизації, технічного рівня, визначається орієнтовна вартість дослідного і серійного зразка, витрати на організацію виробництва і експлуатацію, терміни постачання замовнику, а також склад робіт технічної підготовки.

Другий етап пов'язаний з дослідженнями та уточненнями попередніх даних ТЕО, вибором варіантів побудови виробу та його частин з урахуванням вартості, ефективності та масштабів

виробництва. Розробляються структурні, функціональні, принципові та інші схеми, визначаються конструкторські та технологічні рішення. Здійснюється макетування важливих функціональних частин виробу, формуються замовлення на розроблення і виготовлення нових матеріалів та комплектуючих.

Третій етап пов'язаний з проведенням теоретичної і експериментальної перевірки попередніх схемних, конструкторських та технологічних рішень, уточненням принципів схем, перевіркою нових матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих; виготовленням макетів та їх механічними і кліматичними випробуваннями. На цьому етапі оцінюються надійність виробу, його функціональних вузлів і частин, електричні і температурні режими, ремонтпридатність, зручність в експлуатації. Оцінюються відповідність застосовуваних елементів пропонованим вимогам, ступінь уніфікації, ефективність застосовуваних засобів технічного контролю за якістю. Розробляється робоча документація для виготовлення дослідного зразка.

На *четвертому етапі* складається перелік елементів, що підлягають вихідному контролю, і елементів, що підлягають тренуванню, макетується і компонується складна функціональна частина виробу. За технічної документацією при мінімальному технологічному оснащенні виготовляється дослідний зразок. За програмою і методикою розробника з участю представника замовника проводяться попередні заводські випробування з оформленням акта.

П'ятий етап завершує науково-технічну розробку видачею пропозицій про її використання, які мають відповідати таким вимогам:

1) новизна, перспективність та прогресивність запропонованих науково-технічних рішень; 2) економічна ефективність нового виробу або технологічного процесу; 3) патентоспроможність та конкурентоспроможність; 4) довговічність і експлуатаційна надійність виробу, стійкість технологічних процесів; 5) відповідність вимогам техніки безпеки, технічної естетики, наукової організації праці.

Дослідно-конструкторська робота вважається завершеною після оформлення акта комісією замовника, який підписується після випробування виробу, і рекомендацій до освоєння у виробництві.

Приймальній комісії надаються: дослідний зразок виробу, що пройшов заводські випробування і прийнятий ВТКЯ; матеріали

випробувань; комплект технічної документації; технічний звіт про виконання ДКР з рецензіями, висновками експертів; авторські свідоцтва та патенти.

Розробник передає замовнику: дослідний зразок виробу; протоколи випробувань та акти прийняття дослідного зразка і технологічних процесів; розрахунки показників ефективності використання результатів розробки, а також конструкторську та технологічну документацію.

Методи пошуку ідей. Створення нової техніки та технології ґрунтується на використанні творчих ідей, що раніше не використовувалися або сформувалися в процесі досліджень чи проектування. Серед методів, що забезпечують систематизоване, спрямоване мислення, виокремлюють *морфологічний аналіз, методи аналогій, інверсії, фантазії, інтуїції, асоціації* та ін.

Морфологічний аналіз здійснюється з використанням різних альтернативних науково-технічних рішень, принципів та концепцій проектування, схемно-конструктивних та конструкторсько-технологічних рішень, формування елементної бази, застосування матеріалів, які відповідають різноманітним техніко-економічним параметрам.

З урахуванням різноманітних можливостей вирішення проблеми, будується морфологічна карта, де відображається список усіх існуючих, можливих і майбутніх варіантів вирішення проблеми. Такі карти покладаються в основу побудови економіко-математичної моделі створення нового виробу. При морфологічному підході організація мислення систематизована, що дає змогу формувати нові комбінації ідей.

Сутність *методу аналогій* полягає у використанні різноманітних прикладів з природи, її явищ, рослинного та тваринного світу, художньої літератури, мистецтва та ін. Наприклад, біотехнології, біомеханіка, біофізика, біохімія, біоніка та інші галузеві напрями сформувалися за принципом аналогій.

Активне спілкування фахівців різних галузей наукових досліджень також сприяють широкому використанню досягнень за методом аналогій.

Згідно з *методом інверсії* установлюються протилежні погляди на проблему та її вирішення.

Зміст *методів фантазії, інтуїції, асоціації* відповідає назвам цих методів.

Технічні ідеї виникають, як правило, унаслідок усвідомлення необхідності вирішення проблеми чи виконання завдання,

активного, цілеспрямованого пошуку. Але процес пошуку має бути впорядкованим.

Організація винахідництва, раціоналізаторства та патентно-ліцензійної роботи. У процесі наукових досліджень у технічній сфері як результат творчої діяльності дослідників з'являються відкриття, винаходи та раціоналізаторські пропозиції.

Відкриття — це встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, що докорінно змінюють рівень пізнання. У процесі глибоких теоретичних досліджень здійснюється більшість відкриттів, які стають основою для винахідницької діяльності, що дає змогу розширити сферу їх використання. Відкриття оформлюється заявкою і фіксується виданим автору дипломом після експертної перевірки. Правовий захист поширюється тільки на авторство, саме відкриття може використовуватися без перешкод після його опублікування.

Винахід — це технічне рішення в будь-якій сфері народного господарства, що характеризується новизною або істотними відмінностями, які дають позитивний ефект. Винахід як результат прикладних розробок має принципово відрізнятись від відомих рішень аналогічного технічного завдання у світовій практиці. До винаходів можуть належить нові пристрої, способи і речовини. Для *пристроїв* характерні нові схеми або робочі процеси, нові комбінації конструктивних елементів. *Спосіб* пропонує новий перелік або порядок дій (операцій), які виконуються людиною, машиною, апаратом, приладом відповідно до розроблених винахідником умов і режимів, що ведуть до поставленої мети. На винахід видається авторське свідоцтво або патент. На відміну від патенту, що дає право його власнику користуватися ним особисто, авторське свідоцтво тільки підтверджує авторство особи на винахід без права користування. Передаються патентні права за певну плату шляхом придбання *ліцензії* — документа, який посвідчує дозвіл власника на використання патенту іншими особами або організаціями, при цьому чітко визначається форма передання прав на використання винаходу: якщо залишає за собою — це проста ліцензія, у разі повної відмови — виключна ліцензія.

Під *раціоналізаторською пропозицією* розуміють технічне рішення, що є новим і корисним для підприємства, організації або установи і передбачає зміни конструкції виробів, технології

та організації виробництва, техніки, що застосовується, складу матеріалу та комплектуючих виробів. Посвідчення на раціоналізаторську пропозицію видається автору підприємством, яке впроваджує цю пропозицію.

На підприємствах у конструкціях різних виробів і технологічних процесів використовуються як винаходи, так і раціоналізаторські пропозиції, які також є результатом творчого підходу до вирішення певного виробничо-технічного завдання, але на відміну від винаходу це рішення не вносить принципової новизни, не повторює раніше освоєних на даному підприємстві пропозицій, а його впровадження дає позитивний ефект. На підприємствах роботою з винахідництва і раціоналізації керує спеціальне бюро.

Для забезпечення високого рівня техніки, що розробляється, та її конкурентоспроможності на світовому ринку здійснюються *патентні дослідження*. На підприємствах створюються патентні служби, що забезпечують перевірку винаходів, науково-технічних досягнень на патентоспроможність і патентну чистоту, забезпечують патентування винаходів за кордоном, одночасно визначаючи, у яких країнах це доцільно робити.

Науково-технічна інформація. Підготовка виробництва до зміни продукту (технології) неможлива без інформаційного забезпечення всіх процесів наукових досліджень, проектування, виробництва та супроводження виробів на етапі експлуатації. Інформація є джерелом забезпечення актуальності проблем, що підлягають дослідженню та прогресивності рішень, які приймаються. Вона дає можливість усунути дублювання наукових і технічних рішень, скоротити затрати творчої праці, зменшити терміни і фінансові витрати на проведення комплексу робіт зі створення і освоєння нової продукції, полегшити уніфікацію і стандартизацію проектних рішень.

Уся інформація поділяється на внутрішню, проміжну та зовнішню. До *внутрішньої* належить виробнича інформація, яка впливає на ритмічність процесу розробок і виробництва. Така інформація матеріалізується в документах, які створюються на підприємстві, і циркулює в його межах. *Проміжна* інформація міститься в наукових звітах, кресленнях та іншій технічній документації. *Зовнішня* охоплює законодавчу, нормативну та науково-технічну інформацію, яка дає змогу дослідникам, проектувальникам урахувати останні досягнення вітчизняної та зарубіжної науки і техніки у своїх розробках. На стадії наукових досліджень найважливішою інформацією є публікації,

доповіді, статті, патенти, авторські свідоцтва, звіти про НДДКР різних організацій, виробнича документація про виготовлення аналогічної продукції.

Сучасні інформаційні технології з застосуванням різноманітних технічних засобів та сукупність методів сприяють створенню інформаційно-пошукових систем. В основу такої системи покладено принцип розпізнання відповідності між змістом інформації, що зберігається, та запитом.

13.3. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Основні завдання та організація проектних робіт.

Конструкторська підготовка виробництва на підприємстві є першою стадією підсистеми технічної підготовки. Вона безпосередньо пов'язана з науково-технічною підготовкою, використовує при можливості результати прикладних НДР та ДКР, але виконує суто практичні завдання стосовно конкретного виробництва. Виходячи зі змісту робіт та результату, що отримується, конструкторську підготовку часто називають проектно-конструкторською підготовкою виробництва. Проектування розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів зі створення нових і удосконалювання діючих конструкцій виробів за параметрами рівня якості, термінів, обсягів випуску згідно з вимогами замовника-споживача.

Завданнями проектно-конструкторської підготовки є створення комплекту конструкторської документації (креслень), що необхідна для виготовлення та експлуатації продукції, а також забезпечення конструкторської готовності підприємства до випуску нового або модернізованого виробу.

Обсяг проектно-конструкторських робіт на підприємстві залежить від виду виробу, його складності, життєвого циклу, обсягу ринкових потреб і термінів на їх задоволення, ступеня участі самого підприємства в процесі проектування виробу. У сучасних умовах існують різні форми інтеграції підприємств з метою

проектування виробів, які залежать від обсягів конструкторських робіт, наявності творчого необхідного потенціалу, технічних та фінансових можливостей. Великі підприємства з розвиненою науково-технічною і дослідно-експериментальною базою мають потужні проектно-конструкторські служби і, як правило, створюють проекти виробів самостійно.

Проектно-конструкторську службу на підприємстві очолює головний конструктор (ВГК), у розпорядженні якого — відповідний відділ, технічна база для виробництва дослідного зразка та його випробування (експериментальний цех). Проектно-конструкторські роботи виконуються з дотриманням вимог ЄСКД (єдиної системи конструкторської документації).

Етапи проектно-конструкторських робіт. Проектування нового виробу відповідно до ЄСКД здійснюється в кілька етапів: 1) складання технічного завдання; 2) розрахунок технічної пропозиції; 3) розроблення ескізного проекту; 4) розроблення технічного проекту; 5) підготовка робочої конструкторської документації (дослідного зразка, дослідної партії, установлюваної серії, стійкого масового виробництва).

Технічне завдання на проектування розробляється шляхом спільної творчої праці представників замовника і підприємства або з ініціативного проекту фахівцями самого підприємства. У ньому відображаються тактико-технічні вимоги замовника, що мають містити умови і режими експлуатації товару; необхідні технічні параметри і характеристики; приєднувальні розміри; ресурс (чи термін служби); передбачуваний обсяг випуску; правила техніки безпеки і санітарно-гігієнічні норми; патентна чистота; зовнішній ринок; терміни й умови зберігання; художньо-архітектурне рішення (дизайн); транспортабельність (тара, упакування); додаткові, спеціальні та інші вимоги.

Вимоги технічного завдання спрямовані на забезпечення випуску нової конкурентоспроможної продукції. Підготовлене фахівцями технічне завдання обов'язково затверджується.

Технічна пропозиція містить розрахунки технічних параметрів і економічної ефективності, що обґрунтовують можливість і доцільність розроблення нового виробу. Розраховуються кілька варіантів виготовлення виробу, аналізується і вибирається оптимальний варіант, від якого очікується найбільший економічний ефект. Після узгодження і затвердження технічна пропозиція є підставою для виконання наступних етапів конструкторської підготовки.

Ескізний проект передбачається для конструкторського опрацювання прийнятого варіанта виробу. Він виконується з дотриманням необхідних пропорцій у розмірах виробу. Розробляється ескізний проект у кількох варіантах. Виготовляється модель (макет) виробу (дерев'яна, металева чи пластилінова), після чого обговорюється спеціальною комісією за участю дизайнера і затверджується прийнятий варіант; для нього

виконуються креслення (рисунки) основних складальних одиниць і загального виду, кінематична, гідравлічна, пневматична та електрична схеми (у разі необхідності), а також інші основні конструктивні параметри. Виконаний ескізний проект має дати загальне уявлення про будову і принципи роботи нового виробу. Після остаточного узгодження і затвердження ескізний проект є підставою для розроблення технічного проекту.

Технічний проект містить остаточні технічні рішення. Він розробляється тільки в масштабі з дотриманням вимог стандартів і нормалей; у ньому виконуються різноманітні види, проекції, перетини, розрізи з нанесенням відповідних розмірів для того, щоб мати повне уявлення про будову і роботу нового виробу.

У технічному проекті уточнюються креслення загального вигляду виробу, виконуються креслення основних агрегатів і вузлів, їх специфікації, монтажні і складальні схеми з розрахунками на міцність, твердість, стійкість та інші параметри за опором матеріалів, а також обґрунтовується вибір матеріалів для найбільш відповідальних деталей; при цьому відбувається уточнення конструктивних особливостей нового виробу. На цій стадії складаються інструкції з експлуатації виробу для споживача (паспорт, формуляр, технічний опис) і пояснювальна записка в цілому для технічного проекту.

Робоча документація розробляється після затвердження технічного проекту і на його основі. Вона являє собою робочі креслення всіх деталей (крім нормалей) виробу, де вказуються необхідні розміри (у масштабі), проекції, розрізи і перетини, матеріал, чистота поверхонь, допуски і посадки, технічні умови, термообробка та ін.

Ці дані дають можливість розробляти технологічний процес виготовлення кожної деталі в будь-яких типах виробництва. Усі робочі креслення проходять нормо-контроль (перевірку на дотримання стандартів), метрологічну і патентну експертизи. На патентну чистоту перевіряється весь виріб.

За робочими кресленнями в експериментальному цеху виготовляються всі деталі виробу з урахуванням замовлених комплектуючих деталей і вузлів, здійснюється *складання дослідного зразка і його випробування*.

У процесі складання та в результаті випробувань дослідного зразка *уточнюються конструкції* окремих деталей та коригується в цілому *робочий проект*. У разі необхідності виготовляється *настановна партія* виробів і приймається рішення

про підготовку до серійного (масового) виробництва товару, його доробку чи припинення подальших робіт.

При проектуванні нескладних виробів доцільно, з погляду раціональної організації і скорочення циклу конструювання, об'єднувати деякі етапи проектування виробів. Наприклад, можна окремо не виділяти етап технічної пропозиції, у технічному проектуванні передбачати як складову частину і ескізне проектування. Іноді етапи технічного проекту і робочої документації інтегруються в етап технічного робочого проекту. Аналогічно скорочується кількість етапів проектування в одиничному і дрібносерійному виробництвах, при цьому тут, як правило, не виготовляється дослідний зразок виробу, виходячи з можливостей здійснити доопрацювання конструкції на моделях виробів або його вузлах та макетах. Сучасні технічні засоби дають змогу здійснювати всі етапи проектних робіт паралельно і паралельно-послідовно, досягаючи багатоваріантності проектних рішень для різних типів виробництва.

Розмноження, збереження та облік конструкторської документації здійснює на підприємстві спеціальне бюро технічної документації (БТД) відділу головного конструктора (або архів). Воно зберігає і здійснює облік оригіналів та копій усіх креслень, у разі необхідності видає копії цехам і відділам підприємства. Усі розмножені робочі креслення деталей надходять у відділ головного технолога (ВГТ) для розроблення технологічних процесів і інших стадій технологічної підготовки виробництва.

Вимоги до конструкції нового виробу. У процесі проектування нового виробу йому надаються певні властивості, які характеризуються якісними показниками функціонального призначення та виготовлення. Основні показники якості викладені в розділі 12. Але, урахувавши деякі специфічні вимоги в процесі конструювання виробів, необхідно виділити такі показники, як:

— *технічний рівень виробу*, який являє собою сукупність експлуатаційно-технічних показників, що визначають ступінь його досконалості на рівні можливостей прогресивної технології;

— *патентна спроможність* — це здатність технічного або художньо-конструктивного рішення бути визнаним об'єктом правової охорони, що відповідає вимогам до винаходу чи промислового зразка;

—*патентна чистота*, яка полягає в перевірці та підтвердженні, що в конструкції або складі виробу не використані винаходи без ліцензії, на які в даній країні видані патенти;

—*ергономічність*, яка характеризується раціональністю конструкції виробу з точки зору вимог психології і фізіології праці людини;

—*естетичність* — дизайн, зовнішній вигляд, якість оздоблювання та ін.;

—*конструктивна спадкоємність* характеризує ступінь використання у виробі, що проектується, деталей і вузлів виробів, які були раніше освоєні виробництвом;

—*технологічна спадкоємність* характеризує максимально можливе використання устаткування, оснащення та матеріалів, що застосовуються на той час для виготовлення виробу;

—*уніфікація*, яка передбачає процес приведення продукції, засобів виробництва або їх елементів до єдиної форми, розмірів, структури, складу;

—*стандартизація* встановлює обов'язкові вимоги до виробів, методів, термінів та інших об'єктів, чим обмежує їх різноманітність. Стандартизація є основним методом уніфікації і передбачає під час проектування виробів застосування стандартних деталей та вузлів, а також норм міжнародних і державних стандартів (стандарти параметрів, технічних, екологічних вимог, методів контролю та випробувань).

Поряд з конструкторськими вимогами (вибір раціональної схеми, відповідність конструкції умовам її експлуатації, вибір простіших форм деталей, призначення раціональних запасів міцності тощо) слід урахувувати також вимоги економічного, експлуатаційного й організаційно-виробничого характеру.

Економічні вимоги пов'язані з підвищенням продуктивності, зменшенням собівартості, підвищенням якості виробу, що проектується, порівняно з еталоном.

Експлуатаційні вимоги характеризують високу корисну віддачу, надійність, ремонтоздатність, екологічність виробу та ін.

Організаційно-виробничі вимоги передбачають відповідність конструкції умовам її виготовлення, можливість типізації, механізації й автоматизації виробничих процесів, забезпечення раціональних методів контролю і под.

Ефективність нової продукції оцінюється за економічними та соціальними критеріями. До *економічних критеріїв* (ефект у виробництві та в споживача) належать такі показники: економія праці (зниження трудомісткості; зростання продуктивності праці), економія матеріальних ресурсів; технічний рівень і якість продукції; корисний ефект на одиницю потужності; окупність і прибутковість. *Соціальні критерії* (вплив на характер праці, умови праці і життя) — показники, що забезпечують поліпшення умов праці, безпеку і зручність в експлуатації; охорону навколишнього середовища; створення кращих умов для життєдіяльності людей; полегшення праці; підвищення кваліфікації працюючих, рівня механізації праці у виробництві і при експлуатації нової продукції.

На всіх стадіях проектування конструкторська документація підлягає *нормо-контролю*, у процесі якого перевіряється виконання норм і вимог міжнародних, державних, галузевих стандартів і стандартів підприємств, досягнення в виробках, що розробляються, високого рівня стандартизації та уніфікації на основі широкого застосування конструктивних рішень виробів, які спроектовані та освоєні у виробництві раніше.

Узагальнена схема процесу проектування нових виробів відображена на рис. 13.4.

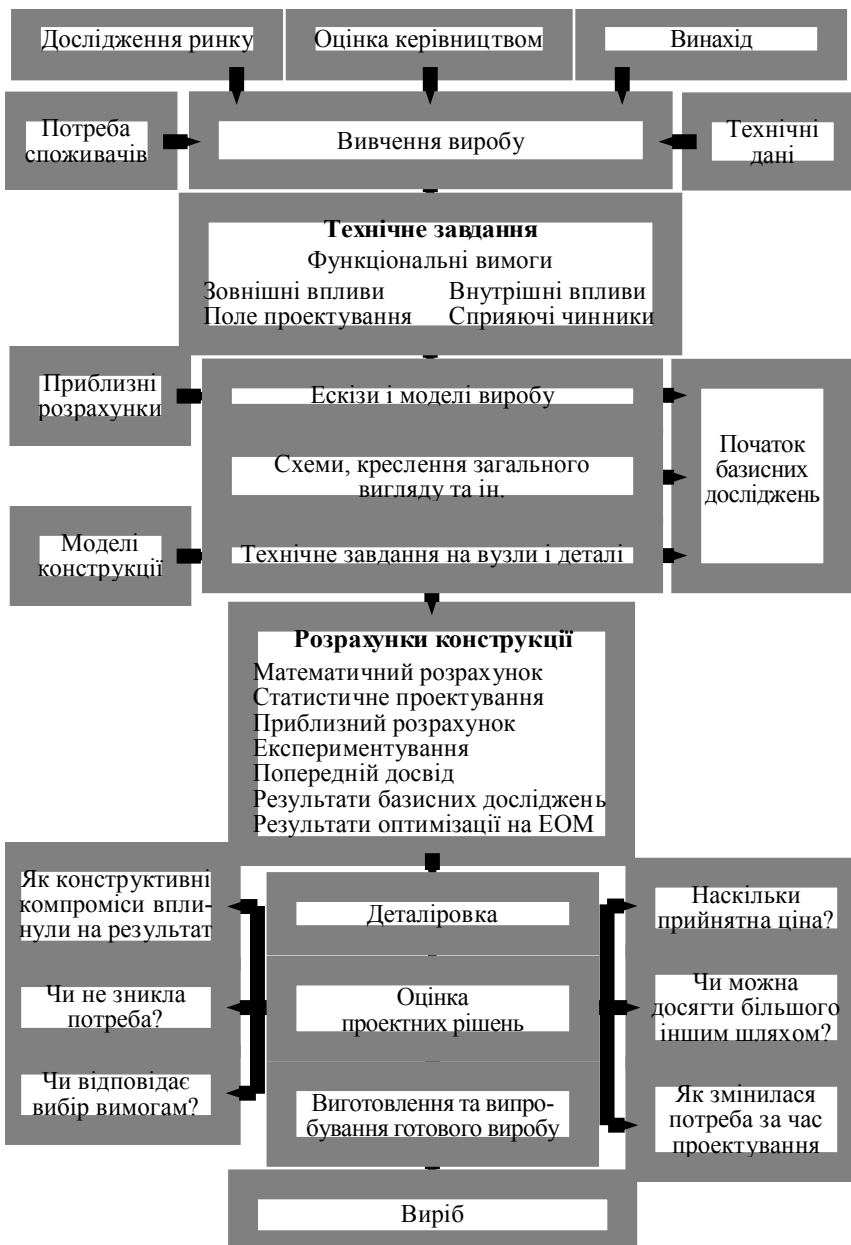


Рис. 13.4. Схема проектування нового виробу

13.4. ТЕХНОЛОГІЧНА І ЕКОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Сутність, цілі та завдання ТПВ. Проектно-конструкторська підготовка виробництва, яка завершується робочою документацією на нову продукцію, логічно пов'язана з необхідністю підбору варіантів типових, розроблення нових технологічних процесів, оснащення, планів розміщення необхідного устаткування, організації освоєння продукції при серійному або масовому її виготовленні. У процесі проектування виробів конструктори і технологи працюють у тісній взаємодії, яка посилюється на етапі виготовлення, випробування та доопрацювання дослідного зразка. Різноманітність проектних рішень змушує узгоджувати їх з організаційно-технічними умовами конкретно існуючої виробничої системи підприємства, шляхом проведення комплексу заходів, які формують технологічну підготовку виробництва (ТПВ) нової продукції.

Технологічна підготовка виробництва являє собою сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску виробів заданого рівня якості при встановлених термінах, обсягах випуску та витратах (рис. 13.5). Під технологічною готовністю виробництва розуміють наявність на підприємстві повного комплексу конструкторської і технологічної документації, устаткування та його оптимальних планувань, засобів технологічного оснащення й системи організації процесів виготовлення нової продукції.

Передовий вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить, що доцільно провадити інтегровану проектно-технологічну підготовку виробництва (цьому сприяють сучасні інформаційні технології, програмне забезпечення та технічні засоби), що значно скорочує цикл і відповідні витрати матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

Головна мета ТПВ полягає в проектуванні комплексу технологічних процесів, спрямованих на забезпечення мінімальних інвестицій та поточних витрат на виробництво певного обсягу виробів з високими параметрами якості.

У зв'язку із сертифікацією продукції та атестацією виробництва зростає роль і значення технологічної підготовки виробництва в забезпеченні сталого конкурентоспроможного рівня виготовлення продукції. *Основні завдання* технологічної підготовки виробництва такі: забезпечення високої якості обробки деталей, складання окремих частин і виробу загалом; створення умов для дотримання принципів раціональної організації виробничих процесів і ін.

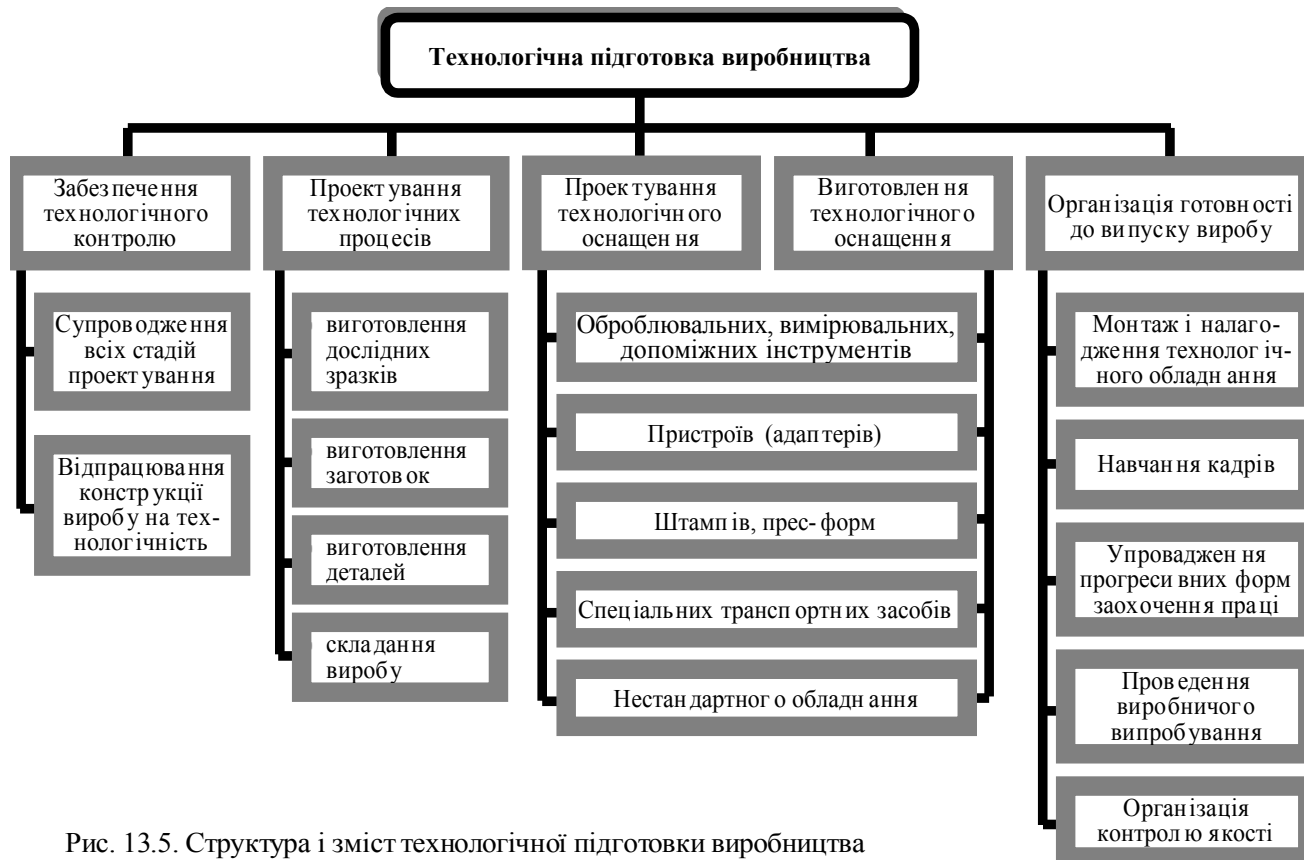


Рис. 13.5. Структура і зміст технологічної підготовки виробництва

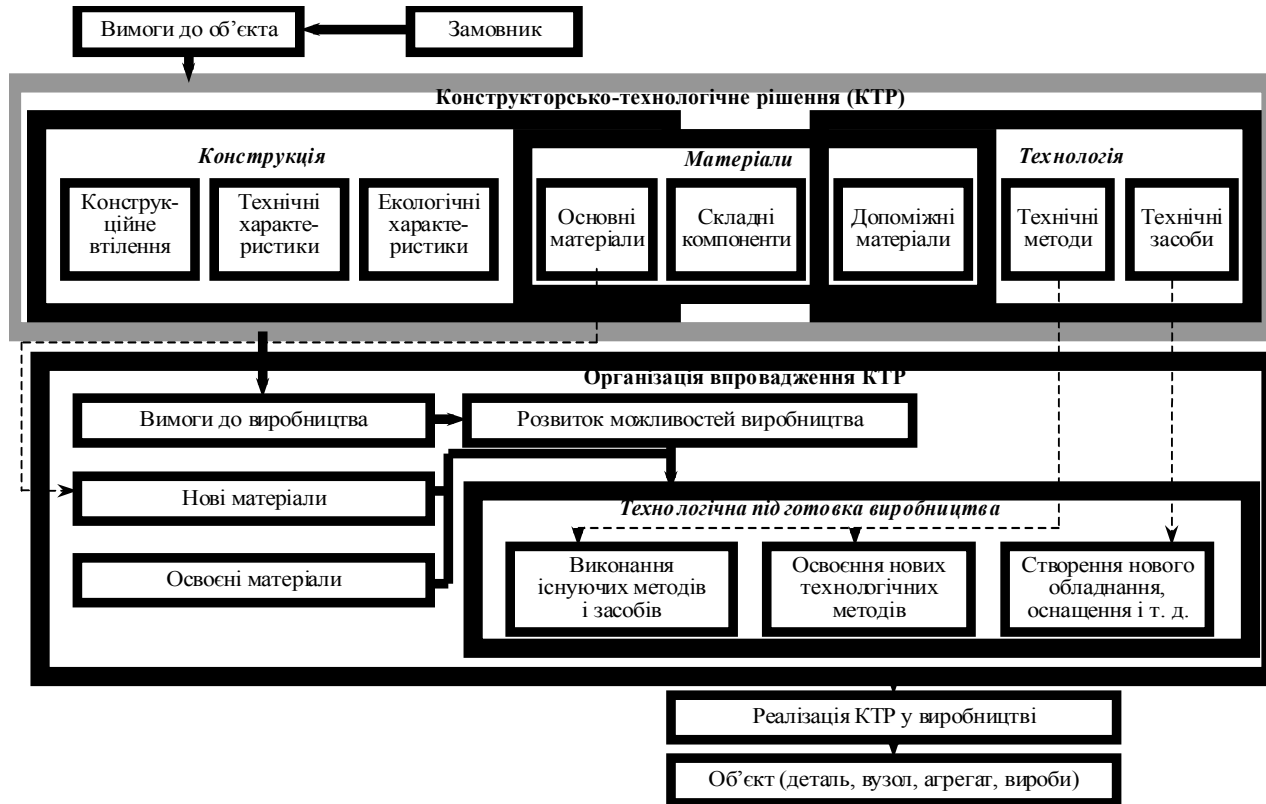


Рис. 13.6. Схема формування та реалізації конструкторсько-технологічного рішення

Виконання вказаних завдань у конкретних умовах дають змогу розглядати *технологічну підготовку виробництва як сукупність робіт, що визначають послідовність виконання виробничого процесу нового виробу найраціональнішими способами з урахуванням конкретних умов виробництва даного підприємства*. Схема формування та реалізації конструкторсько-технологічного рішення наведена на рис. 13.6.

Трудомісткість робіт із ТПВ та витрати на її проведення значно перевищують витрати на НДДКР. Наприклад, у США таке перевищення становить 11 разів і більше. В Росії, за даними Державного університету управління, це співвідношення дорівнює від 4,6 (в дрібносерійному виробництві) до 8,0 (у багатосерійному).

Організаційні системи ТПВ. Технологічна підготовка виробництва на підприємстві здійснюється службою головного технолога. Склад і організаційна структура технологічного відділу (відділу головного технолога) залежать від масштабу і характеру його роботи.

Технологічна підготовка на машинобудівних підприємствах може проводитись за централізованою, децентралізованою або змішаною системами.

При *централізованій* системі технологічна підготовка зосереджується в загальнозаводському технологічному відділі (відділі головного технолога). Вона застосовується в масовому і великосерійному виробництвах.

Децентралізована система припускає розосередження технологічної підготовки по основних виробничих цехах заводу, де відповідні технологічні бюро самостійно розробляють технологічні процеси та їх оснащення. Така система застосовується в одиничному виробництві за умов значної номенклатури випуску машин, їх вузлів і деталей та частих змін цієї номенклатури. При децентралізованій системі відділ головного технолога заводу здійснює лише загальне методичне керівництво цеховими технологічними бюро.

Змішана система організації технологічної підготовки застосовується в серійному виробництві. Особливість її полягає в тому, що маршрутна технологія розробляється відділом головного технолога, а операційна технологія — у цехових технологічних бюро.

Регламентация ТПВ. Єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), що встановлена державними

стандартами, регламентуються організаційний процес та процедури управління комплексу робіт.

ЄСТПВ призначена забезпечити: єдиний для кожного підприємства системний підхід до вибору, застосування методів і засобів ТПВ, що відповідають передовим досягненням науки, техніки і виробництва; гнучкість пристосування виробництва до безперервного його вдосконалення, швидкого переналагодження на випуск досконалішої техніки; раціональну організацію механізованого й автоматизованого виконання комплексу інженерно-технічних робіт, у тому числі автоматизацію конструювання об'єктів і засобів виробництва; розроблення технологічних процесів та управління ТПВ; взаємозв'язок з іншими АСУ і підсистемами; високу ефективність ТПВ.

Порядок формування та застосування документації на методи та засоби ТПВ визначається державними стандартами, стандартами підприємств та документацією різноманітного призначення, що регламентується відповідними стандартами, які становлять нормативно-технічну базу ЄСТПВ. Стандарти ЄСТПВ взаємопов'язані зі стандартами інших систем, що забезпечує проведення єдиної технічної політики.

При освоєнні нових виробів у складі завдань ТПВ виконуються такі роботи:

1) технологічний аналіз робочих креслень та їх контроль на предмет технологічності конструкції деталей і складальних одиниць;

2) коригування технологічної документації, одержаної від розробника з огляду на конкретні умови виробництва;

3) розроблення прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, складання, регулювання і випробування окремих вузлів та виробу загалом;

4) проектування спеціальних інструментів, технологічного оснащення й нестандартного устаткування для виготовлення нового виробу;

5) розроблення та впровадження передових форм організації виробництва;

6) складання технологічних маршрутних карт, операційних технологічних карт;

7) виконання планувань цехів і виробничих дільниць з розміщенням устаткування, робочих місць, потокових ліній відповідно до розроблених технологічних маршрутів;

8) складання норм витрат матеріалів інструменту та енергоресурсів;

9) розроблення та впровадження підсистеми якості, раціональних методів технічного контролю;

10) вивірка, налагодження і впровадження технологічних процесів на виробничих дільницях і робочих місцях;

11) випуск дослідної партії виробів, з коригуванням технологічної документації і відповідних попередніх організаційних рішень;

12) випуск установчої партії (серії) виробів;

13) розрахунки виробничої потужності підприємства, нормативні витрати.

Усі робочі креслення деталей піддаються технологічному аналізу відповідно до вимог стандартів, що передбачає контроль на предмет їх технологічності та можливості виготовлення в умовах виробництва даного підприємства, що сприяє плідній праці конструкторів та технологів. Під час аналізу виявляються і розглядаються можливості використання типових технологічних процесів, стандартного оснащення, засобів механізації та автоматизації, перевіряється наявність устаткування і виробничих потужностей підприємства.

Проектування технологічних процесів. На підприємствах використовуються загальні *правила розроблення технологічних процесів*, що визначаються державними стандартами. Ними встановлені три види технологічних процесів: одиничний, типовий і груповий.

Вихідна інформація для розроблення технологічних процесів підрозділяється на: *базову*, що містить дані конструкторської документації на виріб та програму випуску цього виробу; *керівну*, яка міститься в галузевих стандартах, що встановлюють вимоги до технологічних процесів, стандартах на устаткування й оснащення, у документації на діючі одиничні, типові і групові технологічні процеси; класифікаторах техніко-економічної інформації, виробничих інструкціях, матеріалах на вибір технологічних нормативів (режимів обробки, допусків, норм витрати матеріалів тощо), документації з техніки безпеки і промислової санітарії; *довідкову*, що міститься в описах прогресивних методів виготовлення і ремонту, каталогах, паспортах, довідниках, альбомах, плануваннях виробничих дільниць.

Основними етапами розроблення технологічних процесів є: аналіз вихідних даних; вибір діючого типового, групового технологічного процесу або пошук аналога одиничного процесу; вибір вихідної заготовки і методів її виготовлен-

ня; вибір технологічних баз; упорядкування технологічного маршруту обробки; розроблення технологічних операцій; нормування технологічного процесу; визначення вимог техніки безпеки і промислової санітарії; розрахунок економічної ефективності технологічного процесу; оформлення технологічних процесів.

Одиничний технологічний процес розробляється для виготовлення чи ремонту виробу або для вдосконалення чинного технологічного процесу. Ступінь прогресивності технологічного процесу оцінюється показниками, що встановлені системою стандартів із сертифікації продукції та атестації виробництва і відповідних технологічних процесів. У розділі 3 були розглянуті основи розроблення технологічних і виробничих процесів в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва.

Типовий технологічний процес розробляється на основі аналізу множини чинних та можливих технологічних процесів на виробництво типових представників груп виробів. Типізація технологічних процесів базується на класифікації об'єктів виробництва. Деталі, що виготовляються на заводі, підрозділяються на класи, класи — на групи, групи — на підгрупи за такими ознаками: вихідний матеріал, конфігурація, розміри та чистота оброблюваних поверхонь деталі. Класифікатор деталей (виробів) створюється з використанням ЕОМ.

Сортування цих параметрів (від вищих до нижчого) дає можливість створити групи деталей, подібних за конструкцією і технологією їх обробки, для котрих можливо застосування типових технологічних процесів, що і є основою для розробки конкретних процесів.

Основні етапи розроблення типових технологічних процесів: класифікація об'єктів виробництва, їх кількісне оцінювання та аналіз конструкцій типових представників; вибір заготовки та методів її виготовлення; вибір технологічних баз і виду обробки; розроблення технологічного маршруту та операцій; розрахунок точності, продуктивності й економічної ефективності варіантів; оформлення типових технологічних процесів.

Типізація технологічних процесів має велике значення для систематизації, узагальнення і поширення передових високопродуктивних технологічних процесів. Типізація технологічних процесів скорочує трудомісткість технологічного підготування у 2—3 рази, а обсяг технологічної документації у 8—10 разів. Типові технологічні процеси широко застосовуються,

головним чином, при механічній та термічній обробці деталей в умовах дрібносерійного і одиничного виробництва.

Подальшим розвитком типізації технологічних процесів є розроблення групової технології, що найефективніша при невеликих партіях оброблюваних деталей і частому переналагодженні устаткування.

Груповий технологічний процес призначений для спільного виготовлення або ремонту групи виробів різноманітної конфігурації. Він має складатися з комплексу групових технологічних операцій, що виконуються на спеціалізованих робочих місцях у послідовності технологічного маршруту виготовлення визначеної групи виробів. У процесі розроблення групових технологічних операцій варто передбачати достатню величину їх сумарної трудомісткості для роботи без переналагодження технологічного оснащення (допускається тільки часткове підналагодження).

Основою розробки групового технологічного процесу і вибору загальних засобів технологічного оснащення є комплексний виріб, що може бути одним з виробів групи чи штучно створеним (умовним).

Основні етапи розроблення групових технологічних процесів: аналіз вихідних даних; групування виробів; кількісна оцінка груп предметів; нормування технологічного процесу. Інші етапи аналогічні основним етапам розроблення типових технологічних процесів.

Групова технологія створює умови для застосування методів серійного і великосерійного виробництва навіть при невеликій кількості виготовлення кожного окремого виробу, що дає змогу використовувати всі переваги цих методів організації виготовлення партії продукції для задоволення певних замовлень споживачів і загальних потреб ринку.

Використання типових і групових технологічних процесів сприяє підвищенню продуктивності праці і зниженню собівартості продукції за рахунок застосування найпрогресивнішого технологічного устаткування, процесу виробництва в цілому та оснащення. При цьому скорочуються кількість різноманітних технологічних маршрутів, трудомісткість і тривалість технологічної підготовки виробництва.

Обґрунтування вибору технологічного процесу. При проектуванні технологічних процесів може розроблятися кілька варіантів, з яких вибирають такий варіант, що за всіх інших

рівних умов дає можливість виготовити деталь з найменшими витратами на її виробництво, з найменшою собівартістю.

Вибір варіантів технологічних процесів здійснюється на основі зіставлення технологічної собівартості. До її складу входять тільки такі елементи, величина яких різна для порівнювальних варіантів. При цьому всі витрати на виготовлення виробу треба поділити на змінні ($V_{зм}$), річний розмір яких прямо пропорційно залежить від річного обсягу випуску виробу ($N_{рч}$) та умовно-постійні ($V_{ум.пт}$), розмір яких не залежить від зміни обсягу виробництва.

До змінних належать такі витрати: на основні матеріали за винятком відходів; на паливо (для технологічних цілей); на різні види енергії (для технологічних цілей); на основну та додаткову заробітну плату виробничих робітників з відрахуваннями на соціальні цілі; на експлуатацію універсального технологічного устаткування; на експлуатацію інструменту та універсального оснащення.

До умовно-постійних належать витрати: на експлуатацію устаткування, оснащення та інструменту, спеціально сконструйованих для здійснення технологічного процесу за даним варіантом; на оплату підготовчо-завершального часу.

Загальна формула технологічної собівартості для операції ($i - j$) має такий вигляд:

$$C_{тех} = \sum V_{зм} \cdot N + \sum V_{ум.пт}$$

Після визначення технологічної собівартості за двома варіантами процесу розраховують величину річного критичного обсягу продукції за кожною операцією.

$$N_{кр} = \frac{V_{ум.пт 2}}{r_2} = \frac{V_{ум.пт 1}}{r_1}$$

Якщо зіставлення варіантів технологічного процесу здійснити графічно, то буде очевидно, що критичним обсягом виробництва продукції є абциса точки перетину двох прямих з початковими ординатами $V_{ум.пт 1}$ та $V_{ум.пт 2}$ для кожного варіанта рівняння його технологічної собівартості.

Таким чином, визначення абциси цієї «критичної точки» є завершальним етапом техніко-економічних розрахунків, які встановлюють сфери найдоцільнішого застосування кожного з варі-

антів, що зіставляються, і які обмежуються певним розміром програм $N_{рч}$.

Наприклад, треба вибрати ресурсозберігаючий технологічний процес, який складається з чотирьох операцій, кожна з яких має

два варіанти виконання (табл. 13.1). Виробнича програма $N_{рч} = 800$ шт.

Таблиця 13.1

ЕКОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ

№ п/п	Варіанти технології	$V_{зм}$, грн/шт.	$V_{ум.пт}$, грн/рік
1	Виготовлення паст		
	1 варіант	150	120 000
	2 варіант	120	150 000
2	Трафаретний друк		
	1 варіант	200	270 000
	2 варіант	150	200 000
3	Термообробка паст		
	1 варіант	120	250 000
	2 варіант	70	300 000
4	Захист тонкоплівкових елементів		
	1 варіант	350	250 000
	2 варіант	250	350 000

Для першої операції $N_{кр} = \frac{150\,000 - 120\,000}{150 - 120} = 1000$ шт.

Технологічна собівартість продукції на першій операції при обсязі $N_{кр} = 1000$ шт. становить:

$$C_{тех1} = 150 \cdot 1000 + 120\,000 = 270\,000 \text{ грн.};$$

$$C_{тех1} = 120 \cdot 1000 + 150\,000 = 270\,000 \text{ грн.}$$

Також аналогічно визначаються $N_{рч}$ та $C_{тех}$ за варіантами на всіх операціях.

На підставі розрахункових даних будемо графік зміни собівартості продукції і визначаємо зони з найменшими витратами (рис. 13.7).

Виходячи з заданої програми $N = 800$ шт., вибираємо на першій операції 1 варіант, тому що $N = 800$ шт. менше $N_{кр} = 1000$ шт., що забезпечує нижчу собівартість продукції. Аналогічно діємо на всіх операціях.

Загальна технологічна собівартість продукції заданої програми становить:

$$C_{тех.заг} = (150 + 150 + 120 + 250) \cdot 800 + (120\,000 + 200\,000 + 250\,000 + 350\,000) = 1456 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість одиниці продукції $C_{\text{тех.од}} = 1\,456\,000 : 800 = 1860$ грн.
 $C_{\text{тех}}$

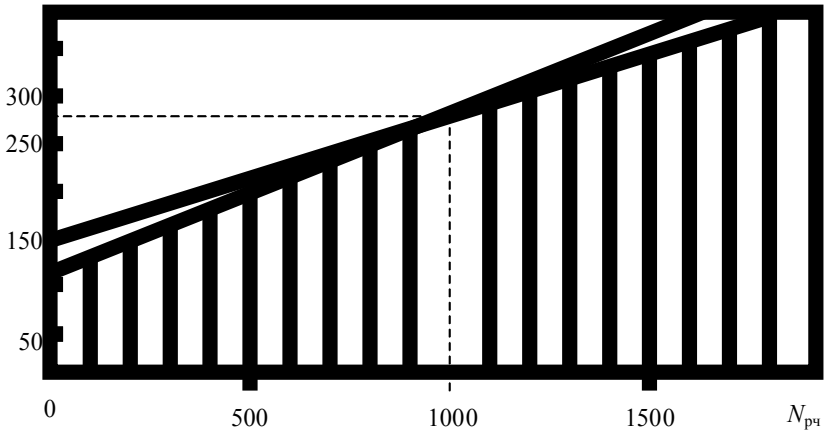


Рис. 13.7. Графік зміни технологічної собівартості за 1 та 2 варіантами

Якщо треба визначити економічний технологічний процес з більшої кількості варіантів (наприклад, з п'яти), тоді будується орієнтовний граф, дуги якого являють собою технологічні операції. Для оцінки використання ресурсів при можливих варіантах виготовлення деталей (виробу) вводиться цільова функція $C_{\text{тех}}$, тобто сума технологічних собівартостей за кожною з запрограмованих операцій, з тим щоб їх сума була мінімальною:

$$C_{\text{тех}} = \sum_{i=1}^m C_{ij} \rightarrow \min.$$

Визначити оптимальний варіант технологічного процесу можна шляхом вибору маршруту в заданому орієнтовному графі, що має мінімальну сумарну собівартість.

Документація технологічних процесів. Документи на технологічні процеси варто оформляти відповідно до вимог стандартів «Єдиної системи технологічної документації» (ЄСТД). Спроектований технологічний процес записують у технологічних картах, на основі яких складають матеріальні специфікації і відомості необхідного інструменту та іншого оснащення. Технологічні карти залежно від рівня деталізації і

типу виробництва розподіляються на: маршрутні, операційні та операційно-інструкційні (рис. 13.8).

Маршрутні технологічні карти містять перелік цехів, а всередині цехів — перелік технологічних операцій із зазначенням устаткування, технологічного оснащення, розряду роботи і норми часу на кожну операцію. Вони використовуються в умовах одиничного і дрібносерійного виробництв з великою номенклатурою продукції, коли їх буває достатньо для обробки деталей або виконання складальних операцій. Ці карти є основою для міжцехового планування (розцеховки) на підприємствах таких типів виробництв.

Операційні технологічні карти використовуються в серійному виробництві. У них послідовно вказуються операції, «переходи» і «проходи», перелік устаткування за типом і моделлю для виконання кожної операції, технологічного оснащення, види різального (оброблювального) і контрольного (вимірювального) інструментів за кожним «переходом», режими різання (кількість обертів, глибина різання, величина подачі тощо) і розряду роботи, норми часу за окремими складовими та на операцію в цілому.

Операційно-інструкційні технологічні карти використовуються в масовому виробництві безпосередньо робітниками для виконання найбільш складних та трудомістких операцій. Вони містять докладніші вказівки щодо виконання технологічної операції, включаючи ескізи наладок, засоби кріплення і виміру деталей, організацію робочого місця, а також основні прийоми роботи.

Контрольні операції встановлюються технологами згідно з вимогами креслень і технічних умов, а також фіксуються в технологічних картах. Для складних і відповідальних операцій технічного контролю розробляються спеціальні карти з зазначенням у них об'єкта контролю, місця його виконання, методу і засобів контролю, допустимих відхилень.

Матеріальні специфікації складаються у вигляді переліку необхідних для виготовлення деталей конкретного найменування основних матеріалів із зазначенням марки, сорту, розміру і кількості за кожним сорторозміром.

Відомості необхідного інструменту, так само, як і матеріальні специфікації, складаються на основі технологічних операційних карт і є основою для планування потреби виробництва в інструментах та іншому оснащенні.

МАРШРУТНА КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Завод		Маршрутна карта		Найменування деталі				№ технологічного процесу					
Цех				Тип									
№ операції	Найменування операції	Устаткування		№ креслення									
		Найменування	за плануванням	Кількість					Завантаження верстата, год				
				Розряд	Норма часу								
					на деталі, на програму,	на деталі, на програму, хв	на деталі, на програму, хв	на деталі, на програму, хв	на деталі, на програму, хв	на деталі, на програму,			
Склав		Перевірив		Нормувальник		Дата		Лист		Усього листів			

МАРШРУТНА КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

	Операційно-технологічна карта на заготовку	Цех №	Виріб	№ креслення деталі (складальної одиниці)	Входить до складальної одиниці №	Кількість				
						на складальну одиницю	на виріб			
	Найменування і марка матеріалу	ДСТУ Сортамент	Профіль і розмір на деталь	Шифр матеріалу						
			Кількість деталей з однієї заготовки	Маса деталі	Норма витрати матеріалу		Одиниця виміру	Коефіцієнт виконання		
			Шифр належності	№ циклового комплексу	Стаття калькуляції		Шифр одиниці виміру	Ціна	Собівартість	
			№ цільовий	№ операції	Зміст операції або шифр групового технологічного процесу	Устаткування (шифр)	Розряд роботи	Норма штучного часу		Підготовчо-завершальний час
					час	розцінка	час	розцінка	Нормативна партія	Шифр норми

Інформація, яка формується в процесі створення технологічної документації, має бути придатна для використання в АСУВ і при створенні гнучких автоматизованих (автоматичних) систем і виробництв.

Нові технологічні процеси звичайно не відразу впроваджуються у виробництво, а спочатку перевіряються в експериментальних цехах, після чого в основних цехах провадиться налагодження. Перевірка і налагодження здійснюються під час випуску пробних серій під керівництвом технологів. При цьому перевіряються і коригуються не тільки запроєктовані технологічні процеси, а й конструкції інструментів та пристроїв, а також зазначені режими обробки, норми часу і розцінки.

Експериментування у сфері технології має на меті пошук, а надалі вже освоєння нових, досконаліших технологічних процесів одержання заготовок, механічної і термічної обробки деталей, складання вузлів і машин, а також продуктивніших режимів різання, зварювання та ін.

Документація з технологічного процесу затверджується головним інженером заводу і поряд з конструкторською документацією є найважливішим технічним документом, відступ від якого (без відповідного дозволу) є порушенням технологічної дисципліни.

Організаційна складова технологічних процесів.

Розроблення технологічних процесів супроводжується вибором методів організації виробництва. За вимогами виконання технологічних операцій проектуються спеціальні інструменти, оснащення, обладнання з наступним їх виготовленням в інструментальному цеху підприємства. При цьому передбачається максимальне використання наявного устаткування (з модернізацією його в разі необхідності), а також оснащення та інструменту.

На основі технологічних маршрутів руху деталей складаються плани цехів і виробничих дільниць, на яких даються в масштабі площі приміщень, розташування устаткування з урахуванням його умовної конфігурації і специфікації (номер, тип, модель, характеристика). Відповідно до цих планів у разі необхідності здійснюється перестановка устаткування з його налагодженням на нові операції або реконструкція цехів і будівництво нових об'єктів. Після розміщення устаткування в цехах виконуються вивірених, налагодження і впровадження технологічних процесів безпосередньо на робочих місцях.

Для управління технологічним процесом і наочності сприйняття його маршруту розробляють технологічну схему. На схемі символами позначають: найменування і номери цехів, дільниць, робочих місць; відомості про застосування в технологічному процесі діючих на підприємстві стандартів підприємства, робочих і технологічних інструкцій; операції і заходи щодо приймання, складування і транспортування вихідної сировини, матеріалів, з яких виготовляють вироби; операції обробки та контролю при обробці; операції складання і контролю при складанні; операції приймання (випробувань); операції транспортування та складування готової продукції.

Для процесів, що вже здійснюються у виробництві, доцільно проаналізувати запроєктовану схему на відповідність її реально існуючій. У разі наявності розбіжностей провадиться їх обговорення. Кінцевою метою аналізу та обговорення є неухильне дотримання технологічної схеми в реальних умовах виробництва. Схема затверджується разом з технологічною документацією на виріб.

Технологічний процес вважається впровадженим, якщо виготовлення деталей, збирання вузлів і виробу в цілому здійснюються відповідно до викладених у технологічних картах вимог і запроєктованих норм часу. Це оформляється актом упровадження технологічного процесу, після чого цех цілком відповідає за дотримання технологічної дисципліни.

Виготовлення дослідного зразка в експериментальному цеху дає змогу технологам перевірити технологічність кожної деталі і придатність оснащення та інструменту, хоча такий контроль є неповним і орієнтований на одиничний тип виробництва. Наставна партія виробів зазвичай виготовляється в цехах основного виробництва із серійним чи масовим типом виробництва, що вможливує якісніший аналіз технологічності деталей. Під час організації потокового виробництва в цей період остаточно синхронізуються операції технологічного процесу.

На всі операції кожного технологічного процесу бюро нормативів ВГТ розраховує норми часу, нормативи витрат матеріальних і енергетичних ресурсів. Технологи встановлюють «вузькі місця» і «провідні групи устаткування» і відповідно до методики розраховують виробничу потужність підприємства і цехів.

Інші підрозділи ВГТ з'ясовують готовність відділу матеріально-технічного забезпечення (ВМТЗ) до постачання матеріалів, планують виготовлення заготовок і створення їх

запасу, розробляють графіки технологічної підготовки виробництва для цехів підприємства, здійснюють економічну оцінку і вибір технологічних процесів, складають карти розкрою для розрахунку матеріальних нормативів і графіки введення устаткування в експлуатацію, ведуть облік, зберігають, розмножують і видають технологічну документацію тощо.

Забезпечення якості технологічного процесу. Розроблення, приймання та передавання у виробництво нових технологічних процесів здійснюється відповідно до вимог стандартів МС ISO серії 9000. Постійне прогресування технологічних процесів є умовою успішної конкурентної боротьби підприємств за ринки збуту.

Досвід зарубіжних фірм з організації планування виробничих операцій свідчить, що на кожному підприємстві необхідно створювати свою систему якості.

Керовані умови — це відповідне управління матеріалами, виробничим устаткуванням, процесами та процедурами, програмним забезпеченням ЕОМ, персоналом, постачаннями, оснащенням та виробничим середовищем.

Виробничі операції мають бути достатньо докладно визначені в технологічній документації, призначення якої — повний і точний опис технологічних методів (крім фрагментів, що встановлюють «що зробити» і «як зробити»). Велике значення має створення резервів технологічної точності (резервів якості) при формуванні згідно зі стандартом основних поверхонь деталей та складальних одиниць.

Під резервом технологічної точності (резервом якості) розуміється позитивна різниця між розміром допуску і полем розсіювання яких-небудь параметрів деталей (складальних одиниць, виробів), тобто той запас резерву якості (резерву на експлуатацію), з яким похибки вписуються в межі поля допуску. Таким чином, за однакових технічних вимог (стандартів) якість виробу буде вищою там, де є великі резерви технологічної точності.

З метою створення умов керованості технологічним процесом у технологічній документації чітко визначаються контрольні операції, вибірки контролю, план і форма карт контролю, контроль першої та останньої операцій, операції налаштування технологічних засобів і засобів вимірювання, змінюваності оснащення та ін.; розглядаються методи і засоби підтримки (у допустимих межах) робочих умов навколишнього середовища (температури, вологості, запиленості тощо).

У випадках підвищеної залежності якості виробу від властивостей матеріалів і комплектуючих виробів наводяться методи і засоби їх вхідного контролю. Особлива увага приділяється забезпеченню безпеки виробу (електробезпечності, шумовим характеристикам, запобіганню відмовам та ін.), а також можливості документування результатів обробки (складання) і контролю.

Основним організаційним і нормативно-технологічним документом для робітника відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000 є робоча інструкція (PI). У ній викладаються загальні (що мають постійний характер) вимоги до виконання технологічних операцій на конкретному робочому місці, у тому числі до дій робітників і технологічних засобів та вимоги техніки безпеки.

У разі необхідності, як додаток до робочої інструкції, розробляють технологічні інструкції. У них наводяться змінні параметри технологічного процесу (операції) — режим обробки і методи досягнення запасів технологічної точності (резервів якості) для конкретного робочого місця.

Екологічна підготовка виробництва. Актуальність проблем охорони навколишнього середовища з кожним десятиріччям підвищується. Продукція, що виготовляється, а також сама виробнича система будь-якого рівня є потенційним джерелом забруднення довкілля. Останнім часом дедалі більше зростає значення показників екологічності під час сертифікації та оцінювання конкурентоспроможності продукції та підприємств на всіх стадіях їх життєвого циклу. Ці обставини зумовили виокремлення зі стадій конструкторської та технологічної підготовки виробництва функцій екологічної експертизи нових виробів та технологій, а також виробничих процесів, що відбуваються на підприємстві.

Екологічна підготовка виробництва передбачає здійснення техніко-технологічних та організаційно-економічних заходів з метою відвернення, зменшення чи усунення шкідливого впливу на навколишнє середовище й здоров'я людей об'єктів, що проектуються, в процесі їх експлуатації та самого виробництва.

Впливи на навколишнє середовище можна класифікувати за такими критеріями: часом впливу — тимчасові та постійні (протягом життєвого циклу виробу); можливістю усунення — виправні та не виправні; способом впливу — безпосередній та опосередкований; охоплення території — локальні та широко

розповсюджені; походженням — первинні та вторинні; можливістю акумулювання наслідків — накопичувальні та ненакопичувальні.

Основними завданнями екологічної підготовки виробництва є: упровадження та вдосконалення системи екологічного менеджменту підприємства, здійснення експертизи параметрів нових виробів на всіх стадіях життєвого циклу та технологічних процесів їх виготовлення; проведення екологічного моніторингу виробництва; організація екологічної підготовки персоналу та підвищення його відповідальності щодо дотримання вимог стандартів.

Відповідальність за екологічну підготовку виробництва та поточний контроль за станом довкілля, виробничих процесів, обладнання, їх відповідність вимогам охорони навколишнього середовища несе відповідна служба, яка створюється на підприємстві, у тому числі підрозділи, що за своїми функціями зобов'язані здійснювати всі передбачені екологічні заходи та виконувати вимоги нормативних документів.

Екологічна підготовка виробництва може проходити як під внутрішнім, так і під незалежним контролем з метою збільшення впевненості в дотриманні екологічних вимог стандартів, дієвості системи контролю та оцінки результатів виготовлення й експлуатації аналогічних за функціями існуючих виробів, що необхідно для поліпшення планування та розроблення майбутніх нових виробів.

Для організації та здійснення конкретних заходів з екологічної підготовки виробництва використовується типізація впливів нової продукції на довкілля. Оцінка впливу базується на чинному законодавстві, діючих стандартах як країни виробника, так і країн, де буде використовуватися продукція.

Нормативною базою екологічної підготовки виробництва є: природоохоронні норми і правила проектування та будівництва; норми і правила охорони тваринного та рослинного світу; сучасні та очікувані параметри фізичних, біологічних та соціально-екологічних умов, що безпосередньо пов'язані з новою продукцією та технологією; проектний опис супроводження процесу її освоєння, виготовлення та експлуатації виробів (використання технологій) з точки зору екологічних аспектів впливу на середовище (транспортування, водопостачання, зберігання сировини, допоміжних матеріалів та продукції тощо).

Екологічний менеджмент. На конференції ООН з питань охорони навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро,

1992 р.) визнано, що «екологічний менеджмент слід віднести до ключової домінанти стійкого розвитку і одночасно до вищих пріоритетів промислової діяльності і підприємництва».

Міжнародні стандарти ISO серії 14000, що з'явилися в 1996 р., орієнтовані на системну організацію екологічного менеджменту, спрямованого на зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище. Мета створення цих стандартів — розроблення критеріїв оцінки, поліпшення екологічних характеристик підприємств та створення умов для надання населенню екологічної інформації.

Стандарти ISO 14000 офіційно вважаються добровільними. Стимулом для їх упровадження є бажання отримати сертифікат про випуск «екологічно чистої продукції». Для вітчизняних виробників актуальність стандартів ISO 14000 підвищується тим, що на ринок країн Європейського союзу (ЄС) допускається тільки сертифікована за MC ISO 14000 продукція.

Міжнародні стандарти ISO серії 14000 розроблені на загальних принципах системи адміністративного управління і кореспондуються на 70 % зі стандартами ISO серії 9000 відносно процедур та вимог сертифікації.

Документи системи ISO 14000 поділяються на три основні групи: принципи створення та використання системи екологічного менеджменту; інструменти екологічного контролю та оцінки; стандарти, що орієнтовані на продукцію.

Упровадження системи екологічного менеджменту на підприємстві забезпечує: поліпшення організації виконання природоохоронного законодавства; досягнення реального поліпшення екологічних показників; скорочення шкідливих відходів, утрат енергії та ресурсів; зменшення виробничих та експлуатаційних витрат; отримання додаткового прибутку; підвищення конкурентоспроможності підприємства на внутрішньому та зовнішньому ринках; створення сприятливішого іміджу підприємства серед населення і громадськості; інвестиційну привабливість; запобігання виникненню надзвичайних екологічних ситуацій та аварій; податкові та митні пільги за наявності екологічного сертифіката; збільшення вартості акціонерного капіталу; сприяння розвитку двосторонніх відносин з вітчизняними та зарубіжними партнерами; зменшення ставок страхових платежів та скорочення процедур екологічного страхування тощо.

Екологічна експертиза полягає у встановленні ступеня впливу на природне середовище, запобіганні заподіяння шкоди

довкілля в процесі виготовлення та експлуатації нової продукції чи надання послуг шляхом перевірки їх кількісних параметрів показників (обсяг викидів, концентрації шкідливих речовин і т. д.) та технології (вимога використовувати ту або іншу технологію).

Екологічна експертиза здійснюється на всіх стадіях та етапах науково-технічної підготовки виробництва нових виробів.

На стадіях НДР та ДКР під час розроблення концепції нового виробу (технології) аналіз передбачає специфікацію заходів з охорони навколишнього середовища на підставі чинних законодавчих актів, нормативів та стандартів.

На стадії технічної підготовки розглядається додаткова інформація з метою визначення можливості уникнути небезпечного впливу спроектованих процесів виготовлення або експлуатації нових виробів на довкілля та здоров'я споживачів.

У процесі освоєння нової продукції аналіз впливу на довкілля поєднується з визначенням технічних, інституціональних, соціальних та фінансових аспектів. Залежно від розміру і категорії (типу) виробу та особливостей місця його використання під час аналізу потенційного впливу на людські та природні ресурси може виникнути потреба в проведенні всебічного і всеосяжного дослідження.

Детально аналізуючи спроектований виріб, слід урахувувати всі види витрат, які виникають унаслідок здійснення заходів з охорони навколишнього середовища та технології контролю, а також остаточного впливу на довкілля.

Важливою умовою екологічної експертизи є її паралельність з науковими дослідженнями, проектно-конструкторськими роботами, технологічною підготовкою та процесом освоєння виробництвом нової продукції.

Загальна схема екологічної експертизи проектів нової продукції, що відображена на рис. 13.9, містить декілька типових етапів.

На першому етапі аналізуються екологічні умови виробництва, експлуатації та утилізації продукції, що проектується. Здійснюється порівняння екологічних параметрів нових виробів та технології їх виготовлення з діючими екологічними стандартами.

На другому етапі визначаються позитивні та негативні екологічні наслідки виробництва і використання нових виробів, розробляються заходи щодо приведення їх до стандартних умов.



Рис. 13.9. Схема екологічної експертизи під час підготовки виробництва нових виробів

Третій етап передбачає визначення та аналіз альтернативних можливостей поліпшення економічних наслідків. Наприклад, заміну матеріалів, удосконалення технології з погляду екології відповідних місцевих умов та стандартів.

На четвертому етапі визначення альтернатив дає змогу розробити план заходів, що спрямовані на зменшення негативного впливу на довкілля.

Завершальний етап екологічної діагностики процесів виробництва та експлуатації нових виробів передбачає розроблення плану моніторингу (поточного контролю) стану навколишнього середовища та впливу на нього. У плані конкретизується вид поточного контролю. Визначаються посадові особи та підрозділи (групи), які мають його здійснювати, а також система зворотного зв'язку з проєктувальниками виробів та технології.

Жорсткі екологічні вимоги зумовлюють проведення постійного спостереження за процесами, що відбуваються у виробництві, їх аналізу; розроблення і проведення запобіжних заходів на всіх стадіях життєвого циклу виробів та технологічних процесів їх виготовлення.

Екологічний моніторинг. Здійснення екологічного контролю та заходів з підготовки виробництва з метою зменшення негативного впливу спроектованих виробів (технологій) на довкілля є надзвичайно важливим для успіху їх на ринку.

Екологічний моніторинг передбачає регулярне стеження за функціонуванням виробництва шляхом вимірювання апаратурою дозиметричного контролю його параметрів, які можуть суттєво впливати на довкілля. Програма моніторингу орієнтована на зворотний зв'язок з дійсним екологічним станом та впливами виробництва на навколишнє середовище, порівняно з тим, що був запланований. Це дає змогу вживати необхідні заходи в процесі проектування, підготовки і освоєння виробництвом нової продукції з метою подолання неприпустимого впливу чи негативних змін у довкіллі.

Виходячи із сучасних вимог конкурентоспроможності, особлива увага маркетологів, конструкторів, технологів, екологів, економістів та організаторів виробництва має бути приділена взаємозв'язку між вибором конструктивних рішень, технологічного процесу або між його розробленням та потенційною можливістю зменшення безпосереднього впливу відходів виробництва на навколишнє середовище.

Відомо, що проектування виробів (технологій), вибір ефективних варіантів техніко-технологічних рішень здійснюються не тільки за критеріями економічності та ефективності, — дедалі більше набуває важливості чинник впливу на довкілля і здоров'я людей. Негативні та позитивні впливи на довкілля можуть бути оцінені кількісно з допомогою екологічних та фінансових показників. Тому техніко-технологічні та організаційні рішення треба приймати на підставі чинних екологічних стандартів.

13.5. ОРГАНІЗАЦІЙНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА Й ОСВОЄННЯ НОВОГО ПРОДУКТУ

Організаційна підготовка виробництва — це сукупність взаємопов'язаних організаційно-економічних та соціально-психологічних процесів на всіх стадіях та етапах комплексної

підготовки виробництва, що забезпечують готовність підприємства до створення та освоєння необхідного обсягу продукції заданого рівня якості в установлені терміни з найменшими витратами.

Комплекс робіт з організаційної підготовки виробництва здійснюється паралельно й взаємозалежно з конструкторською та технологічною підготовкою з безпосередньою участю відділів головного конструктора, головного технолога, головного механіка та майже всіх функціональних підрозділів підприємства — відділів маркетингу, планово-економічного, кадрів, МТО, виробничо-диспетчерського, збуту, праці і заробітної плати, бухгалтерії, лабораторій, служб та ін.

Основні етапи організаційної підготовки виробництва:

1) *передвиробничі плани розрахунки*: створення нормативної бази (нормативів затрат часу, вартості, тривалості циклу робіт, етапів, стадій); розрахунок необхідних нормативів для планування конструкторської і технологічної підготовки виробництва; календарно-планових нормативів майбутнього виробництва виробу; складання плану-графіка і кошторису витрат на ТПВ; розроблення планових калькуляцій на нові деталі та вироби; визначення економічної ефективності нової продукції;

2) *удосконалення виробничої структури*: визначення рівня спеціалізації і кооперування цехів і виробничих дільниць; вибір найраціональніших форм та методів організації виробництва нових виробів; формування технологічних та предметно-замкнених дільниць, потокових і автоматичних ліній, гнучких виробничих систем; планування і перепланування цехів та дільниць; проектування організації ремонтного, інструментального, енергетичного, транспортного і складського господарств; організаційне проектування робочих місць та систем їх обслуговування;

3) *реорганізація системи управління*: перегляд функцій посадових позицій, підрозділів, уточнення завдань та встановлення їх відповідальності за процеси і результати комплексної підготовки виробництва нового виробу;

4) *забезпечення технічної готовності підприємства до випуску нових виробів*: визначення потреби в додатковому устаткуванні, матеріальних і енергетичних ресурсах; проектування, виготовлення або придбання допоміжного обладнання; організація кооперування, оформлення договірних відносин з постачальниками матеріальних ресурсів;

5) *комплектування робочих кадрів*: набір, підготовка, перепідготовка кадрів відповідних професій та кваліфікації; організація праці та заробітної плати; формування мотиваційних заходів; залучення та стимулювання персоналу до освоєння нововведень; соціально-психологічна підготовка працівників підприємства до створення та виробництва нової продукції;

6) *перспективне та оперативне планування*: формування планово-економічної інформації; визначення календарно-планових, матеріальних, трудових і фінансових норм та нормативів; уточнення форм документації; вибір методів та систем оперативно-виробничого планування, обліку та оцінки діяльності підрозділів за періодами освоєння нового виробу тощо;

7) *організація переходу на випуск нового виробу*: вибір методу й організаційної форми переходу; виготовлення виробничо-пробної партії; згортання випуску старої продукції; розгортання випуску нового виробу;

8) *організація ефективної експлуатації нового виробу*: монтаж, налагодження, консультування споживача, гарантійне і післягарантійне обслуговування виробу.

Щоб досягти найефективнішого результату організаційної підготовки виробництва, доцільно розробляти цільові організаційні проекти створення та освоєння нової техніки.

Освоєння нового продукту (технології). У результаті розроблення конструкторсько-технологічної документації, випробувань дослідних зразків, виготовлення технологічного оснащення та нестандартного обладнання, перепланувань виробничих дільниць створюються передумови для організації стабільного випуску нового виробу. У системі комплексної підготовки виробництва освоєння нової продукції є завершальною стадією.

Стадія освоєння нової продукції — це сукупність різноманітних процесів та робіт з перевірки і вдосконалення конструкцій та технології до встановлених технічних вимог, а також опанування нових форм організації виробництва.

Стадія освоєння виробництва є початковим етапом промислового виробництва нової продукції. У процесі освоєння досягаються заплановані обсяги виробництва, намічені економічні показники і проектні техніко-економічні параметри продукції, що випускається. Період освоєння нової продукції починається з виготовлення дослідного зразка і завершується серійним виробництвом продукції.

Стадія освоєння виробництвом нової продукції притаманна тільки для масового та серійного виробництва. Це пов'язане з необхідністю конструкторсько-технологічного доопрацювання нового виробу та пристосування самого виробництва до випуску нової продукції. На тривалість періоду освоєння впливають послідовно-системні зміни проектних та організаційних рішень: уточнення конструкції виробу — зміни в конструкторській документації — перегляд технологічних процесів — перепроєктування і виготовлення оснащення — перегляд матеріальних і трудових норм — перепланування розташування устаткування — навчання робітників новим процесам — уточнення оперативно-виробничих планів. Зарубіжний досвід свідчить, що зміни допускаються тільки до початку серійного або масового виробництва.

Для процесу освоєння характерні тривалість та витрати, які залежать від типу виробництва (стабільного серійного або масового) та ступеня ресурсної готовності певного виробництва (спеціального обладнання, оснащення, наявності резервних площ, устаткування, робітників).

Для промислового виробництва характерне різноманіття методів та етапів освоєння нових видів продукції для різних виробничих і організаційно-економічних умов. Серед основних етапів: технічне, виробниче та економічне освоєння.

На *етапі технічного освоєння* проводиться вивчення дослідного зразка, перевірка, налагодження і доведення нової конструкції виробу та технології її виготовлення з внесенням необхідних уточнень та змін з метою досягнення вимог, зафіксованих у технічній документації на виріб і відповідності стандартам або технічним умовам.

Етап виробничого освоєння передбачає комплекс робіт з переходу від дослідного до налагодження серійного (масового) виробництва (упровадження запроєктованих технологічних процесів, форм організації виробництва і праці, системи якості виготовлення деталей і складальних одиниць та забезпечення досягнення його проектних параметрів). На цьому етапі усуваються «вузькі» місця, робітники кваліфіковано виконують трудові операції, стабілізується завантаження устаткування і робочої сили.

На *етапі економічного освоєння виробництва* нової продукції забезпечується досягнення проектних економічних показників: здійснюються заходи з доведення норм витрати матеріальних, трудових, фінансових ресурсів та інших економічних показників

до проектного рівня за рахунок зростання кваліфікації робітників, підвищення рівня оснащення, організації виробництва, скорочення втрат від браку завдяки дії системи якості та ін.

Як правило, витрати на виробництво перших виробів у кілька разів перевищують витрати на продукцію, що серійно випускається. Надалі відбувається різке зниження цих витрат. Однак з часом темпи зниження сповільнюються і потім стають незначними (рис. 13.10).

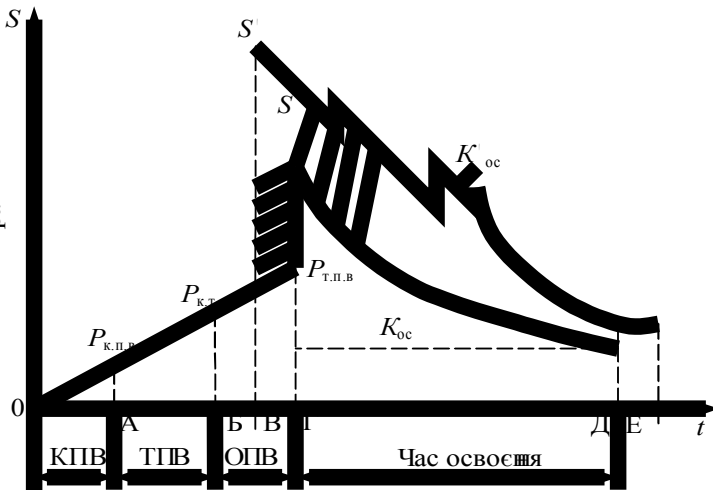


Рис. 13.10. Графік зміни витрат на стадіях підготовки виробництва та освоєння нової продукції

Характер нарощування витрат, пов'язаних з технічною підготовкою виробництва, віднесених до одного виробу (відрізок $0—\Gamma$), а також характер зниження собівартості на стадії освоєння (відрізок $\Gamma—D$) показані на рис 13.10. Витрати на конструкторську підготовку виробництва $V_{к.п.в}$ до точки A зростають поступово, а потім різке нарощування, пов'язане з великими обсягами робіт на стадії технологічної підготовки. Сумарні витрати на конструкторську і технологічну підготовку виробництва $V_{к-т.п.в}$ на один виріб показані в точці B .

Організаційна підготовка потребує збільшення витрат на матеріальне забезпечення нового виробництва, пов'язане з закупівлею спеціального устаткування, створенням запасу, переплануванням цехів, створенням транспортних систем і т. д.

Завершення етапу (точка Г характеризується сумарними витратами на підготовку виробництва $V_{т.п.в}$).

У випадку повного і високоякісного проведення технічної підготовки виробництва освоєння починається (точка Г) з відносно невисокої початкової собівартості S продукції, що освоюється. Собівартість знижується відповідно до положистої кривої $K_{ос}$ і планова собівартість (точка Д) досягається відносно швидко. Період освоєння пропорційний відрізьку Г—Д.

Передчасний початок освоєння (точка В) виникає, якщо підготовка ще цілком не довершена, оснащення та устаткування не готові, а конструкторська підготовка виконана на недостатньо високому рівні.

Як наслідок початкова собівартість S^1 виявляється вище S . Крім того, спостерігаються різкі коливання собівартості, що відповідають внесенню конструкторських змін. Крива освоєння характеризується лінією $K'_{ос}$. Планова собівартість у цьому випадку досягається не в точці Д, а пізніше. Період освоєння збільшується. Він пропорційний відрізьку В—Е.

Тенденція зниження собівартості під час освоєння виробництва нової продукції має, як правило, стійкий характер, причому обсяг випуску є найважливішим чинником її зниження.

Чинниками, що визначають час освоєння, є новизна і складність виробу, ступінь обробки технічної документації, рівень оснащення, соціально-психологічний рівень колективу тощо. Завдання полягає в тому, щоб урахувати вплив цих чинників на тривалість періоду освоєння і забезпечити створення необхідних умов для його скорочення.

Ефективність процесу оновлення продукції на машинобудівних підприємствах здебільшого визначається методом, який вибраний для переходу на виробництво нового виробу. На вибір методу переходу впливають такі чинники: технічний рівень продукції, яка освоюється, її відмінність від тієї, що знімається з виробництва; організаційно-технічні умови виробництва: наявність резервних виробничих потужностей і площ; використання стандартних рішень у проектних роботах; організація і планування технічної підготовки виробництва.

У виробничій практиці існують дві основні форми переходу на випуск виробів: з зупинкою і без зупинки виробництва. При цьому в кожній з цих форм виділяються послідовний, паралельний і паралельно-послідовний методи.

Послідовний метод переходу характеризується тим, що виробництво нової продукції починається після повного припинення випуску продукції, що знімається з виробництва.

Виділяють перервно-послідовний і безперервно-послідовний варіанти цього методу. За *безперервно-послідовним* методом після припинення випуску старого виробу С на тих самих виробничих площах виконуються роботи з перепланування і монтажу технологічного устаткування та транспортних засобів, а після їх завершення починається освоєння виробництва нового виробу (рис. 13.11, а). Тривалість цих робіт і визначає величину часу зупинки виробництва — ΔT , протягом якого відсутній випуск як нових, так і старих виробів. Це найефективніший варіант переходу, тому що втрати в сумарному випуску продукції тут найвищі. Їх довго не вдається компенсувати, що не дає змоги використовувати перервно-послідовний метод у практиці освоєння нових виробів.

Безперервно-послідовний варіант послідовного методу характеризується тим, що випуск виробу, який освоюється, починається відразу ж після припинення випуску виробу, що знімається з виробництва, тобто $\Delta T = 0$ (рис. 13.11, б). Хоча при цьому варіанті виникають утрати в сумарному випуску виробів, але вони можуть бути зведені до мінімуму за рахунок високих темпів наростання випуску освоюваного виробу. Тут потрібен високий ступінь закінченості робіт з технологічної підготовки виробництва нового виробу до початку його освоєння.

Паралельний метод переходу характеризується тим, що одночасно з скороченням обсягів виробництва старої продукції відбувається наростання випуску нової. Тривалість часу сполучення випуску продукції, що знімається з виробництва, і знову освоюваної може бути різною. Цей метод найчастіше застосовується в машинобудуванні як у масовому, так і в серійному виробництві.

Основна перевага його в порівнянні з послідовним методом полягає в тому, що вдається значно скоротити втрати в сумарному випуску продукції при освоєнні нового виробу. Застосовуються різноманітні варіанти паралельного методу, що різняться величинами відрізка ΔT , протягом якого сполучається випуск старого і нового виробу, темпом наростання випуску нового і згортання старого виробу, кількістю додаткових виробничих площ, устаткування.

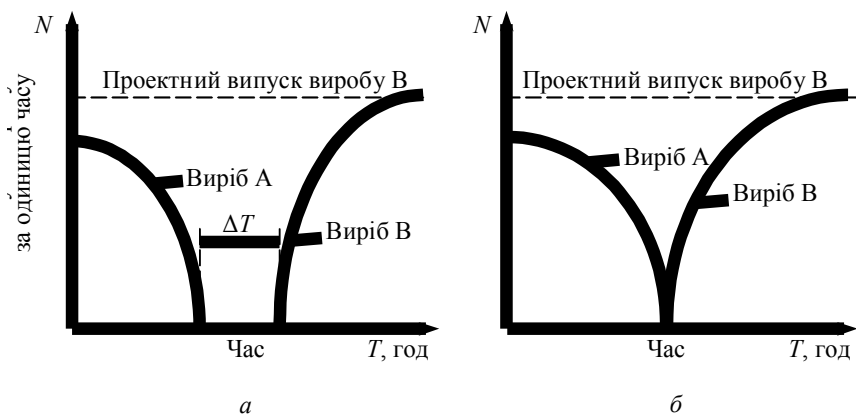


Рис. 13.11. Послідовний метод переходу на випуск нового виробу:
а — перервно-послідовний; *б* — безперервно-послідовний

Варіант паралельного методу характеризується тим, що сумарний випуск виробів залишається незмінним (рис. 13.12, *а*), принаймні не зменшується (лінія А, В характеризує сумарний випуск продукції). Це ліпший варіант, оскільки він дає змогу підприємству зберегти за період освоєння рівномірний випуск продукції, але потребує, як правило, додаткових виробничих робітників (тому що трудомісткість освоюваних виробів вища, ніж тих, що знімаються з виробництва), а також збільшення виробничої потужності підприємства.

Варіант паралельного методу широко застосовується в умовах масового виробництва, особливо при реконструкції підприємства. Якщо неможливо компенсувати підвищену трудомісткість і відсутні додаткові потужності, то віддається перевага варіанту паралельного методу, при якому сумарний випуск продукції трохи знижується в період освоєння нового виробу (рис. 13.12, *б*). За умови високого рівня уніфікації замінного й освоюваного виробів у багатьох випадках узагалі вдається уникнути зниження сумарного випуску.

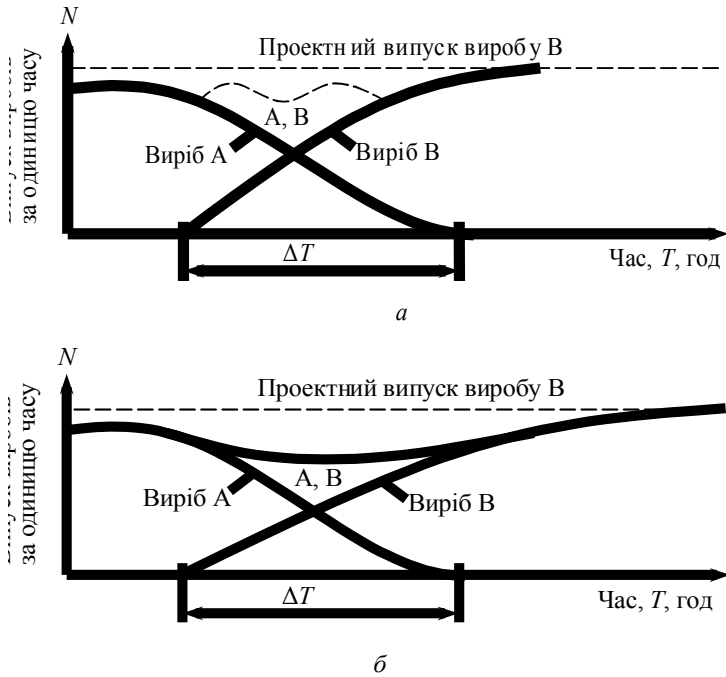


Рис. 13.12. Паралельний метод переходу на випуск нового виробу:
а — без зменшення сумарного випуску виробів;
б — з тимчасовим зменшенням сумарного випуску виробів

У масовому виробництві широко застосовується паралельно-поетапний варіант паралельного методу. Процес відновлення продукції, що випускається, виконується в кілька етапів, під час яких освоюється випуск так званих перехідних моделей П, що відрізняються від попередньої моделі конструкцією окремих вузлів і агрегатів. На кожному з етапів відбувається відновлення не кінцевої продукції підприємства, а тільки окремих її складених елементів (рис. 13.13). Перевага цього варіанта полягає в тому, що його використання дає можливість уникнути корінної реконструкції підприємства, забезпечити на кожному з етапів рівномірний випуск продукції, знизити витрати на освоєння виробництва. Однак процес відновлення виробів, що випускаються, при цьому подовжується, що може призвести до передчасного морального старіння нової техніки.

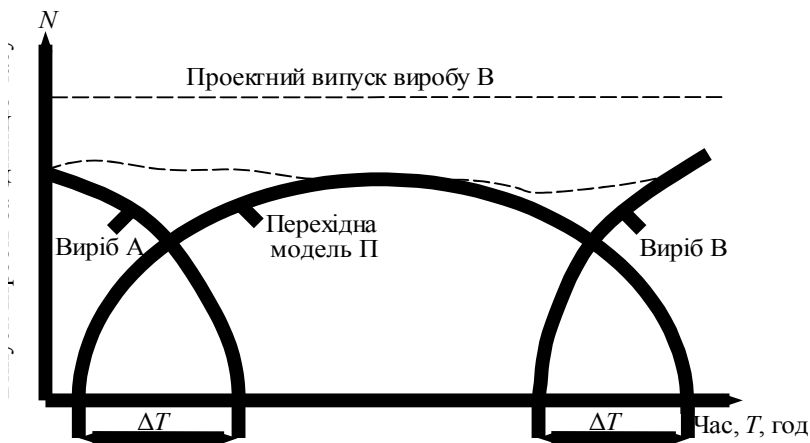


Рис. 13.13. Паралельний метод переходу на випуск нового виробу (паралельно-поетапний метод)

При паралельно-послідовному методі переходу (рис. 13.14) на підприємстві створюються додаткові потужності, на яких починається освоєння нового виробу. Відпрацьовуються технологічні процеси, проводиться кваліфікаційна підготовка персоналу, організується випуск перших партій нової продукції. У цей початковий період освоєння в основному виробництві продовжується випуск виробів, що підлягають заміні. Після завершення початкового періоду освоєння відбувається короточасна зупинка як в основному виробництві, так і на додаткових ділянках, протягом якої здійснюється перепланування устаткування — устаткування додаткових ділянок передається в цехи основного виробництва. По завершенні цих робіт в основному виробництві організується випуск нової продукції.

Паралельно-послідовний метод широко застосовується в умовах масового виробництва при освоєнні нової продукції, що істотно відрізняється за конструкцією від тієї, що знімається. Недоліком цього методу є очевидні втрати в сумарному випуску продукції за час зупинки виробництва і на початку наступного періоду освоєння нового виробу в цехах. Крім того, потрібні додаткові площі для організації тимчасових дільниць. Однак проведення початкового етапу освоєння на додаткових ділянках

дає змогу пізніше забезпечити високі темпи наростання випуску нового виробу.

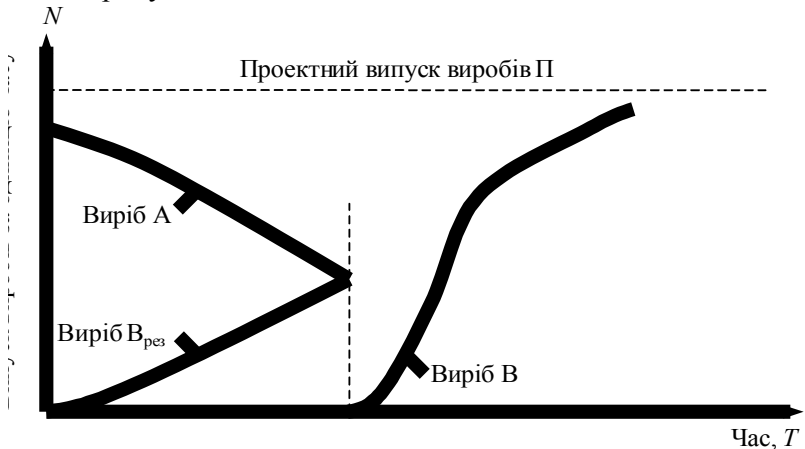


Рис. 13.14. Паралельно-послідовний метод переходу на випуск нового виробу

Напрями прискорення комплексної підготовки виробництва.

Визначення чіткої економічної стратегії підприємства, і особливо її основної складової — інноваційно-виробничої стратегії, розроблення програми розвитку і відповідних бізнес-планів мають важливе значення в прискоренні комплексної підготовки виробництва, скороченні витрат і циклу створення та освоєння нової продукції. На всіх етапах технічної підготовки виробництва характерними напрямками її прискорення є: стандартизація; уніфікація; нормалізація; типізація технологічних процесів; застосування ПЕОМ, АРМ, АСТПВ, АСУВ, СУПР та ін.; сіткове планування і керування.

Стандартизація полегшує працю конструкторів. При проектуванні нових виробів у першу чергу мають бути застосовані стандартні деталі і вузли, а також норми і нормалі. Особливо ефективно використання в новій конструкції стандартних деталей і вузлів, виготовлених на спеціалізованих заводах.

Раціональна уніфікація (конструкцій виробів, розмірів і параметрів, різновидів технологічних операцій і процесів, номенклатури застосовуваного устаткування, оснащення, інструменту, матеріалів і напівфабрикатів) сприяє прискоренню процесів проектування та значному скороченню обсягу

конструкторської і технологічної документації при зниженні трудомісткості її розроблення, оформлення, обліку і зберігання.

Нормалізація передбачає використання в конструкції виробу відомих і раніше розроблених деталей — нормалей (болтів, гайок, шпильок, шайб, гвинтів і т. д.), що виготовляються в різноманітному асортименті на спеціалізованих заводах чи у власних цехах підприємств за наявними робочими кресленнями і технологічними процесами.

Типізація технологічних процесів з виготовлення деталей та вузлів підвищує надійність виробу та в кілька разів зменшує вартість порівняно з оригінальними деталями та вузлами. Для цього напряму характерна конструкторська і технологічна спадкоємність, тобто максимально можливе використання наявного устаткування, оснащення, інструментів і матеріалів.

Застосування комп'ютерів останніх поколінь з повною конфігурацією, автоматизованих робочих місць, автоматизованої системи технічної підготовки виробництва, а також автоматизованих систем управління виробництвом, систем автоматизованих планових розрахунків та інше істотно скорочує витрати на підготовку виробництва, знижує трудомісткість етапів її розроблення та оформлення і забезпечує можливість підприємству в найкоротший термін вийти на ринок з комерційною реалізацією нової продукції.

При виконанні ТПВ широко використовуються графічні методи відображення інформації, послідовність виконання робіт, планування тощо. Для цих цілей застосовуються генеральний план-графік ТПВ нового виробу, сіткові графіки планування і управління процесом ТПВ, стрічкові графіки ТПВ окремих агрегатів, вузлів і деталей нової продукції тощо. При функціонуванні системи сіткового планування і управління (СПУ) для ТПВ в основному використовується спосіб формування мережної моделі «зверху вниз», тобто виходячи зі схеми конструкторсько-технологічного поділу робіт за стадіями. Така модель, маючи фрагментарну структуру, дає змогу чітко відобразити роботи даного виконавця у зведеному сітковому графіку і спрощує складання календарних план-графіків.

Застосування СПУ в ТПВ забезпечує кращу організацію робіт і оперативний контроль за їх виконанням, наочність процесу розроблення і своєчасне виявлення «вузьких» місць. Витрати на впровадження СПУ становлять незначну частку в загальній вартості ТПВ, а цикл підготовки вдається скоротити більш ніж на 15—20 %.

В умовах швидких темпів відновлення продукції на підприємствах необхідно ширше застосовувати гнучкі автоматизовані виробництва (ГАВ), удосконалювати організаційні форми зв'язку науки з виробництвом, використовувати комплекс заходів, спрямованих на посилення моральної та матеріальної зацікавленості науковців, конструкторів, технологів у прискоренні НТП, створенні і впровадженні у виробництво нової техніки і технології.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. У чому полягає суть комплексної підготовки виробництва до зміни продукту і які її складові?
2. Основна мета і завдання наукової підготовки виробництва.
3. Охарактеризуйте види наукових досліджень та їх взаємозв'язок з виробництвом.
4. Які основні етапи науково-дослідних робіт і в чому полягає логіка їх побудови?
5. Розкрийте сутність дослідно-конструкторських робіт та їх узагальнені етапи.
6. Яка мета технічної підготовки виробництва нової продукції для підприємств, що працюють в умовах ринку?
7. Назвіть етапи науково-технічної підготовки виробництва на підприємствах машинобудування.
8. Розкрийте етапи конструкторської підготовки виробництва.
9. Які показники параметрів продукції включаються в технічне завдання?
10. Перелічіть та охарактеризуйте основні етапи технологічної підготовки виробництва.
11. Які вихідні дані і технічна документація необхідні для розроблення технологічних процесів?
12. Поясніть економічну доцільність обраного варіанта технологічного процесу.
13. Що передбачає організація управління технологічною підготовкою виробництва?
14. Чим відрізняються етапи технологічної підготовки для різних типів виробництва?
15. Якими показниками оцінюється вибір варіантів технології і як вони розраховуються?
16. Які цілі, завдання та етапи екологічної підготовки виробництва нової продукції?
17. Що являє собою екологічний менеджмент і на які об'єкти він поширюється?
18. Які параметри встановлюють і визначають функціональні підрозділи підприємства на етапі організаційно-економічної підготовки виробництва?

ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

14.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ВИРОБНИЦТВА

Передумови та сутність організаційного проектування. Підприємство як виробнича система зі своїми підсистемами і службами є найскладнішою системою. Якщо для конструювання нової продукції та здійснення техніко-технологічних нововведень розробляються цільові проекти спеціалізованими підрозділами технічної підготовки виробництва, то проблема адаптації виробництва до виникаючих змін, його реорганізації залишається невирішеною, або вирішується в процесі освоєння продукції, що значно затримує строки виходу на ринок, збільшує витрати, погіршує конкурентну позицію.

У сучасних умовах загострення конкурентної боротьби зарубіжні компанії здійснюють регулярні реорганізаційні заходи з метою надання виробничим системам більшої гнучкості та мобільності зі створення та освоєння нової продукції з урахуванням усіх потреб і побажань споживачів. При цьому проектування продукції та виробництв з її виготовлення здійснюється паралельно. За допомогою сучасних комп'ютерних технологій спеціалізовані підрозділи компаній або фірми моделюють усі можливі комплексні конструктивно-технологічні й організаційно-виробничі рішення, у тому числі з дизайну, ергономіки, екології, безпеки, експлуатаційної привабливості виробів, архітектурно-будівельних і комунікативних характеристик виробничих споруд і приміщень, порівнюють отримані варіанти і вибирають для реалізації конкурентоспроможні.

Реорганізація передбачає оцінку існуючої організації, розроблення нового порядку структурних зв'язків і відносин та впровадження спроектованих раціональних організаційних рішень. Етап розроблення проекту є ключовим, у свою чергу, його серцевиною є повнота та адекватність теоретичного уявлення, на основі якого будується організація перетворень виробничої системи.

За часів централізованої економіки були спроби формалізувати процеси організаційного проектування на рівні деяких великих підприємств та галузей. Під час будівництва Волзького автомобільного заводу на основі отриманої ліцензії була використана організаційна документація італійської фірми «FIAT» і вперше у вітчизняній практиці розроблений комплексний проект організації виробництва виходячи з конкретних умов виготовлення автомобілів.

В подальшому на підставі узагальнення накопиченого досвіду був успішно реалізований аналогічний проект на Камському автомобільному заводі. Певні напрацювання в організаційному проектуванні були здійснені в Центрі наукової організації праці та управління виробництвом «ТОН» Міністерства промисловості засобів зв'язку СРСР. Результати використання організаційних проектів при будівництві нових і реорганізації діючих цехів, підприємств підтвердили їх ефективність, а саме забезпечили швидке освоєння виробничих потужностей і створення високоорганізованого виробництва, що відповідало найвищим на той час економічним вимогам.

Під організаційним проектом, як правило, розуміють сукупність остаточних комплексних проектних рішень з організації праці, виробництва та управління, що спрямовані на забезпечення умов ефективного функціонування підприємства і призначені для впровадження та подальшого вдосконалення.

Організаційний проект (оргпроект) як складова частина комплексного проекту виробничої системи (ВС) розробляється в тісному взаємозв'язку з іншими його частинами: конструкторською, технологічною, інформаційно-управлінською, програмного забезпечення і т. д.

Цілі, завдання та зміст організаційного проектування. Головна мета організаційного проектування полягає в побудові раціональних схем поєднання в просторі і часі всіх складових виробничого процесу — праці, предметів праці і засобів праці — у заданих виробничих умовах із найкращими техніко-економічними показниками вирішення завдань, поставлених перед системою, що проектується.

Цілі організаційного проектування полягають у забезпеченні виробництву, що проектується, максимально можливої ефективності на стадії його експлуатації, використовуючи для цього засоби організації.

Реалізація мети оргпроекування потребує вирішення комплексу проектних завдань організації виробництва, праці та управління,

що спрямовані на надання виробництву сукупності властивостей, які зумовлені вимогами зовнішнього середовища. При цьому використовується блочно-ієрархічний підхід до структурування ВС у функціональному аспекті, виходячи з вимог ринку, як показано на рис. 14.1.

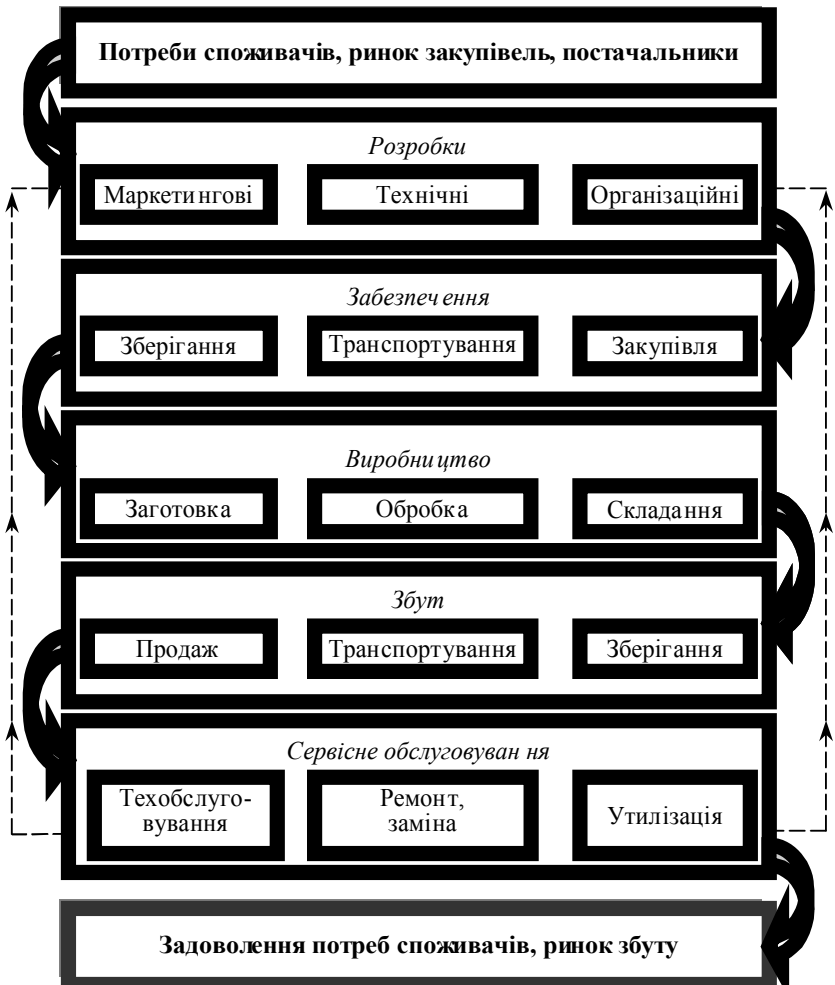


Рис. 14.1. Загальна схема логістичного ланцюга забезпечення процесу виробництва і обігу продукції та зворотного процесу оргпроекування

Об'єктами оргпроекування є промислові виробничі системи з повним технологічним циклом та реалізовані в них виробничі процеси, а також їх детерміновані елементи: технологічні процеси, їх стадії, операції і переходи, включаючи допоміжні; адміністративно-виробничі підрозділи різноманітного організаційного рівня (рис. 14.2): підприємство як сукупність робочих центрів, цех, дільниця (лінія), робоче місце (модуль), а також їх функціональні підсистеми (служби, господарства).

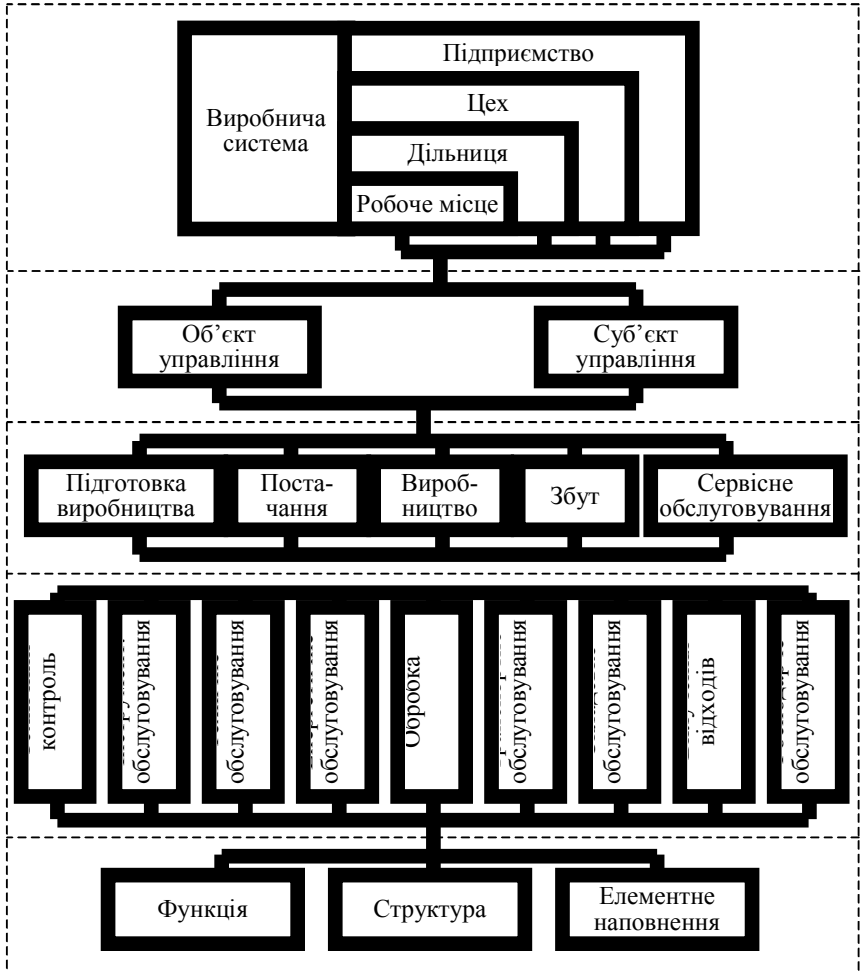


Рис. 14.2. Структурна модель об'єкта оргпроекування

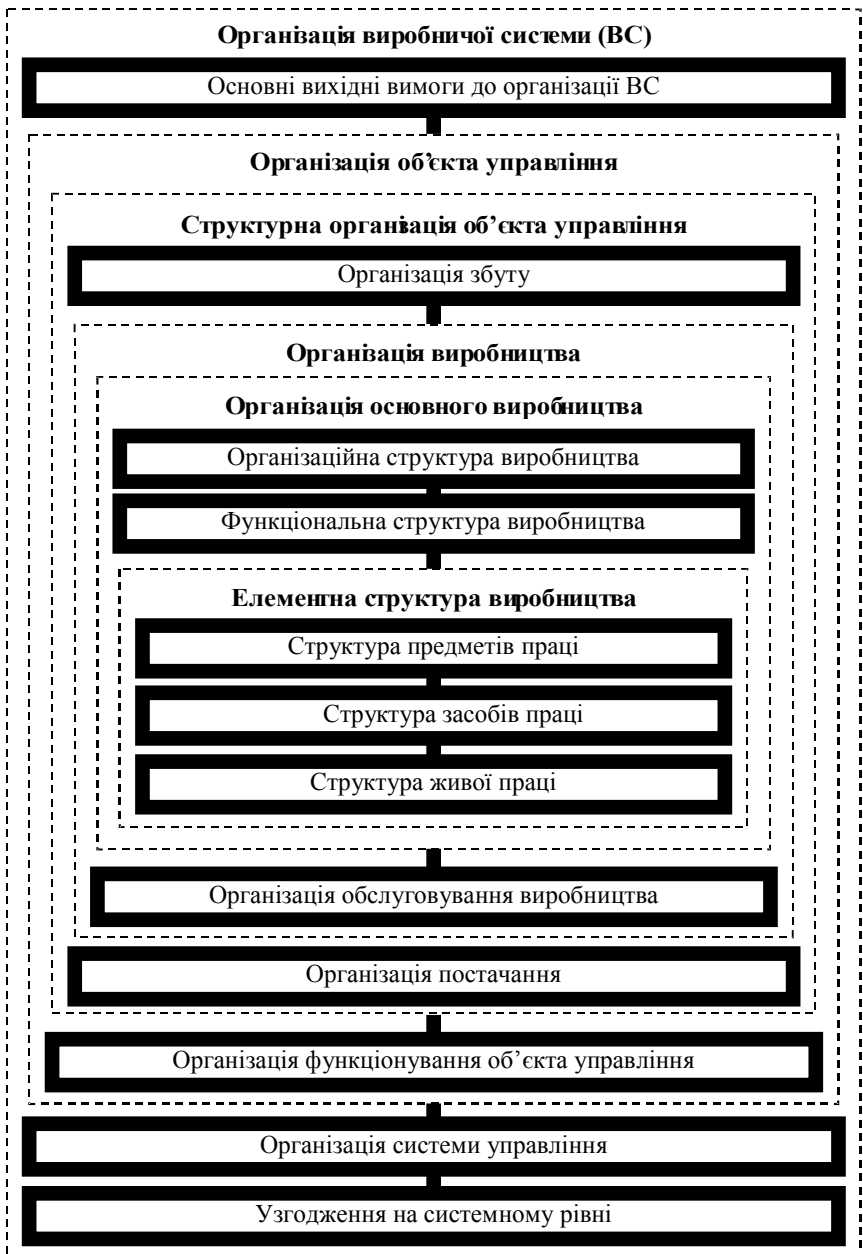


Рис. 14.3. Модель процесу проектування організації виробничої системи

Предметом оргпроекування є зв'язки та взаємовідносини, які визначають особливості процесу виробництва, його організацію та інтеграцію складових елементів виробничої системи, праці й управління, у тому числі в умовах комплексної автоматизації виробництва.

Зміст оргпроекту складають організаційно-технічні та інші рішення, а також заходи щодо їх реалізації, які спрямовані на раціональну організацію й оптимізацію структури та процесу функціонування ВС (рис. 14.3).

Основні проектні рішення та заходи передбачають:

а) визначення кількісного і якісного складу та співвідношення елементів виробничої системи, їх розташування в просторі, формування виробничої структури підприємства;

б) розроблення регламентів організаційних процесів у виробничій системі та їх формалізація при створенні комплексу організаційно-планових документів;

в) створення нормативної бази організації виробництва для конкретних виробничих систем, підсистем та елементів;

г) визначення характеру інформаційних зв'язків і потоків елементів виробничої системи, формування структури документо-обігу і створення інформаційного забезпечення;

д) установа економічних відносин між учасниками виробничого процесу — підрозділами підприємства та окремими виконавцями.

Вихідними даними для оргпроекування є проектні рішення, що отримані на попередніх етапах комплексного та організаційного проектування, а також результати комплексного техніко-економічного обстеження виробництва і вивчення аналогів.

За складом завдань та характером рішень, що приймаються, виділяють дві основних стадії або фази оргпроекування: 1) структурної організації; 2) організації функціонування ВС (робота механізму в динаміці на основі взаємодії всіх елементів і підсистем у різних режимах і виробничих ситуаціях).

Етапи оргпроекування. Залежно від розмірів підприємства, масштабу та типу виробництва, номенклатури та асортименту продукції, термінів освоєння виробничих потужностей, життєвого циклу виробів, що виготовляються, та ринкової ситуації проектування організації виробництва в загальному вигляді може проходити такі етапи:

1) передпроектна підготовка; 2) технічний проект; 3) робочий проект; 4) освоєння (впровадження) проекту та коригування за його результатами.

Кожний з етапів має свої особливості, що вказують на конкретні напрями та роботи. *Передпроектна підготовка* охоплює розроблення загальної концепції організації виробництва; здійснення комплексного діагностування об'єкта проектування; розроблення техніко-економічного обґрунтування виробничої системи; формування та затвердження технічного завдання на проектування.

Технічне проектування передбачає розроблення основних положень системи організації виробництва, принципів її функціонування, методів узгодження з іншими підсистемами; прийняття рішень з інформаційного забезпечення і системи документообігу.

Під час виконання робіт на цих етапах використовуються імітаційні та математичні моделі для вибору та обґрунтування принципових проектних рішень, дається опис спеціального програмного забезпечення, що призначене для реалізації функцій організації виробництва.

На етапі *робочого проекту* розробляються комплекс робочої документації, структурні схеми, організаційно-планові розрахунки; формується нормативна та інформаційна бази; розробляються організаційні процедури та документи, що їх відображають; посадові інструкції та положення про підрозділи; стандарти підприємств, програмне забезпечення.

При проведенні реструктуризації великих підприємств і формуванні «бізнес-одиниць» (відносно самостійних або самостійних підрозділів — малих підприємств) проектування організації виробництва доцільно здійснювати використовуючи типові проекти. У такому разі виконується один комплексний техноробочий проект.

На етапі *освоєння* оргпроекту (пусконаладжувальних робіт) особлива увага приділяється навчанню та психологічній підготовці персоналу; введенню в дію нових інструкцій та положень; перебудові виробничої управлінської та загальної структур; запровадженню нових систем оплати та стимулювання праці на підприємстві.

Прийняті на кожному етапі проектування організаційні рішення підлягають обов'язковому узгодженню і взаємозв'язку з

проектними рішеннями, прийнятими паралельно в рамках інших розділів організаційного і комплексного проектів.

Стадії (етапи) оргпроекування цілком узгоджуються зі стадіями (етапами) комплексного проектування, що установлені відповідними нормативними матеріалами (ЄСКД, ЄСТД, ЄСПД).

Результати оргпроекування, що призначені для використання в процесі експлуатації ВС, формалізуються у комплекти організаційно-планової та техніко-економічної документації, яка об'єднує текстову, табличну і графічну частини. При цьому варто дотримуватись загальних правил і норм оформлення конструкторсько-технологічної документації в рамках ЄСКД і ЄСТД.

Методи, принципи та ефективність оргпроекування.

Комплексний характер завдань системної організації виробництва визначає необхідність розроблення оргпроеку з позиції *системного підходу* (аналогії з комплексним проектом ВС). Комплексний характер оргпроеку та етапність його розроблення зумовлюють тісний взаємозв'язок розділів і етапів, зміст яких має формувати систему проектних рішень.

Побудова оргпроеку як системи проектних рішень здійснюється на *принципах*: цільової спрямованості; поступовості; нарощування; безперервності; інтегрованості; паралельності; модульності; багатоваріантності та оптимальності.

Відповідно до даних принципів і викладених положень проект повинен мати *матричну будову*: кожен елемент оргпроеку характеризується належністю до визначеного етапу оргпроекування відносно певної підсистеми ВС. При цьому ВС розглядається на кожному чи якомусь визначеному рівні оргструктури та етапі виробничого процесу. Дана схема, що відображає склад оргпроеку в термінологічних словах виробництва, може бути розширена чи деталізована до необхідних меж стосовно будь-якого локального об'єкта оргпроекування або ВС у цілому.

Створення комплексних організаційних проектів потребує використання різних *методів їх проектування*. Наприклад, при індивідуальному проектуванні, де максимально враховуються особливості діяльності підприємства, застосовується *оригінальний метод*. У ринкових умовах він набув широкого розповсюдження в зв'язку з ресурсними чинниками та бажаннями замовників.

За *типовим методом* значно скорочується час на проектування, завдяки використанню модульного способу (типових компонентів), коли декомпозиція системи здійснюється на рівні організаційного модуля, що є локальною частиною системи або підсистеми. Після того, як організаційні модулі відокремлені, для кожного з них приймається особливе проектне рішення. Проект системи компонується з одиничних рішень. У результаті формується індивідуальний проект з типовими елементами у вигляді організаційних модулів.

У сучасній практиці набуває поширення система *автоматизованого проектування*, як найбільш прогресивний метод та ефективний засіб методичної підтримки завдань промислового інжинірингу з включенням його в структуру функцій відповідних підрозділів апарату управління підприємством (фірмою).

В основу автоматизованого оргпроекування покладено модульний спосіб, який передбачає побудову і підтримання в адекватному стані деякої глобальної моделі організації виробництва та автоматизоване створення відповідного проекту організації виробництва, що враховує характеристики конкретного об'єкта. Водночас обов'язковим є машинне документування проектних робіт.

Моделювання здійснюється за допомогою математичних моделей виробничих систем, що дає змогу в тій або іншій формі визначати параметри об'єкта або сукупність взаємодіючих чинників, що його характеризують, з метою отримання нової інформації про об'єкт, виявити сутність явищ, отримати знання про взаємозв'язки його складових елементів.

Оцінка ефективності є важливим елементом розроблення проектних рішень, що вможливує визначення рівня їх прогресивності. Підхід до оцінки ефективності різних варіантів організаційних рішень визначається їх роллю як характеристики системи управління виробництвом. Комплексний набір критеріїв ефективності формується з урахуванням двох напрямів оцінювання його функціонування: за ступенем відповідності отриманих результатів цілям виробничо-господарчої діяльності; за ступенем відповідності процесу функціонування виробничої системи об'єктивним вимогам до її змісту, організації та результатам.

Критерієм ефективності під час порівнювання різних варіантів організаційних рішень є можливість повного і сталого

досягнення кінцевої мети з відносно меншими витратами на виробництві.

Організація проектних робіт. Оргпроекування здійснюється групою (групами) фахівців — системних організаторів виробництва (економістів-менеджерів з інжинірингу, виробничих/операційних менеджерів), які працюють у тісному контакті з інженерами-технологами, системотехніками, програмістами і т. д.

Досвід показав доцільність залучення на контрактних засадах зовнішніх консультантів з-поміж висококласних фахівців консалтингових фірм для проведення загальної діагностики підприємства та надання методичної допомоги в системному і комплексному організаційному проектуванні виробничих систем. При цьому безпосередньо на підприємствах для здійснення аналізу за напрямками та підсистемами ВС, проведення робіт з удосконалювання організації виробництва, праці та управління або технічного переозброєння, реконструкції, механізації та автоматизації виробництва, розроблення організаційних проектів рекомендується утворювати на базі підрозділів проектно-конструкторської, технологічної та організаційно-планової підготовки виробництва *тимчасові групи спеціалістів*, на які також покладається відповідальність за впровадження чи вдосконалювання (розвиток) ВС. Оргпроекування може здійснюватися на підставі договору силами спеціалізованих проектно-конструкторських організацій як у рамках комплексного проектування ВС, так і цілеспрямовано за конкретними об'єктами.

Слід зазначити, що важливу (якщо не визначальну) роль під час розроблення та реалізації організаційних проектів відіграє персонал підприємства. Його активність, зацікавленість, готовність до змін та професійна підготовка до розв'язання нових завдань, здібність працювати в єдиній команді дає можливість проводити швидко та ефективно проектні заходи з реформування, реорганізації та реструктуризації. Умовою успішної роботи та розвитку будь-якого підприємства в конкурентному середовищі вважається здійснення програм безперервної підготовки і перепідготовки всіх керівників, спеціалістів та робітників.

14.2. ДІАГНОСТИКА СТАНУ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ

Системний аналіз як інструмент діагностування.

Будь-яке проектування починається з загального аналізу існуючих зразків продукції або виробничих процесів. Суть аналітичних процесів полягає у визначенні специфічних особливостей елементів, операцій шляхом поступового переходу від загальних характеристик об'єкта дослідження. Системний аналіз визнається як найефективніший інструмент діагностування та об'єктивне джерело інформації для раціоналізації виробничих операцій, процесів і системи виробництва в цілому.

Необхідність системного аналізу може бути зумовлена низкою причин: змінами у виробничих інструментах та обладнанні, модифікацією дизайну, конструкції виробу або виготовленням нової продукції, заміною матеріалів або змінами в технологічному процесі, законодавчими, урядовими рішеннями (інструкціями) та іншими чинниками (наприклад, нещасні випадки на виробництві в процесі експлуатації виробів, проблеми з якістю, екологією, здоров'ям користувачів тощо).

Системний аналіз здійснюється як щодо діючих виробничих процесів, операцій, так і розроблюваних. Процедура діагностування діючого процесу полягає в спостереженні за ним, а потім у виробленні методів його вдосконалення. Аналізуючи неіснуючий процес, аналітик-проектувальник повинен покладатися на робочі інструкції і свою здібність уявити процес у дії.

Основні етапи системного аналізу (діагностування) процесу:

1.Зібрати фактичні дані про інструмент, устаткування, матеріали та методи, якими здійснюється визначений процес.

2.Якщо процес уже здійснюється, необхідно з'ясувати погляди безпосередніх виконавців, керівників, обговорити і визначити їх внесок у його удосконалення.

3.Досконало вивчити і зафіксувати існуючий метод виконання процесу, використовуючи виробничі схеми — діаграми. Для процесів, що проектуються, також необхідно розробити діаграми і схеми на основі інформації про набір типових виробничих операцій, що позитивно зарекомендували себе в діючих процесах.

4.Ретельно проаналізувати виробничий процес за кожною операцією, що зафіксовані документально.

5.Розробити нові методи виконання виробничого процесу.

6.Упровадити нові методи.

7.Проаналізувати результати впроваджених нових методів здійснення процесу, щоб бути впевненим у якості його поліпшення.

Розроблення виробничого процесу визначає зміст роботи. Систематичний аналіз виробничого процесу спрямований на пошук відповіді на питання: «Яким чином він (процес) має виконуватися»? При виборі ефективного процесу застосовується вимірювання, яке визначає відрізок часу, що необхідний для виконання цього процесу чи роботи (операції). Цей час може бути використаний для планування трудових ресурсів, оцінки витрат праці, складання графіків, бюджету, створення систем стимулювання. Нормативний час на процес (роботу, операцію) характеризує його (їх) зміст, швидкість, використання певних методів, інструментів, устаткування, сировини, матеріалів, систему організації та обслуговування робочих місць.

При діагностуванні виробничих систем з метою підвищення їх продуктивності використовується комплекс техніко-економічних показників, які відображають стан тих чи інших сторін організації виробництва:

1) *Показники, що відображають результативність (ефективність) організації виробництва:* коефіцієнт виконання планових завдань; коефіцієнт ритмічності; коефіцієнт виконання планів-графіків постачань; коефіцієнт роботи устаткування; коефіцієнт завантаження устаткування; коефіцієнт використання робочого часу устаткування; коефіцієнт використання виробничої потужності; коефіцієнт сполученості агрегатів, дільниць, цехів; коефіцієнт пропускної спроможності устаткування.

2) *Показники, що характеризують ступінь реалізації наукових принципів організації виробничих процесів:* коефіцієнт безперервності виробничого процесу; коефіцієнт паралельності; коефіцієнт пропорційності; коефіцієнт спеціалізації робочих місць; коефіцієнт предметної, подетальної і технологічної спеціалізації.

3) *Показники, що відображають стан організації виробництва за підсистемами:*

а) *в елементному розрізі:* коефіцієнт організації робочих місць; коефіцієнт прогресивних методів організації роботи; коефіцієнт використання робітників за кваліфікацією; коефіцієнти, що характеризують організацію функціонування знарядь праці та організацію руху предметів праці;

б) *у функціональному розрізі:* коефіцієнти, що характеризують організацію технічної підготовки виробництва (комплектності, суміщення), основного виробництва, інфраструктури тощо.

Таким чином, аналіз дає змогу зіставити фактичні значення показників з еталонними і визначити причини їх розбіжності. Це

сприяє виявленню і використанню в короткий термін резервів удосконалювання організації виробництва на підприємстві.

Відомо, що високий рівень організації праці та виробництва забезпечує успішну ефективну діяльність робочих місць, підрозділів підприємства в цілому.

Оцінка рівня системи організації виробництва. Просторове сполучення елементів виробничого процесу знаходить своє відображення в різних варіантах і формах побудови виробничої структури підприємства, цеху, дільниці. Часове сполучення всіх елементів виробничого процесу полягає в організації узгодженого у часі руху деталей і виробів за рахунок раціонального вирішення складного комплексу завдань системи оперативного-виробничого планування та управління.

Виробнича структура безпосередньо впливає на формування організаційної структури та на рівень техніко-економічних показників. Кількісна оцінка рівня організації виробництва в поєднанні з якісним аналізом його стану є дійовим інструментом виявлення та реалізації внутрішньовиробничих організаційних резервів підвищення ефективності виробництва.

З позицій системного підходу оцінювання та аналіз виробничої структури здійснюються в трьох взаємопов'язаних аспектах: функціональному, елементному, організаційному.

У *функціональному аспекті* вивчається та визначається коло функцій, які виконує робоча система (підрозділ), що дає змогу оцінити правильність функціональної побудови виробничої системи, оптимізувати потужності та річну виробничу програму.

Елементний аспект передбачає дослідження та оцінку ступеня повноти і раціональності використання елементного складу того або іншого підрозділу підприємства, визначення рівня завантаження устаткування та виявлення кількості надлишкового устаткування.

Аналіз організаційного аспекту ВС установлює структуру системи, ясну і точну мету для кожної її структурної частини і дає можливість оцінити раціональність та ефективність організаційної побудови підрозділу, визначити рівень кооперації та пропускну спроможність.

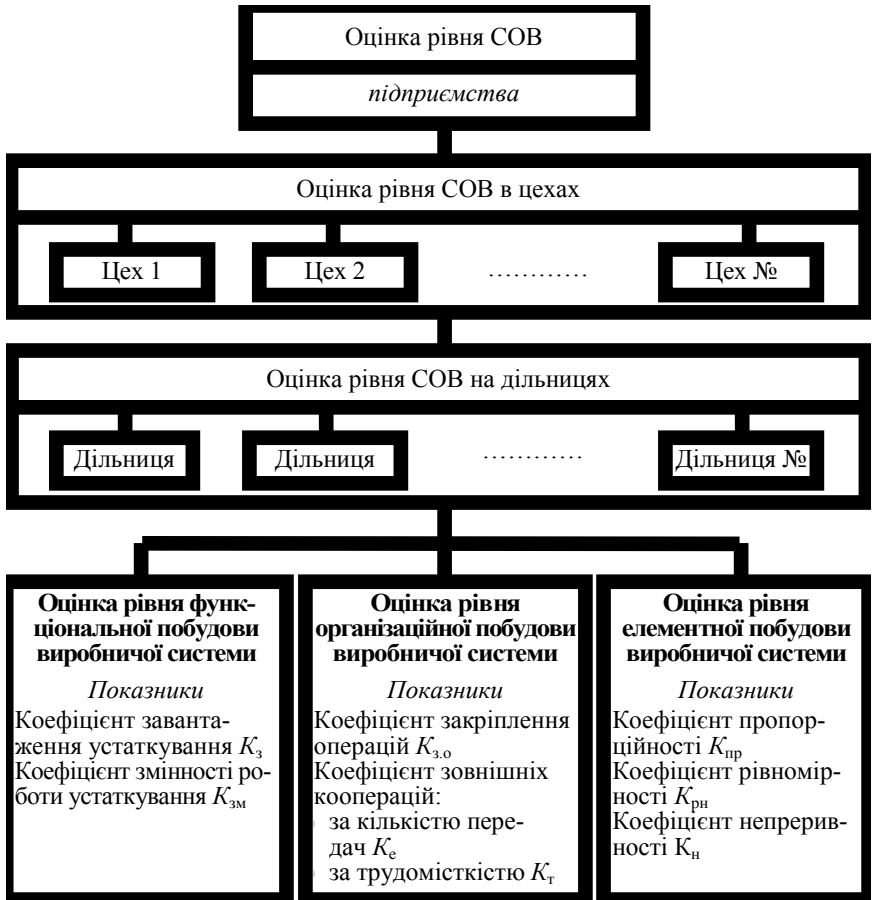


Рис. 14.4. Схема оцінки рівня системи організації виробництва

Системний аналіз рівня організації виробництва проводиться з позиції повноти реалізації її основних принципів як при формуванні структури, так і в процесі функціонування даного підрозділу. Виходячи з цього, оцінка системи організації виробництва (СОВ) у цілому на підприємстві формується на підставі оцінок на рівні виробничих підрозділів — дільниць, цехів (рис. 14.4). Такий підхід застосовується для новостворених виробничих систем.

На кожному ієрархічному рівні СОВ оцінюється в трьох взаємопов'язаних напрямках: функціональному, елементному й

організаційному. При діагностуванні діючих підприємств (виробничих систем) спершу аналізу підлягає організаційна побудова підрозділів, а потім функціональна та елементна. Це пояснюється тим, що діюча виробнича структура, її організація вможливають підвищення якості функціонування виробничої системи за рахунок раціоналізації функціонального змісту і приведення елементного складу у відповідність до необхідних ресурсів.

Як видно з рис. 14.4, оцінка рівня СОВ на підприємстві складається з трьох рівнів показників: узагальнюючих (верхній), результуючих (середній) та окремих (нижній). До узагальнюючих належать показники рівня СОВ на дільницях і в цехах, до результуючих — показники рівня організаційної, функціональної та елементної побудови. На нижньому рівні розраховуються показники відносно до організаційної, функціональної та елементної побудови підрозділу і відображають:

- в організаційному розрізі — ступінь ефективності побудови структури підрозділу;
- у функціональному розрізі — ступінь повноти виконання його функцій;
- в елементному розрізі — рівень використання елементів, що входять до системи.

Розрахунок показників здійснюється знизу вгору, починаючи з рівня дільниці, де конкретний прояв має форма спеціалізації та раціональної побудови виробничого процесу.

Оцінка рівня організаційної побудови цеху, дільниці. Рівень організації виробництва визначається його типом. Основною параметричною характеристикою типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій ($K_{з.о}$), який показує середню кількість технологічних операцій, що виконуються на одному робочому місці дільниці (цеху) протягом місяця.

Так, високий рівень спеціалізації робочих місць у масовому виробництві характеризує високий рівень організації виробництва.

Для діагностики організаційного рівня виробництва проводять дослідження екстенсивної (розгорнутої в просторі) та інтенсивної (у часі) виробничої структури. Організація як процес являє собою єдність екстенсивної та інтенсивної структур, поза цієї єдності вона не існує. Визначальною (первинною) структурою, що зумовлює організацію, виходячи з генетичного принципу, є екстенсивна структура.

Для опису екстенсивної структури застосовують просторову декомпозицію мережі зв'язків елементів системи. Мережа стійких

зв'язків між елементами системи відображає її внутрішню структуру (морфологію), а зв'язки з навколишнім середовищем — зовнішню структуру. Внутрішня структура системи об'єднує технологічну, виробничу та організаційну структури.

Взаємодія елементів технологічної структури має силовий (енергетичний) характер. Виробнича структура характеризує мережу потоків предметів праці або продукції. Організаційна — мережу переважно інформаційних потоків.

Найістотнішими ознаками виробничої структури системи є її склад, форма, спеціалізація та структура (склад і рівень) кооперованих зв'язків.

Ефективними вважаються цільові форми спеціалізації підрозділів — предметна та подетальна. При переході від технологічної спеціалізації до предметної та подетальної рівень організації виробництва підвищується. Структуру коопераційних зв'язків характеризує мережа зв'язків, моделлю якої є графік. Його вершини відображають елементи системи, а дуги — їх зв'язки.

Рівень зв'язків у кооперації є критерієм прогресивності і раціональної організації побудови ВС. При низькому рівні зв'язків забезпечується максимум пропускної спроможності ВС за обсягом виробництва.

До основних характерних зв'язків належать: фізичне наповнення, направленість, тривалість, напруженість (потужність) та роль у системі.

За фізичним наповненням зв'язки можна поділити на предметні (речові), інформаційні та змішані.

За направленістю зв'язки поділяються на прямі, зворотні, контр-зв'язки та нейтральні (фіктивні).

Напруженість зв'язків характеризує кількість деталей (складальних одиниць) та виробів, які перебувають у русі між підрозділами та їх елементами.

Цілісність виробничої системи забезпечується тоді, коли потужність існуючих зв'язків між її елементами більша, ніж напруженість їх зв'язків з навколишнім середовищем. Напруженість предметних зв'язків оцінюється за інтенсивністю потоку деталей, операцій, складальних одиниць або виробів.

Роль зв'язку у ВС визначається характером його впливу на перебіг виробничого процесу. *Формування істотних зв'язків елементів, упорядкування розподілу їх у просторі і часі характеризує виникнення організованості у виробничій системі.*

Відображення зв'язків у структурі здійснюється методом графічного моделювання виробничих потоків на основі теорії графів, що розглядає різні форми взаємозв'язків між окремими просторовими елементами. На рис. 14.5 зображено граф зв'язків (виробничих потоків), що характеризує рух деталей, складальних одиниць і виробів між підрозділами цеху.

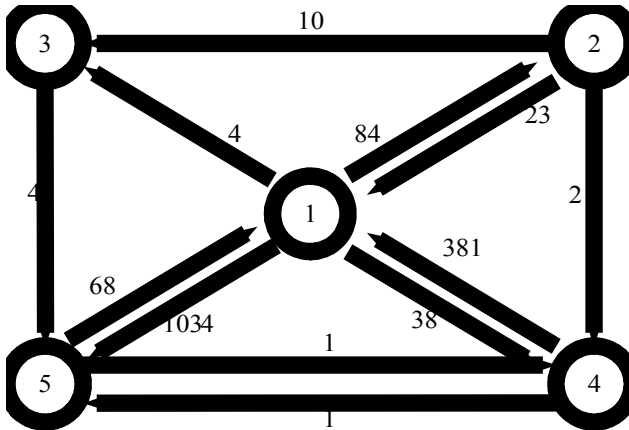


Рис. 14.5. Граф виробничих потоків механоскладального цеху

Маленькими колами показані дільниці: 1 — механічна, 2 — слюсарно-складальна, 3 — мікролампова, 4 — діагностичної апаратури, 5 — печатних плат.

Стрілками показані напрямки руху виробничих потоків між ними. Напруженість потоків відображена абсолютною величиною (цифрою) біля стрілки.

Графік зв'язків дає уявлення про ступінь замкненості обробки продукції в межах даної виробничої системи, про рівень напруженості її зв'язків з іншими системами, а в цілому — про її організаційний рівень. Метод графічного моделювання дає можливість шляхом аналізу та синтезу забезпечити мінімізацію кількості виробничих потоків за рахунок перерозподілу їх напруженості.

Мінімізація досягається на основі таких обмежень: а) виробництво має бути технологічно замкнутим на кінцевий продукт (виріб, складальні одиниці, деталі); б) дільниці за кількістю робітників

мають відповідати нормам керованості; в) пропускна спроможність

дільниць має бути пропорційна напруженості виробничих потоків; г) цільове (подетальне або предметне) профілювання дільниць має ґрунтуватися на всебічному обліку конструктивних та технологічних особливостей деталей, вузлів, виробів, що виготовляються.

При аналізі рівня спеціалізації і кооперування всю номенклатуру продукції, що обробляється, поділяють на дві групи: *власну*, яка виготовляється в даному підрозділі, та *коопераційну*, яка обробляється у двох або більше підрозділах однієї чи різних виробничих систем.

Коопераційна продукція з точки зору технологічної і економічної доцільності розподіляється на *вироби з виправданою* та *вироби з невиправданою* кооперацією.

Невиправдана кооперація характеризується фіктивними маршрутами, коли, наприклад, деталі повертаються з термічного в механічний цех для передачі в цех комплектації або в складальний цех.

Екстенсивна складова виробничої структури характеризується коефіцієнтом питомої ваги зовнішньої кооперації за кількістю передач предметів обробки ($K_{ек}$), відносно внутрішніх зв'язків, які визначаються за формулою:

$$K_{ек} = \frac{Z_{зов}}{Z_{вн}} = \frac{N_{ду} + N_{двх}}{\sum_{j=1}^d (Z_j - 1)} \cdot 100,$$

де $Z_{зов}$ — загальна кількість зовнішніх (вхідних і вихідних) зв'язків ВС з іншими системами;

$Z_{вн}$ — кількість внутрішніх зв'язків системи;

$N_{ду}$ — кількість вихідних прямих зв'язків ВС (число деталей, що входять в дану ВС);

$(Z_j - 1)$ — кількість прямих і зворотних зв'язків по деталі в даній системі (необхідна кількість верстатів для обробки деталі в даній ВС з урахуванням неодноразових повернень її на один і той самий j -й верстат без одиниці);

d — номенклатура деталей, що підлягає обробці в даній ВС.

Відомо, що рівень організованості системи буде вищий, коли кількість різноманітних елементів усередині підрозділу і зовнішніх зв'язків між підрозділами буде обмежена. Обмеження кількості різноманітних елементів виробничої системи досягається підбором та закріпленням за нею номенклатури деталей з високим ступенем подібності за конструктивно-технологічними

ознаками. Наприклад, для приладобудування достатнім вважається ступінь відповідності не менше 0,85. Таке значення робить можливим створення групової поточної лінії.

Обмеження зовнішніх зв'язків зумовлюється метою ВС і має відповідати критерію ефективності цеху, дільниці.

Оцінка інтенсивної ($K_{ін}$) складової виробничої структури здійснюється за допомогою коефіцієнта частки зовнішньої кооперації за трудомісткістю, який розраховується за формулою:

$$K_{ін} = \frac{T_{дк}}{T_{дс}} \cdot 100,$$

де $T_{дк}$ — сумарна трудомісткість обробки деталей за межами даної ВС (по кооперації), нормо-год;

$T_{дс}$ — сумарна трудомісткість обробки деталей у межах даної ВС, нормо-год.

Коефіцієнт $K_{ін}$ як норматив має встановлюватися для кожної ВС розрахунковим шляхом. Він характеризує ступінь замкненості обробки предметів, що закріплені за даною ВС, а також тривалість зв'язку і роль у системі, вплив на тривалість виробничого циклу, швидкість проходження деталей у процесі виробництва, і відповідно, на оборотність оборотних коштів.

Таким чином, доведення коефіцієнта закріплення операцій ($K_{з.о}$) і коефіцієнтів зовнішньої кооперації (за кількістю передач предметів праці (K_c) та за трудомісткістю ($K_{ін}$)) до раціонального рівня сприяє підвищенню організаційного рівня ВС.

За даними досліджень, доведення величини значення $K_{з.о}$ майже до одиниці забезпечує: підвищення спеціалізації робочих місць за рахунок скорочення номенклатури деталей, що обробляються (у 3—5 разів), міждільничної кооперації (10 разів), зменшення втрат часу на переналагодження (у 1,5—2 рази); скорочення міжопераційних перерв (на 30—40 %); розширення можливостей упровадження групових і поточних методів обробки, комплексної механізації та автоматизації виробництва; підвищення відповідальності колективів дільниць за кінцевий результат роботи цеху, створення умов для суміщення професій, багатостатного обслуговування, колективних форм організації праці.

Крім того, зниження значень коефіцієнтів $K_{з.о}$, K_c , $K_{ін}$ скорочує тривалість виробничого циклу, величину незавершеного виробництва за рахунок упорядкування руху предметів праці,

зменшуються міжопераційні пролежування, які в одиничному виробництві становлять 66—80 %.

Оцінка рівня функціональної побудови цеху, дільниці. Аналіз організаційного рівня дає змогу за формою спеціалізації ВС виробничого підрозділу визначити його сукупну та окремі функції. Наприклад, дільниця спеціалізується на виготовленні деталей, де сукупною функцією є механічна обробка. Конструктивно-технологічна і планово-організаційна характеристики даної деталі визначають, у свою чергу, склад та зміст окремих функцій підрозділу. Технологія зумовлює вид обробки, наприклад: токарна, фрезерна, розточувальна, шліфувальна та ін.

При аналізі виробничої системи не слід плутати поняття «мета» та «функція». Для визначення мети треба відповісти на запитання: «Що повинна робити ВС?» Аналіз функцій починається з відповіді на питання: «Як дана ВС має виконувати цю роботу?»

Склад та зміст функцій визначають структуру елементів виробничої системи. Важливо для раціональної функціональної побудови ВС забезпечити відповідність структурі елементного складу структури робіт, що передбачена планом. Після номенклатурно-кількісного розгляду позицій виробничої програми за кварталами та місяцями вирішують це завдання під час планування обсягів виробництва, де здійснюються послідовні розрахунки необхідних та існуючих ресурсів за групами технологічно взаємодіючого устаткування, щоб визначити можливості виконання робіт у намічені терміни.

Необхідні ресурси (наприклад, верстати) за трудомісткістю (нормо-годин) за місяцями розраховують за формулою:

$$T_{hj} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{штij} \cdot N_i \cdot K_{п-зі} \cdot K_{бі}}{60 \cdot K_{ві}},$$

де $t_{штij}$ — сумарний штучний час обробки i -ї деталі на операціях даної j -ї групи устаткування, нормо-хв;

N_i — місячна програма випуску i -ї деталі, шт.;

$K_{п-зі}$ та $K_{бі}$ — коефіцієнти, що враховують по i -й деталі відповідно витрати підготовчо-завершального часу (1,01—1,10) та технологічно неминучі втрати від браку (1,01—1,05);

m — кількість номенклатурних позицій детале-операцій за місячною програмою;

K_{bi} — коефіцієнт виконання норм у поточному місяці, що плануються по i -й групі устаткування ($K_{bi} \geq 1$).

Існуючі (фактичні) ресурси (Φ_{pj}) — ефективний місячний фонд робочого часу j -ї групи устаткування визначається за формулою:

$$\Phi_{pj} = B_j \cdot D \cdot S_j \cdot T_j \frac{1 - P_j}{100},$$

де B_j — кількість верстатів в j -й групі устаткування;

D — кількість робочих днів у розрахунковому місяці;

S_j — змінність роботи j -ї групи устаткування;

T_j — тривалість зміни за j -ю групою устаткування;

$1 - P_j$ — утрати часу, які плануються на ремонт j -ї групи устаткування (2—4 %).

Необхідні та існуючі ресурси розраховуються на всі групи або різновиди устаткування даної виробничої системи (наприклад, дільниці) та системи вищого рівня, до якої вона входить (цеху і відповідно підприємства). Відхилення в ресурсах необхідних та існуючих розраховуються за формулою:

$$\epsilon \Phi P_j = \Phi_{pj} - T_{uj}.$$

Для збалансованості завантаження устаткування при нестачі ресурсів здійснюють оперативні заходи: частину робіт передають на інші, однотипні верстати, поліпшують технологію, використовують міждільничну кооперацію, збільшують змінність роботи устаткування та ін.

У разі надлишку ресурсів у цілому виводять з верстатного парку відповідну частину устаткування, що сприяє збільшенню фондівіддачі, зменшенню собівартості продукції, підвищенню рівня його завантаження.

Зміни попиту на продукцію, оновлення її номенклатури, введення прогресивного устаткування та виведення його в ремонт, потребують постійного контролю за величиною відхилень у ресурсах і здійснення оперативних заходів для усунення диспропорцій у завантаженні устаткування.

У діагностиці виробничих систем використовуються відносні показники завантаження і змінності роботи за кожною групою устаткування:

$$K_{zj} = T_{uj} : \Phi_{pj} \text{ та } K_{змj} = T_{uj} : \Phi'_{pj},$$

де Φ'_{pj} — місячний фонд часу роботи j -ї групи устаткування в одну зміну, $S_j = 1$, звідси:

$$K_{змj} = K_{зj} \cdot S_j,$$

де S_j — режим змінності.

Недовантаженість верстатів j -ї групи устаткування визначається за формулою:

$$\Delta Z_j = (1 - K_{зj}) \cdot B_j.$$

Вихід виробничої системи на нормативні величини коефіцієнтів завантаження устаткування K_z та змінності його роботи $K_{зм}$ дає змогу збільшити її потужність, пропускну спроможність парку устаткування, знизити вартість основних фондів, собівартість продукції, що випускається, та підвищити фондovіддачу.

Оцінка рівня елементної побудови цеху, ділянки. Діагностування виробничої системи передбачає встановлення її елементного складу, перевірку останнього на відповідність структурі робіт, які плануються, за трудомісткістю визначення ступеня повноти і раціональності його екстенсивного та інтенсивного використання. Такий аналіз потрібен для обґрунтованої оцінки рівня використання елементного складу, розроблення програми підвищення ефективності виробництва і забезпечення на основі наступного синтезу цілісності виробничої системи.

Структура елементного складу ВС залежить від форми її спеціалізації та характеристики продукції, що випускається. Ступінь повноти і раціональності використання елементного складу будь-якої ВС визначається рівнем реалізації основних принципів раціональної організації виробничого процесу, що характеризують різні елементи виробничого процесу: пропорційності — рівень використання всіх його елементів; безперервності — рівень організації як засобів, так і предметів праці; паралельності та ритмічності — характер руху предметів праці.

Така послідовність тісних взаємозв'язків зазначених принципів зумовлює побудову показників рівня організації виробництва з раціонального використання елементного складу ВС. Ураховуючи, що принципи пропорційності та безперервності щодо засобів і предметів праці виявляються через ритмічність виробництва та випуску продукції, а паралельність є одним із засобів підвищення ступеня неперервності виробничих процесів, то система показників рівня організації будь-якого виробничого процесу характеризується показниками пропорційності і

безперервності як використання засобів праці, так і руху предметів праці.

Показники виробничих пропорцій. Пропорційність в елементах виробничого процесу закладається при проектуванні ВС, а потім реалізується в процесі її функціонування під час розроблення річних виробничих програм шляхом кількісних розрахунків необхідних потужностей, матеріалів та робітників.

Ступінь використання елементного складу виробництва можна охарактеризувати коефіцієнтами пропорційності (або коефіцієнтом відповідності), які слід розраховувати для всіх елементів ВС ($K_{\text{пр}}$).

$$K_{\text{пр}} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m (\Phi_{\text{pj}} - T_{\text{zj}})}{\sum_{j=1}^m T_{\text{zj}}},$$

де Φ_{pj} — час роботи j -го устаткування, що планується, год;

T_{zj} — трудомісткість завдання на даний вид j -го устаткування за місячною програмою, год;

$\sum_{j=1}^m T_{\text{zj}}$ — сумарна трудомісткість даного виду робіт по j -х одиницях устаткування, год.

Наприклад, якщо абсолютне сумарне відхилення на 10 фрезерувальних верстатах дорівнює $(\Phi_{\text{pj}} - T_{\text{zj}}) = 555$ год, а сумарна трудомісткість робіт, що припадає протягом місяця на ці верстати, становить 1560 год $= \sum_{j=1}^m T_{\text{zj}}$, то $K_{\text{пр}} = 1 - 555 / 1560 = 1 - 0,356 = 0,644$

$= 0,644$, тобто устаткування використовується тільки на 64,4 %.

Аналогічним чином розраховуються коефіцієнти пропорційності робочих кадрів за професіями і кваліфікацією. Якщо мова йде про розрахункову і прийнятну кількість устаткування, то коефіцієнт завантаження (K_3) дорівнюватиме коефіцієнту пропорційності. У такому разі ($K_{\text{пр}}$) не розраховується тому, що він урахований коефіцієнтом завантаження (K_3).

На практиці, як правило, $K_{\text{пр}} < 1$, а $K_3 < K_{\text{пр}}$.

Якщо в кожному одиницю часу (годину, зміну, добу, п'ять днів, місяць, квартал) кожним виробничим підрозділом випускається рівна кількість продукції, то рух предметів праці вважається

пропорційним. Показником пропорційності руху предметів праці можна вважати рівномірність випуску продукції в часі як окремий випадок ритмічності.

Показники ритмічності випуску продукції та рівномірності виробництва. Ритмічна робота характеризується двома поняттями — ритмічністю випуску продукції і рівномірністю виробництва. Якщо ритмічність відображає однаковий або наростаючий обсяг випуску продукції в натуральному виразі через рівні або певні проміжки часу, то рівномірність виробництва пов'язана з обсягом випуску продукції за трудомісткістю за аналогічними умовами.

Коефіцієнт рівномірності виробництва визначається за формулою:

$$K_{\text{рв.вир}} = 1 = \frac{\sum_{i=1}^q \Delta Q_i}{\sum_{i=1}^q \Delta Q_i^n},$$

де ΔQ — абсолютне відхилення фактичного обсягу випуску від планового за трудомісткістю за i -й період (зміну, тиждень, декаду);

ΔQ_i^n — плановий обсяг випуску за трудомісткістю за i -й період;

q — кількість робочих періодів.

Коефіцієнт рівномірності випуску продукції визначається за формулою

$$K_{\text{рв.пр}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^q \Delta N_i}{\sum_{i=1}^q \Delta N_i^n},$$

де ΔN_i — абсолютне відхилення фактичної кількості продукції, що випущена в заданій номенклатурі від планового періоду за i -й період;

N_i^n — запланована кількість продукції за i -й період.

При розрахунку $K_{\text{рв.вир}}$ у чисельнику враховуються обсяги робіт тільки за позиціями, що є в планових завданнях. У розрахунку $K_{\text{рв.пр}}$ — в чисельнику вказується весь обсяг робіт, що виконується. При раціонально організованому виробництві має дотримуватися співвідношення коефіцієнтів:

$$K_{\text{рв.вир}} \geq K_{\text{рв.пр}} .$$

Для досягнення ритмічності в серійному виробництві необхідно жорстко виконувати періодичність запуску і випуску партій деталей (виробів). У дрібносерійному і одиничному виробництві складності виробів можна досягти тільки рівномірністю роботи та випуску продукції.

Принцип ритмічності тісно пов'язаний з принципом безперервності виробництва.

Безперервність використання устаткування полягає у постійній його зайнятості певною роботою протягом визначеного часу. Показником безперервності виробництва є коефіцієнт завантаження K_3 одиниці устаткування. Безперервність руху предметів праці характеризується коефіцієнтом неперервності виробничого процесу (K_n):

$$K_{\text{н.вир}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{тех}}}{\sum_{i=1}^n T_{\text{ці}}}$$

де $t_{\text{тех}}$ — час виконання

всіх технологічних операцій (технологічного часу), включаючи контроль, приймання, здавання та транспортування продукції;

$T_{\text{ці}}$ — фактична тривалість виробничого процесу за сукупністю деталей (n), що закріплені за дільницею.

Комплексним показником (K_k) використання елементного складу ВС є середня арифметична всіх окремих розглянутих вище взаємопов'язаних показників: пропорційності ($K_{\text{пр}}$), рівномірності виробництва ($K_{\text{рв.вир}}$); завантаження устаткування (K_3) та неперервності (K_n).

Конкретні отримані показники необхідно порівняти з нормативними, які встановлюються з урахуванням резервування надійності виробничих систем. Нормативні показники є еталоном при кількісному оцінюванні резервів підвищення рівня організації виробництва і одночасно базовою інформацією для проектування нових виробничих процесів. Нормативними показниками рівня організації дискретних процесів можна прийняти: $K_3 = 0,9 - 0,95$; $K_n = 1,0$; $K_{\text{пр}} = 1,0$; $K_{\text{рв.вир}} = 1,0$; $K_k = 0,97 - 0,99$.

Для оцінки організаційно-технічного рівня робочих місць використовують такі показники:

- робочих місць з устаткуванням: продуктивність обладнання, що застосовується; відповідність його вимогам щодо якості продукції; використання технічних особливостей устаткування;

прогресивність технологічного процесу, що застосовується; технологічна оснащеність робочого місця;

- робочих місць без устаткування: виправданість використання ручної праці; технічний рівень і якість інструменту,

що використовується; забезпеченість виконавців інструментом (комплектність, технічний стан, наявність необхідного резерву);

- організаційного рівня робочого місця: раціональність планування; організаційна оснащеність, кількість і трудомісткість постійно закріплених робіт, змінність та ін.;

- умов праці та техніки безпеки: відповідність санітарно-гігієнічних умов нормативним вимогам; дотримання правил безпеки праці; забезпечення спецодягом та взуттям відповідно до встановлених стандартів.

14.3. ПРОЦЕС ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Методичні основи проектування. Мета створення підприємства (виробничої системи) пов'язана з вибором елементів, масштабом, організаційним типом виробництва та іншими чинниками.

Цілі та підцілі створення і функціонування виробничої системи різноманітні і численні. Тому використовують системне формулювання цілей і підцілей для забезпечення побудови дерева цілей. Дерево цілей дає змогу оцінити ймовірність досягнення цілей вищого та нижчого рівня відповідно до ресурсів, а також установити пріоритет цілей.

При створенні виробничої системи, а також в процесі її функціонування необхідне чітке виконання вимог до продукції, послуг:

- відповідність технологічного процесу властивостям сировини, матеріалу, продукції;

- відповідності виробничих потужностей усіх складових елементів системи, що забезпечує результативність у цілому.

При цьому треба визначити спеціалізацію закріпити її за кожним робочим місцем. За спеціалізацією робочих місць визначають їх підбір згідно з технологією виготовлення виробів чи надання послуг.

Вибір виду організації праці та системи обслуговування робочих місць здійснюється стосовно устаткування і технологічного процесу.

Властивості виробничих систем зумовлюють їх складність, особливо взаємодією головних її елементів — людей та технічних засобів праці. Виходячи з конструктивно-технологічних характеристик будь-якого нового багатофункціонального виробу, підприємство як система теж має свої властивості і принципи побудови.

Системний методологічний підхід до визначення суті організаційних процесів в управлінні виробничими системами дає змогу чіткіше визначити галузі організаційної діяльності у виробничих системах: це встановлення і забезпечення доцільних зв'язків у сфері руху і використання засобів виробництва, живої праці та управління.

Проектування організації виробництва — це процес розроблення організаційної, технічної і планово-економічної документації, за якою створюється і реалізується (матеріалізується) на практиці виробнича система.

Узагальнений алгоритм організаційного проектування виробничої системи наведено на рис. 14.6.

Передпроектний етап проектування. Головною метою оргпроекування на ранніх стадіях є побудова структури ВС і визначення основних параметрів її функціонування, що розглядається як зовнішнє проектування.

Зовнішнє проектування передбачає: 1) проведення комплексного техніко-економічного обстеження виробництва; 2) розроблення технічного завдання.

Мета передпроектного обстеження полягає в усвідомленні ролі і місця об'єкта оргпроекування в системному оточенні, формулюванні вимог зовнішнього середовища, яким він має відповідати; виявленні недоліків базового варіанта організації об'єкта (діючого чи аналогічного виробництва), їх причин і шляхів усунення; намічанні організаційно-технічних заходів і формулюванні вихідних вимог на проектування.

Загальна характеристика об'єкта обстеження охоплює питання: призначення виробництва; показники призначення продукції, що випускається; зовнішні зв'язки і сполучені виробництва; техніко-економічна характеристика виробництва. Аналіз діючого (базового) варіанта організації об'єкта містить аналіз: конструктивно-технологічних та організаційно-планових характеристик продукції; технологічних процесів і засобів технологічного оснащення; виробничої структури і виробничого процесу; соціальних характеристик праці; основних техніко-економічних показників виробництва.

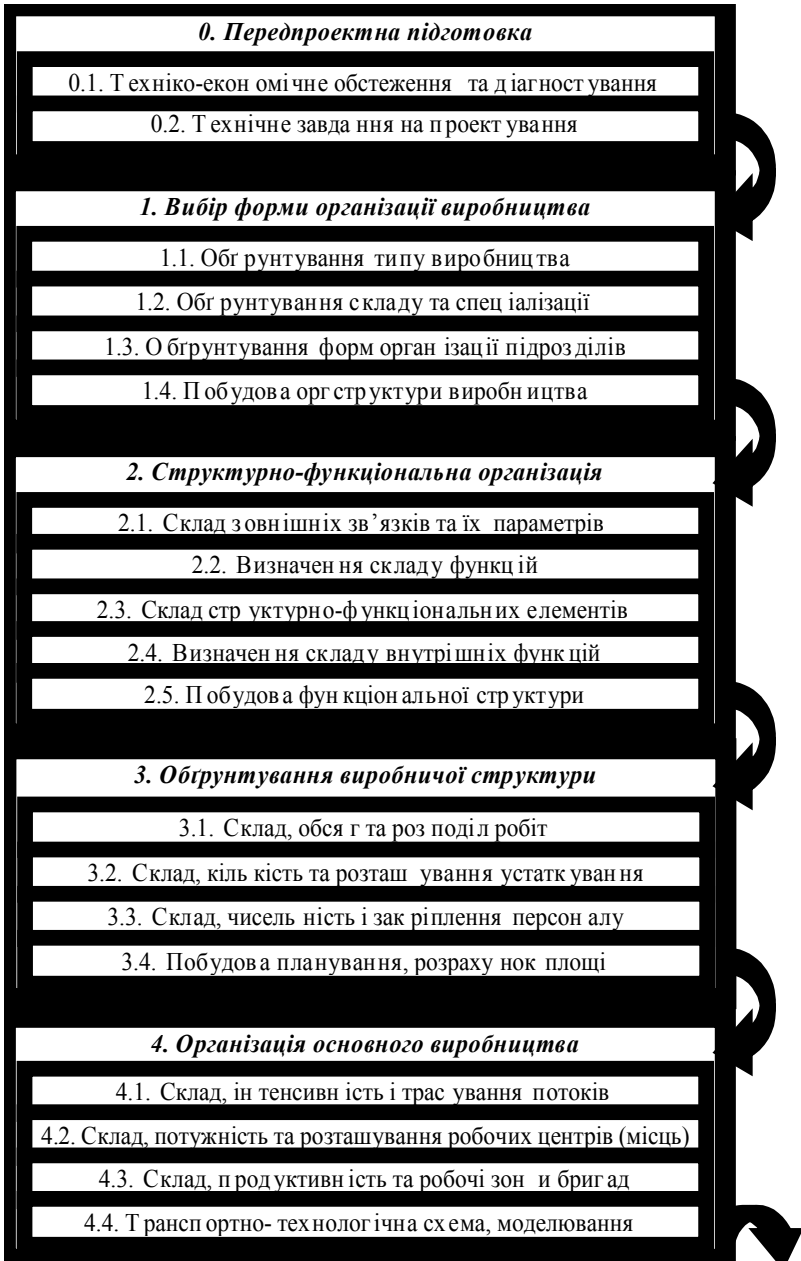


Рис. 14.6. Загальний алгоритм

5. Організація обслуговування виробництва
5.1. Потреба в матеріалах, роботах та послугах
5.2. Визначення видів забезпечення виробництва
5.3. Вимоги за видами забезпечення
5.4. Функціональна модель процесу забезпечення
6. Оперативне управління виробництвом
6.1. Оргструктура і функції апарату управління
6.2. Оперативно-календарне планування
6.3. Диспетчерування виробництва
6.4. Організація інформаційних зв'язків
7. Організація функціонування комплексу технічних засобів (КТС)
7.1. Робота транспортно-накопичувального КТС
7.2. Робота технологічного КТС
7.3. Робота місць персоналу, оснащених КТС (ВТ)
7.4. Розробка алгоритмічної моделі КТС
8. Організація й оплата праці та розвиток персоналу
8.1. Нормування праці
8.2. Багатомодульне обслуговування, робоче уміщення
8.3. Склад, спеціалізація, робочі зони бригад
8.4. Оснащення та обслуговування робочих місць
8.5. Організація трудових процесів
8.6. Охорона праці та техніка безпеки
8.7. Оплата праці
8.8. Підготовка, перепідготовка кадрів
9. Організація впровадження, оцінка ефективності оргпроекту

оргпроекування виробничої системи

За результатами проведеного обстеження та аналізу його даних мають бути сформовані такі рішення:

- основні цілі та завдання створення, функціональне призначення ВС;
- напрям і ступінь охоплення комплексною автоматизацією виробничого процесу за його стадіями і складовими;
- форма спеціалізації та ступінь концентрації виробництва у ВС однотипних деталей (робіт);
- переважний тип виробництва, необхідна виробнича потужність, номенклатура деталей «першого запуску» та її розбивка на групи;
- припустимий діапазон зміни конструктивно-технологічних характеристик деталей (технологічний потенціал ВС);
- динаміка відновлення номенклатури як за рахунок параметричної, так і структурної гнучкості;
- вимоги до: організаційної, функціональної та елементної структури ВС; характеру зовнішніх і внутрішніх зв'язків (планування, розміри транспортних партій, ритмічність, час функціонування, форми постачання і вивозу інгредієнтів виробництва); складу завдань, що розв'язується АСУ; системи документообігу; охорони праці і техніки безпеки; техніко-економічні показники оцінки роботи ВС.

Структурна модель процедури організаційного проектування наведена на рис. 14.7.

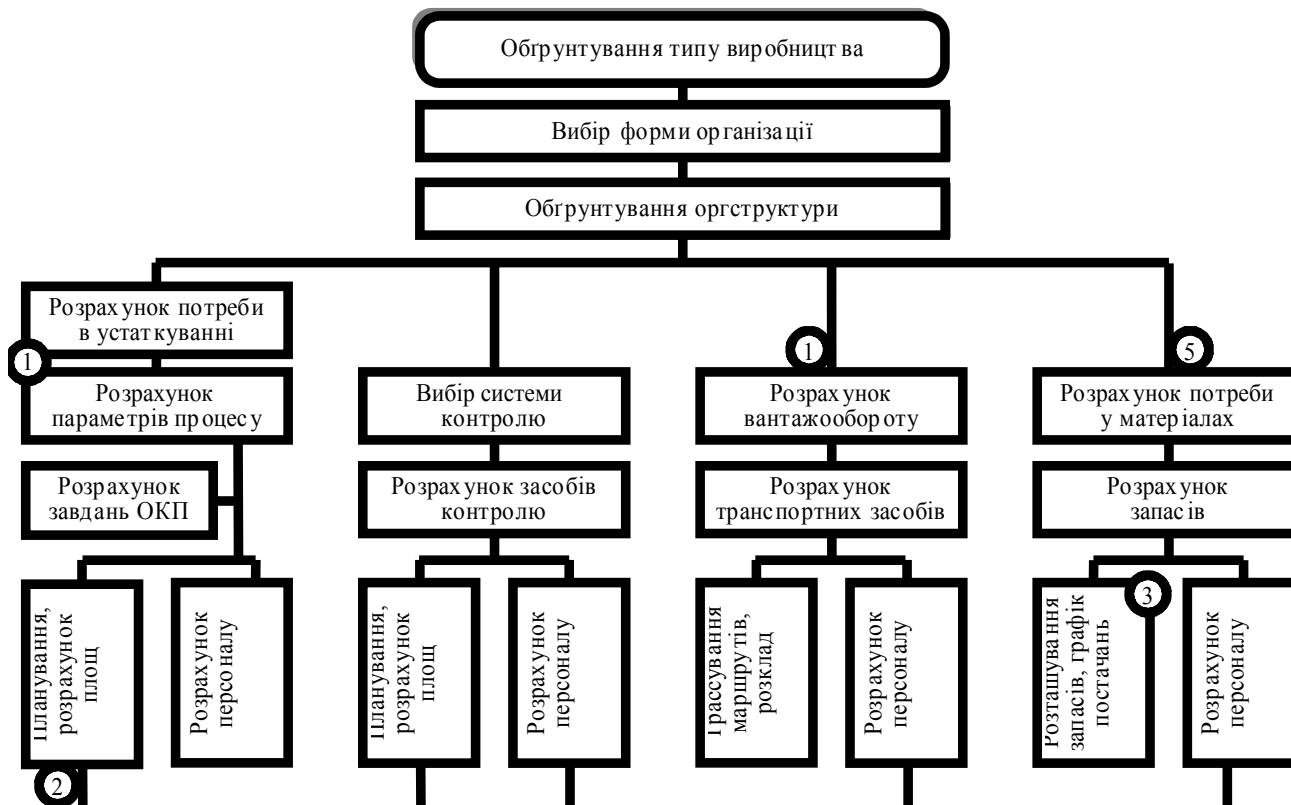
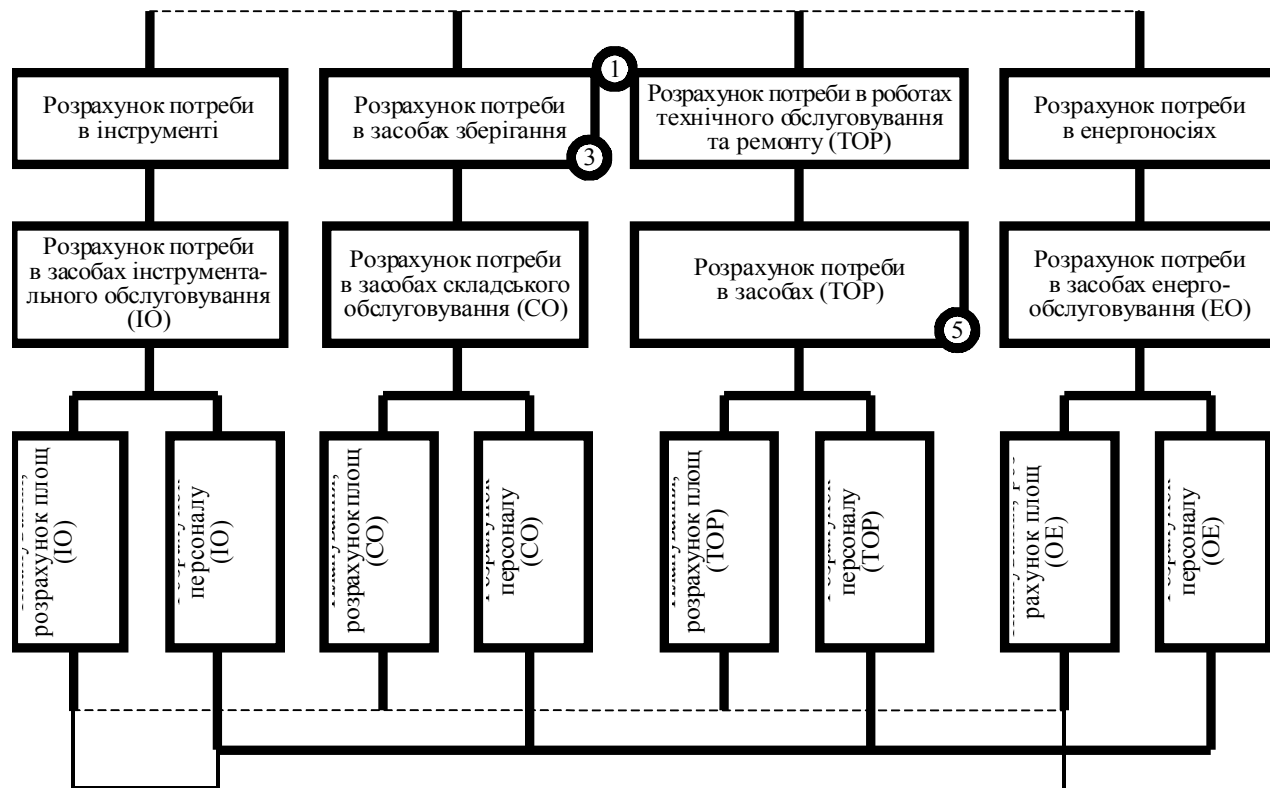
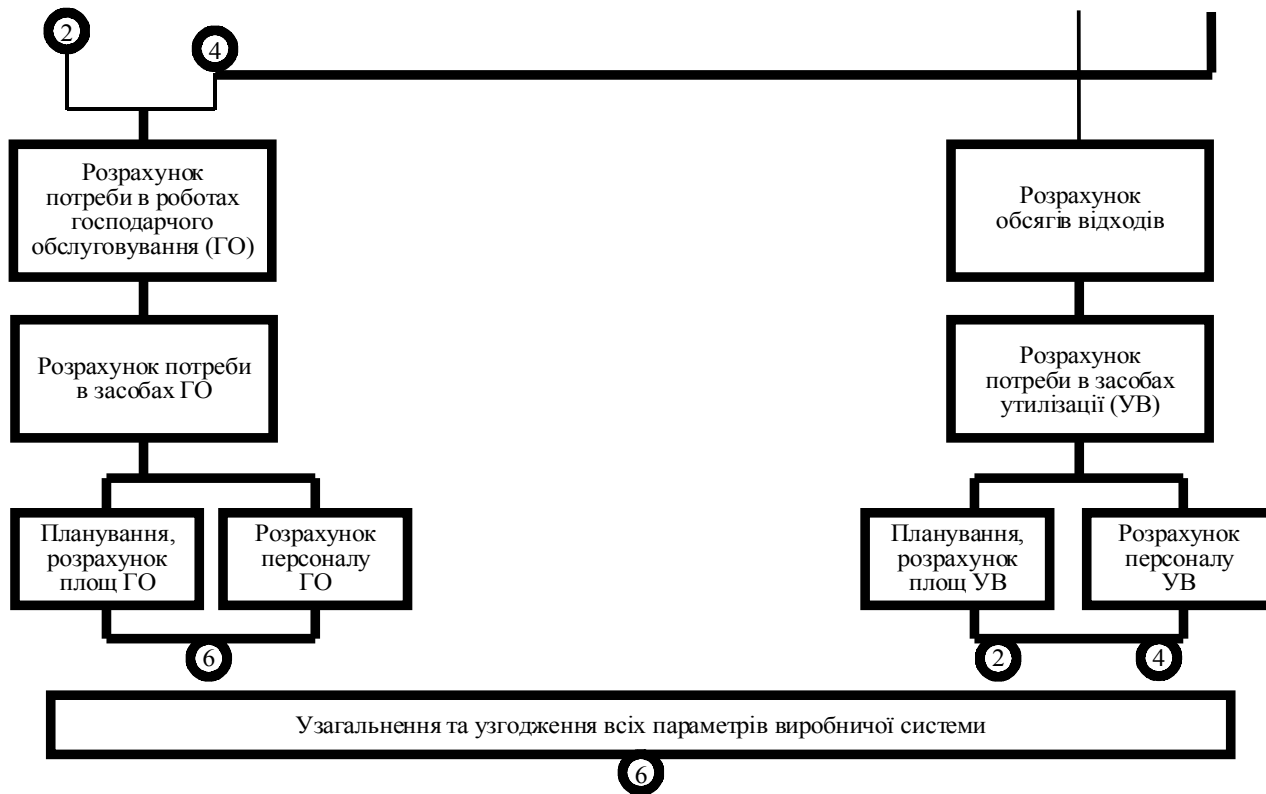


Рис. 14.7. Структурна модель процесу організаційного проектування виробничої системи



Продовження рис. 14.7



Закінчення рис. 14.8

Вибір форми організації виробництва. Вибір форми організації виробництва передбачає виконання таких завдань:

1. *Обґрунтування типу виробництва.* Тип виробництва визначається окремо для деталей кожного найменування або через коефіцієнт масовості, або за коефіцієнтом закріплення операцій, для чого розрахункові значення коефіцієнтів зіставляються з нормативними.

2. *Обґрунтування складу підрозділів та їх спеціалізації.* Виходячи з типу виробництва, на основі групування деталей за спільністю конструктивно-технологічних і організаційно-планових ознак визначається склад основних виробничих підрозділів та їх спеціалізація: предметна (подетальна) або технологічна.

3. *Обґрунтування форм організації підрозділів.* З огляду на прийнятій склад і спеціалізацію підрозділів для кожного з них визначається форма організації: технологічна, предметна (предметно-замкнута, предметно-групова) чи змішана.

4. *Побудова організаційної структури виробництва.* У результаті узагальнення та узгодження на системному рівні проектних рішень, що прийняті в п. 1—3, здійснюється:

- уточнення рівня організаційної структури та адміністративного статусу спроектованої ВС;
- побудова зв'язків та ієрархічного співпідпорядкування елементів оргструктури;
- виділення спеціалізованих підрозділів на кожному рівні та їх опис;
- побудова моделі (схеми) оргструктури виробництва.

Структурно-функціональна організація виробництва. Виходячи з прийнятих технологічних процесів перетворення матеріальних та інформаційних потоків, виконується процедура синтезу функціональної структури ВС як основної робочої структури проектування, призначеної для визначення складу структуроутворюючих елементів ВС і взаємозв'язків між ними на віртуальному рівні. На її основі здійснюється вибір технологічного й інформаційно-керуючого устаткування (синтез елементної структури ВС), а також розроблення алгоритмів її функціонування (алгоритмічної моделі ВС).

Взаємозв'язок елементів ВС реалізується за допомогою руху матеріалів виробництва та інформації, який завершується виробництвом продукції. Зв'язки елементів можуть бути відображені матеріальними та інформаційними потоками. Самі елементи визначаються через функції, які ними виконуються і які

описані в термінах операцій перетворення матеріальних та інформаційних потоків.

Наявність корисної функції є підставою для створення структурного елемента для її виконання. Задаючи вимоги до виконання функцій елементами (тобто якісних і кількісних характеристик елементів), можна здійснити вибір складу, кількості і компоновання технологічного й інформаційно-керуючого устаткування ВС, а також складу та кількості працюючих, тобто синтезувати елементну структуру системи на фізичному рівні.

Основні напрями розроблення *структурно-функціональної організації виробництва:*

1. *Склад зовнішніх зв'язків та їх параметри.* Внутрішні матеріальні та інформаційні потоки реалізують цілеспрямовану взаємодію елементів структури ВС, а зовнішні потоки здійснюють взаємодію елементів структури із системою вищого рівня ієрархії та зовнішнім середовищем.

Усі зв'язки ВС розрізняються за спрямованістю на вхідні і вихідні, характеризуються складом потоків, адресацією, засобами реалізації, змістом, формою, характером та взаємозумовленістю інформаційних і матеріальних потоків. За результатами комплексного техніко-економічного обстеження виробництва вирішується завдання організації зовнішніх зв'язків ВС на якісному рівні.

2. *Склад функцій.* У синтезі функціональної структури *першим етапом* є визначення складу функцій, що забезпечують здійснення виробничого процесу. Застосовується в цій процедурі метод послідовної деталізації цілей. Дерево цілей (функцій) являє собою рекурсивний, з послідовним уточненням, деталізацією проміжних цілей, граф (дерево), кінцевими «гілками» якого є елементи елементарних виробничих функцій.

Спочатку необхідно виділити головну виробничу функцію системи, яка визначає її функціональне місце в структурі виробничої системи вищого рівня ієрархії, а потім визначити основні допоміжні та обслуговуючі виробничі функції.

Другим етапом є визначення складу структурно-функціональних елементів ВС шляхом порівневого призначення реалізуючих елементів (віртуальних) відповідно до побудованого дерева функцій (рух по дереву «знизу нагору»). Ієрархію рівнів складу функцій на першому етапі доцільно вводити таким чином, щоб при виконанні другому етапу на кожному формувалася ВС визначеного організаційного рівня.

3. *Склад структурно-функціональних елементів.* Внутрішні і зовнішні матеріальні потоки ВС утворюють разом замкнутий контур, що характеризується послідовною зміною стану в процесі їх перетворення згідно з технологічним процесом. Зміна має кількісний характер, коли перетворення стосується самого потоку, і якісний, коли перетворень зазнають предмети, що входять до складу даного потоку. Необхідно описати функції перетворення матеріальних потоків, що виконуються кожною структурно-функціональною одиницею ВС. Матеріальний потік характеризується різним станом на вході і виході кожної структурно-функціональної одиниці. Склад функцій визначається функціональним призначенням структурної одиниці. Структурно-функціональні одиниці ВС доцільно розділяти на пункти перетворення і пункти збереження.

При організації структури ВС особливе значення має сполучення зовнішніх і внутрішніх зв'язків системи, яке має бути забезпечене: загальним обсягом матеріалів виробництва за плановий період; якісним станом матеріалів; способами орієнтації і розташування в просторі; розмірами транспортних партій і ритмічністю їх руху; режимами змінності функціонування потоків. Слід урахувати також можливі затримки руху матеріалів виробництва як поза, так і у ВС. Функції сполучення в часі і за кількісними параметрами виконують пункти приймання/відправлення на вході-виході ВС та складі.

4. *Склад внутрішніх зв'язків.* Для внутрішніх інформаційних зв'язків характерна передача інформації прямими каналами зв'язку (інтерфейсами, телефоном, системами радіомовлення, сигналізації). Інформаційне обслуговування, управління технологічними процесами та ОУВ забезпечує АСУ. Зв'язок між рівнями управління здійснюється по інтерфейсних каналах зв'язку. На різних рівнях використовуються відеотермінали і дисплеї для роботи персоналу в діалоговому режимі із системою управління.

Внутрішні матеріальні зв'язки ВС здійснюється транспортними засобами, які розрізняють на автоматизований лінійний і загальносистемний транспорт, а також неавтоматизований внутрішньоцеховий і міжцеховий. Транспортування інгредієнтів виробництва в межах ВС і підрозділів її забезпечення здійснюють лінійні та загальносистемні комплекси, що працюють в автоматичному режимі.

У процесі зміни станів матеріального потоку потрібне послідовне використання кількох типів тари, що обслуговує один потік. Обов'язкова організація кільцевих маршрутів транспорту. За характером внутрішні зв'язки є стійкими і можуть бути описані з визначеною періодичністю та інтенсивністю.

5. *Побудова функціональної структури виробництва.* Являє собою узагальнення та узгодження на системному рівні проектних рішень, прийнятих у п. 1—4. Процедура синтезу функціональної структури ВС здійснюється за принципом «чорного ящика»:

а) формуються вимоги до об'єкта як елементу системи більш високого рівня і загальні вимоги, яким він має відповідати, включаючи визначення його головної функції;

б) формуються його зв'язки з іншими елементами системи (зовнішні зв'язки об'єкта) з урахуванням їх динаміки.

Далі формуються вимоги до об'єкта як системи елементів, що забезпечують виконання головної функції; визначаються основні та допоміжні функції, якісний склад елементів системи і формуються їх зв'язки (внутрішні зв'язки об'єкта); формуються основні кількісні характеристики елементів та їх зв'язків.

Процедура синтезу функціональної структури ВС завершується її структурно-функціональною схемою — схемою матеріальних та інформаційних потоків із зазначенням пунктів їх перетворення (віртуальних чи фізичних елементів функціональної структури), що узагальнює попередні результати просторової організації виробничого процесу в єдності його складових, а також комплект специфікацій до схеми, що містять якісні і кількісні характеристики основного, допоміжного та обслуговуючих підпроцесів у просторово-часовому вимірі.

Розроблення такої схеми дає можливість докладно описати роботу ВС, вивчити її поведінку при різних режимах роботи та виробничих ситуаціях, з великою ймовірністю визначити склад технічних засобів і робочих місць персоналу ВС, їх розташування, а також маршрути транспортних засобів та конфігурацію ліній інтерфейсу. Схема може бути основою для побудови графоаналітичних моделей з метою вибору оптимального складу, кількості та компонування устаткування ВС у рамках макропроцедури системотехнічного синтезу; схема коректується і деталізується в процесі оргпроекування та нарешті оформляється як транспортно-технологічна схема ВС чи організаційно-технологічне планування.

Обґрунтування виробничої структури. Передбачається елементне наповнення функціональної структури та

обґрунтування виробничої структури підрозділів основного виробництва ВС. Реалізація процедури потребує послідовно-паралельного вирішення проектних завдань за тим самим алгоритмом відносно:

- кожного підрозділу окремо та основного виробництва в цілому (на даному етапі);
- кожного підрозділу окремо та в цілому кожної з підсистем обслуговування виробництва (на наступному).

Алгоритм проектування визначає послідовне структурування предметів праці, засобів праці та живої праці, конкретний зміст яких визначено на етапі структурно-функціональної організації ВС.

Основні завдання обґрунтування виробничої структури:

1. *Визначення складу та обсягу робіт, їх розподіл між виконавцями.* Завдання визначення обсягу робіт полягає в тому, щоб, виходячи з потреби в предметах праці (матеріалах, роботах, послугах) та норм трудомісткості на їх одиницю, розрахувати загальну трудомісткість робіт з покриття цієї потреби (у розрізі видів робіт або операцій, виконавців або підрозділів, що їх виконують). У багато номенклатурних виробництвах розрахунок ведеться стосовно кожної деталі-операції.

2. *Визначення складу та кількості устаткування, його розміщення.* З урахуванням трудомісткості виробничої програми (обсягу робіт) по операціях техпроцесу (підрозділам, видам робіт) та дійсному фонду часу одиниці устаткування розраховується кількість одиниць устаткування за кожну операцію (підрозділ, вид робіт). Розміщення устаткування та компонування технологічних комплексів (групи устаткування) здійснюється після розрахунку кількості його одиниць за всіх операціях техпроцесу (видах робіт).

3. *Визначення складу та чисельності виробничого персоналу, його закріплення за робочими місцями.* Чисельність робітників, зайнятих експлуатацією та обслуговуванням устаткування, розраховується з огляду на кількість установлених одиниць устаткування, коефіцієнт його завантаження, діючі норми обслуговування та змінності роботи. Як правило, для верстатників задаються норми багатостатного обслуговування, для наладчиків — норми обслуговування верстатів (на людину в зміну), для робітників з техобслуговування устаткування — норми техобслуговування в ремонтних одиницях.

Чисельність робітників, зайнятих на ручних роботах (наприклад, ремонт устаткування), визначається виходячи з

трудомісткості всього обсягу таких робіт та дійсного фонду часу роботи одного робітника. Розрахунок чисельності допоміжних робітників може також виконуватися методом співвідношення у процентах до загальної чисельності основних робітників (за професіями).

4. *Побудова технологічних планувань, розрахунок площ.* На плані в графічному вигляді в масштабі та з зазначенням розмірів подається просторове розташування виробничих приміщень, зон та пунктів (зберігання, контролю тощо); одиниць та груп устаткування, у тому числі підйомно-транспортного; робочих місць, постів та зон обслуговування персоналу; проходів і проїздів; інженерних об'єктів та комунікацій. Доцільно також вказати рекомендоване трасування маршрутів руху транспортних засобів, які обслуговують основний виробничий процес.

Аналогічно, але стосовно обробки інформації, здійснюється обґрунтування структури інформаційно-керуючої системи (ІКС) у рамках самостійного підпроєкту комплексного проєкту ВС.

Етап робочого проєктування. Мета оргпроєктування на етапі робочого проєкту полягає в тому, щоб детально опрацювати в робочій документації схеми функціонування всіх елементів (підсистем) ВС та їх взаємодії між собою і з зовнішнім середовищем.

Організація основного виробництва. Уточнюються і конкретизуються питання просторово-часової організації основного виробничого процесу, а також здійснюється оптимізація його параметрів.

Основні завдання організації основного виробництва: визначення складу, інтенсивності і трасування матеріальних потоків; визначення складу, пропускнув спроможності та розташування виробничих підрозділів; визначення складу, продуктивності і зон обслуговування бригад; побудова транспортно-технологічних схем виробництва, моделювання роботи, оцінка ефективності.

Доцільна така послідовність виконання проєктних рішень з основного виробництва:

- установлюється режим роботи та укрупнений регламент обслуговування ВС та її структурних одиниць;

- розробляються циклограми обробки, роботи автоматичних одиниць і груп устаткування гнучких виробничих модулів (ГВМ), робототехнологічних комплексів (РТК), персоналу (багатомодульного обслуговування), детальні організаційно-технологічні плани з зазначенням робочих зон;

- здійснюються розрахунки потрібних площ під зони зберігання предметів виробництва, відходів і пустої тари у ВС;
- здійснюються уточнені розрахунки потрібної кількості тари всіх видів і розмірів, страхових запасів тари;
- визначається склад організаційних заходів, спрямованих на забезпечення раціональної організації виробничого процесу у ВС;
- визначаються цілі, завдання, критерії та обмеження ОУВ у ВС;
- вибирається схема організації виробничого процесу в цілому для ВС і детерміновано для структурно-функціональних одиниць;
- здійснюються дослідження функціонування ВС у вибраному варіанті організації з метою оптимізації параметрів процесу і структури ВС.

Організація обслуговування виробництва. Вирішуються такі основні завдання: визначення видів забезпечення виходячи зі складу допоміжних функцій ВС; поділ функцій забезпечення між структурно-функціональними одиницями ВС, що проектується, і ВС вищого рівня організації; визначення складу функцій кожної одиниці та її структурування; організація забезпечення кожного виду, організація допоміжних виробничих процесів і функціонування підрозділів забезпечення.

1. *Організація обслуговування виробництва здійснюється за напрямками:* інструментального обслуговування; технічного обслуговування та ремонту, енергетичного обслуговування; матеріально-технічного забезпечення; транспортного обслуговування; складського обслуговування; технічного контролю; технічної підготовки виробництва.

Завдання організації кожного виду забезпечення ВС вирішується за тим самим алгоритмом, що й для основного виробництва, і передбачає розроблення таких питань:

- визначення уточненого складу (номенклатури) допоміжних предметів і послуг, що необхідні для підтримки функціонування ВС;
- визначення потреби ВС у допоміжних предметах і послугах за етапами: пуск першої черги ВС, перехідний період (поступового нарощування структури ВС та її виробничої потужності), вихід на проектну потужність (предмет проектування);
- визначення оптимальних розмірів запасів предметів;
- визначення потрібних площ під зберігання запасів предметів;
- установлення порядку приймання і здавання допоміжних предметів представникам загальнозаводських служб, видавання та обліку, внутрішньоцехового транспортування (засилання),

підтримки запасів у заданих розмірах, підготовки, відновлення та утилізації;

- установлення порядку надання послуг (виконання ремонтних робіт, технічного обслуговування, підтримки операційної системи, програмного забезпечення, кваліфікованого консалтингу, діагностики і т. д.);

- установлення порядку забезпечення і контролю забезпеченості ВС;

- установлення порядку зовнішнього забезпечення ВС і поновлення запасів.

Оперативне управління виробництвом. Основні напрями: оргструктура і функції апарату управління; оперативно-календарне планування виробництва; диспетчерування виробництва; організація інформаційних зв'язків і документообіг.

Для здійснення безпосереднього керівництва персоналом, виробничою і господарською діяльністю ВС формується адміністративний апарат управління. Він будується, як правило, за лінійно-функціональним принципом. У високоавтоматизованих ВС ураховуються особливості в складі функцій адміністративно-управлінського персоналу.

Характерною рисою управлінської праці у ВС із комп'ютерним керуванням є широке використання можливостей ВТ, що є в цехах. Більшість функцій управління мають виконуватися адміністративно-управлінським персоналом у діалоговому режимі із СУ найвищого рівня. На вимогу персоналу може автоматично видаватися звітність за певний період, статистика про відмови в системі, поточна інформація про стан запасів, устаткування і т. д.

Організація функціонування комплексу технічних засобів. Проектні рішення призначені для постановлення завдань інформаційно-управлінської системи (ІУС) та використання як вихідних матеріалів для розроблення посадових і робочих інструкцій персоналу ВС при проектуванні організації праці.

Мета полягає у визначенні порядку виконання тих чи інших функцій залежно від виробничої ситуації, тобто в розробленні алгоритмів функціонування за напрямками: організація роботи транспортно-накопичувальної системи; організація функціонування комплексу засобів технологічного оснащення; організація роботи місць персоналу, що оснащені технічними засобами, побудова алгоритмічної моделі функціонування комплексу технічних засобів.

Доцільна така послідовність виконання проектних рішень: 1) складання узагальнених інформаційно-логічних схем функціонування ВС з реалізації виробничих процесів (виготовлення продукції; підготовки і використання інструменту; підготовка, заміна і відновлення деталей устаткування, які змінюються); 2) визначення складу виконавців, виконання трудових функцій, яких потребує діалоговий режим із СУ; 3) визначення переліку виробничих ситуацій для кожного виконавця, які зумовлюють їх різні режими роботи в умовах інтерфейсу із СУ; 4) визначається перелік документів і повідомлень щодо кожного режиму роботи кожного виконавця; 5) визначаються структура переданої інформації, порядок її використання і формування; 6) оформляються блок-схеми алгоритмів роботи персоналу і зведені пояснювальні таблиці до них; узагальнюються алгоритми роботи персоналу окремих структурно-функціональних одиниць ВС для їх участі в основному і допоміжних виробничих процесах; 7) визначається перелік виробничих ситуацій, що потребують втручання диспетчера ВС; 8) визначається перелік управлінських рішень, що приймаються ним у кожній ситуації; 9) визначаються структура і порядок використання інформації, необхідної диспетчеру для прийняття управлінських рішень та їх реалізації; 10) оформляються блок-схеми алгоритмів роботи диспетчера ВС і пояснювальні таблиці до них; 11) складаються об'єднані блок-схеми узагальнених алгоритмів функціонування системи машин і персоналу ВС, включаючи диспетчера, у нормальному та аварійному режимах при різних видах відмовлень; 12) визначається перелік функцій, виконання яких диспетчером недоцільне в умовах АСУ і які можуть бути нею реалізовані в автоматичному режимі; 13) уточнюються критерії, обмеження і методи для реалізації завдань виробничого диспетчерування в АСУ (для розроблення програми-диспетчера).

Організація праці персоналу. Уточнюються і конкретизуються питання організації праці персоналу, усі проектні рішення доводяться до рівня робочої документації, що призначена для використання персоналом у процесі експлуатації ВС.

Основні завдання організації праці персоналу:

1. Нормування праці (розробляється згідно з методиками та рекомендаціями з нормування праці).

2. Склад і спеціалізація бригад, зони обслуговування (визначається особливостями технології, виробничих процесів та нормативів).

3. Оснащення та обслуговування робочих місць (визначається спеціалізацією, змістом праці, організацією виробництва).

4. Оплата праці (ґрунтується на законодавчих та нормативних документах з питань праці).

5. Охорона праці і техніка безпеки (розробляється відповідно до вимог чинних законодавчих, нормативних документів та стандартів).

6. Підготовка, перепідготовка кадрів. Доцільно здійснювати зміни в професійно-кваліфікаційній структурі персоналу за рахунок працюючих у цехах відповідної кваліфікації і професії, а також шляхом організації перепідготовки інших з метою оволодіння новою професією чи підвищення кваліфікації. Перепідготовку бажано проводити без відриву від виробництва.

Розробляючи графіки перепідготовки, необхідно враховувати план поетапного введення в експлуатацію окремих черг організаційного проекту виробничої системи, що спроектована.

Як приклад на рис. 14.8. наведена структура організаційного проекту механічного цеху, яка характеризується сукупністю взаємопов'язаних організаційних проектів його підсистем.

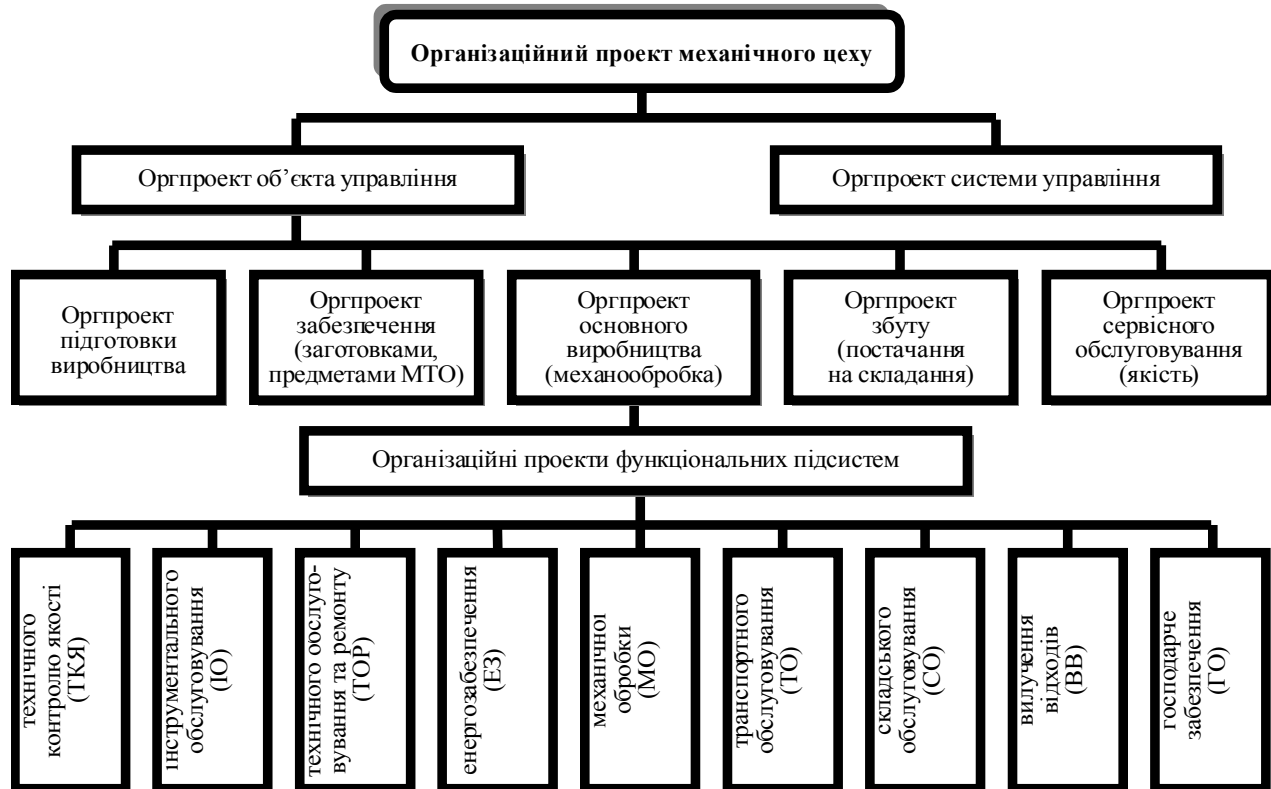


Рис. 14.8. Структура організаційного проекту механічного цеху

Досвід організаційного проектування виробничих систем показав, що концептуальні рішення з визначення якісного складу структуроутворюючих елементів ВС, формуванню їх взаємозв'язків та зв'язків із зовнішнім середовищем приймаються на ранніх стадіях в процесі синтезу функціональної структури.

Концепція організаційного проектування характеризується тим, що розглядає виробництво як виробничу систему; має цільову спрямованість на забезпечення ВС сукупності властивостей, які визначаються зовнішнім середовищем; використовує для цього комплекс засобів організаційного проектування; виходить з необхідності виконання цих робіт починаючи зі стадії проектування ВС.

В умовах ринкової системи господарювання для кожного товаровиробника дуже важливе значення має підвищення ефективності виробництва, його гнучкості, забезпечення якості виробничих процесів і продукції, укріплення конкурентоспроможності підприємства в цілому. На виконання цих завдань і спрямоване організаційне проектування, як інструмент реінжинірингу.

Контрольні питання для самостійного поглибленого вивчення

1. У чому полягає актуальність організаційного проектування виробництва і які його перспективи?

2. Які існують тенденції та особливості сучасного проектування виробництва?

3. Поясніть сутність проектування організації виробництва, розкрийте цілі завдання, укажіть об'єкти та предмет оргпроекування.

4. Назвіть основні вимоги до розроблення та оформлення організаційного проекту виробництва.

5. Які методичні підходи використовуються при оргпроекуванні? Розкрийте їх сутність.

6. Опишіть структурно-логічну схему оргпроеку виробничої системи.

7. Охарактеризуйте найбільш доцільну систему організації робіт з оргпроекування виробництва.

8. Що є причиною системного аналізу і які основні етапи діагностування організації виробництва?

9. Чому виробнича структура аналізується з функціональної, елементної, організаційної позицій? Доведіть це на прикладі.
10. Охарактеризуйте схему оцінювання рівня системи організації виробництва.
11. Яким чином оцінюється рівень організаційної побудови цеху, ділянки і який результат?
12. У чому полягає особливість оцінки рівня функціональної побудови виробничої системи?
13. За якими показниками оцінюється рівень елементної побудови виробничої системи?
14. Охарактеризуйте узагальнений алгоритм організаційного проектування виробничої системи.
15. Поясніть суть передпроектного етапу організаційного проектування виробництва.
16. У чому полягають особливості зовнішнього проектування виробничої системи?
17. Назвіть основні завдання обґрунтування виробничої структури.
18. Наведіть складові етапу робочого проектування виробничої системи.
19. Охарактеризуйте склад основних завдань з організації основного виробництва.
20. Які особливості враховуються під час розроблення проекту організації допоміжного виробництва?
21. Дайте змістовну характеристику змісту розділу оперативного управління виробництвом.
22. Які вимоги характерні до розділу «Організація функціонування комплексу технічних засобів»?
23. Назвіть і обґрунтуйте склад та зміст розділу «Організація праці персоналу».
24. Сформулюйте технічне завдання на проектування механічного цеху.
25. Розробіть програму освоєння оргпроекту виробничого підрозділу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильков В. Г. Організація виробництва: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 524 с.
2. Герасимчук В. Г. Розвиток підприємств: діагностика, стратегія, ефективність. — К.: Вища шк., 1995. — 265 с.
3. Гупалов В. К. Управление рабочим временем. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 240 с.
4. Завіновська Г. Т. Економіка праці: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2000. — 200 с.
5. Економіка підприємства: Зб. практ. задач і конкретних ситуацій: Навч. посібник / За ред. С. Ф. Покропивного. — К.: КНЕУ, 1999. — 328 с.
6. Економіка підприємства: Підручник / За заг. ред. С.Ф. Покропивного. — 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2000. — 528 с.
7. Казанцев А. К., Подлесных В. И., Серова Л. С. Практический менеджмент: В деловых играх, хозяйственных ситуациях, задачах и тестах: Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 1998 — 367 с.
8. Кожекин Г. Я., Сеница А. М. Организация производства: Учеб. пособие. — Минск: Экоперспектива, 1998. — 334 с.
9. Курочкин А. С. Организация производства: Учеб. пособие. — К.: МАУП, 2001 — 216 с.
10. Макаренко М. В., Махалина О. М. Производственный менеджмент: Учеб. пособие для вузов. — М.: ПРИОР, 1998. — 384 с.
11. Новицкий Н. И. Основы менеджмента: Организация производства на предприятиях. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 208 с.
12. Новицкий Н. И. Организация и планирование производства: Учеб.-метод. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 392 с.
13. Нормування праці: Підручник / За ред. В. М. Данюка і В. М. Абрамова. — К.: 1995. — 208 с.
14. Реформирование и реструктуризация предприятий. Методика и опыт. — М.: ПРИОР, 1998. — 320 с.
15. Сачко Н. С. Теоретические основы организации производства. — Минск.: Дизайн ПРО, 1997. — 320 с.
16. Стивенсон В. Дж. Управление производством: Пер. с англ. — М.: Лаборатория базовых знаний: БИНОМ, 1998. — 928 с.
17. Управління якістю продукції: Навч. посібник / За ред. О. Й. Запунного. — К.: ІЗМН, 1998.
18. Управління виробничою інфраструктурою / За ред. М. А. Белова. — К.: КНЕУ, 1997. — 208 с.
19. Устюжанина Е. Внутрифирменное реформирование. — М.: Акционер, 1999. — 104 с.
20. Плоткін Я. Д., Пашенко І. Н. Виробничий менеджмент: Навч. посібник; Збірник вправ / Держ. ун-т «Львівська політехніка» (Інформ.-

вид. центр «ИНТЕЛЕКТ+», Ін-т підвищ. кваліфікації та перепідготовки кадрів). — Львів, 1999. — 258 с.

21. Фатхутдинов Р. А. Организация производства: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2000. — 672 с.

22. Чейз Р. Б., Эквילайн Н. Дж., Якобс Р. Ф. Производственный и операционный менеджмент: Пер. с англ. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2001. — 704 с.

23. Организация производства на предприятии: Учеб. для техн. и экон. спец. / Под ред. О. Г. Туровца и Б. Ю. Сербиновского. — Ростов-н/Д: МарТ, 2000. — 464 с. (Серия «Экономика и управление»).