

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кафедра деталей машин і ТММ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання та оформлення креслеників
курсowego проекту з дисципліни «Деталі машин»
(для студентів спеціальності 6.090200)

Укладачі: Момот Д. І.
 Янчевський І. В.

Затверджено методичною
радою університету,
протокол № __ від _____ 2012 р.

Харків, 2012 р.

Укладачі: Момот Д. І., Янчевський І. В.

Кафедра деталей машин і ТММ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Курсовий проект з дисципліни «Деталі машин» є першою самостійною розрахунково-конструкторською роботою студента, у якій отримують навички проектування і знання норм, правил і методів конструювання.

Виконання проекту закріплює та поглиблює знання, які отримані при вивченні курсу «Деталі машин», а також інших фундаментальних та загально-інженерних дисциплін: теоретичної механіки, теорії механізмів і машин, опору матеріалів, технології машинобудування, технічного креслення та ін.

У допомогу студентам кафедра випустила методичні вказівки, що містять завдання на курсове проектування та основні рекомендації з виконання розрахункової та графічної частин курсового проекту.

Ці методичні вказівки містять основні відомості з виконання та оформлення креслеників, які є складовою частиною курсового проекту. Вони допомагають систематизувати наявну навчальну літературу, оперативно знаходити необхідні дані в ній або в відповідних стандартах. Це особливо важливо для студентів заочної та дистанційної форм навчання.

З метою наближення курсового проектування до інженерної практики конструкторських бюро в цьому виданні широко використовуються міждержавні стандарти.

Обсяг і послідовність виконання курсового проекту досить повно викладені в [1]. Тут же наведені останні зміни в структурі стандартів ЄСКД за загальними вимогами до креслеників.

Це видання може бути використано не тільки при виконанні курсового проекту з деталей машин, але й при розробці робочих креслеників у курсових проектах з інших дисциплін машинобудівного профілю і при дипломному проектуванні.

1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПРОЕКТУ

1.1. РОБОЧА ДОКУМЕНТАЦІЯ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Єдині правила та положення про порядок розробки, оформлення та обігу конструкторської документації, які розробляються та застосовуються організаціями і підприємствами, становлять комплекс міждержавних стандартів, які одержали назву «Єдина система конструкторської документації» (ЄСКД). Ці правила поширюються на всі види конструкторських документів, нормативно-технічну і технологічну документацію, а також на науково-технічну та навчальну літературу.

До конструкторських документів відносять графічні та текстові документи, які окремо або в сукупності визначають склад і будову виробу, містять необхідні дані для розробки або виготовлення, контролю, приймання, експлуатації та ремонту.

До графічних документів відносять кресленики та схеми. До текстових – специфікацію, відомість специфікацій, відомість покупних виробів, пояснювальну записку, розрахунки та ін.

У навчальному проектуванні правила ЄСКД застосовують у дещо скороченому вигляді. Так, наприклад, технічне завдання на проектування, пояснювальну записку і розрахунки поєднують в один текстовий документ, який називається «Розрахунково-пояснювальна записка», робочі кресленики виконують тільки на частину оригінальних деталей за завданням керівника проекту, кресленики загального виду виробу поєднують із габаритним і монтажним креслеником того ж виробу. На загальному кресленику обов'язково вказують фундаменти, що розроблені для установки виробу. Специфікація (ГОСТ 2.108-68) – це документ, що визначає сукупність деталей складальної одиниці. Її складають на всі деталі розроблювальної складальної одиниці.

Всі конструкторські документи (графічні і текстові) повинні бути виконані на аркушах установленого формату (ГОСТ 2.301-68). Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки, виконаною тонкою лінією.

Позначення та розміри основних форматів повинні відповідати значенням з табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Позначення та розміри основних форматів

Позначення	Розмір, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Допускається застосування додаткових форматів, утворених збільшен-

ням коротких сторін основних форматів на кратне їх розмірам значення. Розміри таких додаткових форматів наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Розміри додаткових (похідних) форматів

Кратність	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189×1682				
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4		841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5			594×2102	420×1486	297×1051
6				420×1783	297×1261
7				420×2080	297×1471
8					297×1682
9					297×1892

Текстові документи зазвичай оформляють на аркушах формату А4. На кожному аркуші конструкторського документа необхідно розмістити основний напис, форма та розмір якого встановлені ГОСТ 2.104-68. Для креслеників і схем встановлена форма 1 (рис. 1.1), для специфікацій та інших текстових документів – форма 2 (рис. 1.2), для наступних аркушів текстових конструкторських документів – форма 2а (рис. 1.3).

Основний напис розташовують у правому нижньому куті конструкторського документа по лінії рамки. На форматі А4 основний напис слід розміщувати уздовж короткої сторони аркуша, для інших форматів – уздовж довгої.

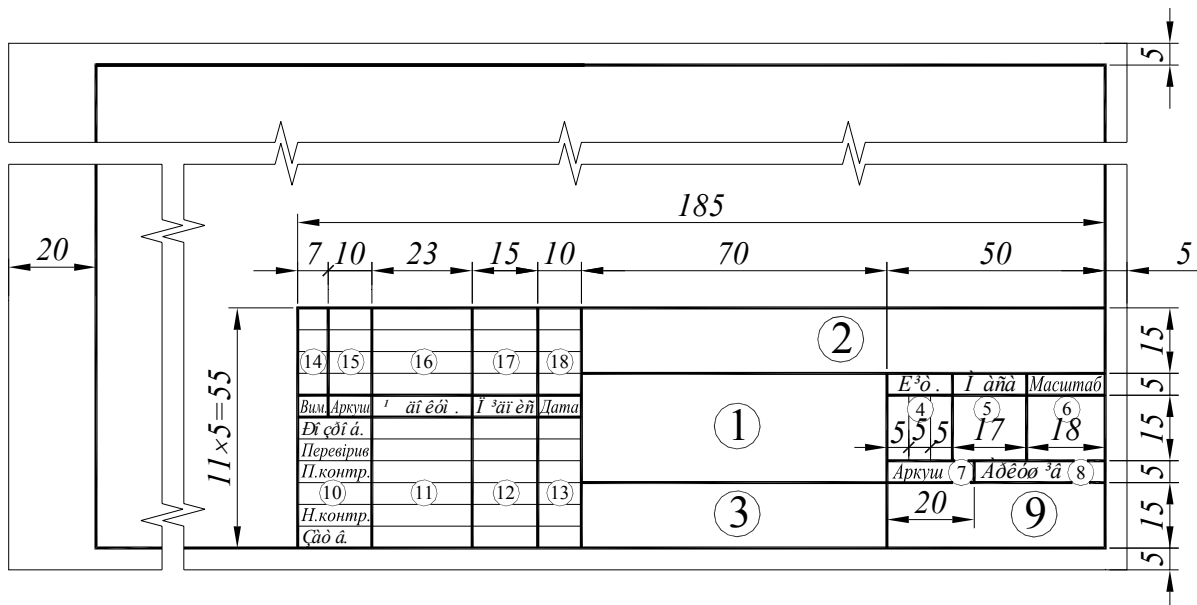


Рисунок 1.1 – Основний напис для першого аркуша креслеників і схем, форма 1, ГОСТ 2.104-68

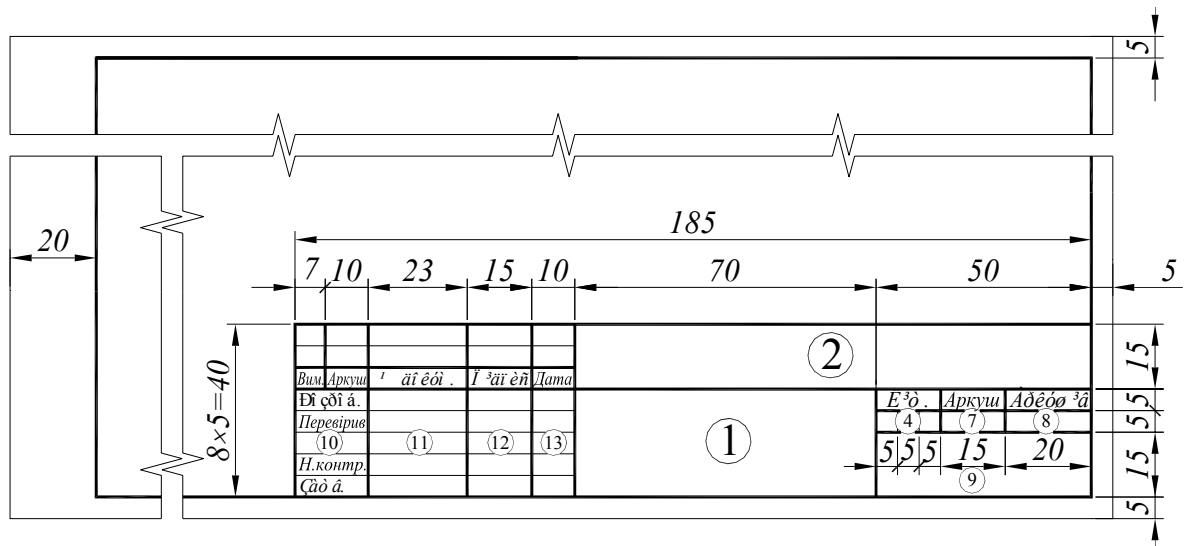


Рисунок 1.2 – Основний напис для першого аркуша специфікацій і інших тестових документів, форма 2, ГОСТ 2.104-68

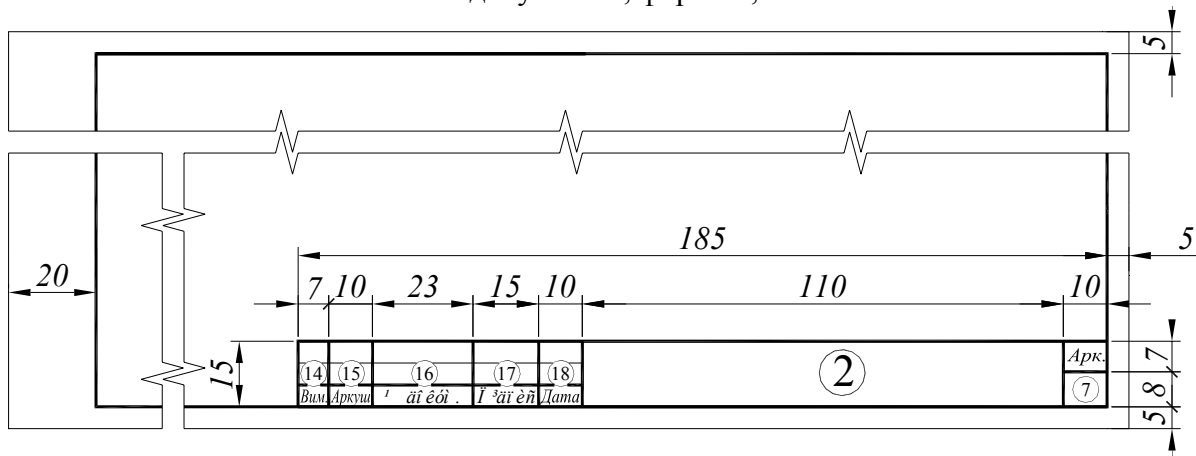


Рисунок 1.3 – Основний напис для наступних аркушів текстових конструкторських документів, форма 2а, ГОСТ 2.104-68

У графах основного напису (див. нумерацію на рис. 1.1...1.3) вказують:

1 – найменування виробу (у називному відмінку однини). Воно має бути коротким та відповідати прийнятій термінології. Якщо найменування складається з декількох слів, то на першому місці записують іменник, наприклад, «Колесо зубчасте». У найменуванні виробу не включати відомості про його призначення та місце розташування. Наприкінці найменування крапку не ставити, перенос слів не використовується;

2 – позначання документа за ГОСТ 2.102-68 «Види та комплектність конструкторських документів»;

3 – позначання матеріалу деталі за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслеників» (графу заповнювати тільки для кресленика деталі);

4 – літери, які відповідають даному документу (у навчальному проектуванні ставити літеру «Н» у крайній лівій клітинці);

5 – розрахункову масу зображеного на кресленику виробу у кілограмах без вказівки одиниці виміру;

- 6 – масштаб зображення відповідно до ГОСТ 2.302-68 «Масштаби»;
 - 7 – порядковий номер аркуша документа (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнювати);
 - 8 – загальна кількість аркушів документа (графу заповнювати тільки на першому аркуші);
 - 9 – найменування або розпізнавальний індекс випускаючого документу;
 - 10 – характер роботи, яка виконана підписаною документом особою;
 - 11 – прізвища осіб, які підписали документ;
 - 12 – підпис осіб, прізвища яких зазначені в графі 11;
 - 13 – дата підписання документа.
- Графи 14...18 у навчальному проекті не заповнювати.

1.1.1. Вимоги до креслеників

Кресленики навчального проекту мають бути виконані відповідно до основних вимог за ГОСТ 2.109-73. Однак при цьому варто уникати певних спрощень зображення деталей на складальних одиницях, дозволених зазначеним стандартом. Наприклад, при кресленні підшипників показувати їх конструкцію, а не умовне зображення; при кресленні нарізних сполучень – зазор між болтом (шпилькою) і деталлю, запас нарізки і глибину свердління, технологічні канавки і необхідні фаски. Виключенням є оформлення кресленика привода, на якому складальні одиниці зображуються спрощено, але досить зрозуміло.

На кресленку складальної одиниці або привода із групи однакових нарізних сполучень креслять тільки одне з'єднання, інші показують осьовими лініями.

Кількість видів, розрізів і перерізів має бути достатнім для повного розуміння суті конструкції та принципу її роботи.

Конструкторську проробку на компоновальній схемі складальної одиниці зазвичай виконують у масштабі 1:1. Аналогічна вимога поширюється і на проробку окремих основних місць привода за допомогою розрізів і перерізів. Оформлення креслеників окремих деталей має точно відповідати вимогам стандартів. Так, наприклад, ГОСТ 2.403-75 «Правила виконання креслеників циліндричних зубчастих коліс», ГОСТ 2.405-75 «Правила виконання креслеників конічних зубчастих коліс», ГОСТ 2.406-75 «Правила виконання креслеників циліндричних черв'яків і черв'ячних коліс» повністю регламентують порядок оформлення кресленика відповідного зубчастого колеса, черв'яка та черв'ячного колеса із вказівкою всіх необхідних табличних даних, що приводяться на кресленку. А ГОСТ 2.409-74 «Правила виконання креслеників зубчастих (шліцьових) з'єднань» регламентує зображення з'єднання зазначених деталей (або будь-яких інших) з відповідним валом.

Дотримання зазначених правил у навчальному проектуванні обов'язково.

1.1.2. Нанесення розмірів на креслениках складальних одиниць

На креслениках складальних одиниць наносять наступні розміри: габаритні, приєднувальні, посадкові, вхідні до складу розмірних ланцюгів, і довждкові. Нанесення розмірів і граничних відхилень на креслениках регламентовані міждержавним стандартом ГОСТ 2.307-68.

Габаритні розміри необхідні для визначення місць установки і транспортування виробу.

Приєднувальні розміри потрібні для установки складальної одиниці на місці монтажу, визначення розмірів і місця положення інших складальних одиниць, з якими з'єднується розглянута одиниця. До цих розмірів відносяться діаметри і довжини вихідних кінців валів, висота центрів валів від приєднувальної площини, координати і діаметри отворів кріплення виробу до рами або фундаменту, розміри шпонок або шліців на вихідних кінцях валів, відстані від базових отворів, призначених для кріплення виробу, до приєднувальних базових поверхонь на вихідних кінцях валів. До приєднувальних розмірів відносяться такі параметри, як модуль і число зубів колес, крок і число зубів зірочок, якщо вони є елементами зовнішнього зв'язку для даної складальної одиниці.

Посадкові розміри визначають характер з'єднання двох деталей даної складальної одиниці та необхідні для виконання складальних операцій. Поруч із цими розмірами має бути зазначена відповідна стандартна посадка. Наприклад, діаметри і посадки на валах зубчастих і черв'ячних коліс, муфт, шківів, підшипників; сполучення підшипників з корпусними деталями, склянками та ін.

Розміри, що входять до складу розмірних ланцюгів, наносять на кресленник коли необхідно визначити граничні розміри (або відхилення) замикаючої ланки за даними розмірами складових ланок. Методи розрахунку пласких розмірних ланцюгів наведені в ГОСТ 16319-80 і 16320-80.

Розміри для довідок наносять для вказівки крайніх положень рухливих частин механізму (хід гвинта), найбільшого і найменшого рівнів мастила та ін.

Приклад проставляння розмірів на складальному кресленику наведені у додатку Д.

1.1.3. Технічні вимоги

На першому аркуші незалежно від того, на скількох аркушах зображений кресленник складальної одиниці, перераховують технічні вимоги, а саме:

- вимоги до складання та регулювання, вказівки про додаткову обробку після складання (наприклад, «розвальцювати», «приварити» та ін.);
- вимоги до оздоблення (наприклад, до фарбування виробу в зборі із позначенням сорту і кольору фарби);
- вимоги до експлуатації (наприклад, терміни заміни мастила, регулювання підшипників та ін.).

Пункти технічних вимог повинні мати наскрізну нумерацію, кожний з них слід записувати з нового рядка. Текстову частину розташовувати на полі кресленика над основним написом у вигляді колонки із шириною, що не перевищує ширину основного напису (див. додаток Е).

1.1.4. Технічна характеристика

Технічна характеристика розширює відомості про конструкцію складальної одиниці. Наприклад, на кресленнику редуктора вказують загальне передатне число, частоту обертання тихохідного вала, найбільший крутний момент на вихідному валу, геометричні параметри зубчастих коліс та ін.

Технічну характеристику розміщують на вільному полі кресленика окремо від технічних вимог із самостійною нумерацією пунктів і постачають заголовком «Технічна характеристика». Заголовок не підкреслюють (див. додаток Д).

1.1.5. Специфікація*

Форма та порядок заповнення специфікації на виріб встановлені ГОСТ 2.108-68.

Специфікацію складають на окремих аркушах формату А4 на кожну складальну одиницю, комплекс і комплект за формами 1 і 1а (див. Додатки А, Б і В). Специфікація в загальному випадку складається з розділів, розташованих у такій послідовності: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти.

Найменування кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі «Найменування» і підкреслюють. У розділи «Комплекси», «Складальні одиниці» і «Деталі» вносять комплекси, складальні одиниці та деталі, що безпосередньо входять у специфікацію виробу. Запис зазначених виробів роблять за абеткою сполучення початкових знаків (букв) індексів організацій-розроблювачів і далі в порядку зростання цифр, що входять у позначення.

У розділі «Стандартні вироби» перераховують вироби, що застосовують за міждержавними і галузевими стандартами, стандартами підприємств.

У межах кожної категорії стандартів запис роблять за групами виробів (наприклад, кріпильні вироби, підшипники і т.д.), об'єднаних відповідно до функціонального призначення в межах групи – за абеткою найменувань виробів (наприклад, болти, гайки, гвинти і т.д.); у межах кожного найменування – у порядку зростання позначення стандартів (наприклад, для болтів: ГОСТ 7795-70*, ГОСТ 7805-70* і т.д.); у межах кожного позначення стандарту – у порядку зростання основних параметрів і розмірів виробу.

Приклад складання специфікації на привод наведений у додатку А, а на складальну одиницю (редуктор), що входить у даний привод, – у додатках Б і В.

* Специфікація – це текстовий конструкторський документ, у якому зазначають склад виробу та розробленої на нього конструкторської документації.

1.2. РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

При навчальному проектуванні розрахунково-пояснювальна записка – основний і єдиний текстовий документ, що поєднує технічне завдання на проектування, пояснювальну записку і розрахунки. Вона має містити наступні розділи:

- технічне завдання, що підписане керівником проекту;
- короткий опис пристрою і його призначення;
- опис взаємодії елементів привода, особливостей пуску і методів захисту привода від перевантаження;
- опис послідовності складання та розбирання пристрою і його окремих елементів; вказівки на метод регулювання зачеплення зубчастих і черв'ячних передач, а також підшипників кочення;
- розрахунки передач, валів і з'єднань, вибір муфти;
- вибір сорту мастила і системи змащення передач і підшипників;
- перелік посилань (література);
- зміст.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки не повинен перевищувати 30...40 сторінок рукописного тексту. Основний обсяг її відводиться на розрахункову частину, яка містить:

- кінематичний і енергетичний розрахунки привода (визначення ККД привода, вибір електродвигуна, визначення загального передатного числа привода, раціональну розбивку його між окремими передачами, визначення частоти обертання кожного вала редуктора і крутних моментів);
- розрахунки на міцність передач у послідовності їхнього розташування в приводі, починаючи від електродвигуна, валів, з'єднань (шпонкових, шліцьових, з натягом, різьбових, зварених), муфт;
- розрахунок передач редуктора, починаючи з тихохідного ступеня;
- тепловий розрахунок (для черв'ячних передач);
- розрахунки на довговічність підшипників з врахуванням режиму навантаження.

У розрахунок включають:

- заголовок із вказівкою виду розрахунку;
- кінематичні схеми або ескізи елементів, розрахункові схеми із зазначенням сил і моментів, прикладених до даного елемента конструкції;
- найменування марки прийнятого матеріалу із зазначенням термообробки і твердості робочих поверхонь;
- обґрунтування обраних допустимих напружень із вказівкою використаної літератури;
- висновок за результатами розрахунку.

Розрахунково-пояснювальна записка має бути оформлена на стандартних аркушах формату А4 (табл. 1.1). Основні написи на аркушах записки оформляти відповідно до вказівок підрозділу 1.1.

Перший аркуш записки – титульний, оформляється відповідно до додатка Г. Другий аркуш – підписане керівником завдання на курсовий проект. Текст на кожному аркуші записки розташовують наступним чином: відстань від рамки форми до границь тексту на початку рядка – не менш 5 мм, наприкінці рядка – не менш 3 мм, а від верхнього або нижнього рядків тексту до верхньої або нижньої рамок форми – не менш 10 мм. Абзаци в тексті становлять 15...17 мм.

Текст розрахунково-пояснювальної записки варто розбити на розділи, підрозділи і пункти. Розділи повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами із крапкою.

Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і відповідно підрозділу, розділених крапкою. Наприкінці номера підрозділу ставлять крапку. Наприклад:

- 2. Розрахунки на міцність
- 2.1. Розрахунки зубчастих передач;
- 2.2. Розрахунки валів;
- 2.3. Розрахунки нарізних з'єднань і т.д.

Номера пунктів формують з номерів розділу, підрозділу і пункту, розділених крапкою. Наприкінці номера пункту ставлять крапку. Наприклад, пункти розділу 2, підрозділу 2.1 позначають наступним чином:

- 2.1.1. Вибір матеріалу і розрахунок допустимих напружень;
- 2.1.2. Вибір вихідного розрахункового навантаження;
- 2.1.3. Розрахунок зубчастої передачі на міцність і т.д.

Найменування розділів повинні бути лаконічними, відповідати змісту і записують у вигляді заголовка прописними буквами. Переноси слів у заголовках не допускаються. Відстань між заголовком і наступним текстом повинна бути не менш 10 мм. Відстань між останнім рядком тексту попереднього розділу (підрозділу) і заголовком нового, за умови їх розташування на одному аркуші, повинне бути не менш 15 мм.

Скорочення слів у тексті, як правило, не допускаються, за винятком загальноприйнятих.

У розрахунково-пояснювальній записці всі значення фізичних величин повинні записувати в одиницях системи СІ. При цьому числа з розмірністю писати цифрами, а без розмірності – словами. Наприклад, «зазор – не більше 2 мм», «корпус пофарбувати два рази».

При виконанні розрахунків необхідно записати розрахункову формулу з посиланням на джерело (при першому її використанні). Всі формули пронумерувати в межах розділу. Номер ставити у круглих дужках з правої сторони аркуша на рівні формули. Під формулою привести розшифровку кожного си-

мволу. Значення кожного символу дати з нового рядка в тій послідовності, у якій вони наведені у формулі. Перший рядок розшифровки повинна починатися зі слова «де» без двокрапки після нього. Після формули ставлять кому.

Кожний символ у межах записки розшифровують тільки один раз.

Чисельні значення символів підставляють у тій же послідовності, у якій вони наведені у формулі, без будь-яких змін.

Для скорочення обсягу записки деякі її цифрові та інші дані рекомендується розташовувати у вигляді таблиць. Таблиці, якщо їх у записці більше однієї, повинні мати порядковий номер у межах розділу, записаний арабською цифрою без знака №. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Наприклад, «Таблиця 2.3».

Якщо текст записки не розбитий на розділи, таблицям приписують порядкові номери в межах усього документа, наприклад, «Таблиця 5». Якщо в записці тільки одна таблиця, її не нумерують і слово «Таблиця» не пишуть. Напис «Таблиця 5» розміщують над лівим верхнім кутом таблиці та не підкреслюють. При переносі таблиці на наступний аркуш повторюють її головку і над нею пишуть «Продовження табл.» із вказівкою номера, наприклад «Продовження табл. 2.3».

Пояснення тексту у записці ілюструють графіками, схемами, кресленнями, тощо. Всі ілюстрації (якщо їх більше однієї) нумерують арабськими цифрами в межах всієї записки. Наприклад, «Рисунок 1», «Рисунок 2», «Рисунок 3» і т.д. Посилання на раніше згадані ілюстрації дають по тексту: «див. рис. 3».

Напис «Рисунок 2» розміщують під відповідним рисунком. Написи на рисунках виконують креслярським шрифтом із вказівкою розмірів букв і цифр, прийнятих для тексту записки.

Виконання діаграм, графіків, креслеників і схем, які є ілюстраціями, повинне відповідати вимогам стандартів ЄСКД.

1.3. ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ, ЇЇ ПАРАМЕТРИ І НАНЕСЕННЯ ЇХ НА КРЕСЛЕНИКИ

Позначення шорсткості поверхонь і правила нанесення їх на кресленики для всіх галузей промисловості встановлені ГОСТ 2.309-73.

Шорсткість поверхні, які одержані будь-яким видом обробки, істотно впливає на експлуатаційні властивості деталі. Збільшення шорсткості зменшує площу фактичного контакту двох сполучених поверхонь, що приводить до росту місцевих тисків, зростає інтенсивність зношування, виникає небезпека заїдання. Збільшення шорсткості знижує контактну твердість з'єднання, веде до ослаблення виконаних з гарантованим натягом деталей, знижує несучу здатність нарізних з'єднань при дії змінних навантажень.

Спосіб досягнення певної шорсткості робочих поверхонь деталі впливає на їхню роботоздатність. Так, наприклад, при механічній обробці різанням на

поверхні деталі утворюються мікротріщини, надриви та прижоги металу, що викликають залишкові напруження розтягування, які сприяють розвитку тріщин втоми, знижуючих контактну і об'ємну міцність деталей.

Параметри і характеристики шорсткості поверхонь (крім шорсткості ворсистих поверхонь) установлені ГОСТ 2789-73*.

Основні параметри для оцінки шорсткості поверхонь – середнє арифметичне відхилення профілю R_a на базовій довжині l ; висота нерівностей профілю R_z по десяти точках. Для деталей у машинобудуванні основним параметром є параметр R_a . Параметр R_z рекомендується для вказівки шорсткості на оброблені поверхні, що не з'єднуються, а також на поверхні, які одержані ливарним способом, куванням, штампуванням та ін.

Шорсткість поверхонь варто позначати для всіх виконуваних за даним креслеником поверхонь виробу, незалежно від методів їх утворення, крім поверхонь, шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції.

На рис. 1.4 наведена структура позначення шорсткості поверхні.

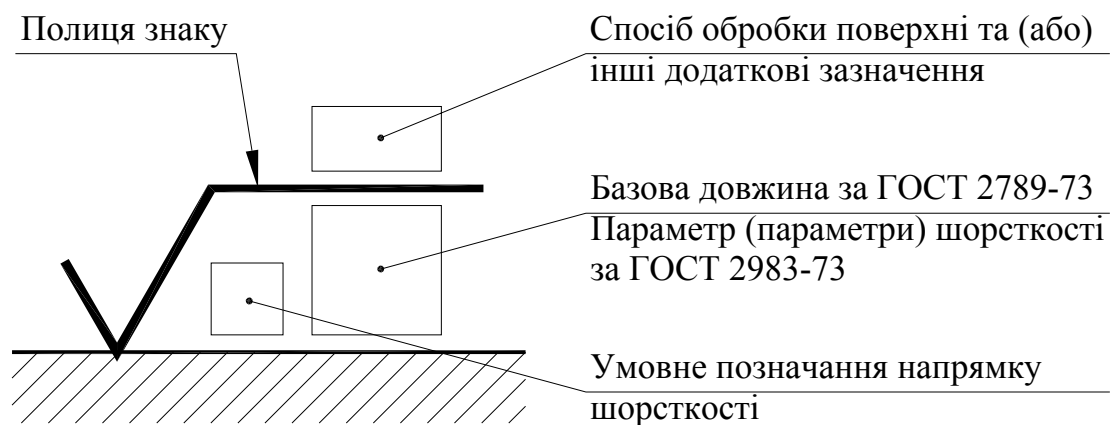


Рисунок 1.4 – Структура позначень шорсткості поверхні

При застосуванні знаку без вказівки параметра і способу обробки його зображують без полиці.

При позначенні шорсткості на креслениках слід застосовувати один із трьох знаків, зображених на рис. 1.5. **Кращим** є знак, показаний на рис. 1.5,а. Використовуючи його, конструктор не зазначає вид обробки. Знак, наведений на рис. 1.5,б, проставляють на поверхнях, обробка яких вимагає обов'язкового зняття шару матеріалу (різання, шліфування, полірування та ін.). Параметр (параметри) шорсткості за ГОСТ 2789-73 R_a або R_z записують під поличкою. Наприклад, $\sqrt{Rz40}$ або $\sqrt{Ra0.4}$. Знак, наведений на рис. 1.5,в, застосовують при позначенні шорсткості поверхонь, утворених без зняття шару матеріалу (лиття, кування, штампування та ін.).

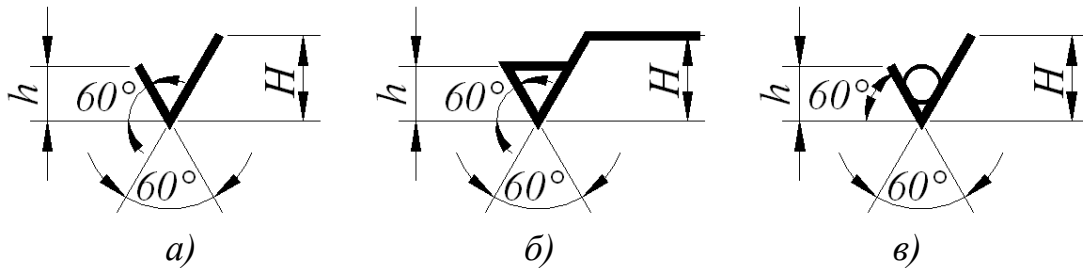


Рисунок 1.5 – Знаки для позначення шорсткості

Висота h має бути приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел, які застосовуються на кресленнику, а висота H дорівнює $(1.5...5) \cdot h$. Товщина ліній знаків повинна бути приблизно дорівнювати половині товщини суцільної основної лінії, застосовуваної в кресленнику.

Знаки шорсткості поверхні на зображенні деталі варто розташовувати на лініях контуру, на виносних лініях у безпосередній близькості від розмірної лінії.

Якщо на деталі є кілька поверхонь із однаковою шорсткістю, то вони вказуються знаком однакової шорсткості (рис. 1.6, *a* і *б*) і умовною позначкою \checkmark у верхньому правому куті кресленника. Це означає, що всі поверхні, на яких не нанесені позначення шорсткості або знак \checkmark повинні мати шорсткість, зазначену перед позначенням.

Коли частина поверхонь не обробляється за даним кресленником, у правому верхньому куті кресленника перед позначенням \checkmark розміщують знак ∇ (рис. 1.6, *б*).

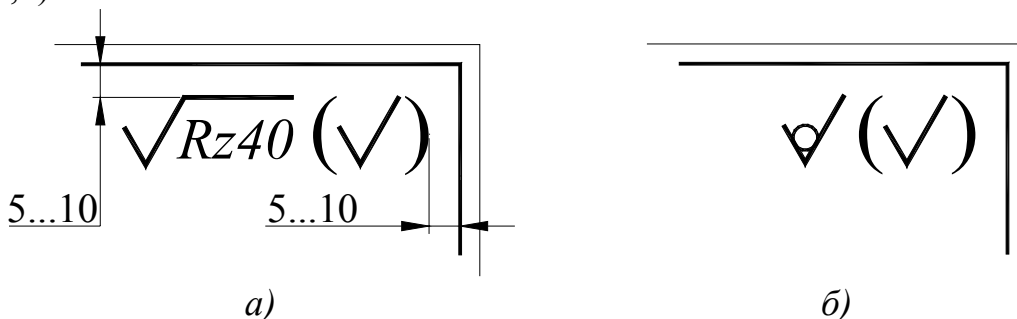


Рисунок 1.6 – Позначення однакової шорсткості (*a*) або шорсткості поверхонь, які не оброблюються за даним кресленником (*б*)

Якщо всі поверхні деталі мають однакову шорсткість, дужки зі знаком не ставлять.

Рекомендовані параметри шорсткості поверхонь для найбільш поширених деталей наведені в таблицях 1.3...1.5.

Таблиця 1.3 – Параметри шорсткості R_a (мкм) оброблюваних поверхонь зубчастих і черв'ячних коліс і черв'яків

Елемент передачі	Поверхня	Ступінь точності			
		6	7	8	9
Циліндричні зубчасті колеса	Робоча поверхня зубів	0.63	1.25	2.5	5.0
	Циліндр виступів при вимірі довжини загальної нормалі W	2.5	5.0	5.0	10.0
	Базовий торець	2.5	2.5	5.0	10.0
Конічні зубчасті колеса	Робоча поверхня зубів	1.25	2.5	2.5	5.0
	Конус виступів і зовнішній додатковий конус	2.5	2.5	2.5	5.0
	Базовий торець	2.5	2.5	2.5	2.5
Черв'ячні колеса	Робоча поверхня зубів	1.25	1.25	2.5	5.0
	Поверхня виступів	5.0	5.0	10.0	10.0
	Базовий торець	2.5	2.5	5.0	10.0
Черв'яки	Робоча поверхня витків	0.32	0.63	1.25	1.25
	Циліндр виступів при вимірі ділильної товщини по хорді витка черв'яка s_{a1}	1.25	1.25	2.5	2.5
	Розміри черв'яка по роликах M_1	2.5	2.5	2.5	2.5

Таблиця 1.4 – Параметри шорсткості R_a (мкм) для поверхонь посадок підшипників кочення

Посадкова поверхня	Клас точності підшипників	Номинальний діаметр	
		< 80 мм	> 80 мм
На валу	0	1.25...1.0	2.5...2.0
	6.5	0.63...0.5	1.25...1.0
	4.0	0.32...0.25	0.63...0.5
В отворі корпусу	0	1.25...1.0	2.5...2.0
	6.5 / 4.0	0.63...0.5	1.25...1.0
Заплічка на валу і у корпусі	0	2.5...2.0	2.5...2.0
	6.5 / 4.0	1.25...1.0	2.5...2.0

Таблиця 1.5 – Параметри шорсткості R_a (мкм) різних ділянок вала

Поверхня вала	Номинальний діаметр	
	10...80 мм	> 80 мм
Для маточин деталей передач при посадках по 6-му і 7-му квалітетах точності	1.25	2.5
Під контактні гумові ущільнення при швидкостях: <ul style="list-style-type: none"> • менш 3 м/с • понад 3 м/с 	0.63 0.32	Полірувати Полірувати
Під повстяні ущільнення при швидкостях до 4 м/с	1.25...0.63	Полірувати
Канавки, фаски, виточення, закруглення і т.п., неробочі поверхні	6.3...3.2	

Приклад використання позначень шорсткості поверхонь на робочих креслениках представлено у додатках Ж і З.

2. БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Для нормального функціонування деталі в складі складальної одиниці її необхідно певним чином зафіксувати відносно обраної системи координат. Цей процес називається базуванням. У загальному випадку базування полягає в накладенні геометричних і кінематичних зв'язків, що забезпечують необхідне положення деталі або її рух відносно обраної системи координат.

При накладенні геометричних зв'язків тіло (деталь) втрачає переміщень уздовж осей Ox , Oy , Oz і поворотів навколо цих осей, тобто тіло стає нерухомим у системі координат $Oxyz$. Накладення кінематичних зв'язків забезпечує задане положення тіла в системі $Oxyz$ у кожний момент часу.

Накладення двосторонніх геометричних зв'язків досягається стиканням поверхонь однієї деталі з поверхнями іншої (інших), до якої вона приєднується.

Тіло (деталь), обмежене реальними поверхнями, може контактувати з іншими тілами, що визначають його положення, в просторі в загальному випадку лише по окремих елементарних площадках, які умовно вважають точками контакту. Таким чином, поверхня або виконуючу ту ж функцію з'єднання поверхонь (вісь, точка, що належить заготівлі або виробу і використовується для базування) називається базою.

В основу класифікації баз покладені наступні міркування. Все різноманіття поверхонь деталей виробів машинобудування зводиться до чотирьох видів:

- виконавчі поверхні, за допомогою яких деталь виконує своє службове призначення;

- основні бази – поверхні, за допомогою яких визначається положення даної деталі у виробі;
- допоміжні бази – поверхні, за допомогою яких визначається положення деталей, що приєднуються, відносно даної;
- вільні поверхні, які не стикаються з поверхнями інших деталей.

Групу конструкторських баз, які визначають положення деталі або складальної одиниці у виробі, становлять основні та допоміжні бази. Це підрозділ конструкторських баз дійсні як для зображення деталі на кресленнику, так і для виготовленого виробу.

Так, наприклад, для деталі типу «вал» основною базою є загальна вісь опорних шийок, а допоміжною – торцеві заплічка і посадкові ділянки, на які встановлюються сполучені деталі.

Бази на кресленнику позначають рівностороннім зачерненим трикутником і прописною буквою в рамці (рис. 2.1). Рамку і зачернений трикутник з'єднують лінією.

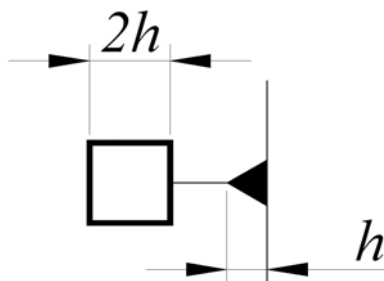


Рисунок 2.1 – Умовна позначка бази

Якщо базою є вісь симетрії, то трикутник розташовують наприкінці розмірної лінії відповідного розміру (діаметра) елемента. Так само роблять, якщо базою є площина симетрії.

Якщо ж база – поверхня або пряма (лінія) цієї поверхні, а не вісь елемента, то трикутник розміщують на достатній відстані від кінця розмірної лінії.

Якщо два або кілька елементів утворюють об'єднану базу і їх послідовність не має значення (наприклад, вони мають загальну вісь або площину симетрії), то кожний елемент об'єднаної бази позначають самостійно різними буквами.

Всі бази позначаються буквами латинського алфавіту.

3. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При з'єднанні двох деталей, одна з яких входить в другу, розрізняють поверхню, яка охоплює, та ту, що охоплювана. При цьому деталі називаються сполучуваними. Розміри таких деталей виконують у заздалегідь встановлених межах допусків на неточність виготовлення.

В Україні діє стандарт ДСТУ ISO 286-1(2):2002 на допуски і посадки за системою ISO, який складається із двох частин: частина 1 – «Основи допусків, відхилень і посадок»; частина 2 – «Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилень отворів і валів».

Допуск визначається як різниця між найбільшим і найменшим граничним розмірами або абсолютним значенням алгебраїчної різниці між верхнім і нижнім відхиленнями. На креслениках вказують номінальний розмір деталі, який служить початком відліку відхилень, а кожний із двох граничних розмірів визначають по його відхиленню від цього номінального розміру.

Граничне відхилення є алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами.

Розрізняють верхнє та нижнє відхилення. Верхнє (позначуване як ES для отвору і es для вала) – алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами.

Для отвору

$$ES = D_{\max} - D_{\text{ном}},$$

для вала

$$es = d_{\max} - d_{\text{ном}}.$$

Нижнє відхилення (позначуване через EI для отвору і ei для вала) – алгебраїчна різниця між найменшим граничним і номінальним розмірами.

Для отвору

$$EI = D_{\min} - D_{\text{ном}},$$

для вала

$$ei = d_{\min} - d_{\text{ном}}.$$

Поле, обмежене верхнім і нижнім відхиленнями, називається полем допуску. Воно визначається як величиною допуску, так і його положенням відносно номінального розміру.

Залежно від взаємного розташування полів допусків, тобто з'єднань полів допусків отвору і вала, виділяються три групи посадок. Перша група – посадки із зазором, які мають між поверхнями, що з'єднуються, гарантований

(мінімальний) зазор δ_{\min} , який забезпечує відносне переміщення відповідних деталей. Друга група – посадки з натягом, що мають до складання між поверхнями, що з'єднуються, гарантований (найменший) натяг, який перешкоджає відносному переміщенню деталей після складання. Третя група – перехідні посадки, у яких можливий як зазор, так і натяг між поверхнями, що з'єднуються.

Положення поля допуску характеризується значенням і знаком найближчого до нульової лінії граничного відношення (основне відхилення). Для полів допусків, розташованих вище нульової лінії, основним є нижнє відхилення; розташованих нижче нульової лінії – верхнє. Усього в ЄСДП передбачено 28 рядів основних відхилень для валів і така ж кількість для отворів. Кожний ряд основних відхилень для валів позначається малою латинською літерою (a, b, c і т.д.), а для отворів – великою (A, B, C і т.д.).

Верхнє нульове відхилення вала позначається буквою h , а нижнє нульове відхилення отвору – буквою H . Ці відхилення прийняті для основних валів і отворів.

Поля допусків у посадках із зазорами забезпечуються відхиленнями $a...h$ ($A...H$), у посадках з натягом і в перехідних – відхиленнями $js...zc$ ($Js...ZC$), причому в перехідних посадках звичайно застосовуються відхилення $j...n$ ($J...N$).

Відхилення js (Js) забезпечують симетричне розташування поля допуску, при цьому основним буде нульове відхилення при будь-якому квалітеті.

3.2. ПОЗНАЧЕННЯ НА КРЕСЛЕНИКАХ ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛЕНЬ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ

Зазвичай для всіх нанесених на робочі кресленики розмірів вказують граничні відхилення.

Допускається не вказувати граничні відхилення для розмірів, що визначають зони різної шорсткості тої самої поверхні, зони термообробки, покриття, оброблення, накатки, насічки.

Граничні відхилення лінійних розмірів на кресленнику деталі можна вказувати одним із трьох способів:

- умовною позначкою полів допусків, наприклад, $15H7, 20h6$;
- числовим позначенням граничних відхилень (мм). Наприклад, $10^{+0.008}$, $20_{-0.073}^{-0.040}$, $60^{+0.03}$, $60_{-0.029}^{-0.010}$;
- умовною позначкою полів допусків із вказівкою праворуч у дужках числових значень граничних відхилень (мм). Наприклад, $15H5(^{+0.008})$, $20e8(_{-0.073}^{-0.040})$.

Перевага надається першому способу, який слід використовувати і у навчальних проектах.

Граничні відхилення низької точності (від 12 квалітету і грубіше) на

розмірах робочих креслеників не наносять, а в технічних вимогах роблять запис, наприклад, $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

Граничні відхилення кутових розмірів указують тільки числовими значеннями, наприклад, $30^\circ \pm 30'$.

3.3. ПОЗНАЧЕННЯ ПОСАДОК НА КРЕСЛЕНИКАХ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ

Посадки утворюються сполученням поля допуску отвору і вала. Позначаються посадки у вигляді дробу: чисельник – поле допуску отвору, а знаменник – поле допуску вала, наприклад, $\varnothing 75 \frac{H7}{h6}, \varnothing 75 \frac{G7}{h6}$.

Посадки можуть бути здійснені в системі отвору (основний отвір позначається буквою H) або вала (основний вал позначається буквою h). Приклад вказівки посадок: $\varnothing 50 \frac{H7}{k6}$ – у системі отвору; $\varnothing 12 \frac{F7}{h6}$ – у системі вала. Застосуванню системи отвору слід надати перевагу.

Систему вала застосовують при технологічній доцільності використання гладких валів (осей), з'єднаних з деталями, які мають різні граничні відхилення, а також, при використанні стандартних деталей з охоплюваною поверхнею (зовнішні кільця підшипників кочення).

Для найбільш уживаних розмірів від 1 до 500 мм посадки рекомендовані ГОСТ 1139-80 (табл. 3.1).

Зв'язок посаджених деталей з валом може бути здійснена шпонковим з'єднанням, шліцьовим (зубчастим) з'єднанням, з'єднанням з гарантованим натягом або за допомогою пружинно-затяжних кілець.

У випадку нерухливого з'єднання вала і втулки за допомогою ненапруженого шпонкового з'єднання для установки шпонки в паз вала рекомендують перехідну посадку $P9/h9$, а в паз отвору $H9/h9$ або $Js9/h9$ – посадки із зазором.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані посадки при розмірах від 1 до 500 мм

Поле допуску	Квалітет	Основні відхилення валів (система отвору)											
		<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>js</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>
<i>H6</i>	5				$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$
	6			$\frac{H6}{f6}$									
<i>H7</i>	6				$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$
	7		$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{f7}$									$\frac{H7}{s7}$
	8	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e8}$										
<i>H8</i>	7			$\frac{H8}{f7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$
	8	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h8}$							
Поле допуску	Квалітет	Основні відхилення отворів (система вала)											
		<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>Js</i>	<i>K</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>S</i>
<i>h5</i>	6				$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{Js6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$		
<i>h6</i>	7			$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$
	8	$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$									
<i>h7</i>	8	$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$			
<i>h8</i>	8	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$							
	9	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$		$\frac{H9}{h8}$							

Примітка. Виділені рамкою посадки вважати як рекомендовані.

Допуски і посадки прямобічних шліцьових з'єднань регламентуються ГОСТ 1139-80. Рекомендовані посадки:

- для зовнішнього центруючого діаметра D – $H7/f7$;
- для внутрішнього центруючого діаметра d – $H7/g6$; $H7/js6$.

Для не центруючих діаметрів передбачається значний зазор: для зовнішнього діаметра – $H12/a11$, для внутрішнього – $H11/a11$.

Посадки бічних сторін зубів: при centruванні по зовнішньому діаметрі – $F8/f7$, $F8/js7$; по внутрішньому – $F10/js7$, $F10/f9$. Граничні відхилення від паралельності сторін зубів вала і втулки відносно осі центруючої поверхні, не повинні перевищувати 0.05 мм на довжині 100 мм.

Приклад позначання з'єднання із centruванням по зовнішньому діаметрі: $D-10\times 72H11/a11\times 82H7/js6\times 12F8/f8$.

Допуски і посадки евольвентних шліцьових з'єднань регламентуються ГОСТ 6033-80.

При centruванні з'єднання по бічних сторонах зубів перевагу надати наступним посадкам: $H7/r9$, $H7/p8$, $H7/n7$, $H7/k8$, $H7/h7$, $H9/k8$, $H9/h9$, $H9/f7$, $H9/f8$, $H11/d10$; при centruванні по зовнішньому діаметру – $H7/n6$, $H7/js6$, $H7/h6$, $H7/g7$, $H7/f7$.

Посадки підшипників кочення на вал і в корпус призначають залежно від режиму роботи підшипника і виду навантаження кільця: місцевого, циркуляційного і коливального.

При місцевому навантаженні кільце не обертається відносно вектора навантаження, зовнішнє навантаження сприймають ті самі ділянки і піддаються більше інтенсивному зношуванню. Нерухливе кільце підшипника встановлюється так, щоб виключався натяг.

При циркуляційному навантаженні кільце підшипника обертається відносно вектора навантаження і тому встановлюється з натягом.

При коливальному навантаженні вектор навантаження переміщається відносно кільця підшипника, але не робить повного оберту. Для обмеження обкатування кільця з коливальним навантаженням по сполученій деталі призначають посадки з невеликим натягом.

Поля допусків валів і отворів для підшипників кочення наведені в табл. 3.2.

Туге кільце упорних кулькових і роликів підшипників встановлюють на валу по посадці $js6$, а вільне кільце упорного підшипника монтують у корпусі із зазором, що забезпечує самоустановку в радіальному напрямку.

Таблиця 3.2 – Поля допусків валів і отворів для радіальних і радіально-упорних підшипників класів точності 0 і 6, які не переміщуюють при регулюванні

Навантаження кілець	Режим роботи*	Позначення поля допуску	
		для вала	для отвору
Місцеве	<i>A</i>	<i>h6</i>	<i>H7</i>
	<i>B, C</i>	<i>js6</i>	<i>Js7</i>
Коливальне	<i>A, B, C</i>	<i>js6</i>	<i>K7</i>
Циркуляційне	<i>A</i>	<i>k6</i>	<i>K7</i>
	<i>B</i>	<i>m6</i>	<i>M7</i>
	<i>C</i>	<i>n6</i>	<i>N7</i>
* <i>A</i> – легкий режим роботи, навантаження спокійна; <i>B</i> – середній режим, нетривалі перевантаження; <i>C</i> – важкий режим, тривала робота з перевантаженнями			

3.4. ЗАЗНАЧЕННЯ ДОПУСКІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА КРЕСЛЕНИКАХ

Відхилення форми і розташування поверхонь виникають у процесі обробки деталей через кінематичну точність механізмів верстата, пружних деформацій інструмента і самої деталі в процесі обробки, недосконалої пристосованості, погрішностей інструмента та ін.

У рухливих з'єднаннях відхилення форми і взаємного розташування приводить до підвищеного зношування, до порушення плавності ходу, виникненню шуму, порушенню герметичності та т.п. У нерухливих з'єднаннях – нерівномірність натягів, нерівномірність розподілу навантаження по елементах з'єднання, що приводить до зниження міцності та точності центрування.

Відхилення форми і взаємного розташування сполучених поверхонь валів і осей істотно впливає на роботоздатність підшипників кочення.

Відхилення від паралельності та співвісності осей розточень у корпусі редуктора викликає перекид осей валів, що приводить до нерівномірності розподілу навантажень по ширині зубчастого вінця посаджених коліс і зниженню несучої здатності передач.

Допуски форми і розташування поверхонь вказують на кресленнику відповідно до міждержавного стандарту ГОСТ 2.308-79 умовними знаками (графічними символами), наведеними в табл. 3.3.

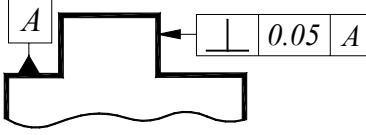
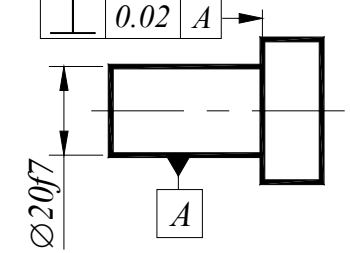
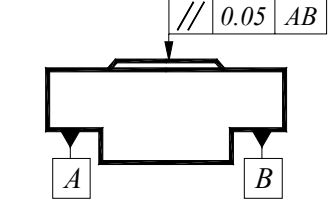
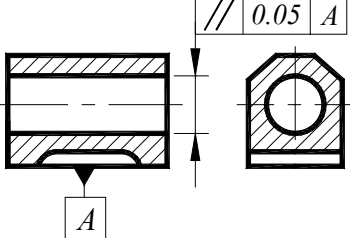
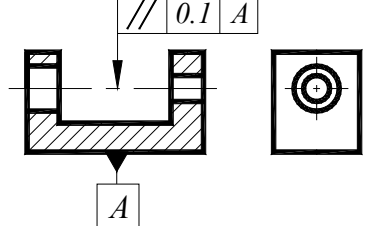
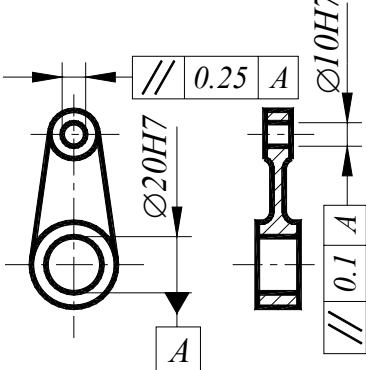
Таблиця 3.3 – Умовні знаки допусків форми і розташування поверхонь

Група допусків	Вид допуску	Умовний знак
Допуски форми	Допуск прямолінійності	—
	Допуск площинності	
	Допуск круглості	
	Допуск циліндричності	
	Допуск профілю поздовжнього перерізу	≡
Допуски розташування	Допуск паралельності	//
	Допуск перпендикулярності	⊥
	Допуск нахилу	∠
	Допуск співвісності	
	Допуск симетричності	≡≡≡
	Позиційний допуск	
	Допуск перетинання осей	×
Сумарні допуски форми і розташування	Допуск радіального биття	
	Допуск торцевого биття	
	Допуск биття в заданому напрямку	
	Допуск повного радіального биття	
	Допуск повного торцевого биття	
	Допуск форми заданого профілю	
	Допуск форми заданої поверхні	
<i>Примітка.</i> Основні поняття і визначення, які відносяться до допусків форми і розташування, наведені в ГОСТ 2.308-79.		

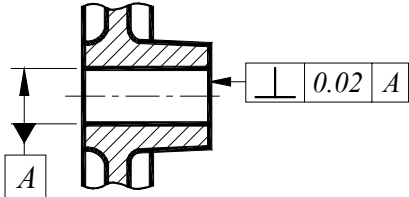
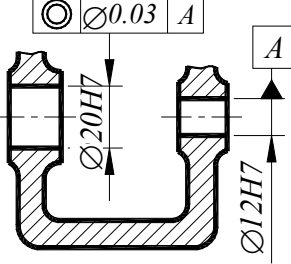
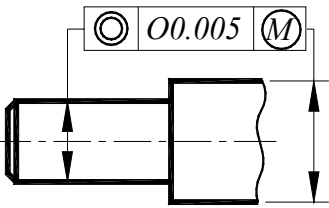
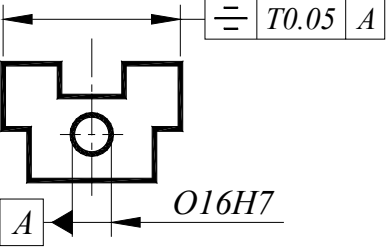
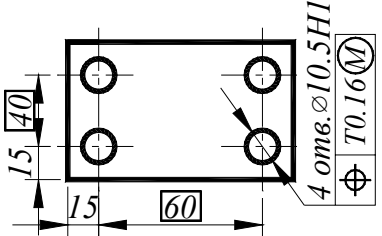
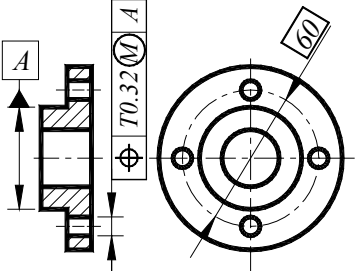
Якщо допуски форми і розташування поверхонь на кресленнику не зазначені, це значить, що ці допуски обмежені полем допуску розміру.

Приклади представлення допусків форми і розташування поверхні наведені в табл. 3.4 [2].

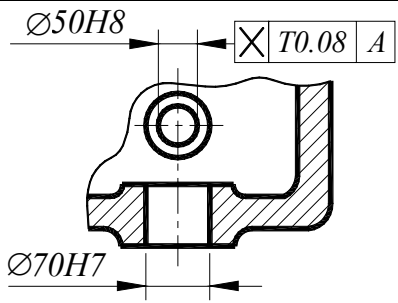
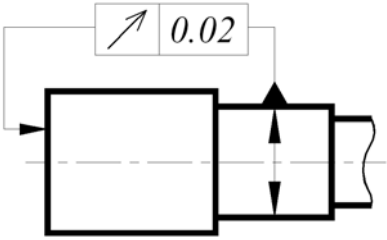
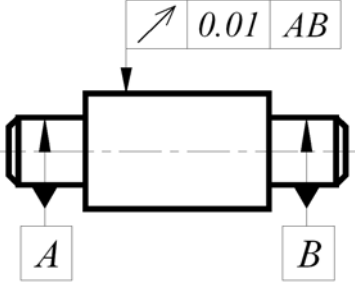
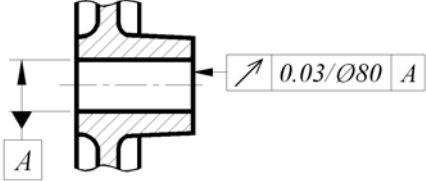
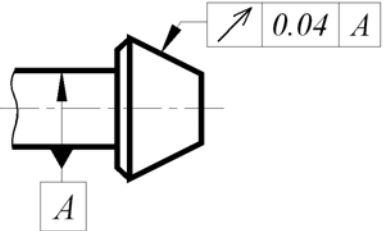
Таблиця 3.4 – Приклади представлення на кресленнях відхилень форми і розташування поверхонь

№ пп	Прийоми умовної позначки	Пояснення
1		Допуск перпендикулярності поверхні 0.05 мм відносно базової поверхні <i>A</i>
2		Допуск перпендикулярності поверхні 0.02 мм відносно бази <i>A</i> (база – утворююча циліндрична поверхня)
3		Допуск паралельності поверхні 0.05 мм відносно базових поверхонь <i>A</i> і <i>B</i>
4		Допуск паралельності осі отвору 0.05 мм відносно базової поверхні <i>A</i>
5		Допуск паралельності загальної осі отворів 0.1 мм відносно базової поверхні <i>A</i>
6		Допуск паралельності осі отвору $\varnothing 10H7$ відносно осі отвору $\varnothing 20H7$ 0.1 мм; допуск перекоосу осей 0.25 мм

Продовження таблиці 3.4

№ пп	Прийоми умовної позначки	Пояснення
7		Допуск перпендикулярності торця маточини деталі відносно осі базового отвору A 0.02 мм
8		Допуск співвісності осі отвору $\varnothing 20H7$ відносно базового отвору $\varnothing 12H7$ 0.03 мм, зазначений у діаметральному вираженні
9		Допуск співвісності осей циліндрів 0.005 мм, зазначений у діаметральному вираженні; допуск залежний
10		Допуск симетричності бічних поверхонь; відносно осі отвору $\varnothing 16H7$ 0.05 мм, зазначений у діаметральному вираженні
11		Позиційний допуск зсуву осей отворів від номінального розташування 0.16 мм, зазначений у діаметральному вираженні; допуск залежний
12		Позиційний допуск зсуву осей отворів від номінального розташування 0.32 мм, зазначений у діаметральному вираженні; допуск залежний

Закінчення таблиці 3.4

№ пп	Прийоми умовної позначки	Пояснення
13		Допуск перетинання осі отвору $\text{Ø}50H8$ відносно осі отвору $\text{Ø}70H7$ 0.08 мм, зазначений у діаметральному вираженні
14		Допуск торцевого биття поверхні 0.02 мм відносно осі деталі
15		Допуск радіального биття поверхні 0.01 мм відносно загальної осі базових поверхонь <i>A</i> і <i>B</i>
16		Допуск торцевого биття поверхні 0.03 мм на $\text{Ø} 80$ мм, визначається відносно осі базового отвору <i>A</i>
17		Допуск биття конуса в заданому напрямку 0.04 мм, визначається відносно осі поверхні <i>A</i>
<p><i>Примітка.</i> Наведені в таблиці цифри граничних відхилень форми і розташування поверхні варто розглядати як приклади запису, а не як рекомендовані величини.</p>		

Знак і числове значення допуску або позначення бази вписують у рамку допуску, розділену на два або три поля, у наступній послідовності (ліворуч

праворуч): у першому полі знак допуску відповідно до табл. 3.3, у другому – числове значення допуску в міліметрах, у третьому – при необхідності літерне позначення бази (баз). Рамка повинна з'єднуватися з елементом, до якого вона ставиться. Якщо допуск ставиться до поверхні або до її профілю, сполучна лінія не повинна бути продовженням розмірної (табл. 3.4, п.п. 1, 3).

Якщо допуск ставиться до осі або площини симетрії, сполучна лінія повинна бути продовженням розмірної (табл. 3.4, п.п. 4, 6, 8...13).

Перед числовим значенням допуску розташування (співвісності, симетричності, перетинання осей, позиційного допуску, форми заданого профілю і заданої поверхні) необхідно ставити:

- символ \varnothing , якщо кругове або циліндричне поле допуску зазначене діаметром (табл. 3.4, п.п. 8, 9);
- символ R , якщо це поле зазначене радіусом;
- символ T , якщо поле допуску симетричності, перетинання осей, позиційний допуск обмежені двома паралельними прямими (табл. 3.4, п. 11) у діаметральному вираженні;
- символ $T/2$ (ті ж поля допусків, що і для символу T у радіусному вираженні).

3.5. НАНЕСЕННЯ НА КРЕСЛЕНИКИ ПОЗНАЧЕНЬ ТЕРМІЧНОГО ТА ІНШИХ ВИДІВ ОБРОБКИ

На креслениках деталей, що піддаються термічній і хіміко-термічній обробці, вказують твердість, отриману в результаті обробки (HB , HRC , HV). Записувати її треба першим пунктом технічних вимог.

Глибину термічної або хіміко-термічної обробки h і твердість вказують граничними значеннями «від ... до ...», наприклад h 0.8...10; HRC 58...63.

Якщо обробці піддаються окремі ділянки деталі, то їх відзначають на кресленику стовщеною штрих-пунктирною лінією, вид обробки і значення глибини h і одиниць твердості показують на полках ліній-винесень.

Якщо яку-небудь поверхню необхідно уберегти від термічної обробки, у технічно обумовлених вимогах роблять запис: « HRC 45...51, крім поверхні A ».

4. КОНСТРУЮВАННЯ ЗУБЧАСТИХ І ЧЕРВ'ЯЧНИХ КОЛІС, ЧЕРВ'ЯКІВ І ВАЛІВ

Основні розміри всіх передач визначені за умови міцності, а контури їх окреслені на компоновальному кресленнику редуктора. Конструктивне відпрацювання їхніх форм, а також кріплення їх на валах і інші питання вирішуються безпосередньо при розробці робочих креслеників цих деталей. При цьому необхідно враховувати серійність виготовлення, розміри коліс і способи одержання заготовки.

У курсовому проекті варто орієнтуватися, як правило, на середньосерійний випуск редукторів.

Оскільки одна із цілей курсового проектування – засвоєння основ конструювання деталей загального призначення, то перш ніж приступити до розробки робочих креслеників зазначених деталей, необхідно ознайомитися з конкретними рекомендаціями з конструювання зубчастих коліс, валів та ін.

У табл. 4.1 наведені літературні джерела із вказівкою сторінок, де найбільше повно і доступно викладені рекомендації з конструювання і представлена необхідна графічна ілюстрація.

Таблиця 4.1 – Рекомендована література з конструювання

Найменування деталі	[2]	[5]
Циліндричні зубчасті колеса	41...47	281...283
Блоки зубчастих коліс	47...48	
Конічні зубчасті колеса	48...50	283...284
Вали-шестірні	50...52	
Черв'ячні колеса	52...54	284
Черв'яки	54...56	302
Установка коліс на валах	56...64	172...182
Основні способи фіксування коліс на валах	64...72	172
Конструювання валів	132...144	164...182
Регулювання осьового положення коліс	72...79	
Вказівки на робочих креслениках	318...334	292...298
Приклади оформлення креслеників	342	299...304

Правила оформлення креслеників циліндричних зубчастих коліс встановлені ГОСТ 2.403-75, конічних – ГОСТ 2.405-75.

На зображенні зубчастого колеса крім розмірів, що характеризують маточину, диск і обід, варто обов'язково проставляти діаметр вершин зубів з допуском [2, стор. 294...298; 3, стор. 443], ширину зубчастого вінця, розміри фасок або радіуси закруглень на торцевих крайках циліндра вершин, шорсткість поверхонь.

На робочих креслениках вказувати або записати текстом у технічних

вимогах припустимі значення радіального биття окружності (конуса) вершин зубів циліндричних і конічних коліс і вказати допуски на биття торців зубчастого вінця та маточини зубчастого колеса (вал-шестірні). Запис

↗	0.043	∅160	A
---	-------	------	---

 означає, що припустиме биття опорних торців зубчастого вінця на діаметрі 160 мм дорівнює 0.043 мм відносно базової поверхні А. На оброблюваних поверхнях деталей проставляється шорсткість поверхні за ГОСТ 2789-73.

Рекомендації з вибору шорсткості зубів коліс і черв'яків залежно від ступеня точності передачі та модуля наведені в літературних джерелах [2, с. 294; 5, с. 323...324]. Бічні поверхні зубів при 8-му ступені точності та $m \leq 10$ мм обробляють по $\sqrt{Ra1.25} \dots \sqrt{Ra2.0}$, базові торці зубчастих коліс – за $\sqrt{Ra1.6} \dots \sqrt{Ra2.5}$. На робочому кресленнику зубчастого колеса (вал-шестірня) і черв'яка в правому верхньому куті розмішують таблицю параметрів. Розміри граф таблиць визначені ГОСТ 2.403-75. Таблиця параметрів складається із трьох частин, які відділяються суцільними основними лініями.

Перша частина містить основні дані для виготовлення: модуль у нормальному перерізі m_n , число зубців z , кут нахилу лінії зуба β , напрямок лінії косоного зуба – написом «праве» або «ліве» (з врахуванням, що в парі одне колесо праве, друге – ліве), для шевронних коліс – написом «шевронне», стандартний нормальний вихідний контур – посиланням на ГОСТ 13755-81 для циліндричних евольвентних коліс; на ГОСТ 15023-81 – для передачі із круговим профілем зуба (передачі Новикова); на ГОСТ 13754-81 – для конічних коліс; коефіцієнт зсуву вихідного контуру x – з відповідним знаком (при відсутності зсуву проставляється нуль); ступінь точності та вид сполучення – за ГОСТ 1643-81 для циліндричних коліс; за ГОСТ 1758-81 – для конічних і за ГОСТ 3675-81 – для черв'ячних.

Друга частина таблиці містить дані для контролю зуба – довжину загальної нормалі W із граничними відхиленнями. Методика обчислення її та розмірів для контролю взаємного положення різнойменних профілів зубів викладена в книзі В. Н. Кудрявцева [2, стор. 305...312].

У третій частині таблиці наводяться довідкові дані: ділильний діаметр d ; (при необхідності інші довідкові дані, наприклад: розміри для контролю торцевого профілю зуба); позначення кресленника сполученого зубчастого колеса. Тут же на робочому кресленнику зубчастого колеса (черв'яка) вище кутового напису (штампа) розмішують технічні вимоги на виготовлення.

5. МУФТИ ПРИВОДІВ

У тих завданнях, де муфта не є предметом спеціальної частини проекту, необхідно орієнтуватися на стандартні або нормалізовані муфти. Найбільш повно вони представлені в [2, 3, 5, 6], а також у довіднику [8].

Всі стандартні муфти вибирають за значеннями передаваного крутного моменту T , діаметра вала d_v і граничної частоти обертання n .

На швидкохідних валах між двигуном і редуктором у приводах багатьох машин встановлюють пружні муфти (втулочно-пальцеві – МУВП, муфти з гумовими вкладишами, муфти з тороподібним елементом та ін.). Пружні муфти мають здатність амортизувати коливання та виконують також компенсують функції, допускаючи певні радіальні та кутові зміщення валів, що з'єднуються.

На тихохідних валах доцільно встановлювати жорсткі компенсуючі муфти (ланцюгові, зубчасті, кулачкові).

6. ОФОРМЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ КРЕСЛЕНИКА ПРИВОДА МАШИНИ

Привод машини – це комплекс, що складається з електродвигуна, редуктора, з'єднуючих муфт, рам (плит) та ін.

Кресленик привода залежно від габаритів варто виконувати в масштабі зменшення (М 1:2.5; 1:4; 1:10) на аркуші формату А1. Кількість проєкцій повинне давати повну уяву про привод і його складання. Кресленик не слід зашарувати дрібними деталями і елементами вузлів: гвинти і гайки показувати осьовими лініями, крім тих, котрим окремі вузли кріпляться до рами, а рама – до фундаменту. Рама до фундаменту кріпиться однаковими болтами, тому креслити треба тільки один болт, а положення інших показувати осьовими лініями. Так само зображувати кріплення всіх складальних одиниць до рами.

На кресленнику загального виду зображують не тільки привод, але й частково (тонкими штрих-пунктирними лініями) той пристрій (рама конвеєра або металоконструкція крана, станина верстата та ін.), до виконавчого органа якого приєднується даний привод. Проставляються розміри – габаритні та приєднувальні (розміри опорних поверхонь, діаметри і координати кріпильних отворів, зазори між торцями деталей, відстані між осями складальних одиниць і ін.).

Підставою для завдання будівельникам вимог на розміри фундаментів під привод і розташування фундаментних болтів для кріплення звичайно є монтажний кресленик.

У навчальних проєктах для зменшення обсягу графічної роботи монтажний кресленик поєднують із загальним видом привода. На цьому ж кресленнику крім проєкцій привода наносять контури фундаменту і план розташу-

вання колодязів під фундаментні болти, координати яких прив'язують до осі машини.

Діаметр фундаментних болтів визначають за крутним моментом на вихідному валу $T_{\text{вих}}$ (Н·м)

$$d_1 \approx \sqrt[3]{4 \cdot T_{\text{вих}}} \geq 12 \text{ (мм)}.$$

Глибину закладання фундаментних болтів в колодязь можна приймати в межах $l=(10\dots 14) \cdot d_1$.

Крім вище зазначеного, на кресленнику загального виду привода міститься технічна характеристика (діючі навантаження, швидкості руху, тип двигуна, його потужність та ін.) і технічні вимоги до точності монтажу виробу (допуски на радіальні, кутові та осьові зміщення валів і ін.).

На полках ліній-виносок вказують номери позицій складальних одиниць і деталей виробу. На цей кресленник складається специфікація (див. розд. 2), у якій записують спочатку складальні одиниці (редуктор, муфти, рама та ін.), далі – стандартні вироби (електродвигун, гвинти, гайки та ін.), а також всі необхідні для монтажу деталі та матеріали (шайби, прокладки та ін.).

Приклад оформлення кресленника загального виду привода пластинчастого конвеєра представлено у книгах [5, стор. 366; 3, стор. 502].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Перегон В.А., Коряк А.А., Бобошко А.А., Момот Д.И. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Детали машин» (раздел «Проектирование привода конвейера») для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 7.090210, 7.090211, 7.090214, 7.090258. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 27 с.
2. Кудрявцев В.Н. Курсовое проектирование деталей машин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1984. – 400 с.
3. Иванов М.Н., Иванов В. Н. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высш. шк., 1975. – 350 с.
4. Чернавский С.А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1984. – 357 с.
5. Дунаев Г.В., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин, – М.: Высш. шк., 1985. – 415 с.
6. Киркач Н.Б., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. – Харьков: Основа, 1991. – 276 с.
7. Момот Д.І., Шарапата А.С. Передачі зачепленням. Розрахунок на міцність: Навч.-метод. посібник. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2007. – 184 с.
8. Грядиль В.П. и др. Справочник по единой системе конструкторской документации. – Харьков: Прапор, 1988. – 255 с.
9. Поляков В.С. и др. Муфты приводов. – М.: Машиностроение, 1986. – 252 с.

Додаток А – Форма аркушів специфікації привода

		6	6	8	70			63			10	22
8	15	Формат		Гіа	І і ç.	İ î çî à-àî î ÿ	Í àèì áí óààí î ÿ	Кільк	Примітка			
						<u>ÄÄÖÏ 31.71 ÄÇ</u>	<u>Äèäëÿä çààäëüí èé</u>					
						<u>ÄÄÖÏ 31.71 Ï Ç</u>	<u>Ï î ÿñí þ àäëüí à çàì èñèà</u>					
							<u>Ñèäàäëüí³ î äèí èö³</u>					
20				1			Муфта МЗ-1 ГОСТ 5006-55	1	5			
				2			Ðàì à çààðí à	1				
				3		<u>ÄÄÖÏ 31.71.30 ÑÄ</u>	<u>Ðääóéò î ð -äðä'ÿ-í èé</u>	1				
				4			<u>Ñàèàçéè</u>	2				
							<u>Ääò äè³</u>					
				5			<u>Äí èò àí èäðí èé Ì 24</u>	4				
				6			<u>Ø è³ä ääââí èé</u>	1				
				7			<u>Ø è³ä ääâó-èé</u>	1				
							<u>Ñò àí äàðò î³ äèðí äè</u>					
							<u>Äí èò ÄÏ ÑÒ7798-70:</u>					
				8			<u>Ì 10-6g x 45.58</u>	4				
				9			<u>Ì 20-6g x 65.58</u>	4				
							<u>Ääéèà ÄÏ ÑÒ5915-70:</u>					
				10			<u>Ì 10-6H.5</u>	4				
				11			<u>Ì 20-6H.5</u>	4				
				12			<u>Ì 24-6H.5</u>	8				
				13			<u>Двигун 4A100S4 ГОСТ19523-81</u>	1				
				14			<u>Ï àñ Ä-1000 ÄÏ ÑÒ1284-80</u>	6				
							<u>Ø äéáà ÄÏ ÑÒ6402-70:</u>					
				15			<u>10.65Ä</u>	4				
				16			<u>20.65Ä</u>	4				
				17			<u>Шайба коса 24 ГОСТ 10906-78</u>	4				
				Ì ÄÖÏ 31.71 ÄÇ								
Вим.	Адє.	¹	äí èòí .	Ï ³ äí èñ	Дата							
Ëñ çðí ä.	Иванчук І.І.				20.04			Е ³ ò .	Аркуш	Адєóó ³ ä		
Перевірюв	Петренко П.П.							í	1	1		
Н.контр.								Ï ðèäî ä				
Çàò ä.								ÏÍ ÄÄÓ				

Додаток Б – Перший аркуш специфікації складальної одиниці (редуктора)

Формат	Çíà	İ í ç.	İ í çí à÷àí í ý	Í àéì áí óààí í ý	Κίτσκ	Примітка
			ÄÄÖ 31.71.30 ÑÁ	Áí éóì áí ò àö³ý Ñèèààèüí èé éðãñèáí èé		
				Ñèèààèüí³ í àèì èö³		
	1		ÄÄÖ 31.71.31 ÑÁ	Êí èãñí ÷ãðá'ý÷í á	1	
	2			Êðèø èà	1	
	3			Ì àñò èèí ï í éàæ ÷èé	1	
				Äòò àè³		
	4			Áàë	1	
	5			Ê³èüðà ì àñò èèí ñèèáí á	1	
	6			Ê³èüðà ì àñò èèí ñèèáí á	1	
	7			Ê³èüðà ì àñò èèí ñèèáí á	2	
	8			Ê³èüðà óí í óí á	1	
	9		ÄÄÖ 31.71.30.009 ÑÁ	Êí ðí óñ	1	
	10			Êðèø èà	1	
	11			Êðèø èà ï³ãø èí í èèà	1	
	12			Êðèø èà ï³ãø èí í èèà	1	
	13			Êðèø èà ï³ãø èí í èèà	1	
	14			Êðèø èà ï³ãø èí í èèà	1	
	15			Ì óí áèà çèèáí à	1	
	16			Ì óí èèàèèà		Í àá³ð
	17			Ì óí èèàèèà		Í àá³ð
	18			Ì óí èèàèèà	1	
	19			Ì óí èèàèèà	1	
	20			Ì óí èèàèèà	1	
	21			Ì óí èèàèèà	1	
	22			Ñò àèàí	1	
	23			×ãðá'ýé	1	
Ì ÄÖ 31.71.30 ÑÁ						
Вим. Адё.	¹	áí éóì .	Ì³áí èñ	Дата		
Ђí çóí á.		Иванчук И.И.		20.04	E³ð .	Аркуш
Перевірів		Петренко П.П.			1	Адёóø³á
Н.контр.					2	
Óò á.					ÓÍ ÄÖÓ	

Міністерство освіти і науки,
молоді та спорту України

Харківський національний
автомобільно-дорожній університет

Кафедра деталей машин і ТММ

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до курсового проекту з деталей машин на тему:

“Проектування привода конвеєра”

Схема – 1
Варіант – 5

Виконав: ст. гр. М-31
Іванчук І. І.

Перевірив:
доц. Петренко П. П.

ХАРКІВ, 2012

ДЛЯ ПРИМІТОК

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПРОЕКТУ	
1.1. Робоча документація. Загальні положення	4
1.2. Розрахунково-пояснювальна записка	10
1.3. Шорсткість поверхні, її параметри і нанесення їх на кресленики	12
2. БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ	16
3. ДОПУСКИ і ПОСАДКИ	
3.1. Загальні відомості	18
3.2. Позначення на креслениках граничних відхилень розмірів деталей	19
3.3. Позначення посадок на креслениках складальних одиниць	20
3.4. Зазначення допусків форми і розташування поверхонь на креслениках	23
3.5. Нанесення на кресленики позначень термічного та інших видів обробки	28
4. КОНСТРУЮВАННЯ ЗУБЧАСТИХ І ЧЕРВ'ЯЧНИХ КОЛІС, ЧЕРВ'ЯКІВ І ВАЛІВ	29
5. МУФТИ ПРИВОДІВ	31
6. ОФОРМЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ КРЕСЛЕНИКА ПРИВОДА МАШИНИ	31
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	33
ДОДАТКИ	34

Навчальне видання

МОМОТ Дмитро Іванович
ЯНЧЕВСЬКИЙ Ігор Владиславович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання та оформлення креслеників курсового проекту
з дисципліни «Деталі машин»
(для студентів спеціальності 6.090200)

Відповідальний за випуск *Перегон В. А.*

В авторській редакції

План 2012 р. Поз. ##.

Підписано до друку ##.##.##.

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк RISO. Ум. друк. арк. ##. Обл.-вид. арк. ##.

Замовлення № ###/1#. Тираж 100 прим. Ціна договірна.

Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул. Петровського, 25
Тел./факс: (057) 700-38-64, 707-37-03; e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

*Свідчення Державного комітету інформаційної політики,
телебачення і радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої
справи до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04.2002 р.*