

Матеріалознавство – одна з перших інженерних дисциплін, що вивчається студентами напрямку «Машинобудування». Знання матеріалів необхідні майбутньому інженеру, бо дозволяють оцінити придатність того чи іншого матеріалу для конкретного виробу, допомагають вирішувати проблеми забезпечення довговічності та надійності машин

Дисципліна "Матеріалознавство" базується на знаннях, отриманих при вивченні фізики, хімії, опору матеріалів. Знання про матеріали та їх властивості необхідні для курсового та дипломного проектування і при вивченні профільюючих дисциплін.

Студент виконує у семестрі дві контрольні роботи, варіанти яких відповідають його номеру в журналі групи. Після виконання і захисту контрольних робіт, відпрацювання лабораторних робіт студент одержує залік і допускається до іспиту.

## *Розділ 1. ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ* ЗАГАЛЬНОТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

### 1.1 Властивості металів і сплавів

Технологічні властивості. Есплуатаційні властивості. Механічні властивості: міцність, пластичність, ударна в'язкість (робота зародження тріщини, робота розвитку тріщини). Поріг холодноламкості, температурний запас в'язкості.

Тріщиностійкість (в'язкість руйнування, коефіцієнт інтенсивності напружень).

Конструкційна міцність. Зв'язок між окремими властивостями. Критерії надійності та довговічності.

*Література:* [1, с. 7-17; 2. с. 91-92; 3, с. 126-127; 4, с. 182-184, с. 409-411].

### 1.2 Фактори, що впливають на властивості металів і сплавів

Хімічний склад. Макроструктура, методи її дослідження. Мікроструктура, методи її дослідження. Елементи мікроструктури: зерна, субзерна, блоки. Вплив розміру зерна на властивості.

Атомно-кристалічна будова. Види дефектів: точкові, лінійні,

поверхневі. Вплив дефектів кристалічної будови на властивості.

Зміна мікроструктури і атомно- кристалічної будови металу в процесі холодної пластичної деформації. Текстура та анізотропія властивостей.

Зміна мікроструктури і властивостей при нагріванні деформованого металу. Процеси, що відбуваються у холоднодеформованому металі при нагріванні: повернення (відпочинок і полігонізація), рекристалізація. Температура рекристалізації, рекристалізаційний відпал.

Гаряча пластична деформація. Утворення волокнистої структури, анізотропія властивостей після гарячої пластичної деформації.

*Література:* [1, с. 18-26; 2, с.119-124; 2, с. 13-17; 3, с. 19-25; 3, с. 62-85].

### 1.3 Основи теорії сплавів

Основні поняття: компонент, система сплавів, фаза, структурна складова.

Фази, що утворюються в сплавах у твердому стані. Механічна суміш компонентів у чистому вигляді. Твердий розчин. Види твердих розчинів. Хімічна сполука.

Діаграма стану. Способи побудови діаграм стану. Поняття про критичні точки.

Діаграма стану для системи сплавів, компоненти якої взаємно не розчинні у твердому стані. Фази і структурні складові. Евтектика. Ліквіація за густиною, способи її усунення.

Діаграми стану для систем сплавів з необмеженою та обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані. Фази і структурні складові. Дендритна ліквіація. Гомогенізаційний відпал.

Діаграма стану для системи сплавів, компоненти яких утворюють стійку хімічну сполуку.

*Література:* [1, с. 60-68; 2, с. 26-32; 3, с. 103-121].

## Розділ 2. ВУГЛЕЦЕВІ І ЛЕГОВАНІ СТАЛІ

Поліморфізм заліза. Фази, що утворюються при взаємодії заліза з вуглецем.

Діаграми стану залізо-цементит. Точки, лінії, області діаграми. Фази і структурні складові.

Вуглецеві сталі. Вплив хімічного складу на властивості сталі. Вплив вуглецю. Поняття про постійні та випадкові домішки. Вплив кремнію та марганцю. Вплив сірки та фосфору на червоноламкість і холодноламкість. Вплив газів. Вплив способу виплавлення на чистоту сталі та її конструкційну міцність. Чиста сталь.

*Література:* [1, с. 72-76; 2, с. 33-40; 3, с. 125-143].

## *Розділ 3. ТЕРМІЧНА ОБРОБКА СТАЛІ*

### 3.1 Теоретичні основи термічної обробки сталі

Загальні принципи зміцнення сплавів термічною обробкою.

Критичні точки у сталі, їхня роль у виборі режимів термічної обробки.

Перетворення в сталі при нагріванні. Фазова перекристалізація, перегрів, перепал.

Перетворення в сталі при охолодженні з аустенітного стану. Діаграма ізотермічного перетворення аустеніту. Побудова діаграми. Дифузійний розпад аустеніту. Структури, що утворюються при розпаді аустеніту. Мартенситне перетворення. Критична швидкість охолодження.

Вплив легування на діаграму ізотермічного перетворення аустеніту, його практичне значення.

### 3.2 Основні види термічної обробки сталі

Відпал сталі. Види відпалу та їх застосування. Нормалізація сталі.

Гартування сталі. Мета гартування. Вибір температури нагрівання при гартуванні. Захист від окислення та знеуглецювання. Охолоджувальні середовища. Внутрішні напруження при гартуванні. Способи гартування сталі.

Обробка сталі холодом.

Відпуск сталі. Мета відпуску. Структурні перетворення, що відбуваються при відпуску загартованої сталі. Види відпуску. Влас-

тивості сталі після кожного виду відпуску. Призначення кожного виду відпуску.

Дефекти, що виникають при термічній обробці сталі, їх причини, засоби усунення.

Сучасні напрямки удосконалення технології термічної обробки.

### 3. 3 Загартовуваність і прогартовуваність сталі

Загартовуваність сталі. Фактори, що впливають на загартовуваність сталі. Прогартовуваність сталі. Фактори, що впливають на прогартовуваність сталі. Критичний діаметр. Вплив прогартовуваності на властивості сталевих виробів. Вибір сталі для виготовлення деталей машин з урахуванням розміру критичного діаметра.

*Література:* [1, с. 323-343; 2, с. 41-76; 3, с. 157-196].

## Рюдії 4. МЕТОДИ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ СТАЛЬНИХ ВИРОБІВ

### 4.1 Поверхневе гартування

Особливості поверхневого гартування, способи здійснення.

Газополуменеве гартування. Індукційне гартування. Залежність глибини загартованого шару від частоти струму, переваги індукційного гартування. Гартування в електроліті. Лазерне гартування. Сталі для поверхневого гартування.

### 4.2 Хіміко-термічна обробка сталі (ХТО)

Основні види ХТО. Їхнє призначення. Елементарні процеси при ХТО.

Цементация сталі. Види цементации. Технологічні параметри процесу цементации: температура нагрівання, час витримки, глибина цементованого шару, розподіл концентрації вуглецю по перерізу. Термічна обробка цементованих виробів. Різні варіанти гартування цементованих виробів. Структура і властивості сталевих виробів після цементации і наступної термічної обробки.

Азотування сталі. Технологія процесу: середовище, температура, час. Причини високої твердості азотованого шару. Сталі для азотування, їх попередня термічна обробка. Властивості азотованих виробів. Порівняння властивостей азотованих і цементованих сталей.

Одночасне насичення сталі вуглецем і азотом. Нітроцементация. Низькотемпературні процеси насичення сталі вуглецем і азотом.

Борування сталі. Дифузійна металізація.

*Література:* [1, с. 349-355; 2, с. 82-93; 3, с.230-258]

## *РОЗДІЛ 5. ЛЕГОВАНІ СТАЛІ*

### 5.1 Теоретичні основи легування сталі

Вплив легування на вид діаграми стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Вплив легувальних елементів на властивості фериту. Карбідна фаза в легованих сталях. Вплив легування на прогартовуваність. Вплив легування на структурні перетворення при відпуску. Поріг холодноламкості в легованих сталях. Вплив легування на розмір аустенітного зерна. Принцип комплексного легування сталей.

### 5.2 Класифікація і маркування легованих сталей

Класифікація легованих сталей за хімічним складом, призначенням, структурою, що формується при охолодженні на повітрі з аустенітного стану. Маркування легованих сталей.

### 5.3 Конструкційні сталі

Сталі, що цементують. Сталі, що покращують. Ресорно-пружинні сталі. Шарикопідшипникові сталі. Високоміцні сталі. Будівельні сталі.

### 5.4 Інструментальні матеріали

Класифікація за призначенням. Теплостійкість сталі, її роль у

забезпеченні надійної роботи інструменту.

Сталі для різального інструменту. Основні вимоги. Вуглецеві сталі: марки, режими термічної обробки, використання. Недоліки вуглецевих інструментальних сталей. Леговані сталі (сталі підвищеної прогартовуваності): марки, режими термічної обробки, застосування. Високолеговані (швидкорізальні) сталі (теплостійкі), особливості хімічного складу, термічної обробки.

Тверді сплави. Спосіб виготовлення, класифікація, використання. Поняття про надтверді різальні матеріали.

Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для штампового інструменту (для холодної та гарячої штамповки). Вимоги, марки, режими термічної обробки.

Способи підвищення стійкості різального та штампового інструменту.

## 5.5 Спеціальні сталі

Зносостійкі сталі. Корозійностійкі сталі. Жаростійкі сталі. Жароміцні сталі і сплави.

*Література:* [1, с. 359-388; 2, с. 82-93; 3, с. 230-258]

## Розділ 6. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ МІЦНОСТІ

### 6.1 Термомеханічна обробка (ТМО)

Види ТМО. Технологія проведення. Вплив ТМО на структуру і властивості сталі.

### 6.2 Поверхнева пластична деформація (ППД)

Практичне здійснення. Вплив ППД на властивості виробів, причини цього впливу.

### 6.3 Ультрадрібне зерно

Способи одержання ультрадрібного зерна.

## 6.4 Високолеговані мартенситно-старіючі сталі

Особливості хімічного складу. Марки. Термічна обробка. Галузі використання.

*Література:* [1, с. 412-418; 2, с. 95-99; 3, с. 263-272]

## Розділ 7. КОЛЬОРОВІ СПЛАВИ

### 7.1 Сплави на основі титану

Властивості титану. Поліморфізм титану, його значення. Переваги титанових сплавів. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості титанових сплавів. Термічна обробка. Промислові титанові сплави.

### 7.2 Сплави на основі міді

Латунь. Вплив цинку на властивості сплавів. Класифікація та маркування латуні. Застосування латуні, що деформується, і ливарної.

Бронза. Класифікація і маркування. Олов'яниста та безолов'яниста бронза: склад, властивості, галузі застосування.

### 7.3 Сплави на основі алюмінію

Класифікація алюмінієвих сплавів. Сплави, що деформуються і зміцнюються термічною обробкою.

Ливарні сплави.

### 7.4 Антифрикційні сплави

Вимоги до антифрикційних матеріалів. Види антифрикційних сплавів. Бабіт. Бронза та латунь. Алюмінієві підшипникові матеріали. Металокерамічні підшипникові матеріали. Антифрикційний чавун.

*Література:* [1, с. 392-406; 3, с. 273-300].

## Розділ 8. ПОРОШКОВІ (МЕТАЛОКЕРАМІЧНІ) І КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Основи технології виготовлення металокерамічних виробів. Одержання порошків. Підготування шихти. Пресування. Спікання. Операції після спікання (калібрування, просочування, термообробка та ін.).

Використання металокераміки у виробництві. Конструкційна, антифрикційна, фрикційна металокераміка. Пористі металокерамічні матеріали.

Складові композиційних матеріалів – матриця та зміцнювач. Класифікація композиційних матеріалів за видами матриці та зміцнювача. Дисперсно-зміцнені, волокнисті, шаруваті композиційні матеріали.

Композиційні матеріали з неметалевою матрицею. Склад і класифікація. Карбоволокнити, бороволокнити, органоволокнити.

*Література:* [1, с. 285-293, с. 423-425; 3, с. 319-333, с. 355-383].

### ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

1. В кожному розділі програми дисципліни вказані сторінки літератури, що допоможе знайти необхідний матеріал.

2. Відповідаючи на запитання, слід залишати поля для зауважень.

3. Відповідь на запитання контрольної роботи має бути конкретно і короткою.

Як приклад розглянемо питання: «Класифікація алюмінієвих сплавів. Опишіть хімічний склад, маркування, властивості і галузі застосування».

Відповідь: Алюмінієві сплави класифікуються за двома ознаками:

1) за способом отримання заготовок – ливарні і деформівні;

2) за здатністю зміцнюватися термічною обробкою – що зміцнюються і що не зміцнюються.

Далі слід навести хімічний склад, марки, властивості, коротко



вказуючи галузь застосування і приклади деталей з усіх видів алюмінієвих сплавів, деформівних, що зміцнюються термічною обробкою, ливарних, що не зміцнюються термічною обробкою.

4. В питаннях, які стосуються механічних властивостей (показники твердості, міцності, пластичності, ударної в'язкості), необхідно дати визначення кожному показнику та їх розмірності.

5. До деяких складних теоретичних питань слід зробити пояснення.

5.1 Питання щодо ролі того або іншого легувального елемента в сталі.

Перш за все необхідно визначити, до якої групи за призначенням належить дана сталь, оскільки роль одного й того ж елемента у сталі різних груп може відрізнятися.

За призначенням сталі розділяють на 3 групи: конструкційні, інструментальні, спеціальні.

Основне призначення легувальних елементів в конструкційних сталях: підвищити їх прогартовуваність, хоча деякі елементи, які додають в невеликій кількості ( $\sim 0,019\%$ ), можуть використовуватися для подрібнення зерна аустеніту (Ti, V).

Головна мета легування інструментальних сталей – підвищення їхньої теплостійкості (швидкорізальні сталі) В низьколегованих інструментальних сталях (X, 9XC, XBГ та ін.) теплостійкість підвищується незначно (на 50-75 °C), в цих сталях легувальні елементи підвищують головним чином прогартовуваність.

В спеціальних сталях легувальні елементи забезпечують специфічні властивості (корозійну стійкість, жаростійкість, жароміцність, магнітні, електричні властивості та ін.).

Тому, відповідаючи, наприклад, на запитання про роль Cr в сталях 40X, X12Ф1 та 08X17, слід враховувати, що перша сталь – конструкційна, друга – інструментальна, третя – спеціальна.

5.2. Питання щодо конструкційної міцності, надійності і довговічності.

Під конструкційною міцністю розуміють комплекс показників, які визначають працездатність виробів в конкретних умовах експлуатації. Він включає показники міцності, пластичності, в'язкості, поріг холодноламкості.

Основними критеріями надійності виробу є в'язкість руйну-

вання  $G_{IC}$ , робота розвитку тріщини  $K_{IC}$  і поріг холодноламкості матеріалу  $T_{кр}$ : чим вище  $G_{IC}$  та  $K_{IC}$  і нижче  $T_{кр}$ , тим надійніше виріб.

Критерії, що обумовлюють довговічність виробу, це зносостійкість (якщо деталь працює в умовах тертя), втомна міцність, живучість (якщо на деталь діють циклічні навантаження). Визначення всім цим показникам можна знайти в рекомендованій літературі [1-3].

6. В другій контрольній роботі є запитання, що стосується вибору матеріалу конкретної деталі і призначення режиму термічної обробки. Для відповіді на це запитання рекомендується перш за все прочитати главу 15 [4], а потім використати довідкову літературу, в якій наведений перелік основних деталей машин з зазначенням матеріалу і типової термічної обробки [5-9].

Після того, як вибрано матеріал, навести його хімічний склад, потім обґрунтувати призначення запропонованої у довіднику обробки.

Тепер необхідно описати конкретний режим кожної операції термічної обробки, обґрунтувати вибір температури нагріву, часу видержки, охолоджувального середовища.

7. Звернути увагу на таке. Якщо в завданні написано “розшифруйте хімічний склад сталі згідно з маркою”, треба визначити, які основні елементи і в якій приблизно кількості містить даний матеріал. Якщо ж вказано: “наведіть повний хімічний склад сталі” (такі запитання зустрічаються в Контрольній роботі 1) – слід із довідника (наприклад [7, 9]) навести всі елементи, включаючи шкідливі домішки (сірку і фосфор), з зазначенням границь їх вмісту в сталі.

## **КОНТРОЛЬНА РОБОТА 1**

### **Варіант 1**

1. Що таке первинна та вторинна кристалізація? Проілюструйте ці процеси на прикладі сплаву заліза з вуглецем, який містить 0,35 % С.

2. Опишіть зміни структури і механічних властивостей сталі при холодній пластичній деформації. Наведіть приклади використання холодної пластичної деформації для виготовлення деталей дорожньо-будівельних машин.

3. Накресліть у масштабі діаграму Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 4,3 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: температури евтектичного та евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Що являє собою мартенсит? Опишіть його структуру та властивості.

### Варіант 2

1. Що таке компонент, фаза, структурна складова? Укажіть фази та структурні складові у відпаленій сталі 20.

2. Що таке наклеп? Фактори, що на нього впливають.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 2,5 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Як можна виправити крупнозернисту структуру вуглецевої конструкційної сталі? Дайте обґрунтування та укажіть режим необхідної термічної обробки.

### Варіант 3

1. Що являє собою діаграма стану системи сплавів? Опишіть відомий вам спосіб побудови діаграми стану. Призначення діаграми стану.

2. Яка мета рекристалізаційного відпалу? Обґрунтуйте вибір технологічних параметрів цього процесу. Наведіть приклади використання рекристалізаційного відпалу у автотракторобудуванні.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,2 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Опишіть процес гартування з самовідпуском.

#### Варіант 4

1. Які фази та структурні складові утворюються у сплавах в твердому стані в залежності від виду взаємодії компонентів? Охарактеризуйте фази та структурні складові в системі Fe-Fe<sub>3</sub>C.

2. Опишіть процеси, які відбуваються при нагріві наклепаного металу вище температури рекристалізації. Від чого залежить розмір зерна рекристалізованого металу?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,8 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. З якою метою проводять ступінчасте гартування сталі? Нанесіть на C-подібну діаграму режим ступінчастого гартування. Як воно здійснюється на практиці? Наведіть приклади використання вказаної термічної обробки в промисловості.

#### Варіант 5

1. Опишіть різницю у хімічному складі сталі та чавуну. Наведіть класифікацію цих сплавів за вмістом вуглецю.

2. Що таке границя витривалості? Яким чином можна підвищити значення цієї характеристики у ресор?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 4,7 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. З якою метою здійснюється ізотермічне гартування сталі? Нанесіть на C-подібну діаграму режим ізотермічного гартування. Як воно здійснюється практично? Наведіть приклади використання вказаної термічної обробки в автотракторобудуванні.

## Варіант 6

1. Як впливає вуглець на механічні властивості сталі? Порівняйте між собою структуру та властивості сталі 40 та сталі У10 у відпаленому стані.

2. Що являють собою евтектика та евтектоїд? Чим відрізняються умови їх утворення? Назвіть евтектику та евтектоїд у залізо-вуглецевих сплавах та укажіть їх фазовий склад при кімнатній температурі.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,5 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Після гартування вуглецевої сталі була одержана структура мартенситу та вторинного цементиту. Укажіть орієнтовно вміст вуглецю в сталі та температуру гартування, які забезпечили одержання указаної структури.

## Варіант 7

1. На які групи за якістю поділяються вуглецеві конструкційні сталі? Наведіть повний хімічний склад сталі Ст2 і сталі 20 та визначте, до якої групи за якістю відноситься кожна з них, укажіть їх практичне застосування

2. В чому суть термомеханічної обробки (ТМО)? Опишіть основні види ТМО, укажіть рівень властивостей, які досягаються в сталі. Наведіть приклади доцільного використання кожного з видів ТМО

3. Накресліть у масштабі діаграми стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,7 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру

4. Виріб після правильно виконаного гартування і наступного відпуску має нижчу твердість, ніж передбачено технічними вимогами. Що обумовило виникнення цього дефекту і як його можна усунути?

## Варіант 8

1. Опишіть спосіб і режими отримання феритного та перлітного ковкого чавуну, укажіть різницю у властивостях зазначених чавунів. Наведіть марки цих чавунів і галузі їх застосування.

2. Які види браку можуть виникнути при гартуванні сталі? Що є причиною появи гартівних тріщин? Укажіть методи запобігання їх утворення.

3. Накресліть в масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 3,2 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Поясніть суть поверхневого зміцнення при хіміко-термічній обробці (ХТО). Що являють собою цементація і нітроцементація? Якому з цих видів ХТО і чому належить віддати перевагу для деталей складної конфігурації і схильних до короблення?

## Варіант 9

1. Порівняйте структуру і властивості сірого та високоміцного чавунів. Поясніть причину неоднаковості властивостей.

2. Що таке перегрів? Його вплив на властивості сталі. Шляхи виправлення перегріву. Яким чином можна зменшити схильність сталі до перегріву?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,45 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Яка термічна обробка може забезпечити необхідний комплекс властивостей на поверхні і в середині виробу після цементації та нітроцементації? Укажіть структуру поверхні і серцевини виробу після кінцевої термічної обробки.

## Варіант 10

1. Які види термічної обробки забезпечують отримання в сталі структур “сорбіт відпуску” і “тростит відпуску”? Поясніть неодна-

ковість в структурі і властивостях сорбіту та троститу, одержаних при охолодженні з аустенітного стану, та “сорбіту відпуску” і “троститу відпуску”.

2. Конструкційна міцність. Укажіть комплекс властивостей, які її визначають, і фактори, що на них впливають.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав, структура якого при кімнатній температурі складається з 100 % евтектоїду. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Опишіть переваги та недоліки поверхневого гартування з нагрівом струмами високої частоти в порівнянні з поверхневим газополуменевим гартуванням. Укажіть вміст вуглецю в сталі, яка використовується для поверхневого гартування, і наведіть декілька марок сталі.

### Варіант 11

1. Що таке діаграма стану і яке її практичне значення? Як будуються діаграми стану? Дайте визначення ліній ліквідуса і солідуса і назвіть їх на діаграмі стану.

2. Поясніть зміни структури металу внаслідок гарячої пластичної деформації. Наведіть приклади використання гарячої пластичної деформації в промисловості.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 4,2 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Назвіть види дефектів кристалічної будови металів. Зобразіть їх схематично. Які з них суттєво впливають на механічні властивості металів, а які практично не впливають?

## Варіант 12

1. Що таке фаза? Назвіть фази, що присутні в системі Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть фазовий склад сталі, яка містить 0,5 % вуглецю, у відпаленому стані.

2. Опишіть зміни структури і властивостей при нагріві холоднодеформованого металу. З якою метою роблять відпал автомобільного листа перед холодним штампуванням?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,2 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Що таке гартування? Дайте визначення критичній швидкості охолодження. Виберіть середовище охолодження для гартування сталей марок 40 і 38ХС і обґрунтуйте цей вибір, охарактеризуйте структуру, одержану після гартування.

## Варіант 13

1. Що таке евтектика? Як називається евтектика в залізовуглецевих сплавах і що вона собою являє? Які сплави називають евтектичними? Укажіть хімічний склад евтектичних сплавів в системах Pb-Sb та Fe-Fe<sub>3</sub>C.

2. Що таке ступінь пластичної деформації? Як ступінь холодної пластичної деформації впливає на властивості металів? Як будуть відрізнятися механічні властивості сталі 10 після деформації на 15 та 45 %?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 4,5 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Суть обробки сталі холодом, методи її здійснення, вплив на властивості виробів. Наведіть приклади використання такої обробки. Для яких із наведених марок сталі є ефективною обробка холо-



дом: У12, 40Х, Р6М5, 45?

### Варіант 14

1. Що таке первинна і вторинна кристалізація? Проілюструйте ці процеси на прикладі сплаву заліза з вуглецем, який містить 0,6 % вуглецю.

2. Як називається температура, яка розділяє холодну і гарячу пластичну деформацію? За якою формулою вона визначається? Укажіть різницю в механічних властивостях металів після холодної і гарячої пластичної деформації та поясніть, чим вона обумовлена.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,4 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Що таке прогартовуваність сталі? Як впливає хімічний склад сталі на прогартовуваність? Який з двох валів (діаметром 10 і 35 мм) слід виготовити з сталі 45, а який – з сталі 40ХНМА для отримання наскрізної прогартовуваності при гартуванні і чому?

### Варіант 15

1. Які постійні домішки присутні в сталі? Як ці елементи попадають в сталь і як вони впливають на її властивості? Поясніть можливу причину утворення тріщин у сталі в процесі гарячої обробки тиском. Які вимоги до кількості шкідливих домішок в сталі, вироби з якої експлуатуються при низьких температурах?

2. Що таке міцність? Дайте визначення основним її показникам.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 3,5 %. Як він називається? Визначте критичні точки сплаву: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Вуглецеві сталі 45 і У12 після гартування та відпуску мають структуру відпущеного мартенситу і твердість: перша – 55 НРС,

друга – 63 HRC. Укажіть температуру гартування та відпуску цих сталей, поясніть неоднаковість їх твердості.

### Варіант 16

1. Сталі звичайної якості (загального призначення): їх маркування, відмінність за хімічним складом від якісних вуглецевих сталей. Дайте порівняльну характеристику сталі Ст3 і сталі 30. Переваги та недоліки сталей звичайної якості в порівнянні з якісними. Галузі застосування сталей звичайної якості.

2. Вплив легувальних елементів на положення критичних точок сталі  $S$ ,  $E$ ,  $A_1$ ,  $A_3$ . Наведіть приклад сталі, яка при кімнатній температурі має аустенітну структуру.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,3 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус,  $A_3$ ,  $A_1$ . Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Назвіть види відпуску загартованої сталі. Опишіть структуру та властивості сталі після кожного виду відпуску. Зважаючи на умови експлуатації, зазначте, якому виду відпуску необхідно піддати пружину підвіски, шатун, шестерню після цементації та гартування.

### Варіант 17

1. Чим відрізняються хімічний склад чавуну і сталі? Порівняйте структуру і властивості сталі та білого чавуну у відповідності з діаграмою стану Fe-Fe<sub>3</sub>C.

2. Поясніть, навіщо в процесі холодного волочіння мідного дроту роблять проміжні нагріви. Як називається така термічна обробка? Як вона здійснюється? Як змінюються властивості дроту в процесі деформації та наступного нагріву?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,9 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус,  $A_{cm}$ ,  $A_1$ . Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Принцип вибору охолоджувального середовища при гарту-

ванні сталі. Укажіть, які з перелічених марок сталі треба охолоджувати при гартуванні у воді, а які – в маслі: 40, 40ХНМА, 50Г, 38ХС, У8, 9ХС, У12.

### Варіант 18

1. Порівняйте хімічний склад і властивості сталі марок 20, 60 та У8 у відпаленому стані. Укажіть їх галузі застосування.

2. Як впливає модифікування магнієм на структуру і властивості чавуну? Як називається графітізований чавун, модифікований магнієм, і де його використовують?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,8 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус, A<sub>cm</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Якому виду термічної обробки піддають загартовані вироби? З якою метою? Опишіть структурні зміни, що відбуваються в загартованій сталі в процесі цього виду термічної обробки.

### Варіант 19

1. Причини низької твердості сталевих деталей після гартування і відпуску. Як можна усунути цей дефект?

2. Композиційні матеріали з неметалевою матрицею. Склад, будова, властивості. Наведіть приклади використання таких композиційних матеріалів у промисловості.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 4,0 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні із рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Види цементації, їх переваги і недоліки. Який вид цементації слід використовувати в умовах одиничного виробництва, а який – масового?

### Варіант 20

1. Причини появи короблення і тріщин при гартуванні сталевих

вих деталей. Яких потрібно вжити заходів для попередження появи таких видів браку?

2. Термомеханічна обробка (ТМО). Чим відрізняються режими високотемпературної та низькотемпературної ТМО? Поясніть причини одержання більш високого комплексу властивостей після ТМО у порівнянні зі звичайною термічною обробкою. Галузі застосування ТМО.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,6 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус A<sub>сг</sub>, A<sub>с</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Дайте порівняльну характеристику нітроцементації та азотуванню. Назвіть марки сталі і режими термічної обробки для цих видів ХТО. Проілюструйте прикладами.

### Варіант 21

1. Поліморфне (алотропічне) перетворення, його сутність, умови протікання. Поліморфізм (алотропія) заліза. Яку роль грає поліморфне перетворення заліза в практиці термічної обробки?

2. Що таке ударна в'язкість? Її складові, їхня роль в забезпеченні надійності виробів.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 3,0 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Що являють собою відпал і покращення сталі? Опишіть структуру і властивості сталі після кожного з зазначених видів термічної обробки, їх призначення, практичне використання на прикладі деталей трактора.

### Варіант 22

1. Що таке твердий розчин? Типи твердих розчинів. Охарактеризуйте тверді розчини, що утворюються в залізовуглецевих сплавах.

2. Що таке дислокація? Поясніть вплив дислокацій на міцність металів.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,4 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус, A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Дайте визначення поняттю «загартовуваність сталі». Від яких факторів залежить загартовуваність? У якій з перелічених марок сталі вище загартовуваність (30, 45, 60) і чому?

### Варіант 23

1. Що являє собою механічна суміш? Наведіть приклади сплавів, що утворюють механічну суміш. Охарактеризуйте їхню структуру і властивості.

2. Опишіть структуру і обґрунтуйте різницю в механічних властивостях марок сталі 20, 40, 80 у відпаленому стані. Поясніть мету проведення відпалу.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 2,5 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Нітроцементация, її суть, способи здійснення. Укажіть марки сталі, що піддають нітроцементации, і області застосування. В чому перевага нітроцементации перед цементацией?

### Варіант 24

1. Критичні точки у сплавах. Користуючись довідником, визначте критичні точки сталі з вмістом вуглецю 0,4 %. Укажіть спосіб, за допомогою якого визначаються критичні точки. Яке практичне значення мають величини критичних точок сплаву?

2. Автоматні сталі. Опишіть особливості їх хімічного складу, властивості, марки та приклади використання в промисловості.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,0 %. Як він називається? Ви-

значте критичні точки: ліквідус, солідус,  $A_{cm}$ ,  $A_1$ . Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Деталі із сталі 40 нагріті при гартуванні одна до 770, а друга до 850 °С і обидві охолоджені у воді. Який з варіантів гартування слід рекомендувати виробництву? В чому різниця в структурі і властивостях деталей, що загартовані за зазначеними режимами?

### Варіант 25

1. Нанесіть на діаграму ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту сталі У8 найменшу швидкість охолодження, що забезпечує одержання мартенситної структури. Як називається така швидкість і від чого залежить її величина? Опишіть структуру сталі після охолодження з ще меншою і значно більшою швидкостями, нанесіть ці швидкості на діаграму ізотермічного розпаду аустеніту.

2. Що таке поріг холодноламкості<sup>7</sup> Як його визначають? Які фактори на нього впливають?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,1 %? Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус,  $A_{cm}$ ,  $A_1$ . Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Деталі після правильно виконаного гартування і наступного відпуску мають твердість, що перевищує потрібну за технічними умовами. Чим це обумовлено і як виправити дефект та отримати необхідне значення твердості?

### Варіант 26

1. Що таке надійність? Фактори, які її визначають.

2. Порівняйте властивості структур евтектоїдної сталі, які утворюються при різній швидкості охолодження з аустенітного стану.

3. Накресліть в масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 1,3 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус,  $A_{cm}$ ,  $A_1$ . Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Повний та ізотермічний відпал. Обґрунтуйте вибір темпера-

тури нагріву і режими охолодження для кожного із зазначених видів відпалу. Нанесіть обидва види відпалу на діаграму ізотермічного розпаду аустеніту евтектоїдної сталі. В чому переваги ізотермічного відпалу?

### Варіант 27

1. Опишіть існуючі види графітизованих чавунів. Наведіть маркування чавунів. Укажіть різницю в їх структурі і властивостях в залежності від форми графіту. Поясніть, чому для важконавантажених деталей (наприклад, колінвал) використовують чавун з кулястим графітом.

2. Азотування. Сталі, що піддають азотуванню. Режим процесу, властивості, області застосування.

3. Накресліть в масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 2,8 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Деталі із сталі 50 загартовані: перша від температури 750, друга – від 850 °С. Поясніть, яка з деталей оброблена вірно. Опишіть, з якою метою проводиться гартування. Укажіть структуру і властивості сталі після цієї термічної обробки.

### Варіант 28

1. Діаграми Курнакова. Поясніть зв'язок між типом діаграми і властивостями.

2. Композиційні матеріали з металевою основою. Склад, будова, властивості. Наведіть приклади їх використання в промисловості.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,55 % Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус, A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Із запропонованих видів хіміко-термічної обробки (цементация, нітроцементация, азотування) вибрати спосіб поверхневого змі-

цнення для гільзи циліндра, що виготовлена із сталі 38ХМЮА. Обґрунтуйте свій вибір. Опишіть властивості після кінцевої обробки.

### Варіант 29

1. Модифікування чавунів. Мета модифікування, спосіб його виконання. Опишіть зміни в структурі і властивостях чавуну внаслідок модифікування. Наведіть приклади використання таких чавунів в промисловості.

2. Виріб із сталі 40 треба піддати покращенню. Наведіть мету і режими цієї термічної обробки, структуру і властивості матеріалу готового виробу.

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 0,35 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус, A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Поверхнєве гартування з нагрівом струмами високої частоти. Опишіть суть процесу, марки сталі, які використовуються. Наведіть приклади деталей автомобіле- та тракторобудування, що піддаються поверхнєвому гартуванню.

### Варіант 30

1. Вуглецеві конструкційні сталі. На які групи за якістю вони поділяються? Наведіть повний хімічний склад сталей марок Ст3 і 30 та укажіть, до якої групи за якістю кожна з них відноситься. Наведіть приклади їх практичного використання.

2. Що таке пластичність? Якими показниками вона визначається?

3. Накресліть у масштабі діаграму стану Fe-Fe<sub>3</sub>C. Укажіть на ній сплав з концентрацією вуглецю 5,0 %. Як він називається? Визначте критичні точки: ліквідус, солідус (евтектичного перетворення) та температуру евтектоїдного перетворення. Опишіть структурні перетворення, які відбуваються в сплаві при його охолодженні з рідкого стану до кімнатної температури, та утворену структуру.

4. Руйнування металів. Які ознаки в'язкого і крихкого руйнування? Особливості будови в'язкого і крихкого зламів. Фактори, що викликають крихке руйнування.



## КОНТРОЛЬНА РОБОТА 2

### Варіант 1

1. Вплив легувальних елементів на властивості фериту та карбідів в сталі. Поясніть роль хрому в сталі X12Ф1.
2. Як впливає цинк на властивості латуні? Наведіть приклади марок латуні. Укажіть галузі використання латуні в машинобудуванні.
3. Наведіть приклад використання порошкових матеріалів у машинобудуванні, опишіть їх властивості.
4. Шатун двигуна повинен мати твердість 245-250 НВ та високий рівень ударної в'язкості і пластичності. Виберіть марку сталі для виготовлення шатуна, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку деталі з зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

### Варіант 2

1. Покажіть на конкретних деталях автомобіля або трактора, в яких випадках слід використовувати сталь 40, а в яких – 40ХНМ. Обґрунтуйте типові режими термічної обробки указаних марок сталі.
2. Яким вимогам повинні відповідати сплави для підшипників ковзання? Поясніть особливості структури таких сплавів та наведіть приклади їх використання в автотракторобудуванні.
3. Зносостійкі сталі. Марки. Режими термічної обробки. Приклади застосування.
4. Пружина підвіски автомобіля повинна мати твердість 44-46 НРС і високу границю пружності. Виберіть марку сталі для виготовлення пружини, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку пружини із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

### Варіант 3

1. Поясніть вплив легувальних елементів на процеси, які відбуваються при відпуску загартованих сталей. Чому після гартування та відпуску при однакових температурах в сталі 40 та в сталі 40X досягається різний рівень твердості?

2. Способи одержання ультрадрібного зерна.

3. Мета поверхневої пластичної деформації (ППД). Засоби її здійснення. Опишіть зміни структури та властивостей поверхневого шару, які обумовлені ППД. Укажіть, які деталі автомобіля піддають такій обробці.

4. Для виготовлення мітчика використана сталь ХВГ. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку інструменту із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість 56-62 HRC. Опишіть структуру матеріалу готового інструменту.

#### **Варіант 4**

1. Свердло в експлуатації нагрівається до 300 °С. Укажіть, з якої сталі – У12 або 9ХС – його треба виготовити, та поясніть чому.

2. Що таке мартенсит і які умови його одержання? Опишіть властивості мартенситу. Від чого залежить твердість мартенситу?

3. Опишіть переваги та недоліки виробів, що отримані методом порошкової металургії.

4. Для виготовлення вала кермової сошки використана сталь 18ХГТ. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі, якщо необхідно забезпечити твердість поверхні 58-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Опишіть структуру матеріалу на поверхні і в серцевині готової деталі.

#### **Варіант 5**

1. Розшифруйте хімічний склад сталі 110ГІЗЛ. Опишіть структуру та властивості цієї сталі після типової термічної обробки. Поясніть, в яких умовах експлуатації ця сталь має високу зносостійкість. Наведіть приклади її використання.

2. Опишіть причини виникнення гартівних внутрішніх напружень. Укажіть способи їх зменшення.

3. Укажіть мету легування інструментальних сталей. Із запропонованих марок (9ХС, У12, ХВГ) виберіть сталь для виготовлення

протяжки та пилки для обробки деревини. Обґрунтуйте свій вибір.

4. Для виготовлення шестерен синхронізатора автомобіля використана сталь 20ХГНМ. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість поверхні зуба 58-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Опишіть структуру матеріалу поверхні і серцевини зуба готової деталі.

### **Варіант 6**

1. До яких сталей за призначенням належать марки 9ХС, 40Х, 12Х18Н9Т? Розшифруйте їх хімічний склад. Поясніть призначення хрому в кожній марці сталі.

2. Композиційні матеріали. Поясніть причину високого рівня властивостей композиційних матеріалів. Укажіть галузі їх застосування.

3. Титанові сплави. Маркування. Режими термічної обробки. Галузі застосування.

4. Для виготовлення протяжки використана сталь ХВГ. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість 58-60 HRC. Опишіть структуру та властивості матеріалу готового інструменту.

### **Варіант 7**

1. Вимоги, які пред'являються до сталей для виготовлення штампів холодного деформування. Наведіть приклади марок сталі, які використовують, розшифруйте їх склад. Поясніть мету легування. Укажіть і обґрунтуйте режими термічної обробки.

2. Високотемпературна термомеханічна обробка (ВТМО). Технологія проведення. Структура і властивості виробів після ВТМО.

3. Довговічність. Показники, що її визначають.

4. Для виготовлення черв'яка кермового механізму використана сталь 20ХНЗА. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість поверхні зуба 58-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Опишіть структуру матеріалу поверхні і серцевини зуба готової деталі.

### **Варіант 8**

1. Опишіть вимоги, які пред'являють до сталей, призначених для виготовлення штампів гарячого деформування. Наведіть приклади марок сталі, які використовуються, та розшифруйте їх склад. Поясніть мету легування. Опишіть режими термічної обробки.

2. Теплостійкість. Фактори, що на неї впливають. Порівняйте теплостійкість інструментальної вуглецевої, легованої та швидкорізької сталі.

3. Бронзи. Опишіть хімічний склад, маркування, класифікацію, галузі застосування.

4. Для виготовлення впускного клапана карбюраторного двигуна використана сталь 40Х9С2. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість на ніжці клапана 50-55 НRC, а на тарільці – 25-35 НRC. Опишіть структуру матеріалу тарільки та ніжки клапана готової деталі.

### **Варіант 9**

1. Що таке заргартуваність і прогартуваність? Від яких факторів залежать ці властивості? Яка з перелічених марок сталі (18ХГТ, 45, 20Х, 60) має найбільшу загартуваність, а яка – найбільшу прогартуваність і чому?

2. Високоміцні сталі. Наведіть марки сталей, режими термічної обробки, галузі застосування.

3. Деформівні алюмінієві сплави, їх хімічний склад і властивості, галузі застосування.

4. Піввісь автомобіля повинна мати твердість 210-220 НВ, а на шлицях – 54-56 НRC. Виберіть марку сталі для цієї деталі. Розшифруйте хімічний склад. Призначте термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції. Опишіть структуру матеріалу для забезпечення необхідних властивостей на поверхні шлиців та в серцевині готової деталі.

### **Варіант 10**

1. Шарикопідшипникові сталі. Їх марки. Укажіть мету легування, термічну обробку. Опишіть структуру і властивості після

термообробки.

2. Ливарні алюмінієві сплави, хімічний склад і властивості, маркування.

3. Низькотемпературна термомеханічна обробка. Технологія проведення. Структура. Властивості.

4. Для виготовлення ведучого вала коробки передач використана сталь 35ХГС. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість поверхні вала 60-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Опишіть структуру матеріалу поверхневого шару та серцевини готової деталі.

### ***Варіант 11***

1. Розшифруйте хімічний склад і опишіть роль легувальних елементів в конструкційній сталі марок 18ХГТ і 38ХС. Опишіть типові види термічної обробки, структури та властивості сталей, а також галузі застосування в автомобіле- і тракторобудуванні.

2. Антифрикційні порошкові матеріали. Способи їх одержання. Маркування, структура, властивості. Опишіть застосування на конкретних прикладах деталей автомобіля, трактора, дорожньо-будівельних машин.

3. Мідні сплави. Класифікація. Латуні. Маркування. Галузі застосування.

4. Ведучий вал коробки передач повинен мати твердість поверхні 60-62 HRC, а серцевини – 23-30 HRC. Виберіть марку сталі для виготовлення вала, розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 12***

1. Як впливають легувальні елементи на діаграму ізотермічного перетворення аустеніту? Яке це має практичне значення?

2. Яке призначення антифрикційних сплавів і яким вимогам вони повинні відповідати? Наведіть кілька марок антифрикційних сплавів, розшифруйте їх хімічний склад і опишіть структуру.

3. Графітізована сталь. Опишіть хімічний склад, термічну об-

робку, структуру, властивості, галузі використання цієї сталі.

4. Для виготовлення гільзи циліндра використана сталь 35Х2МЮА. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну та хіміко-термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість поверхні гільзи 850-1000 НV, а серцевини – 30-35 НRC. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 13***

1. Опишіть принцип легування корозійностійких і жаростійких сталей на прикладах конкретних марок, розшифруйте хімічний склад, опишіть структуру, властивості, приклади застосування.

2. Розшифруйте хімічний склад, укажіть властивості і галузі використання бронз марок БрС30, БрАЖ9-4, БрБ2.

3. Тверді сплави для різального інструменту. Укажіть марки, склад, спосіб виготовлення. Який із перелічених сплавів (ВК6, Т15К8, ТТ7К12) слід використовувати для механічної обробки чавуну?

4. Шестерня диференціала автомобіля повинна мати твердість поверхні зуба 58-62 НRC, а серцевини – 30-35 НRC. Виберіть марку сталі для виготовлення шестерні, розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 14***

1. Наведіть по дві марки вуглецевих і легованих інструментальних сталей, розшифруйте їх хімічний склад і назвіть галузі застосування. Які недоліки мають вуглецеві інструментальні сталі в порівнянні з легованими?

2. Класифікація алюмінієвих сплавів. Опишіть їх хімічний склад, маркування, властивості і галузі застосування.

3. Види браку при гартуванні сталі. Поясніть причини виникнення кожного з видів браку та засоби їх усунення або запобігання.

4. Для виготовлення поршневого пальця автомобіля використана сталь 45. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте те-

рмічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість на поверхні пальця 54-56 HRC, а в серцевині – 200-220 HB. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 15***

1. Наведіть декілька марок покращеної конструкційної і корозійностійкої сталі, які містять хром. Розшифруйте їхній хімічний склад. Опишіть призначення хрому в цих марках сталі.

2. Старіння алюмінієвих сплавів. Укажіть, які сплави піддаються цьому виду термічної обробки. Як здійснюється старіння і як воно впливає на властивості сплавів?

3. Титанові сплави. Властивості. Маркування. Галузі застосування.

4. Хрестовина кардана автомобіля повинна мати твердість поверхні 58-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Виберіть марку сталі для виготовлення хрестовини, розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 16***

1. Швидкорізальні сталі. Хімічний склад, марки, термічна обробка. Поясніть, чому ці сталі мають високу теплостійкість.

2. Біметалеві і триметалеві вкладки. Способи одержання, особливості будови, властивості та галузі застосування.

3. Які алюмінієві сплави і чому можна піддавати зміцнювальній термічній обробці? Опишіть цю термічну обробку. Зазначте, як змінюються властивості сплавів після кожної операції термічної обробки.

4. Виберіть марку сталі для виготовлення ножівкового полотна ручної пилки, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку полотна із зазначенням режимів кожної операції для одержання твердості 58-60 HRC. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

### ***Варіант 17***

1. Наведіть марки хромистих і хромонікелевих корозійностійких сталей. Розшифруйте хімічний склад, опишіть призначення легувальних елементів. Якій термічній обробці і з якою метою піддають ці сталі? Наведіть приклади їх використання.

2. Дифузійна металізація. Укажіть мету, опишіть засоби здійснення, галузі застосування.

3. Композиційні матеріали. Класифікація. Структура. Галузі застосування.

4. Зуб вінця маховика повинен мати твердість поверхні 50-55HRC, а серцевини – 180-200 HB. Виберіть марку сталі для виготовлення вінця, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині зуба готової деталі.

### ***Варіант 18***

1. Нержавіючі сталі. Класифікація за структурою. Особливості легування. Марки.

2. Деформівні сплави на основі алюмінію, що не зміцнюються термічною обробкою. Наведіть їхній хімічний склад, опишіть способи підвищення міцності, використання в промисловості.

3. Поверхнева пластична деформація (ППД). Методи проведення. Властивості, що забезпечує ППД.

4. Шийки колінчастого вала карбюраторного двигуна повинні мати твердість поверхні не нижче 54-56 HRC, а серцевини – 200-220 HB. Виберіть марку сталі для виготовлення вала, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні шийки та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 19***

1. Аустенітні жароміцні сталі Особливості їх легування, марки, термічна обробка, властивості та приклади використання в техніці.

2. Що являють собою сплави: Л68, ЛЦ40С, БрБ30, БрБ2? Розшифруйте їх хімічний склад, опишіть структуру, властивості та застосування в промисловості. Яку термічну обробку ви-



користовують для зміцнення сплаву БрБ2?

3. Низькотемпературна термомеханічна обробка. Режим проведеного. Властивості.

4. Матеріал шатунного болта повинен мати твердість 245-250 НВ і високу ударну в'язкість та пластичність. Виберіть марку сталі для виготовлення шатунного болта, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення потрібних властивостей. Опишіть утворену структуру.

### ***Варіант 20***

1. Мартенситно-старіючі високоміцні сталі. Опишіть особливості легування, марки, термічну обробку, властивості та галузі застосування.

2. Види браку при відпуску загартованої сталі. Поясніть причини виникнення кожного з видів браку та засоби їх усунення.

3. Резини. Марки, властивості та використання в автомобіле- і тракторобудуванні.

4. Кулачки розподільного вала карбюраторного двигуна повинні мати твердість поверхні не нижче 54-56 HRC, а серцевини – 200-220 НВ. Виберіть марку сталі для виготовлення вала, розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку вала із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу поверхні кулачків та серцевини готової деталі.

### ***Варіант 21***

1. Класифікація легованих сталей за призначенням. Наведіть приклади марок легованої сталі різного призначення та їх використання в машинобудуванні.

2. Вплив поверхневої пластичної деформації (ППД) на втомну міцність (витривалість) сталевих деталей машин. Опишіть способи здійснення ППД, наведіть приклади застосування в автомобіле- і тракторобудуванні.

3. Сталі для штампів холодного деформування. Вимоги. Марки. Термічна обробка.

4. Для виготовлення шкворня поворотного кулака використана

сталь 18ХГТ. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку шкворня із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення твердості поверхні 58-62 НРС, а серцевини – 30-35 НРС. Опишіть структуру матеріалу на поверхні і в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 22***

1. Порівняйте властивості, режими термічної обробки і галузі застосування сталі 40 та 40Х. Яка роль хрому в сталі 40Х?

2. Класифікація конструкційних сталей за призначенням. Наведіть приклади марок конструкційної сталі різного призначення та їх використання в машинобудуванні.

3. Ротор швидкохідного компресора виготовлений з дюралюмінія марки Д1. Опишіть хімічний склад і термічну обробку даного сплаву.

4. Для виготовлення поршневого пальця дизельного двигуна використана сталь 15Х. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку пальця із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення твердості поверхні 58-62 НРС, а серцевини – 28-32 НРС. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 23***

1. Наведіть порівняльну характеристику хімічного складу і властивостей інструментальних сталей марок У8 і 9ХС. Укажіть типові режими термічної обробки і галузі застосування.

2. Силуміни. Хімічний склад, властивості, галузі застосування. Опишіть способи підвищення механічних властивостей.

3. Порошкові матеріали. Способи формування заготовок.

4. Гвинт кермового управління автомобіля повинен мати твердість поверхні 58-62 НРС, а серцевини – 30-35 НРС. Виберіть марку сталі для виготовлення гвинта, розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення необхідних властивостей. Опишіть структуру матеріалу на поверхні та в серцевині готової деталі.

### ***Варіант 24***

1. Швидкорізальні сталі. Поясніть призначення легувальних елементів. Наведіть приклади марок швидкорізальних сталей. Чим пояснюється теплостійкість швидкорізальних сталей і як її можна підвищити?

2. Опишіть різницю у властивостях сірих, ковких і високоміцних чавунів з однаковою металевою основою. Чим пояснюється ця різниця? Який з двох чавунів – з кулястим або пластинчастим графітом – слід вибрати для виготовлення станини верстата, а який – колінчастого вала?

3. Порошкові матеріали. Спікання заготовок.

4. Для виготовлення кульового пальця кермового управління автомобіля використана сталь 15Х. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення твердості робочої поверхні 58-62 HRC, а серцевини – 28-32 HRC. Опишіть структуру матеріалу на поверхні і в серцевині готової деталі.

### **Варіант 25**

1. Порівняйте хімічний склад, властивості, галузі застосування сталей марок 9ХС і Р6М5. Укажіть призначення легувальних елементів в кожній із зазначених марок сталі. Наведіть типові режими термічної обробки цих марок сталі.

2. Якими видами термічної і хіміко-термічної обробки можна забезпечити високу зносостійкість сталевих деталей? Проілюструйте приклади з автомобіле- і тракторобудування.

3. Композиційні матеріали, які одержані направленою кристалізацією.

4. Для виготовлення впускного клапана використана сталь 40Х. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте термічну обробку деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість на ножці не менше 50 HRC, а на тарілці – 25 HRC. Опишіть структуру матеріалу ножки і тарілки готової деталі.

### **Варіант 26**

1. Ресорно-пружинні сталі. Наведіть марки сталі, розшифруйте їх хімічний склад. Опишіть типову термічну обробку, структуру та

властивості, отримані після термічної обробки.

2. Антифрикційні (підшипникові) сплави на алюмінієвій основі. Склад, марки, спосіб виготовлення підшипників, галузі застосування.

3. Укажіть мету двох методів поверхневого зміцнення сталевих деталей – цементації і азотування. Охарактеризуйте переваги і недоліки цих методів і наведіть приклади використання їх в автомобіле- і тракторобудуванні на конкретних марках сталі.

4. Для виготовлення вимірювального інструменту використана сталь Х. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку інструменту із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість 60-62 HRC. Опишіть структуру матеріалу готового інструменту.

### **Варіант 27**

1. Сталі, що цементують. Наведіть марки сталі. Розшифруйте їх хімічний склад. Опишіть типову хіміко-термічну і термічну обробку, властивості і структуру, яка утворилася після термічної обробки на поверхні і в серцевині.

2. Конструкційна міцність. Охарактеризуйте властивості, що її визначають.

3. Сплави на основі титану. Склад, властивості, галузі застосування.

4. Для виготовлення пружини натискного диска зчеплення використана сталь 50ХФА. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку пружини із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення твердості 42-46 HRC. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

### **Варіант 28**

1. Надійність і довговічність. Критерії, що їх визначають.

2. Накресліть і поясніть графік зміни механічних властивостей ( $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0.2}$ , КС,  $\delta$ ,  $\psi$ , НВ) в залежності від температури відпуску для сталі марок 40 і 40Х.

3. Опишіть технологію виготовлення деталей методом порошкової металургії. Укажіть переваги і недоліки цього способу перед традиційними. Назвіть галузі застосування таких виробів.

4. Для виготовлення шестерні заднього моста автомобіля використана сталь 25ХГМ. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте хіміко-термічну та термічну обробки деталі із зазначенням режимів кожної операції для забезпечення твердості робочої поверхні 58-62 HRC, а серцевини – 30-35 HRC. Опишіть структуру матеріалу на поверхні і в серцевині готової деталі.

### **Варіант 29**

1. Зносостійкі сталі. Вимоги до них. Наведіть марки зносостійкої сталі. Укажіть режим термічної обробки однієї з наведених марок сталі і структуру матеріалу готової деталі. Зазначте галузі застосування цих марок сталі.

2. Теплостійкість. Порівняйте теплостійкість таких матеріалів, як сталі У7, Р12 і твердого сплаву.

3. Ливарні мідні сплави. Опишіть хімічний склад, маркування, галузі застосування.

4. Для виготовлення голки форсунки дизеля використана сталь Р18. Розшифруйте хімічний склад цієї сталі. Призначте режим термічної обробки деталі із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість не менше 62-64 HRC. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

### **Варіант 30**

1. Борування сталі. Мета цієї обробки. Опишіть технологію процесу і властивості виробу після борування.

2. Дайте визначення поняттям “жаростійкість” і “жароміцність”. Як підвищити ці характеристики? Наведіть приклади жаростійких і жароміцних сталей і укажіть області їх застосування.

3. Нітроцементация. Параметри процесу. Порівняйте нітроцементацию з цементацией.

4. Для виготовлення кілець великогабаритних підшипників кочення використана сталь ШХ15СГ. Розшифруйте її хімічний склад. Призначте термічну обробку кілець підшипників із зазначенням режимів кожної операції, якщо необхідно забезпечити твердість 60-64HRC. Опишіть структуру матеріалу готової деталі.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебное пособие с грифом МОН / И.П. Гладкий, В.И. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.А. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. – Харьков: Издательство ХНАДУ, 2011. – 460 с.

2. Материаловедение: учебное пособие для иностранных студентов, изучающих русский язык с грифом МОН / В.И. Мощенок, Г.И. Тохтарь, Д.Б. Глушкова, Н.С. Моргунова, В.П. Тарабанова, Н.Н. Ульянова. – Харьков: Издательство ХНАДУ, 2009. – 107 с.

3. Матеріалознавство: Підручник / Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2007. – 440 с.

4. Материаловедение: учебник / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

5. Справочник автомобильного механика / Под ред. Л.Л. Афанасьева. – Машиностроение, 1969. – 688 с.

6. Автомобильные материалы / М.А. Масино, В.Н. Алексеев, Г.В. Мотовилин. – М.: Транспорт, 1989. – 463 с.

7. Современные материалы в автомобилестроении: Справочник. М.: Машиностроение, 1977. – 271 с.

8. Технология термической обработки / Ю.А. Башнин, Б.К. Ушаков, А.Г. Секей. – М.: Металлургия. 1986. – 242 с.

9. Марочник сталей и сплавов. / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

ПРОГРАМА ТА ЗАВДАННЯ  
до контрольних робіт з дисципліни «Технологія  
конструкційних матеріалів та матеріалознавство»  
(розділ «Матеріалознавство»)  
Для студентів спеціальності 6.050503

Укладачі: Тарабанова Валентина Павлівна  
Глушкова Діана Борисівна  
Лалазарова Наталія Олексіївна  
Дощечкіна Ірина Василівна  
Бондаренко Світлана Іванівна

Відповідальний за випуск

В.І. Мощенок

Редактор

План 2013, поз.

Підписано до дру-  
ку \_\_\_\_\_  
Умовн. друк. арк. 1.0.  
Замовлення  
№ \_\_\_\_\_

Формат 60×84 1/16  
Обл. вид. Арк.  
Тираж 50 прим. Ціна договірна.

Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків – МСП, вул. Петровського,  
25

---

Свідоцтво державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкта виробничої справи до державного реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів видавничої продукції.

Серія ДК № 407 від 9.04.2001 р.