

**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ
УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**Матеріалознавство
та технологія матеріалів**

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи

Харків 2007

Друкується
за рішенням кафедри
прикладної механіки УЦЗУ.
Протокол від 19. 02. 2007 року № 24.

Укладачі: Т.М. Курська, Г.О. Чернобай

Рецензенти: В.І. Лавінський – завідувач кафедри опору матеріалів Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, доктор технічних наук, професор;

Л.М. Куценко - професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

Матеріалознавство та технологія матеріалів. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи /Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай – Х.: УЦЗУ, 2007. – 54 с.

Видання призначено для виконання самостійної роботи студентів, курсантів і слухачів заочної форми навчання та підготовки до модульних і підсумкової контрольних робіт. Наведено типовий приклад виконання варіанту підсумкової контрольної роботи та докладний перелік рекомендованої основної та додаткової літератури. Викладено програму та варіанти модульних контрольних робіт до дисципліни «Матеріалознавство та технологія матеріалів».

Відповідальна за випуск Т.М. Курська

© Університет цивільного захисту України, 2007

ПЕРЕДМОВА

Пріоритетним напрямком діяльності підрозділів МНС є профілактична робота, яка спрямована на запобігання виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій та створення умов для їх успішної ліквідації.

Сучасний стан науково-технічного розвитку суспільства характеризується зростаючою номенклатурою нових машин, удосконаленням і модернізацією вже існуючих конструкцій, широким впровадженням прогресивних технологій.

Питання конкурентоспроможності на світовому ринку вимагають підвищення якості вітчизняної продукції при одночасному зниженні її ціни і, відповідно, матеріалоємності, енерго- і працевитрат у виробництві. Аналогічна ситуація характерна для промислового і цивільного будівництва.

Зростаюча складність промислової продукції, енергонасиченість технологічних процесів, їхня інтенсифікація, необхідність застосування небезпечних речовин і виробництв збільшує можливість виникнення аварійних ситуацій і масштабів їхніх наслідків.

Рішення проблем, вірніше, комплексу проблем безпеки техногенної сфери, повинно ґрунтуватися на сучасній науковій базі, однією з найважливіших задач якої є розробка розрахункових і експериментальних методів, що забезпечують ще на стадії проектування можливість безпечної експлуатації створюваних машинобудівних конструкцій, будинків і споруджень, устаткування технологічних процесів і виробництв.

Але навіть найдосконаліші конструкторські рішення можуть виявитися непридатними для виробництва через його недостатню технологічну базу або відповідні недоліки проекту. Таким чином, технологія є другим важливим фактором безпеки техногенної сфери.

У цій ситуації найважливішого значення набувають питання

забезпечення надійності і безпеки техногенної сфери, що визначають ступінь її захисту від позаштатних ситуацій і, при необхідності, можливість ефективної ліквідації їхніх наслідків.

Вирішення цих питань великою мірою залежить від рівня підготовки кадрів і якості матеріально-технічного забезпечення відповідних служб Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи (МНС).

Специфіка роботи фахівців МНС, що здійснюють нагляд у процесі проектування, спорудження та експлуатації суспільних і виробничих об'єктів, беруть участь у проектуванні, розробленні, виготовленні і використанні нових зразків пожежної та аварійно-рятувальної техніки при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, з плануванням та проведенням наукових досліджень в цій галузі, розробкою вимог до новітніх зразків відповідної техніки вимагає глибоких знань фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін.

Відповідно, програма підготовка фахівців МНС передбачає вивчення таких предметів як математика, фізика, теоретична механіка, інформатика та комп'ютерна техніка, інженерна і комп'ютерна графіка, прикладна механіка та інші фундаментальні та професійно-орієнтовані дисципліни, серед яких вагомим місцем займає курс «Матеріалознавство та технологія матеріалів». Разом вони формують базовий науково-технічний рівень, який є основою подальшого творчого професійного і наукового зросту фахівця та є запорукою його продуктивної службової діяльності.

ВСТУП

У курсі «Матеріалознавство та технологія матеріалів» відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра у напрямі «Цивільний захист» розглядаються матеріали та їх властивості, технології, що застосовується у машинобудуванні та будівельній індустрії, а також вимоги, що пред'являються до них. "Матеріалознавство та технологія матеріалів" є дисципліною загально-теоретичного спрямування і базується на навчальних курсах "Фізика", "Хімія" та ін. Вона формує базовий науково-освітній рівень, який є фундаментом засвоєння загально-технічних ("Термодинаміка і теплопередача", "Прикладна механіка" та ін.) і фахових дисциплін "Аварійно-рятувальна, пожежна та інженерна техніка", "Будівлі та споруди та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій", "Безпека потенційно небезпечних технологій та виробництв", "Технічний нагляд та контроль за станом потенційно небезпечних об'єктів", "Інженерний захист населення та територій", "Автопідготовка" та ін.).

Вивчення курсу направлене на підготовку фахівців, що володіють знанням структури та властивостей матеріалів, методів технології їх обробки та здатні:

- кваліфіковано приймати технічні рішення по забезпеченню високої дієздатності пожежної та аварійно-рятувальної техніки;
- обґрунтовувати технічні вимоги до нових зразків пожежної та аварійної автоматики, техніки та озброєння для проведення аварійно-рятувальних робіт;
- ефективно використовувати можливості аварійно-рятувальної техніки та техніки протипожежного захисту;
- обґрунтовувати заходи по технічному обслуговуванню і ремонту аварійно-рятувальної та пожежної техніки і озброєння;
- забезпечувати безпеку використання протипожежної техніки та аварійно-рятувального озброєння.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

«Матеріалознавство та технологія матеріалів» це наука про зв'язок складу, будови та властивостей матеріалів, а також технологічні методи їх обробки. Ця наука розвивається в основному експериментальними та інженерно-технологічними засобами, тому розробка нових методів та засобів дослідження будови (структури) та фізико-хімічних властивостей матеріалів, а також методів їх обробки сприяє її подальшому розвитку.

Згідно із навчальною програмою дисципліна «Матеріалознавство та технологія матеріалів» складається із двох частин – модулів.

У першому модулі (Конструктивні матеріали) розглядаються матеріали, що застосовуються у машинобудуванні та будівельній індустрії, вимоги, що висуваються до них, атомна будова та закономірності формування структур у залізних і не залізних матеріалах. Значна увага приділяється матеріалам, що використовуються у пожежній техніці та аварійно-рятувальній техніці. Найбільш розповсюдженими з них є метали та їх сплави. З них складається переважна частина пожежної техніки та пожежно-технічного обладнання, і у теперішній час вони залишаються основними конструкційними матеріалами. Більш ніж 90% деталей виготовляються з цих матеріалів. Виходячи з цього, вивченню сплавів на залізній основі в курсі відводиться ведуче місце.

У другому модулі (термічна та технологічна обробка матеріалів) розглядаються питання обробки матеріалів, що застосовуються у машинобудуванні та будівельній індустрії, методи термічної обробки та зміцнення металів, технології виробництва і сфери застосування неметалевих матеріалів і виробів з них.

Основна мета вивчення дисципліни:

- дати майбутньому спеціалісту знання із структури, фізичних, механічних, хімічних та технологічних властивостей металів та неметалів;
- надати науково обґрунтовані навички до вибору оптимального

матеріалу для деталей машин та їх раціональної обробки;

- навчити сучасним методам та основам технології обробки конструкційних матеріалів з метою одержання деталей високої якості.

Внаслідок вивчення дисципліни майбутній спеціаліст зобов'язаний знати:

- властивості металевих, неметалевих та експлуатаційних матеріалів;
- технології виробництва та обробки матеріалів, що застосовуються у будівельній індустрії та машинобудуванні і сфери їх застосування;
- методи термічної обробки та зміцнення металів;
- методи раціонального вибору конструкційних матеріалів, виходячи з їх властивостей та умов роботи.

За результатами проведених практичних занять та лабораторних робіт майбутній спеціаліст повинен вміти:

- визначати властивості матеріалів, що використовуються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці;
- проводити аналіз фазових діаграм стану металів та сплавів, макро- і мікроаналіз матеріалів;
- визначати структуру металів і сплавів;
- використовувати на практиці магнітні методи контролю матеріалів;
- використовувати методи обробки металів, сплавів, пластичних мас, гумових матеріалів.

Ці методичні вказівки написані з метою надати допомогу у самостійній роботі та опрацюванні модулів курсу. Вони складені на основі програми дисципліни "Матеріалознавство та технологія матеріалів" відповідно з освітньо-професійною програмою вищої освіти за професійним спрямуванням "Цивільний захист".

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ КУРСУ

Програма курсу «Матеріалознавство та технологія матеріалів» складається з двох модулів, які об'єднані у вісім розділів, назва та зміст яких наведені далі.

Слід зауважити, що переважна більшість часу на вивчення курсу відводиться самостійній роботі. Саме самостійна і систематична робота протягом всього семестру з підручниками і навчальними посібниками є основою для оволодіння такою складною та необхідною для майбутнього фахівця дисципліною, як "Матеріалознавство та технологія матеріалів".

Важливу роль в роботі над засвоєнням навчальної програми курсу відіграють також лекції та практичні заняття, що проводяться в університеті і сприяють розвитку аналітичного мислення у майбутніх фахівців, але, як свідчить практика, більшість з них при вивченні матеріалу курсу обмежуються лише запам'ятовуванням інформації з книг та підручників, не вникаючи глибоко в суть тієї чи іншої проблеми, явища, процесу перетворення, тощо. Тому питання, які ввійшли до методичних вказівок, системно охоплюють той матеріал, який повинен бути засвоєний на свідомому рівні.

Для самостійного вивчення дисципліни достатньо використання одного з наведених в списку основної рекомендованої літератури підручників.

Опрацювання окремих розділів повинно проводитись у послідовності, що передбачена навчальною програмою, при цьому можна використовувати не загальні підручники, а більш конкретну літературу (додаткову), присвячену саме цим темам.

Рівень засвоєння навчального матеріалу контролюється виконанням модульних та підсумкової контрольних робіт, варіанти яких наведені далі.

ЗМІСТ РОЗДІЛІВ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Тема 1. Основи теорії металів та сплавів. Основні види матеріалів, що застосовуються в пожежній та аварійно-рятувальній техніці

Атомно-кристалічна структура. Найбільш розповсюджені типи кристалічних решіток, основні їхні параметри.

Структура реальних кристалів, дефекти кристалічної структури. Анізотропія та ізотропія металів.

Кристалізація металів (первинна - з рідкого стану до твердого; повторна перекристалізація у твердому стані, явище поліморфізму). Термічні криві і охолодження при кристалізації чистих металів.

Напруження та деформації. Механічні і технологічні властивості. Визначення механічних властивостей металів при статичному, динамічному та знакозмінному навантаженні.

Твердість металів та сплавів.

Властивості металевих матеріалів, які визначають довговічність виробу та засоби їхнього визначення.

Шляхи підвищення реальної міцності.

Основні види матеріалів, що застосовуються в пожежній та аварійно-рятувальній техніці.

Тема 2. Залізовуглецеві сплави. Чорні метали

Основні поняття: фаза, сплав, система, компонент. Правила фаз. Засоби отримання сплавів твердого розчину, хімічного з'єднання, механічної суміші.

Правила побудови діаграм стану двокомпонентних сплавів.

Діаграми стану I, II, III та IV типів (утворення механічної суміші - евтектики; утворення твердих розчинів; обмежена розчинність компонентів у твердому стані з евтектикою; утворення хімічного стану). Зв'язок між структурою і властивостями.

Тема 3. Леговані та будівельні сталі

Поліморфізм заліза, термічні криві нагріву та охолодження, критичні точки.

Діаграма стану залізо - вуглець. Компоненти, фази та структури, що складають систему.

Діаграма стану залізо - цементит. Вплив вуглецю і постійних домішок на властивості сталі.

Кристалізація сплавів (сталей та чавунів), визначення їхньої структури при різноманітних температурах.

Класифікація та маркування вуглецевих сталей (звичайної якості, якісних та інструментальних сталей).

Діаграма стану залізо - графіт. Зміщена кристалізація.

Класифікація та маркування чавунів. Властивості і призначення чавуну. Структура конструкційного чавуну.

Основи теорії термічної обробки сталі. Суть термічної обробки. Фазові перетворення сталі при нагріві. Зростання зерна аустеніту при нагріві та вплив розміру зерна на механічні властивості.

Перетворення переохолодженого аустеніту. Діаграма ізотермічного розпаду аустеніту.

Механічні властивості і особливості перлітного, мартенситного та проміжного перетворення.

Мартенсит його структура, властивості.

Перетворення аустеніту при безупинному охолодженні.

Вплив легуючих елементів на зростання зерна аустеніту, на ізотермічний розпад аустеніту, на мартенситне перетворення.

Критична швидкість охолодження та чинники, які впливають на неї.

Тема 4. Термічна обробка металів. Корозія металів

Технологія термічної обробки сталі. Класифікація виглядів термічної обробки. Види віджити та їхнє призначення. Вибір температури нагріву,

середовища, в якому охолоджується, одержувана структура та властивості.

Нормалізація (вибір температур нагріву, середовища, в якому охолоджується структура та її механічні властивості). Загартування сталі та його призначення, засоби загартування. Дефекти, одержувані після загартування, та їх усунення. Поверхнєве загартування, його переваги та недоліки. Структура. Перетворення при нагріві загартованої сталі. Види та призначення відпуску. Особливості термічної обробки легованої сталі та чавунів.

Хіміко - термічна обробка сплавів: цементація, властивості сталі після хіміко-термічної обробки. Зв'язок між діаграмою стану та структурою дифузійного шару. Термічна обробка після поверхневого насичення вуглецем. Сфера застосування хіміко-термічної обробки.

Вплив легуючих елементів на поліморфізм заліза та рівноважну структуру сталі. Фази, що утворюються ними з залізом та вуглецем. Діаграми стану залізо-легуючий елемент.

Класифікація і маркування легованих сталей. Високопробні та стійкі до зношування сталі. Будівельні сталі для металоконструкцій та закладних деталей будівних конструкцій. Низьколеговані будівельні сталі. Арматурні сталі для ненапружених та заздалегідь напружених залізобетонних конструкцій. Проволочна холодноотягнута арматура. Корозія металів

Тема 5. Незалізні металеві сплави. Кольорові метали і сплави. Алюміній, його властивості і застосування. Антифрикційні та конструкційні металокерамічні матеріали. Маркування сплавів. Неметалічні матеріали

Незалізні металеві сплави. Кольорові сплави.

Алюміній і його сплави. Класифікація і маркування. Особливості термічної обробки алюмінієвих сплавів.

Сплави на основі титану та магнію, їхня термічна обробка і застосування.

Мідь та її сплави. Маркування. Підшипникові сплави та матеріали.

Неметалічні матеріали, класифікація, структура і властивості Типові термопластичні та термореактивні матеріали.

Гумові матеріали.

Тема 6. Технологія виробництва та обробки залізо-вуглецевих і кольорових сплавів

Засоби виготовлення ливарних деталей та їхня класифікація. Виготовлення відливок у піщаних формах. Виготовлення відливок у оболонкові форми. Виготовлення відливок по моделях, що виплавляються. Виготовлення відливок у кокіль. Виготовлення відливок під тиском. Відцентрове виготовлення відливок. Безупинне виготовлення відливок.

Виготовлення деталей з сірого, високопробного та ковкого чавуну. Особливості виготовлення деталей, з кольорових металів.

Засоби виправлення ливарних дефектів.

Тема 7. Засоби, методи та технологія виробництва деталей пожежної та аварійно-рятувальної техніки із залізовуглецевих та кольорових сплавів

Класифікація засобів обробки металів тиском. Прокатка, пресування та волочіння. Ковка та штампування.

Фізична суттєвість і класифікація зварювання.

Зварюваність однорідних, різноманітних матеріалів. Термічне зварювання. Дугове зварювання, зварювання електрошлакове, зварювання у атмосфері захисних газів, лазерне і газове зварювання.

Термомеханічне та механічне зварювання. Контактне та холодне зварювання.

Зварювання різноманітних металів і сплавів. Зварювання вуглецевих, легованих сталей та чавунів. Зварювання міді, алюмінію, титану і їхніх сплавів.

Пайка металів і сплавів. Суттєвість і схема процесу, засоби пайки. Контроль якості.

Металеві порошки і засоби виробництва виробів з них. Формування металевих порошків. Спікання отриманих порошкових формовок. Области застосування виробів з металевих порошків.

Тема 8. Основи технології обробки різанням

Фізико - механічні основи обробки металів різанням. Режими різання. Види стружки та сили різання. Зношувальна стійкість ріжучого інструменту.

Відомості про металоріжучі верстати. Класифікація. Приводи та передачі, що застосовуються у верстатах. Механізми верстатів.

Обробка деталі на токарних верстатах. Технологія обробки.

Обробка деталі на свердлувальних та расточних верстатах. Види ріжучого інструменту. Геометрія спірального свердла. Технологія обробки.

Обробка деталі на стругальних, довбальних та протяжних верстатах.

Обробка деталі на фрезерних верстатах. Типи фрезерних верстатів. Види фрез. Геометрія фрез.

Обробка деталі зубчастих коліс на зуборізних верстатах. Типи верстатів. Основні вузли та рухи.

Обробка деталі на шліфувальних верстатах. Шліфувальні круги. Зношування та правка шліфувальних кругів. Типи шліфувальних верстатів. Технологія обробки шліфуванням.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Геллер Ю.А., Рахштад А.Г. Материаловедение. — М.: Металлургия, 1984. — 345 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. — М.: Металлургия, 1986. — 368 с.
3. Гумен В.С. Матеріалознавство: Конспект лекцій з дисципліни "Основи матеріалознавства" для студентів хіміко-технологічного факультету спеціальності 25.08. Ч. 1. — К.: КПІ, 1991. — 212 с.
4. Диаграмма состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: Справочник /под ред. О.А. Банных и М.Е. Дрица. — М.: Металлургия, 1986. — 128 с.
5. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. — М.: Машиностроение, 1980. — 511с.
6. Мозберг Р.К. Материаловедение: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 1991. — 448 с.
7. Пожарная техника: Учеб. для пожарно-технических училищ. /Иванов А.Ф., Алексеев П.П., Безбородько М.Д. и др. В 2 ч. Ч. 1. Пожарно-техническое оборудование. — М.: Стройиздат, 1988. — 261 с.
8. Материаловедение /Под ред. Б.Н. Арзамасова. — М.: Машиностроение, 1986. — 384 с.
9. Методичні вказівки до курсу "Матеріалознавство". Основи теорії термічної обробки сталі та чавунів. Структурні перетворення. Технологія термічної обробки сталі та чавунів /Іванов М.І., Толубенко В.Г., Харків: АПБУ, 2000. — 25 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Матеріалознавство" /Уклад.: Іванов М.І., Артеменко О.А., Толубенко В.Г., Харків: ХІПБ, 1999. — 8 с.

Додаткова

1. Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах. –М.: Машиностроение, 1979.–224 с.
2. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. –М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.
3. Васильевский П.Ф. Технология стального литья. –М.: Машиностроение, 1974. – 408 с.
4. Воробьев Ю.А. Точность деталей, получаемых литьем и прессованием из цветных сплавов и пластмасс. –М.: Машиностроение, 1963. –175 с.
5. Воробьев Ю.А., Рябов С.П. Повышение точности чугунных отливок. –М.: Машиностроение, 1980. – 32 с.
6. Высококачественные чугуны для отливок / Под ред. Н.Н. Александрова. –М.: Машиностроение, 1982. –223 с.
7. Гокун В.Б. Технологические основы конструирования машин. –М.: Машгиз, 1963. –736 с.
8. Губкин С.И. Теория обработки металлов давлением, –М.: Metallurgizdat, 1960. – 376 с.
9. Журавлев В.Н., Николаев О.И. Машиностроительные стали. Справочник. –М.: Машиностроение, 1981. –391 с.
10. Зусманович Г.А. Термическая обработка стали и чугуна: Учеб. пособие. — М.: Metallurgiya, 1971. — 64 с.
11. Илюкович Б.М., Баакашвили В.С., Бединейшвили Р.В. Теоретические основы обработки металлов давлением. –Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1979. – 663 с.
12. Келли А. Высокопрочные материалы. –М.: Мир, 1976. –261 с.
13. Кеше Г. Коррозия металлов. –М.: Metallurgiya, 1984. – 400 с.
14. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. –М.: Машиностроение. Т.1. 1985. –568 с.; Т.2. 1986. – 592 с.; Т.3. 1987. –384 с.; Т.4. – 544 с.

15. Колачев Б.А., Ливанов В.А. и др. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов*, –М.: *Металлургия*, 1981. –415 с.
16. Масленков С.Б. *Жаропрочные стали и сплавы: Справочник*. –М.: *Металлургия*, 1983. –191 с.
17. *Металловедение алюминиевых сплавов* /Под ред. С.Т. Кишкина. – М.: *Наука*, 1985. –238 с.
18. *Металловедение и термическая обработка стали: Справочник* /Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. Т.2. –М.: *Металлургия*, 1983.–364 с.
19. *Механическая обработка материалов* /А.М. Дальский, В.С. Гаврилюк, Л.Н. Бухаркин и др. — М.: *Машиностроение*, 1981. –564 с.
20. Овчинников А.Г. *Основы теории штамповки выдавливанием на прессах*. –М.: *Машиностроение*, 1983. –200 с.
21. Охрименко Я.М., Тюрин В.А. *Теория процессовковки*. –М.: *Высш. шк.*, 1977. – 295 с.
22. Петросов В.В. *Гидродробеструйное упрочнение деталей и инструмента*. –М.: *Машиностроение*, 1977. – 166 с.
23. *Повышение качества поверхности и плакирование металлов: Справочник*. –М.: *Металлургия*, 1984. – 368 с.
24. Попов Е.А. *Основы теории листовой штамповки*. –М.: *Машиностроение*, 1977. – 278 с.
25. Потак Я.М. *Высокопрочные стали*. – М.: *Металлургия*, 1979. –208 с.
26. *Прогрессивные технологические процессы холодной штамповки* /Под ред. А.Г. Овчинникова. – М.: *Машиностроение*, 1985. – 184 с.
27. Рихтер Р. *Конструирование технологичных отливок*. –М.: *Машиностроение*, 1968. –254 с.
28. Розенфельд Н.Л. *Коррозия и защита металлов*. –М.: *Металлургия*, 1970. – 448 с.
29. Романовский В.П. *Справочник по холодной штамповке*. –Л.: *Машиностроение*, 1979. – 515 с.

30. Сагалеви́ч В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений. –М.: Машиностроение, 1974. – 248 с.
31. Синявский В.С., Вальков В.Д., Будов Г.М. Коррозия и защита алюминиевых сплавов. –М.: Metallurgy, 1979. –221 с.
32. Справочник литейщика. Общие сведения по литью /Под ред. Н.Н. Рубцова. –М.: Машгиз. 1962. – 524 с.
33. Справочник по чугу́нному литью /Под ред. Н.Г.Гиршовича.–Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
34. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.–М.: Машиностроение, 1985.–656 с.
35. Сторожев М.В., Середин П.И. и др. Технологияковки и горячей штамповки цветных металлов и сплавов. –М.: Высш. шк., 1967. – 350 с.
36. Термическая обработка в машиностроении: Справочник. /Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.
37. Технологичность конструкций изделий: Справ. /Под ред. Ю.Д. Амирова. –М.: Машиностроение, 1985. –368 с.
38. Технология конструкционных материалов /И.А. Арутюнова, А.М. Дальский, Т.М. Барсукова и др. — М.: Машиностроение, 1985. – 587 с.
39. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Коррозия и коррозионно-стойкие сплавы. –М.: Metallurgy, 1973. –232 с.
40. Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей, сплавов, металлов: Справочник – М.: Metallurgy, 1982. –350 с.
41. Химушин Ф.Ф. Жаропрочные стали и сплавы. –М.: Metallurgy, 1969. –749 с.
42. Холодная объемная штамповка: Справочник /Под ред. Г.А. Навроцкого. –М.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
43. Циммерман Р., Гюнтер К. Metallurgy и материаловедение: Справочник. –М.: Metallurgy, 1982. –480 с.
44. Чернов Д.К. Наука о металлах /под ред. Н.Т. Гудзова — М.: Metallurgizdat, 1950. –320 с.

ВАРІАНТИ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ
МОДУЛЬ 1 „КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ”

Контрольна робота № 1

1. Методи дослідження будови металів.
2. Структура та властивості цементиту.

Контрольна робота № 2

1. Механічні властивості металів.
2. Підшипникові сплави та матеріали.

Контрольна робота № 3

1. Методи дослідження металів та сплавів.
2. Характеристика дюралюмініїв, приклади їх застосування.

Контрольна робота № 4

1. Види зв'язків в твердих тілах.
2. Сірі технічні чавуни, структура, сфери застосування.

Контрольна робота № 5

1. Хімічні властивості металів та сплавів.
2. Засоби отримання двохкомпонентних сплавів.

Контрольна робота № 6

1. Методи визначення твердості металів та сплавів.
2. Структура та властивості аустеніту.

Контрольна робота № 7

1. Кристалізація металів.
2. Композиційні матеріали, їх властивості та сфери застосування.

Контрольна робота № 8

1. Дефекти кристалічної структури.
2. Сплави на основі магнію, їх властивості.

Контрольна робота № 9

1. Поліморфізм металів.
2. Структура та властивості фериту.

Контрольна робота № 10

1. Фізичні властивості металів.
2. Склад структура та властивості бронз.

Контрольна робота № 11

1. Мікроструктурний аналіз дослідження металів та сплавів.
2. Сплави кольорових металів та сплавів.

Контрольна робота № 12

1. Типи кристалічних решіток, їх основні параметри.
2. Властивості пластмас.

Контрольна робота № 13

1. Діаграма стану I-го типу.
2. Низьколеговані будівельні сталі, властивості та маркування.

Контрольна робота № 14

1. Поняття діаграми стану. Компонент, фаза, система.
2. Вплив домішок на властивості залізовуглецевих сплавів.

Контрольна робота № 15

1. Діаграма стану II-го типу.
2. Види, властивості та застосування азбестових матеріалів.

Контрольна робота № 16

1. Класифікація сталей за вмістом вуглецю та призначенням.
2. Засоби отримання двокомпонентних сплавів.

Контрольна робота № 17

1. Основні види матеріалів, що застосовуються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці.
2. Класифікація та маркування легованих сталей.

Контрольна робота № 18

1. Термічні криві та криві охолодження при кристалізації чистих металів.
2. Види та властивості лакофарбувальних матеріалів.

Контрольна робота № 19

1. Діаграма стану III-го типу.
2. Склад, структура та властивості латуней.

Контрольна робота № 20

1. Корозія металів.
2. Гумові матеріали, властивості та сфери застосування.

Контрольна робота № 21

1. Діаграма стану IV-го типу.
2. Алюміній, властивості та сфери застосування.

Контрольна робота № 22

1. Поліморфізм металів.
2. Термопластичні пластмаси, властивості та сфери застосування.

Контрольна робота № 23

1. Анізотропія та ізотропія металів.
2. Сплави на основу магнію, властивості та сфери застосування.

Контрольна робота № 24

1. Властивості матеріалів, що визначають довговічність виробу та засоби їхнього визначення.
2. Структура та властивості ледебуриту.

Контрольна робота № 25

1. Інструментальна металокераміка, її властивості та сфери застосування.
2. Рентгеноструктурний аналіз дослідження металів.

Контрольна робота № 26

1. Термореактивні пластмаси, їх властивості та сфери застосування.
2. Технологічні властивості матеріалів.

Контрольна робота № 27

1. Класифікація та маркування чавунів.
2. Кристалізація металів.

Контрольна робота № 28

1. Деревина, її властивості та сфери застосування.
2. Методи випробувань механічних властивостей металів.

Контрольна робота № 29

1. Ливарні алюмінієві сплави.
2. Діаграма стану залізо-цементит. Визначення структури сплавів при різних температурах.

Контрольна робота № 30

1. Композиційні матеріали, їх властивості та сфери застосування.
2. Види сплавів та методи їх отримання.

Контрольна робота № 31

1. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталей.
2. Антифрикційні матеріали.

Контрольна робота № 32

1. Інструментальні сталі, класифікація та маркування.
2. Макроструктурний аналіз дослідження матеріалів.

Контрольна робота № 33

1. Сталі та сплави з особливими властивостями.
2. Антифрикційні чавуни.

Контрольна робота № 34

1. Силуміни, їх властивості та сфери застосування.
2. Дефектоскопія металів та сплавів.

Контрольна робота № 35

1. Конструкційні сталі.
2. Кристалічна будова металів.

Контрольна робота № 36

1. Маркування та сфери застосування конструкційних вуглецевих сталей звичайної якості груп А, Б та В.
2. Структура та властивості білого чавуна.

МОДУЛЬ 2 „ТЕРМІЧНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ”

Контрольна робота № 1

1. Суть термічної обробки сталі. Фазові перетворення сталі при нагріві.
2. Автоматичне зварювання матеріалів.

Контрольна робота № 2

1. Перетворення переохолодженого аустеніту. Діаграма ізотермічного розпаду аустеніту.
2. Обробка деталей на токарних верстатах.

Контрольна робота № 3

1. Механічні властивості та особливості перлітного, мартенситного та проміжного перетворення.
2. Пайка металів та сплавів.

Контрольна робота № 4

1. Мартенсит, його структура та властивості.
2. Обробка металів різанням. Режими різання.

Контрольна робота № 5

1. Перетворення аустеніту при безупинному охолодженні.
2. Зношувальна стійкість ріжучого інструменту.

Контрольна робота № 6

1. Критична швидкість охолодження та чинники, які впливають на неї.
2. Металоріжучі верстати, класифікація та їх механізми.

Контрольна робота № 7

1. Класифікація видів термічної обробки металів.
2. Обробка деталей на шліфувальних верстатах.

Контрольна робота № 8

1. Відпал, вибір температури нагріву, одержувана структура та властивості.
2. Типи фрезерних верстатів. Види фрез.

Контрольна робота № 9

1. Нормалізація сталі.
2. Металеві порошки та засоби виробництва виробів з них.

Контрольна робота № 10

1. Загартування сталі. Дефекти загартування та засоби їх усунення.
2. Типи шліфувальних верстатів та технологія обробки шліфуванням.

Контрольна робота № 11

1. Види та призначення відпустки.
2. Типи зуборізних верстатів. Основні вузли та рухи.

Контрольна робота № 12

1. Особливості термічної обробки легованої сталі та чавунів.
2. Види стружки та сили різання.

Контрольна робота № 13

1. Поверхнєве загартування, його переваги та недоліки.
2. Приводи та передачі, що застосовуються у металоріжучих верстатах.

Контрольна робота № 14

1. Цементация сталей.
2. Обробка деталей на стругальних верстатах.

Контрольна робота № 15

1. Азотування сталей.
2. Технологія обробки деталей на протяжних верстатах.

Контрольна робота № 16

1. Дифузійна металізація.
2. Зношування та правка шліфувальних кругів.

Контрольна робота № 17

1. Засоби виготовлення ливарних деталей та їхня класифікація.
2. Обробка деталей на довбальних верстатах.

Контрольна робота № 18

1. Особливості виготовлення деталей з кольорових металів.
2. Технологія обробки шліфуванням.

Контрольна робота № 19

1. Виготовлення відливок у піщаних та оболонкових формах.
2. Технологія обробки на рас точних верстатах.

Контрольна робота № 20

1. Класифікація засобів обробки металів тиском.
2. Виготовлення відливок у кокіль та по моделях, що виплавляються.

Контрольна робота № 21

1. Зварювання вуглецевих, легованих сталей та чавунів.
2. Засоби виправлення ливарних дефектів.

Контрольна робота № 22

1. Безупинне виготовлення відливок.
2. Контактне зварювання.

Контрольна робота № 23

1. Термітне зварювання.
2. Холодне штампування.

Контрольна робота № 24

1. Зварювання тиском.
2. Суть процесів прокатки та прокатні стани.

Контрольна робота № 25

1. Зварювання тертям.
2. Особливості пресування.

Контрольна робота № 26

1. Основні операції та технологічний процес кування.
2. Дугове зварювання.

Контрольна робота № 27

1. Виготовлення деталей з чавунів.
2. Відцентрове виготовлення відливок.

Контрольна робота № 28

1. Ультразвукове зварювання.
2. Процеси та види об'ємної штамповки.

Контрольна робота № 29

1. Особливості зварювання кольорових металів та сплавів.
2. Штампування на молотах та пресах.

Контрольна робота № 30

1. Методи обробки пластмас.
2. Зварювання у атмосфері захисних газів.

Контрольна робота № 31

1. Засоби виробництва металокерамічних деталей.
2. Контроль якості зварних швів.

Контрольна робота № 32

1. Різання металів та сплавів.
2. Технологія виготовлення виробів з пластмас.

Контрольна робота № 33

1. Переробка пластмас у в'язкорідкому стані.
2. Лазерне та газове зварювання.

Контрольна робота № 34

1. Обробка деталей на шліфувальних верстатах.
2. Обробка пластмас у твердому стані.

Контрольна робота № 35

1. Зварювання та склеювання пластмас.
2. Виготовлення гумових сумішей.

Контрольна робота № 36

1. Класифікація металоріжучих верстатів.
2. Технологія обробки гумових виробів.

ВАРІАНТИ ПІДСУМКОВОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота № 1

1. Види та параметри кристалічних решіток.
2. Вихідні матеріали для резинових виробів.
3. Обробка металів тиском.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 0,2\text{ }\%$.

Контрольна робота № 2

1. Алотропія металів. Поліморфні матеріали.
2. Резина та резинові вироби, їх властивості.
3. Термітне зварювання матеріалів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 0,4\%$.

Контрольна робота № 3

1. Дефекти кристалічних решіток.
2. Фізичні властивості пластмас.
3. Засоби виготовлення ливарних деталей.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 0,6\%$.

Контрольна робота № 4

1. Відпал сталі. Структурні перетворення сплавів Fe - C.
2. Абразивні матеріали та їх властивості.
3. Обробка металів різанням.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 0,8\text{ }\%$.

Контрольна робота № 5

1. Макроаналіз матеріалів.
2. Пластичні маси та їх властивості.
3. Технологія обробки деталей на токарних верстатах.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C=1,0\%$.

Контрольна робота № 6

1. Класифікація пластмас, їх властивості.
2. Нормалізація сталі. Структурні перетворення в Fe - C.
3. Обробка деталей на фрезерних верстатах.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C=1,2\%$.

Контрольна робота № 7

1. Мікроаналіз матеріалів.
2. Загартування сталі. Структурні перетворення в Fe - C.
3. Пайка металів та сплавів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C=1,4\%$.

Контрольна робота № 8

1. Методи дослідження параметрів металів та сплавів.
2. Відпуск сталі. Структурні перетворення в Fe - C.
3. Технологічні процеси отримання виробів з пластмас.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C=1,6\%$.

Контрольна робота № 9

1. Методи механічних випробувань сплавів.
2. Цементация сталі.
3. Плазмове різання, зварювання та наплавлення металів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 1,8\%$.

Контрольна робота № 10

1. Фізичні властивості металів.
2. Азотування сталі.
3. Обробка деталей на свердлувальних та расточних верстатах.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,0\%$.

Контрольна робота № 11

1. Хімічні властивості металів.
2. Термічна обробка сталі.
3. Дугове та електрошлакове зварювання.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,2\%$.

Контрольна робота № 12

1. Технологічні властивості металів.
2. Хіміко-термічна обробка сталі.
3. Обробка металів тиском.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,4\%$.

Контрольна робота № 13

1. Основні властивості металів.
2. Ціанування сталі.
3. Обробка абразивними матеріалами.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні
 $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,6\%$.

Контрольна робота № 14

1. Кристалізація металів.
2. Поверхнєве загартування сталі.
3. Обробка деталей на шліфувальних верстатах.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні
 $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,8\%$.

Контрольна робота № 15

1. Види корозії металів.
2. Гумові матеріали та їх властивості.
3. Технологічний процес кування металів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні
 $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 3,0\%$.

Контрольна робота № 16

1. Методи захисту металів від корозії.
2. Випробування сплавів на твердість.
3. Механічна обробка пластмас.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні
 $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 3,2\%$.

Контрольна робота № 17

1. Методи фізико-хімічного аналізу металів.
2. Види сплавів та методи їх отримання.
3. Ультразвукові методи обробки матеріалів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 3,4\%$.

Контрольна робота № 18

1. Методи отримання сплавів.
2. Вуглецева сталь.
3. Режими різання. Види стружки.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 3,6\%$.

Контрольна робота № 19

1. Вплив домішок на властивості вуглецевої сталі.
2. Сплави на основі Cu та їх властивості.
3. Металеві порошки та засоби виробництва виробів з них.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 3,8\%$.

Контрольна робота № 20

1. Класифікація та маркування вуглецевих сталей.
2. Сплави на основі Al та їх властивості.
3. Методи виготовлення та обробки деталей з пластмас.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,0\%$.

Контрольна робота № 21

1. Види чавуна.
2. Бабіти та їх властивості.
3. Виготовлення відливок у піщані та оболонкові форми.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,2\%$.

Контрольна робота № 22

1. Конструкційна сталь.
2. Низькотемпературні припої та їх властивості.
3. Контактне та холодне зварювання металів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,4\%$.

Контрольна робота № 23

1. Класифікація та маркування легованих сталей.
2. Високотемпературні припої та їх властивості.
3. Дефекти ливарного виробництва. Методи дефектоскопії відливок.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,6\%$.

Контрольна робота № 24

1. Інструментальна легована сталь.
2. Діаграма стану сплавів першого типу.
3. Штампування матеріалів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,8\%$.

Контрольна робота № 25

1. Тверді сплави та їх властивості.
2. Сплави кольорових металів та їх властивості.
3. Термічна обробка легованих сталей.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,0\%$.

Контрольна робота № 26

1. Діаграма стану сплавів другого типу.
2. Бронзи та їх властивості.
3. Холодне та гаряче зварювання чавунів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,2\%$.

Контрольна робота № 27

1. Ливарні алюмінієві сплави.
2. Структура та умови отримання сорбіту.
3. Інструментальна металокераміка. Класифікація, сфери застосування.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,4\%$.

Контрольна робота № 28

1. Алюмінієві сплави, що оброблюються тиском.
2. Структура та умови отримання трооститу.
3. Виготовлення відливок під тиском.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,6\%$.

Контрольна робота № 29

1. Підшипникові сплави й матеріали.
2. Структура та умови отримання мартенситу.
3. Технологічний процес пресування матеріалів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,8\%$.

Контрольна робота № 30

1. Азбестові матеріали та їх властивості.
2. Структура та умови отримання перліту.
3. Засоби виправлення ливарних дефектів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 6,0\%$.

Контрольна робота № 31

1. Структура та властивості сталі.
2. Термопластичні пластмаси та їх властивості.
3. Зварювання у атмосфері захисних газів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 6,2\%$.

Контрольна робота № 32

1. Структура та властивості чавуна.
2. Термореактивні пластмаси та їх властивості.
3. Виготовлення відливок у кокіль.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 6,4\%$.

Контрольна робота № 33

1. Основи теорії корозії металів.
2. Антифрикційні метали та їх властивості.
3. Класифікація засобів обробки металів тиском.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 6,6\%$.

Контрольна робота № 34

1. Електрофізичні методи обробки матеріалів.
2. Структура та властивості фериту.
3. Електрична обробка металів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 4,3\%$.

Контрольна робота № 35

1. Електроерозійний метод обробки матеріалів.
2. Структура та властивості аустеніту.
3. Зварювання кольорових металів та їх сплавів.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 2,1$

Контрольна робота № 36

1. Деревина та технологічні особливості її обробки.
2. Структура та умови отримання мартенситу.
3. Технологія обробки пластмас у твердому стані.
4. Температурні змінювання в структурі Fe - C в діапазоні $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $C = 5,8\%$.

ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ПІДСУМКОВИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

1. Вивчення курсу завершується виконанням підсумкової контрольної роботи, яка передбачена навчальним планом і складається із чотирьох питань, що охоплюють основні розділи навчальної програми. Варіанти контрольних робіт визначаються та видаються викладачем.
2. Робота подається написаною на аркушах формату А4 (210x297), або у шкільному зошиті. Креслення виконуються олівцем або ручкою з пастою (чорнилами) синього або чорного кольорів. Такий колір повинен мати і рукописний текст. На кожній сторінці роботи треба залишати поля для зауважень рецензента не менше 3 см.
3. При виконанні роботи спочатку слід переписати номер контрольної роботи та питання, що входять до неї. Потім у тій же послідовності дати відповіді на кожне із запитань, вказуючи перед цим його назву.
4. Відповіді на поставлені в роботі запитання повинні бути повними та конкретними. Не рекомендується просто переписувати матеріал з підручників та навчальних посібників. Бажано формулювати відповіді своїми словами та висловлювати свої думки з приводу тих чи інших питань, спираючись на рівень знань, що був отриманий під час опрацювання матеріалу курсу.
5. Для відповіді на третє запитання кожної контрольної роботи необхідно побудувати діаграму стану "залізо - вуглець" (Fe-C) та описати за нею структурні перетворення, що відбуваються при охолодженні сталі із зазначеним у варіанті вмістом вуглецю.
6. Список використаної літератури та посилання на нього оформлюються згідно до діючої нормативної бази.
7. Загальний об'єм контрольної роботи повинен складати не менше ніж 10-12 аркушів рукописного, або 8-10 аркушів друкованого тексту.
8. Зразок титульної сторінки та приклад виконання контрольної роботи наведено далі.

Міністерство України
з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту
населення від наслідків чорнобильської катастрофи

Університет цивільного захисту України

Кафедра прикладної механіки

Контрольна робота

з дисципліни

Матеріалознавство та технологія матеріалів

Виконав:

_____ групи _____,

залікова книжка № _____

Перевірив:

ХАРКІВ - 200__

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №**

Завдання до контрольної роботи:

1. Основні властивості металів.
2. Антифрикційні матеріали.
3. Виробництво деталей із пластмасових матеріалів
4. Температурні змінювання в структурі Fe-C
в діапазоні $T=1600 - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 0,2... 6,67 \%$.

1. Основні властивості металів

Властивості металів можна поділити на технологічні, хімічні, експлуатаційні та інші.

Технологічні властивості характеризують здатність металу піддаватись обробці у холодному і гарячому стані, їх визначають при технологічних випробуваннях, оцінюючи придатність металу до того чи іншого способу обробки.

Після технологічних випробувань зразок оглядають. При відсутності тріщин, надривів, розшарування, злому визнається, що він витримав випробування.

До найважливіших технологічних властивостей відносять: обробку різанням, зварюваність, ковкість, ливарні властивості тощо.

Обробка різанням — одна з найважливіших технологічних властивостей, бо переважна більшість деталей вузлів і конструкцій піддається механічній обробці. Одні метали обробляються добре, інші, що мають високу твердість, — слабо. Дуже в'язкі метали з низькою твердістю також погано обробляються. Покращити обробку сталі можна термічною обробкою, знижуючи або підвищуючи її твердість.

Зварюваність — здатність металів утворювати зварну сполуку, властивості якої близькі до властивостей основного металу, її визначають випробуванням звареного зразка на вигин або розтягнення.

Ковкість — здатність металу оброблюватись тиском у холодному чи гарячому стані без ознак руйнування. Ковкість визначають ковальськими випробуваннями на осадку до заданого ступеня деформації. Якщо на боковій поверхні не утворюється тріщина, метал придатний для обробки тиском.

Ливарні властивості — здатність металів утворювати відливки без тріщин, раковин, інших дефектів. Основні ливарні властивості — рідкотекучість, усадка, ліквіація.

Рідкотекучість — здатність розплавленого металу добре заповнювати порожнину ливарної форми.

Усадка — зменшення об'єму металу при кристалізації. Усадка — причина утворення усадочних раковин і усадочної пористості в злитках і відливках.

Ліквіація — неоднорідність хімічного складу сплавів, яка виникає при кристалізації і обумовлена тим, що сплави кристалізуються не при одній конкретній температурі, а в інтервалі температур. Чим ширший температурний інтервал кристалізації, тим сильніше розвивається ліквіація. Найбільш сильно ліквіуючими домішками є S, O₂, P, C, бо вони найсильніше впливають на ширину температурного інтервалу кристалізації.

До *хімічних властивостей* відноситься хімічна стійкість проти дії зовнішнього середовища /кислот, лугів, прісної та морської води, вологого повітря, газів, високої температури тощо /.

Не всі метали однаково стійкі проти корозії. Так, свинець дуже стійкий проти дії деяких кислот і лугів, а залізо і мідь такими властивостями не володіють. Золото і платина мають високу хімічну стійкість у воді, а залізо, мідь, магній у воді руйнуються.

Для досягнення високої хімічної стійкості металічних деталей різних машин виробляють спеціальні нержавіючі кислотостійкі сталі, а також виконують різні захисні покриття.

Експлуатаційні /спеціальні/ властивості. Ці властивості визначають залежно від умов роботи спеціальними випробуваннями. Однією з найважливіших експлуатаційних властивостей є зносостійкість.

Зносостійкість - властивість металу чинити опір зносу, тобто поступовому зменшенню розмірів і зміні форми тіла внаслідок руйнування поверхневого шару виробу при терті.

Випробування металів на знос проводять у лабораторних і експлуатаційних умовах шляхом вимірювання розмірів, зважування зразків та іншими методами.

До експлуатаційних властивостей належать також холодостійкість, жароміцність, антифрикційність, поведінка металів при підвищених і знижених температурах і тиску. Крім того, це властивості, яких метали і сплави звичайно не мають, але набувають їх введенням спеціальних домішок при виплавці. Наприклад, сплави з високим активним опором, немагнітні сплави, сплави зі спеціальними магнітними властивостями, сталі з постійним коефіцієнтом розширення, тощо.

2. Антифрикційні матеріали

Ці матеріали застосовують для деталей машин /підшипників, втулок тощо/, які працюють за умов тертя і мають при цьому низький його коефіцієнт. Вони не схильні до адгезії, мають добру прироблюваність, високі теплопровідність, теплоємність, стабільність властивостей.

Антифрикційність залежить від фізичних і хімічних властивостей матеріалу. Антифрикційні матеріали здатні утворювати міцні граничні шари, що зменшують тертя, легко деформуватися або зношуватися /властивість прироблюваності/.

Поверхня антифрикційних деталей повинна мати такий ступінь обробки, при якому в заглибленнях або в порах утримується мастило, тверді абразивні частинки, що опиняються на поверхні тертя. Це запобігає зношенню сполучених деталей.

При сухому терті в антифрикційних матеріалах є компоненти, які самі мають мастильну дію і своєю присутністю на поверхні частинок забезпечують низькі показники такого тертя /наприклад, графіт, MoS_2 /дисульфід молібдену/ тощо/.

При терті по сталі найменш схильними до схоплювання /адгезії/ є Ag, Sn, Pb, Cu, Cd, Sb, Bi та сплави на їх основі.

У техніці найпоширенішими як антифрикційні є підшипникові матеріали, які застосовуються для виготовлення підшипників ковзання. Крім антифрикційних властивостей вони повинні мати необхідну міцність, опір корозії в середовищі мастила, технологічність, економічність.

Поширення набули підшипники, у яких основа складається з міцного конструкційного матеріалу /наприклад, сталі/, а поверхня тертя — з шару антифрикційного матеріалу /наприклад, бабіту/. Антифрикційні матеріали наносяться методом лиття на заготовку підшипника або на стальну стрічку, що безперервно рухається. З біметалічної стрічки підшипники виготовляють штампуванням.

Підшипникові матеріали розділяють на металічні і неметалічні. До металічних належать сплави на основі Sn, Pb, Cu, Zn, Al, а також деякі чавуни; до неметалічних — деякі види пластмас, матеріали на основі деревини, графіто-вугільні матеріали, гума. Деякі підшипникові матеріали є поєднанням металів і пластмас.

Найширшого застосування дістали сплави на основі олова і свинцю /бабіти/, сплави на основі цинку і алюмінію, а також мідно-свинцеві сплави.

Олов'яні і свинцеві бабіти /ГОСТ 1320 - 74/ використовують у підшипниках турбін суднових дизелів, турбонасосів, турбокомпресорів та інших високо навантажених машин.

Бабіти Б88 / 7,3 ... 7,8 % Sb; 2,5 ... 3,5% Cu; 0,8 ... 1,2 % Cd; 0,15 ... 0,25 % Ni / і Б83 / 10... 12 % Sb; 5,5 ... 6,5 % Cu / — це багатоконпонентні сплави на основі Sn і Sb.

М'якою основою сплавів є α -твердий розчин сурми в олові, а тверді кристали β -фази — твердий розчин на основі хімічної сполуки SnSb.

Сплави на основі олова і сурми здатні до значної ліквідації, для попередження якої до складу бабітів вводять мідь. Остання утворює сполуку Cu_3Sn , яка перешкоджає ліквідації кристалів SnSb.

Свинцеві бабіти застосовують для менш навантажених підшипників. Структура сплавів Б16 / 15 ... 17 % Sb; 1,5 ... 2,0 % Cu; 15 ... 17 % Sn /, БН / 13 ... 15 % Sb; 1,5 ... 2,0 % Cu; 0,1 ... 0,7 % Cd(1; 9 ... 11 % Sn /, БС6 / 5,5 ... 6,5% Sb; 0,1 ... 0,3 % Cu; 5,5 ... 6,5 % Sn / складається з α -твердого розчину Sn, Sn і Cu в Pb / м'яка складова / і твердих частинок β - фази — SnSb, Cu_3Sn і Cu_2Sb .

Добавки Ni, Cd, As підвищують антифрикційні і механічні властивості бабітів; Ni зміцнює α - розчин, Cd і As утворюють сполуку AsCd - зародки для кристалізації β - фази — сполуки SnSb.

Структура сплаву БС складається з твердого розчину Sb в Pb, β -фази /твердого розчину Pb в Sb/ і сполуки Cu_2Sb .

Поширення набули кальцієві бабіти /підшипники вагонів, колінчастих валів тепловозних дизелів, тощо/.

Сплави БК належать до системи Pa - Ca - Ta. Структура сплавів складається з м'якої α - фази / твердого розчину Na і Ca в Pb / і твердої — кристалів Pb_3Ca . Натрій та інші легуючі компоненти підвищують твердість α - розчину.

Оскільки бабіти мають невелику міцність / $\sigma_B = 60 \dots 120$ МПа, HB 20 ... 30/, їх застосовують у вигляді шару, залитого на міцний стальний або чавунний корпус.

Для міцного зчеплення здійснюють спеціальну очистку сталі. Підшипники автомобілів виготовляють штампуванням з біметалічної стрічки сталь-бабіт.

Підвищені антифрикційні властивості мають триметалічні підшипники, які складаються з сталюї основи, проміжного пористого мідно-нікелевого або металокерамічного шару і свинцевого сплаву.

3. Виробництво деталей із пластмасових матеріалів

Виробництво деталей із пластмасових матеріалів характеризується високою технологічністю і може бути здійснено різними методами. Вибір методу визначається властивостями пластмаси, конструкцією деталей і вимогами до їхнього зовнішнього вигляду. Широке застосування знаходять наступні методи:

- формоутворення деталей у прес-формах під дією температури і тиску – пряме пресування;
- формоутворення деталей у прес-формах під дією температури і тиску, але з застосуванням камери для попереднього розігріву матеріалу;
- лиття під тиском на спеціальних машинах.

Зазначені методи забезпечують остаточне формоутворення і розміроутворення деталей без наступної механічної обробки, гарний зовнішній вигляд деталей і високу точність розмірів. Їхнє застосування рентабельне за умови масового виробництва деталей із пластмас.

Формоутворення і розміроутворення деталей з пластмас проводиться шляхом різних видів механічної обробки пластмасових плит, листів, стержнів, труб, холодним штампуванням-вирубкою листового і стрічкового матеріалу.

Крім перерахованих, застосовують метод пресування, який дозволяє одержувати пластмасові деталі з замкнутими внутрішніми порожнинами складної конфігурації. При цьому методі в прес-формах у потрібному

положенні фіксують елементи, функціонально аналогічні стержням ливарних форм, що виконані з легкоплавкого (250–300 °С) або з водорозчинного матеріалу. Ці елементи формують майбутні внутрішні порожнини деталей. Після витягу з прес-форми остиглої деталі елемент видаляють з неї залежно від того, з якого матеріалу він виконаний, або шляхом плавлення (нагрівши струмами високої частоти), або шляхом розчинення водою. Склад матеріалу виплавленого елемента і режим його нагрівання при плавленні підбирають таким чином, щоб при видаленні останнього не пошкодити деталь.

При конструюванні пластмасових деталей, які зазнають відповідного навантаження, широко застосовується їхнє армування у вигляді суцільних металевих каркасів, наприклад, керма автомобіля або у вигляді окремих металевих елементів, наприклад, гнізд із різьбою, втулок, шпильок, стержнів, скоб.

Пластмасові деталі можуть бути виготовлені з елементів, що з'єднуються склеюванням або зварюванням. Можливе нанесення тонкого шару пластмас на відповідні поверхні металевих деталей і навпаки – металу на поверхні пластмасових деталей.

Технологічність елементів пластмасових деталей, виготовлених шляхом механічної обробки із сортаменту, визначається тими ж вимогами, що і для деталей, виконуваних з металу. Що ж стосується пластмасових деталей, формоутворення і розміроутворення, які здійснюються в прес-формах, то вимоги до технологічності та до їх конструкції, в основному аналогічні вимогам, установленим для деталей з кольорових металів і їхніх сплавів, одержуваних литтям під тиском.

За рахунок ускладнення конструкції прес-форм можна одержувати деталі з пластмас досить складної конфігурації. Однак при конструюванні зазначених деталей необхідно прагнути до максимальної простоти їхньої конструкції, що обумовлює застосування найбільш простих і дешевих прес-

форм і забезпечує високу продуктивність процесу пресування. Для цього в першу чергу деталі не повинні мати виступаючих елементів, що перешкоджають їх відділенню від матриць у напрямку руху пуансона. У протилежному випадку виникає необхідність у збільшенні числа розніманих матриць, застосуванні складних матриць, введенні вертикального розйому і бічних знімних частин. Це не тільки ускладнює конструкцію прес-форм, підвищує вартість їхнього виготовлення і подовжує виробничий цикл, але і погіршує зовнішній вигляд виготовлених деталей, тому що в кожній площині розйому неминуче утвориться витік пластику, після зняття якого механічною обробкою залишаються помітні сліди.

Деталі з пластмас по можливості повинні мати найбільше обтічну конструкцію з плавними переходами між елементами і закругленими ребрами і кутами. Це підвищує їхню міцність, полегшує перетікання розм'якшеної пластмаси в порожнину прес-форми і спрощує технологію виготовлення останніх. Для підвищення міцності деталей рекомендується передбачати деяке збільшення товщини стінок у місцях заокруглення кутів.

Бажано, щоб товщина всіх стінок деталі була однаковою і мінімальною, тому що при цій умові деталі менше зазнають розтріскування і короблення.

Рекомендуються наступні значення товщини стінок:

- 0,7– 6,5 мм – для деталей із прес-порошком на основі фенольних смол; 0,9– 3,5 мм – для деталей, пресуємих з амінопластів;
- 2–3 мм – для деталей, що відливаються під тиском з термопластів.

Час витримки деталі в прес-формі визначається в залежності від величини перетину її елемента, що має найбільшу товщину. Тому будь-яке місцеве стовщення приводить до подовження виробничого циклу.

Якщо з конструктивних розумінь необхідно, щоб деталь мала стінки й елементи різної товщини, то перехід між ними треба робити більш плавним. Для підвищення міцності і жорсткості деталей варто застосовувати ребра, а

не збільшувати товщину їхніх стінок. Ребра, крім того, перешкоджають коробленню деталей, внаслідок усадки матеріалу. Для попередження короблення торцеві поверхні деталей виконують сферичними, а не плоскими.

При конструюванні пластмасових деталей необхідно передбачати технологічний ухил відповідних поверхонь (аналогічно литим і штампованим деталям), якщо вони не мають конструктивного ухилу. Ухили необхідні для полегшення відділення деталі від прес-форми і повинні бути на зовнішніх і внутрішніх поверхнях, розташованих по напрямку руху пуансона. Орієнтуються ухили відносно горизонтальної площини розйому форми. Рекомендується величина ухилу - 1:100.

Зовнішня поверхня ручок, гайок, ковпачків з різьбою і подібними деталями при виготовленні механічною обробкою повинна бути зручною для обертання (накатка), а при виконанні в прес-формах на поверхні робляться відповідні виступи. Для можливості розділення деталей і прес-форм виступи повинні бути розташовані тільки в напрямку осі деталі (у напрямку руху пуансона). Для спрощення виготовлення матриці і додання деталі красивого зовнішнього вигляду виступи не повинні бути занадто дрібними і не повинні розташовуватися дуже близько один від одного. Форма виступів, що рекомендується, показана на рисунку 1, а.

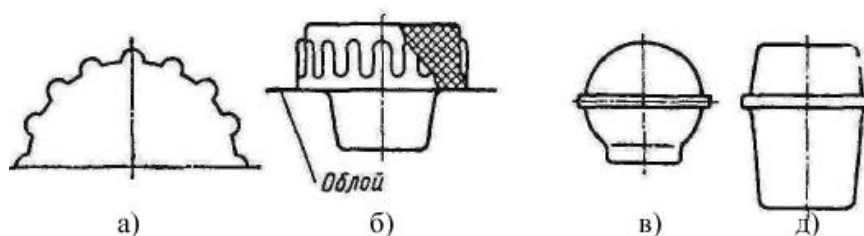


Рис. 1 – Форми пластикових ручок

Для полегшення зачищення і забезпечення гарного зовнішнього

вигляду деталі облой не повинен утворюватися на поверхні розташування виступів. Тому деталі часто конструюють так, щоб виступи упиралися в спеціальний пасок, передбачений для зняття облою (рис. 1, б та в).

Зняття облою здійснюється найбільше просто, не відбиваючись на зовнішньому вигляді деталі, якщо він утвориться на якому-небудь з її країв. З урахуванням цього положення і призначаються поверхні розйому пресформ при їхньому конструюванні. Однак для деталей, типу показаних на рис. 1, в, д, поверхня розйому повинна збігатися з площиною їхнього найбільшого перетину, у якій передбачається пасок, що дає можливість зняти облий без ушкодження основної поверхні деталі.

Шляхом пресування у пластмасових деталях можна одержувати наскрізні і гладкі отвори різної форми. Для полегшення виготовлення пуансонів варто передбачати найбільш просту форму отворів (наприклад, круглу).

4. Температурні змінювання в структурі Fe - C **в діапазоні $T = 1600 - 20^{\circ}\text{C}$ при $C = 0.2 - 6.67\%$**

Технічно чисте залізо містить 99,8 ... 99,9% Fe і 0,1 ... 0,2% домішок. Проте можна одержати залізо високого ступеня чистоти (99,99% Fe).

Діаграма охолодження чистого заліза представлена в літературі. Температура плавлення чистого заліза 1539°C . При температурах поліморфних перетворень заліза на діаграмі охолодження спостерігаються зупинки - горизонтальні ділянки. Так, при $T_{\text{пл}}$ на діаграмі охолодження спостерігається горизонтальна ділянка, що характеризує процес кристалізації рідкого заліза. Утворюється високотемпературна α - модифікація заліза $\text{Fe}_{\alpha}/\text{Fe}_{\delta}$, стійка в інтервалі температур $1401 \dots 1539^{\circ}\text{C}$. За температури 1401°C /горизонтальна ділянка на кривій охолодження/ відбувається алотропічне перетворення Fe_{α} в Fe_{γ} - модифікацію, стійку в інтервалі температур $910 \dots 1401^{\circ}\text{C}$. За температури 910°C /горизонтальна

ділянка на діаграмі охолодження/ відбувається поліморфне перетворення Fe_γ на низькотемпературну модифікацію α - заліза: Fe_γ в Fe_α . Тип кристалічної решітки Fe_α - кубічна об'ємноцентрована, Fe_γ - кубічна гранецентрована.

При температурі 768 °С на кривій охолодження спостерігається ще одна зупинка /горизонтальна ділянка/, пов'язана зі зміною магнітних властивостей заліза. Вище 768 °С залізо немагнітне /іноді його позначають Fe_β /, а нижче — феромагнітне. При цьому переході змінюються властивості металу /густина, об'єм/. Наприклад, при переході $Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$ густина заліза зменшується на 3%, а питомий об'єм — відповідно збільшується.

З вуглецем Fe_α утворює твердий розчин укорінення, який називають феритом. Ферит має низьку твердість і міцність та високу пластичність. Тому технічно чисте залізо, яке складається з зерен фериту, добре піддається холодній деформації /штампування, прокатка, протягування/. Чим більше фериту в залізівуглецевих сплавах, тим вони більш пластичні. Fe_α розчиняє вуглець в незначних кількостях /до 0,02% при 727°C/, Fe_γ — у значно більших кількостях /до 2,14 % при 1147°C/. Твердий розчин укорінення вуглецю в Fe_γ називають аустенітом, який у простих залізівуглецевих сплавах може існувати лише при високих температурах. Аустеніт пластичний, добре піддається гарячій деформації /добре кується, штампується, прокатується/.

Залізо з вуглецем утворює також хімічну сполуку Fe_3C — карбід заліза, який називають цементитом. Цементит містить 6,67 % С, має високу твердість, проте зовсім непластичний /крихкий/. Цементит немагнітний при температурах понад 217°C. Цементит нестійкий і за певних умов розпадається на вільний вуглець /у вигляді графіту/ і Fe.

Діаграма стану системи Fe – Fe₃C зображена на рисунку 2.

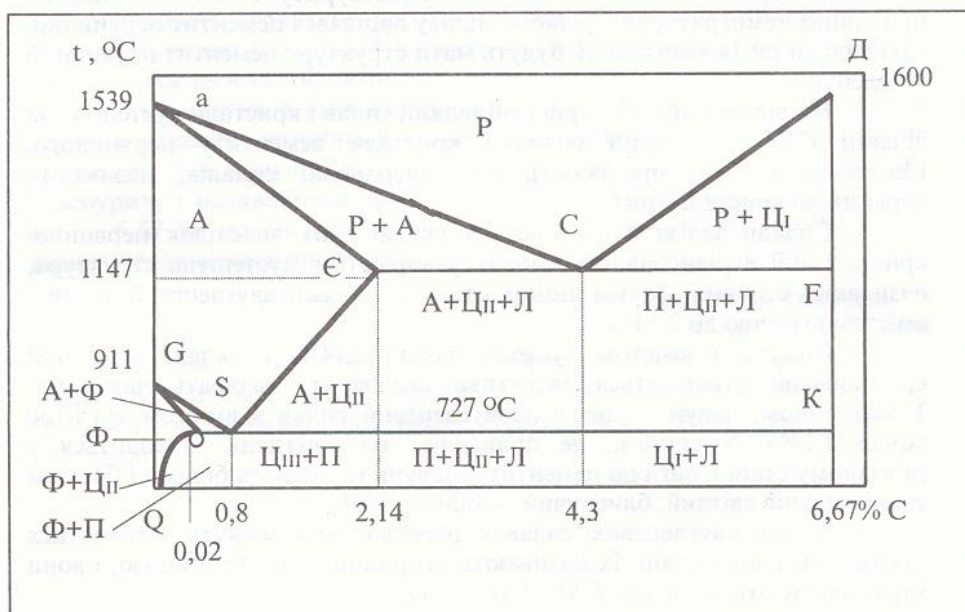


Рис. 2. Діаграма стану Fe – Fe₃C: P - рідкий сплав; A -ауспеніт; Ф - ферит; П - перліт; Ц - цементит; Л - ледебурит.

В застосовуваних на практиці сплавах Fe з вуглецем вміст вуглецю не перевищує 5%. Тому розглядають лише лівий кут діаграми стану Fe - C /до 6,67% C/. Таку діаграму звичайно називають діаграмою стану залізо - цементит / Fe – Fe₃C/. Вище наведена діаграма стану Fe – Fe₃C у спрощеному вигляді.

Точка *a* - температура плавлення чистого заліза, точка *Д* температура плавлення цементиту / ~ 1600 °C/.

Лінія *aCD* - лінія ліквідус, яка характеризує температуру початку тверднення сталей і білих чавунів. При температурах вище лінії *aCD* - рідкий сплав.

Лінія *aECF* — лінія солідус, яка показує температури кінця тверднення. По лінії *aC* з рідкого сплаву кристалізується ауспеніт, а по лінії *CD* - цементит первинний. У точці *C* /при температурі 1147 °C і 4,3% C/ з

рідкого сплаву одночасно кристалізується аустеніт і цементит первинний, утворюючи евтектику, яку називають ледебуритом. По лінії $a\epsilon$ сплави з вмістом вуглецю до 2,14% остаточно тверднуть з утворенням структури аустеніту. На лінії $\epsilon\epsilon$ сплави з вмістом вуглецю 2.14 ... 4,3% остаточно тверднуть з утворенням евтектики ледебуриту. Оскільки при вищих температурах з рідкого сплаву виділився аустеніт, такі сплави після тверднення матимуть структуру аустеніт + ледебурит.

На лінії CF сплави з вмістом вуглецю 4,3 ... 6,67% остаточно тверднуть також з утворенням евтектики ледебуриту. У зв'язку з тим, що при вищих температурах з рідкого сплаву виділявся цементит первинний, такі сплави після тверднення будуть мати структуру цементит первинний + ледебурит.

На ділянці $a\epsilon\epsilon\epsilon$ присутні рідкий сплав і кристали аустеніту, на ділянці $СДF$ — рідкий сплав і кристали цементиту первинного. Перетворення, які протікають при твердненні сплавів, називають первинною кристалізацією.

Сплави заліза з вуглецем, у складі яких внаслідок первинної кристалізації в рівноважних умовах утворюється аустенітна структура, називають сталями. Таким чином, сталь — це залізовуглецевий сплав з вмістом вуглецю до 2,14%.

Сплави з вмістом вуглецю понад 2,14%, у складі яких при кристалізації утворюється евтектика ледебурит, називають чавунами. Такий чином, чавун — це залізовуглецевий сплав з вмістом вуглецю понад 2,14%. У системі, де практично весь вуглець знаходиться у зв'язаному стані у вигляді цементиту, чавуни називають білими / бо злам таких чавунів світлий, блискучий — білий злам/.

В залізовуглецевих сплавах перетворення можуть відбуватися також у твердому стані, їх називають вторинною кристалізацією, і вони характеризуються лініями $G\epsilon\epsilon$, PSK , GPQ . Лінія GS характеризує початок перетворення аустеніту у ферит / при охолодженні/. На ділянці GSP , таким

чином, існує структура аустеніт + ферит.

Лінія *SE* показує, що зі зниженням температури розчинність вуглецю в аустеніті зменшується від 2,14% при 1147 °C до 0,8% при 727°C.

У сталях з вмістом вуглецю 0,8 ... 2,14% зі зниженням температури аустеніту виділяється надмірний /зайвий/ вуглець у вигляді цементиту, який називають вторинним. Нижче лінії *SE* і вище температури 727 °C сталь має структуру, що складається з аустеніту і цементиту вторинного.

У чавунах з вмістом вуглецю 2,14 .. 4,3% при 1147 °C крім ледебуриту присутній аустеніт, з якого при зниженні температури також буде виділятися вторинний цементит. Таким чином, нижче лінії *ES* /до температури 727 °C/ білий чавун має структуру ледебурит + аустеніт + цементит вторинний.

Лінія *PSK* — лінія евтектоїдного перетворення. На цій лінії у всіх залізовуглецевих сплавах аустеніт розпадається, утворюючи структуру, що складається з механічної суміші фериту і цементиту. Така структура називається перлітом.

Нижче температури 727 °C залізовуглецеві сплави мають такі структури. Сталі, які містять менше 0,8 % вуглецю, складаються з фериту і перліту і називаються доевтектоїдними сталями; сталі з вмістом 0,8 % вуглецю мають структуру перліту і називаються евтектоїдними; сталі вмістом вуглецю 0,8 ... 2,14 % мають структуру цементиту і перліту і називаються заевтектоїдними.

Білі чавуни з вмістом вуглецю 2,14 ... 4,3 % мають структуру перліт + цементит вторинний + ледебурит і називаються доевтектичними чавунами;. білі чавуни, які містять 4,3 % вуглецю, мають структуру ледебуриту і називаються евтектичними; білі чавуни з вмістом вуглецю 4,3 ... 6,67 % мають структуру цементиту первинного і ледебуриту і називаються заевтектичними.

Лінія *PQ* показує, що зі зниженням температури розчинність вуглецю в фериті зменшується з 0,02 % при 727 °C до 0,006 % при кімнатній

температурі. При охолодженні нижче температури 727 °С з фериту виділяється зайвий вуглець у вигляді цементиту /третинного/. Оскільки третинного цементиту дуже мало, його звичайно не враховують.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геллер Ю.А., Рахштад А.Г. Материаловедение. — М.: Металлургия, 1984. — 345 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. — М.: Металлургия, 1986. — 368 с.
3. Диаграмма состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: Справочник /под ред. О.А. Банных и М.Е. Дрица. — М.: Металлургия, 1986. — 128 с.
4. Методичні вказівки до курсу "Матеріалознавство". Основи теорії термічної обробки сталі та чавунів. Структурні перетворення. Технологія термічної обробки сталі та чавунів /Іванов М.І., Толубенко В.Г., Харків: АПБУ, 2000. — 25 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
ВСТУП.....	5
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	6
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ КУРСУ.....	8
ЗМІСТ РОЗДІЛІВ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ.....	9
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14
ВАРІАНТИ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ	
МОДУЛЬ 1 „КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ”.....	18
МОДУЛЬ 2 „ТЕРМІЧНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ” ..	23
ВАРІАНТИ ПІДСУМКОВОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	28
ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ	
ПІДСУМКОВИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ.....	37
ЗРАЗОК ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	38

ДЛЯ ПРИМІТОК

Навчальне видання

Укладачі: **Курська Тетяна Миколаївна,**
Чернобай Геннадій Олександрович

Матеріалознавство та технологія матеріалів.

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи.

Відповідальна за випуск Т.М. Курська

Підп. до друку 10.04.2007 р. Формат 60x84 1/16
Папір 80 г/см². Друк ризограф. Умовн. -друк. арк. 3,38
Тираж 150 прим. Вид. № 68/07. Зам. №

**Відділення редакційно-видавничої діяльності
Університету цивільного захисту України
61023, Харків, вул. Чернишевська, 94**