

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство
(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки бакалавра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 6.050502 – “Інженерна механіка”

6.050503 - «Машинобудування»

(шифр і назва напряму)

спеціальності 7.05050201 – Технологія машинобудування;

7.05050301 – Металорізальні верстати та системи

(шифр і назва спеціальності)

(Шифр за ОПП _____)

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: кафедрою технології підвищення зносостійкості

(повна назва кафедри)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Шиліна О.П., доцент, к.т.н.

Програма нормативної навчальної дисципліни «Технології конструкційних матеріалів» затверджена на засіданні кафедри технології підвищення зносостійкості

Протокол від «12» червня 2012 року № 28

Завідувач кафедри _____ (проф. Савуляк В.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою Інституту машинобудування та транспорту

Протокол від «18» червня 2012 року № 10

Голова Методичної ради ІнМТ _____ (проф. Буренніков Ю.А.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «20» вересня 2012 року № 2

Голова _____ (проф. Романюк О. Н.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Вступ

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо-професійних програм підготовки **бакалаврів напрямку 6.050502 – “Інженерна механіка”**; 6.050503 - «Машинобудування»

7.05050201 – Технологія машинобудування; 7.05050301 – Металорізальні верстати та системи

(спеціальності)

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавства» є складний процес формування знань для успішного вирішення багатьох практичних питань, які пов'язані з науково-технічним прогресом в різних галузях техніки, необхідних відомостей про сучасні прогресивні способи виробництва та обробки металів, нових матеріалах, їх властивостей та раціональних галузей використання.

Міждисциплінарні зв'язки: знання дисципліни “Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство” базується на знаннях, одержаних студентами як у середній школі, так і у вузі при вивченні таких дисциплін, як:

- “*Нарисна геометрія і комп'ютерна графіка*” використовуються:
 - уміння студента читати креслення деталі.
- “*Хімія*”:
 - знання законів перебігу хімічних реакцій окиснення та відновлення металів, поняття про константи рівноваги та процеси горіння палива;
 - основні відомості про будову металів;
 - періодична система Д.І. Менделєєва;
 - типи зв'язків у твердих тілах;
 - енергетика хімічних процесів;
 - правило фаз;
 - загальна характеристика хімічних елементів та їх з'єднань;
 - теорія корозії металів та сплавів.
- “*Фізика*”:
 - знання про агрегатний стан речовин та фазові перетворення;
 - поняття про теплоту та теплопередачу;
 - основи електрики;
 - основні фізичні властивості металів у твердому та рідкому стані;
 - основи молекулярної фізики та термодинаміки;
 - закони дифузії та внутрішнього тертя;
 - елементи фізики твердого тіла;
 - елементи фізики атомного ядра.
- “*Опору матеріалів*”:

- знання про процеси пружної та пластичної деформації під дією навантажень;
- напруження при різних способах навантаження;
- характеристики механічних властивостей при статичних, динамічних та знакозмінних навантаженнях матеріалів.

Курсом забезпечуються наступні дисципліни:

- деталі машин;
- взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.
- теорія різання;
- обладнання та транспорт механоскладальних цехів;
- роботизовані технологічні комплекси;
- теоретичні основи технології виробництва та складання машин;
- різальні інструменти та інструментальне забезпечення виробництва;
- проектування контрольно-вимірювальних пристроїв;
- комп'ютерне проектування технологічного оснащення;
- проектування та виробництво заготовок деталей машин;
- автоматизація виробництва в машинобудуванні;
- управління якістю продукції;
- САПР технологічної підготовки машинобудівного виробництва;
- приводи автоматизованого устаткування;
- технологічне оснащення.

Програма навчальної дисципліни складається з двох частин та змістових модулів:

Частина 1. Технологія конструктивних матеріалів:

Змістовий модуль 1: Роль та значення металів та неметалевих матеріалів. Основи сучасного металургійного виробництва. Основи ливарного виробництва.

Змістовий модуль 2: Основи обробки металів тиском (ОМТ). Основи зварювального виробництва. . Основи технології обробки конструкційних матеріалів різанням та електрофізичними методами

Частина 2. Матеріалознавство:

Змістовий модуль 1: Будова металів. Теорія сплавів. Вплив нагрівання на структуру й властивості деформованого металу. Залізо і його сплави.

Змістовий модуль 2: Теорія термічної обробки сталі. Технологія термічної обробки сталі. Хіміко-термічна обробка сталі і поверхневе зміцнення наклепом. Конструкційні, інструментальні сталі та спеціальні сплави. Сплави кольорових металів. Пластмаси, композити, гумові та неорганічні матеріали

1. Мета та задачі дисципліни

Дисципліна “Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство” є однією з основних у загальному циклі технічних дисциплін підготовки фахівців.

Курс передбачає: вивчення процесів виробництва металів і сплавів; надання студентам знань з основних фізико-хімічних, механічних і технологічних властивостей матеріалів; вивчення технологічних методів отримання та обробки заготовок і деталей машин; вивчення принципів схем типового технологічного обладнання, інструмента та пристосувань; вивчення фізичної суті явищ, що відбуваються в металах та сплавах в умовах обробки та експлуатації; розуміння залежності властивостей від хімічного складу та виду термічної або хіміко-термічної обробки; глибокого знання закономірностей формування структури при кристалізації та термічній обробці.

Набуті при вивченні цього курсу знання є необхідними для розробки оптимальних конструкцій машин і технологічних процесів механічної обробки, вірного вибору матеріалів деталей машин та виду заготовок, оптимального вибору термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробок.

Мета вивчення дисципліни - надати майбутнім спеціалістам знання з вибору й застосування технологічних методів отримання заготовок деталей машин задля забезпечення високої якості продукції, економії матеріалів та високої продуктивності праці і полягає у пізнанні природи та властивостей матеріалів, а також способів зміни їх властивостей для найбільш ефективного використання у заданих умовах експлуатації.

Основні завдання дисципліни:

- вивчення технології отримання й обробки заготовок деталей машин;
- розкриття фізичних основ та техніко-економічних характеристик процесів цієї обробки ;
- установлення галузей застосування різних методів отримання заготовок;
- вивчення основних питань технологічності конструкцій заготовок із урахуванням методів їх отримання;
- розкриття фізичної суті явищ, що мають місце в матеріалах під впливом різних факторів - температури, хімічної, механічної дії тощо – під час їх виробництва та експлуатації;
- установлення залежності властивостей від складу та будови матеріалів;
- вивчення теорії та практики різних видів термічної обробки; основних груп металічних матеріалів, їх властивостей та галузей застосування.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- сутність процесів отримання металів і сплавів;
- особливості формоутворення заготовок різними способами;
- принципи отримання нероз'ємних з'єднань зварюванням і паянням;
- фізичні основи обробки заготовок;
- фізичну сутність явищ, які відбуваються в металах та сплавах під час виготовлення з них деталей, їх термічної обробки та експлуатації;
- взаємозв'язок цих явищ із властивостями;
- основні властивості та призначення сучасних металевих та неметалевих матеріалів.

Вміти:

- правильно обирати спосіб виготовлення заготовки та її подальшої механічної обробки;
- в залежності від конструктивних особливостей, матеріалу та умов роботи визначати раціональний спосіб зварювання конструкції;
- правильно обирати методи зміцнення деталей машин;
- оцінювати поведінку матеріалу і причини відмов деталей машин унаслідок дії на них різних експлуатаційних факторів;
- за макро- та мікроструктурою розрізняти чорні і кольорові метали;
- оцінювати орієнтовний хімічний склад сплавів за маркою;
- користуватися діаграмами стану двокомпонентних сплавів для визначення структури та обґрунтованого призначення режиму термічної обробки;
- самостійно користуватися базами даних ЕОМ, технічною та довідковою літературою для вибору матеріалу на основі аналізу умов експлуатації та напруженого стану з урахуванням економічної доцільності його використання;
- орієнтовно оцінювати механічні характеристики сплавів різного складу та сталей після різних видів термічної обробки;
- оцінювати або передбачати властивості та поведінку матеріалу внаслідок дії різних технологічних та експлуатаційних факторів;
- призначати обробку для забезпечення потрібної довговічності виробів.

Мати уявлення про:

- перспективи розвитку ливарного виробництва;
- отримання заготовок обробкою тиском;
- зварювальне виробництво;
- обробку металів на металорізальних верстатах;
- обробку електрофізичними методами;
- досягнення та перспективи розвитку матеріалознавства та термічної обробки металів.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

ЧАСТИНА 1. ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Змістовий модуль 1. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво

Тема 1. Вступ. Задачі та значення курсу. Роль та значення металів та неметалевих матеріалів

ТКМ і М, як наукова дисципліна. Властивості металів і сплавів, що застосовуються в машинобудуванні. Роль, значення та властивості неметалевих матеріалів (пластичних мас, композиційних матеріалів, клеїв, лаків, резини, деревини та ін.) в сучасному машинобудуванні.

Означення поняття “конструкційний матеріал”. Основні конструкційні матеріали та вимоги до них. Фізико-хімічні, механічні, технологічні та експлуатаційні властивості конструкційних матеріалів

Тема 2. Основи класифікації металів і сплавів та їх маркування

Класифікація металів та сплавів. Залізовуглецеві сплави. Сталі звичайної якості. Конструкційні сталі. Інструментальні сталі. Чавуни. Кольорові метали й сплави.

Тема 3. Основи сучасного металургійного виробництва

Фізико-хімічні основи металургійного виробництва. Поняття про руди різних металів. Принципи отримання металів із руд відновленням, електролізом і металотермією.

Виробництво чавуну. Вихідні матеріали для доменної плавки. Основні фізико-хімічні процеси отримання чавуну в сучасних доменних печах. Продукція доменного виробництва.

Процес прямого (позадоменного) отримання заліза з руд.

Виробництво сталі. Основні фізико-хімічні процеси отримання сталі. Виробництво сталі в кисневих конверторах і електродугових печах.

Виробництво сталі в мартенівських печах.

Способи розливання сталі у виливниці.

Способи підвищення якості сталі: обробка синтетичними шлаками в ковші, вакуумування рідкої сталі, електрошлаковий і вакуумно-дуговий переплави.

Виробництво кольорових металів: міді, алюмінію, магнію, титана та їхніх сплавів.

Тема 4. Основи ливарного виробництва

Сутність ливарного виробництва. Плавка металу в ливарних цехах.

Основні етапи виробництва виливків. Ливарні форми: разові та багаторазові.

Виробництво виливків у разових формах.

Виготовлення виливків у піщано-глинястих формах. Формові матеріали й суміші та вимоги до них. Модельний комплект. Технологія виготовлення піщано-глинистих форм.

Виготовлення виливків у оболонкових формах. Формові суміші. Технологія виготовлення оболонкових форм.

Виготовлення виливків за моделями, що виплавляються. Технологія виготовлення форм за моделями, що виплавляються.

Змістовий модуль 2: Заготівельне виробництво

Тема 4. Основи обробки металів тиском (ОМТ)

Сутність ОМТ. Фізичні основи ОМТ. Холодна та гаряча ОМТ. Вплив хімічного складу, температури, швидкості деформації на пластичність металу та його опір деформації.

Нагрівання заготовок перед обробкою тиском.

Прокатне виробництво. Основні схеми. Будова прокатного стана. Класифікація прокатних станів. Продукція прокатного виробництва.

Прокатування безшовних та зварних труб, їхня характеристика та галузь застосування.

Кування. Сутність процесу кування. Операції кування. Обладнання та інструмент, що використовується при куванні.

Гаряче об'ємне штампування. Сутність процесу. Різновиди гарячого об'ємного штампування. Штампування у відкритих штампах. Штампування у закритих штампах.

Виготовлення деталей холодним об'ємним штампуванням.

Листове штампування.

Виробництво гнутих профілів.

Пресування. Сутність процесу пресування. Технологічні схеми пресування. Інструмент та обладнання пресування.

Волочіння. Сутність процесу волочіння. Схеми волочіння суцільних і порожнистих профілів. Інструмент й обладнання волочильного виробництва.

Тема 5. Основи зварювального виробництва

Загальна характеристика зварювального виробництва. Визначення зварювання як технологічного процесу отримання нероз'ємного з'єднання. Зварювання як технологічний процес, що сприяє розвитку безвідходного виробництва в машинобудуванні.

Фізичні основи отримання зварного з'єднання. Умови виникнення міжатомних і міжмолекулярних зв'язків.

Зварювання плавленням. Дугове зварювання. Сутність процесу. Електричні та теплові властивості дуги. Статична характеристика дуги.

Джерела зварювального струму, вимоги до джерел струму та їхні зовнішні характеристики.

Ручне дугове зварювання. Електроди для ручного дугового зварювання. Підготовка поверхонь під зварювання. Види зварних з'єднань і швів.

Автоматичне та напівавтоматичне зварювання під шаром флюсу.
Зварювання у середовищі захисних газів. Газове зварювання та різання.

Плазмове зварювання та різання металів.

Зварювання тиском. Сутність зварювання тиском. Класифікація зварювання тиском.

Контактне зварювання. Стикове зварювання та його види. Точкове зварювання. Рельєфне зварювання. Шовне зварювання, його види та тип циклограм. Конденсаторне зварювання.

Індукційне зварювання.

Газопресове зварювання.

Променеві способи зварювання. Електронно-променеве зварювання. Лазерне зварювання.

Нанесення покриттів методами наплавлення та металізації.

Тема 6. Основи технології обробки конструкційних матеріалів різанням та електрофізичними методами

Технологічні методи формоутворення поверхонь деталей машин із використанням лезового інструмента.

Обробка поверхонь на токарних верстатах.

Обробка отворів на свердлильних верстатах.

Обробка поверхонь на фрезерних верстатах.

Технологічні методи формоутворення поверхонь деталей машин із використанням абразивного інструмента.

Сутність обробки поверхонь шліфуванням. Обробка поверхонь на шліфувальних верстатах.

Електрохімічні та електрофізичні методи формоутворення поверхонь деталей машин. Фізичні та хімічні процеси, на яких ґрунтуються технологічні методи.

Електронно-променева та лазерна обробки.

Ультразвукова обробка, її фізична сутність та сфера застосування.

ЧАСТИНА 2. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Змістовий модуль 1

Тема 1. Будова металів

Матеріалознавство як наука про властивості металів, сплавів і неметалевих матеріалів.

Характерні властивості металів і чим вони обумовлюються. Сутність металевого, іонного і ковалентного типів зв'язку. Атомно-кристалічна будова металів. Елементарна комірка. Поліморфізм. Параметр кристалічних ґраток, щільність упакування і координатне число. Мозаїчна структура. Види дислокацій і їхня будова.

Процес кристалізації. Термодинамічні умови фазового перетворення. Параметри процесу кристалізації, переохолодження. Зв'язок між розміром

зерна, швидкістю зародження, швидкістю росту кристалів і ступенем переохолодження. Форми кристалів і вплив реального середовища на процес кристалізації. Утворення дендритної структури. Сутність модифікування.

Тема 2. Теорія сплавів

Сплави, види взаємодії компонентів у твердому стані. Будова металів і сплавів у твердому стані. Компонент, фаза, фізико-хімічна система, число ступенів свободи. Тверді розчини заміщення й проникнення, хімічна (металева) сполука. Діаграми стану і методика їхньої побудови для різних випадків взаємодії компонентів у твердому стані. Діаграми стану для випадків повної нерозчинності, необмеженої й обмеженої розчинності компонентів у твердому виді, а також для випадку утворення стійкої хімічної сполуки. Різниця між евтектоїдним і евтектичним перетвореннями, евтектична та евтектоїдна суміш. Перитектичне перетворення. Види ліквідації і методи їх усунення. Правила відрізків, фаз, Курнакова і їх використання.

Тема 3. Пластична деформація і механічні властивості металів

Напруження й деформації. Фізична природа деформації і руйнування. Механізм пластичної деформації, її вплив на мікро- і субмікроструктуру, а також на густину дислокацій. Явище наклепу і його практичне використання. Стандартні механічні властивості: твердість; характеристики, отримувані при розтягу; ударна в'язкість; опір утомі. Зв'язок між основними характеристиками, будовою і механічними властивостями.

Тема 4. Вплив нагрівання на структуру й властивості деформованого металу

Сутність рекристалізаційних процесів: звороту першого та другого роду, первинної рекристалізації, збиральної (вторинної) рекристалізації, - що мають місце при нагріванні деформованого металу. Зміна при цьому механічних, фізико-хімічних властивостей і розміру зерна. Вплив складу сплаву й ступеня пластичної деформації на перебіг рекристалізаційних процесів. Вибір режиму рекристалізаційного відпалу. Різниця між холодною і гарячою пластичними деформаціями.

Тема 5. Залізо і його сплави

Діаграма стану залізо - цементит. Ферит, аустеніт, перліт, цементит і ледебурит. Будова ледебуриту при різних температурах. Перетворення в сталях і чавунах при нагріванні й охолодженні. Структура й властивості технічного заліза, сталі і білого чавуну. Класифікація залізобуглецевих сплавів. Стандарти на метали і сплави. Фази, утворювані легуючими елементами в сплавах заліза. Структурні класи легованих сталей. Чавуни сірі, ковкі, ЧКГ, спеціальні.

Тема 6. Теорія термічної обробки сталі

Перетворення в сталі при нагріванні. Механізм утворення аустеніту. Перетворення переохолодженого аустеніту. Механізми і температурні

райони утворення структур перлітного типу (перліту, сорбіту, троститу) і бейніту. Різниця між перлітом, сорбітом і троститом.

Мартенситне перетворення і його особливості. Критична швидкість гартування. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні. Залишковий аустеніт. Перетворення при відпуску загартованої сталі. Структури відпущеної сталі. Практичне значення термокінетичних діаграм. Вплив легуючих елементів на критичні точки сталі і перетворення при відпуску. Відпускна крихкість і її види.

Тема 7. Технологія термічної обробки

Вплив швидкості охолодження на структуру і властивості сталі і фізичну сутність процесів відпалу, нормалізації, гартування й обробки холодом. Загартовуваність і прогартовуваність сталі і фактори, що на них впливають. Природа фазових і термічних напружень.

Основні види термічної обробки сталі. Відпал та його види, нормалізація, способи гартування, обробка холодом. Відпуск сталі. Поверхнєве гартування. Термомеханічна обробка.

Змістовий модуль 2

Тема 8. Хіміко-термічна обробка сталі і поверхнєве зміцнення наклепом

Фізичні основи хіміко-термічної обробки. Цементация. Азотування. Ціанування. Дифузійна металізація. Дробоструменевий наклеп.

Тема 9. Конструкційні, інструментальні сталі та спеціальні сплави

Способи класифікації й принципи маркування сталей. Конструкційні сталі загального призначення. Цементовані, поліпшувані, шарикопідшипникові, автоматні, пружинно-ресорні сталі.

Високоміцні мартенситостаріючі та ПНП-сталі. Корозійностійкі і жаростійкі сталі й сплави. Жароміцні сталі й сплави.

Вплив легуючих елементів на зміну структури і властивостей сталі. Технологічні особливості термічної обробки легованої сталі різних груп.

Класифікація інструментальних сталей у залежності від призначення інструмента. Маркування інструментальних сталей. Сталі, що не володіють і володіють теплостійкістю. Сталі для ріжучого, вимірювального і штампового інструмента. Швидкорізальні сталі, причини їх високої червоностійкості й особливості термічної обробки. Тверді сплави.

Сталі і сплави, що мають особливі фізичні властивості: магнітні, із заданими коефіцієнтом теплового розширення чи електричним опором, а також нові сплави на основі титану, нікелю, кобальту і тугоплавких металів.

Тема 10. Сплави кольорових металів

Алюміній, магній і їхні сплави. Основні переваги алюмінієвих і магнієвих сплавів, пов'язані з їх високою питомою міцністю. Класифікація алюмінієвих і магнієвих сплавів. Деформовані і ливарні сплави. Основи

теорії термічної обробки (старіння) легких сплавів. Способи зміцнення деформованих і ливарних сплавів.

Мідь і її сплави. Класифікація мідних сплавів. Маркування, склад, структура, властивості й галузі застосування різних груп мідних сплавів.

Цинк, олово, свинець і їхні сплави. Галузі застосування сплавів на основі цинку, свинцю, олова. Особливості будови антифрикційних сплавів у зв'язку з вимогами до них.

Тема 11. Пластмаси, композити, гумові та неорганічні матеріали

Принципова відмінність композиційного матеріалу від звичайних сплавів. Властивості композитів у залежності від виду матриці і форми, розмірів і взаємного розташування наповнювача. Можливості використання композитів як жароміцних матеріалів і способи підвищення їхньої жароміцності.

Класифікація полімерних матеріалів. Властивості й галузі застосування пластмас.

Склад гуми, способи одержання і вплив різних добавок на її властивості. Вплив порошкових і органічних наповнювачів на властивості гуми. Фізико-механічні властивості й галузі застосування гум різних марок.

Сутність склоподібного стану як різновиду аморфного стану речовини. Зміна властивостей скла в залежності від складу. Склокристалічні матеріали (ситали) і їхня відмінність від скла мінерального. Причини утворення кристалічної структури ситалів.

Хімічний і фазовий склад технічної кераміки, її властивості й галузі застосування.

Тема 12. Економічна ефективність застосування різних матеріалів

Залежність вартості вуглецевих сталей від їхньої якості і способів виплавки. Вартість сірих, ковких і високоміцних чавунів і різних сталей у залежності від ступеня легування. Фактори, що впливають на собівартість термічної й хіміко-термічної обробки.

3. Лабораторні роботи

1. Технологічні випробовування матеріалів. Визначення оброблюваності сталей.
2. Виробництво виливків у піщано-глинистих формах.
3. Лиття в металеві форми.
4. Відцентрове лиття.
5. Властивості зварювальної дуги.
6. Ручне дугове зварювання металів.
7. Дослідження дугового розряду між вугільними електродами
8. Визначення коефіцієнтів розплавлення, наплавки та втрат на угар та розбризкування при ручному дуговому зварюванні
9. Поперечні й поздовжні вкорочення при зварюванні
10. Газове зварювання та різання.
11. Листове штампування.
12. Обробка поверхонь на токарних верстатах.
13. Обробка отворів на свердлильних верстатах.
14. Обробка поверхонь на фрезерних верстатах.
15. Налаштування ділильної головки.
16. Обробка поверхонь на шліфувальних верстатах.
17. Макроаналіз металів і сплавів.
18. Мікроаналіз металів і сплавів.
19. Термічний аналіз.
20. Аналіз діаграм стану подвійних сплавів.
21. Діаграма стану сплавів системи залізо – вуглець.
22. Структура й властивості сталей у рівноважному стані.
23. Структура й властивості чавунів.
24. Термічна обробка сталей.
25. Термічна обробка алюмінієвих сплавів.
26. Фізико-механічні властивості пластмас.

4. Індивідуальні завдання

1. Вибір матеріалу для виготовлення деталі заданого призначення (стаціонар).

5. Рекомендована література

5.1. Базова

1. Технология конструкционных материалов. / Под ред. А. М. Дальского – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. –448 с.
2. Клименко В. М. Технологія конструкційних матеріалів. / Частина перша. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво./ В. М. Клименко, О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 97 с.
3. В. М. Клименко. Технологія конструкційних матеріалів. / Частина друга. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво. / В. М. Клименко, О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук. : Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 154 с.
4. Шиліна, О. П. Матеріалознавство : лабораторний практикум / О. П. Шиліна, О. В. Шаповалова - Вінниця: ВНТУ, 2010. – 76 с.
5. Шиліна О.П. Технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: навчальний посібник /О. П.Шиліна, А. Ю. Осадчук - Вінниця: ВНТУ, 2010. – 107 с.
6. Кузін О. А., Металознавство та термічна обробка металів / О. А. Кузін, Р. А. Яцюк. - Львів : Афіша, 2002. – 304 с.
7. Металознавство: підручник / О. М. Бялік, В. С. Черненко [та ін.]; - 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : ІВЦ Видавництво “Політехніка”, 2002. – 384 с.
8. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению : / под общей ред. С. С. Некрасова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 105 с.
9. Лахтин Ю. М. Материаловедение : учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 528 с.
10. Пахолук А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали : посібник / А. П. Пахолук, О. А. Пахолук. – Львів : Світ, 2005. – 172 с., іл.
11. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник / В. В. Попович, В. В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
12. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков; за ред. проф. С. С. Дяченко. – Харків : ХНАДУ, 2007. - 440 с.
13. Українсько-російський словник з матеріалознавства : у трьох книгах. Кн. 3 / упоряд. : Є. Л. Шведков, Т. Г. Куценок. - К. : Либідь, 1995. - 152 с.
14. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання: підручник / Ю.М. Таран, Є. П.

- Калінушкін, В. З. Куцова [та ін.]; під ред. Ю. М. Тарана – Дніпропетровськ : Дніпрокнига, 2002. - 360 с.
15. Колачев Б. А. Металознавство і термічна обробка кольорових металів і сплавів : підручник для вузів / Б. А. Колачев, В. І. Елагін, В. А. Ліванов. - М. : "МИСИС", 1999. - 416 с.
16. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навчальний посібник / В. В. Хільчевський, С. Є. Кондратюк, В. О. Степаненко [та ін.]. - К. : Либідь, 2002. - 328 с.
17. Гуляев А. П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1977. – 647 с.
18. Шиліна О. П., Клименко В. М. Практикум з конструкційних матеріалів. / О. П. Шиліна, В. М. Клименко. : Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001 – 109 с.

5.2. Додаткова

1. Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. та ін. Технологія конструкційних матеріалів / За ред. М. А. Сологуба. - К.: Вища школа., 2002. - 374 с.
2. Новиков И. И. Термическая обработка металлов. М.:Металлургия, 1986. – 480 с.
3. Худокормова Р. Н., Фунштейн Я. Н., Рищев И. А. Металловедение и термическая обработка металлов (лабораторные работы). / Под ред. Л. С. Ляховича – Минск: Вышэйш. школа, 1976. – 192 с.
4. Мозберг Р.К. Материаловедение. – М. : Высш. шк., 1991. – 448 с.
5. Материаловедение. / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др. / Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.
6. Худокормова Р. Н., Пантелеенко Ф. И. Материаловедение: Лаб. практикум: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. Л. С. Ляховича – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 224 с.