

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

\_\_\_\_\_ Романюк О. Н.  
“ 18 ” \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2015 року

**ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**  
(НАЗВА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

підготовки бакалавра \_\_\_\_\_

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 6.050504 – “Зварювання”

спеціальності 8.05050403 – Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій

(шифр і назва спеціальності)

(Шифр за ОПІ \_\_\_\_\_)

Вінниця 2015 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

кафедрою технології підвищення зносостійкості  
(повна назва кафедри)

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Савуляк В.І. д.т.н., проф., завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості

Програма вибіркової навчальної дисципліни **“Технологія металів і матеріалознавство”** затверджена на засіданні кафедри технології підвищення зносостійкості

Протокол від « 01 » 09 2015 року № 1  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (проф. Савуляк В. І.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Заступник декана з НМР \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Петров О.В.

Схвалено Методичною радою факультету машинобудування та транспорту  
Протокол від « 16 » 09 2015 року № 1  
Голова Методичної ради ФМТ \_\_\_\_\_ (проф. Буренніков Ю. А.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ  
Протокол від « 17 » 09 2015 року № 1  
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 6.050504 – «Зварювання»*

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни “**Технологія металів і матеріалознавство**” є основні фізико-хімічні, механічні і технологічні властивості металів та сплавів та технологічні методи і обладнання виготовлення деталей машин та конструкцій.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

Дисципліна “**Технологія металів і матеріалознавство**” базується на знаннях, одержаних з фундаментальних та професійно-орієнтованих та дисциплін напрямку “Зварювання”

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів.

1. Технологія металів.
2. Матеріалознавство.

### **1. Мета та завдання дисципліни**

1.1. Метою викладання дисципліни “**Технологія металів і матеріалознавство**” є: надати майбутнім спеціалістам знання, необхідні для реалізації комплексного підходу до вирішення завдань про природу та властивості матеріалів, а також способів їх зміни для найбільш ефективного використання у заданих умовах експлуатації, вибору та застосування технологічних методів отримання заготовок деталей машин задля забезпечення високої якості продукції, економії матеріалів та високої продуктивності праці.

### **1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:**

- 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.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**З н а т и:**

- 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.

**В м і т и :**

- 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;
- 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.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин, 3 кредита ECTS.

Дисципліна складається з двох змістових модулів.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ.**

## **Тема 1. Вступ. Задачі та значення курсу. Роль та значення металів та сплавів**

ТМ 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.

Основні метали та вимоги до них. Фізико-хімічні, механічні, технологічні та експлуатаційні властивості металів.

## **Тема 2. Основи класифікації металів і сплавів та їх маркування**

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

## **Тема 3. 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 4. 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 5. 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.

## **Змістовий модуль 2. Матеріалознавство**

### **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 координаційне 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 термодинамічних діаграм. Вплив легуючих елементів на критичні точки сталі і перетворення при відпуску. Відпускна крихіткість 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.

### **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.

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.

#### **Теми лабораторних занять**

1. Технологічні випробовування матеріалів. Визначення оброблюваності сталей.
2. Листове штампування.
3. Обробка поверхонь на токарних верстатах.
4. Обробка отворів на свердлильних верстатах.
5. Обробка поверхонь на фрезерних верстатах.
6. Обробка поверхонь на шліфувальних верстатах.
7. Макроаналіз металів і сплавів.
8. Мікроаналіз металів і сплавів.
9. Термічний аналіз.
10. Аналіз діаграм стану подвійних сплавів.

11. Діаграма стану сплавів системи залізо – вуглець.
12. Структура й властивості сталей у рівноважному стані.
13. Структура й властивості чавунів.
14. Термічна обробка сталей.

### **3 Рекомендована література**

#### **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., Шиліна О. П., Осадчук А. Ю. Технологія конструкційних матеріалів. / Частина перша. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво. Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 97 с.
3. В. М. Клименко, О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук Технологія конструкційних матеріалів. / Частина друга. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво. Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 154 с.
4. Технология металлов./ Б. В. Кнорозов, Л. Ф. Усова, А. В. Третьяков и др. М.: Металлургия, 1974. – 648 с.
5. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1980. – 493 с.
6. Гуляев А. П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1977. – 647 с.
7. Материаловедение. / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др. / Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.
8. Шиліна О. П., Клименко В. М. Практикум з конструкційних матеріалів. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001 – 109 с.
9. Худокормова Р. Н., Пантелеенко Ф. И. Материаловедение: Лаб. практикум: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. Л. С. Ляховича – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 224 с.
10. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М. : Машиностроение, 1990. – 528 с.
11. Гуляев А.П. Металловедение. – М. : Металлургия, 1986. – 544 с.

#### **Допоміжна**

1. Технология конструкционных материалов. / Под ред. А. М. Дальского – М.: Машиностроение, 1977. – 664 с.
2. 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.

3. Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. – М.: Машиностроение, 1980. – 263 с.
4. Литейное производство. / Под ред. И. Б. Куманина М., Машиностроение, 1971. – 316 с.
5. Общая металлургия. / В. Г. Воскобойников, Ф. П. Еднерхо, В. А. Кудрин, А. М. Якушев М.: Металлургия, 1973 – 424 с.
6. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М.: 1966. – 599 с.
7. Геворкян В.Г. Основы сварочного дела: Учебник для строит. спец. техникумов. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа. - 168с.
8. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. акад. Б.Е.Патона. М.: Машиностроение, 1974. - 768с.
9. Справочник сварщика. / Под ред. В.В.Степанова. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение. 1982. - 560с.
10. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов ВУЗов. М.: Машиностроение, 1977. - 432с., ил.
- 11.Новиков И. И. Термическая обработка металлов. М.:Металлургия, 1986. – 480 с.
- 12.Мозберг Р.К. Материаловедение. – М. : Высш. шк., 1991. – 448 с.