

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

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по

Романюк О. Н.

  
" 22 " XI

20 13 року

організації навчального процесу  
та його науково-методичного  
забезпечення

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ**

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

вибіркової дисципліни

**підготовки бакалавра** (назва освітньо-кваліфікаційного

рівня)

**напряму 6.050504 - «Зварювання»**

(шифр і назва напряму)

**спеціальності 7.05050403 - «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей**

**і конструкцій** (шифр і назва спеціальності)

Вінниця 2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: кафедрою технології підвищення зносостійкості



РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Архіпова Т.Ф., доц. кафедри ТПЗ

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Технологія зміцнення поверхонь» затверджена на засіданні кафедри ТПЗ

Протокол від « 11 » \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2013 року № 29 Завідувач кафедри (проф. Савуляк

(підпис)



(доц.



Петров О.В.)

В. І.)

(прізвище та ініціали)

Заступник директора ІнМТ з НМР

Схвалено методичною радою Інституту машинобудування та транспорту

Протокол від « 12 » \_\_ 06 \_\_ 2013 року № 10

Голова методичної ради ІнМТ



(проф. Буренніков Ю.А.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від « 22 » \_\_\_\_ 11 \_\_\_\_ 2013 року № 10 Голова

\_\_\_\_\_ Ц \_\_\_\_\_ (проф. Романюк О. Н.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## Вступ

Програма вивчення вибіркової дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів *напряму*

6.050504 - «Зварювання»

7.05050403 - «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій

(спеціальності)

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни «Технологія зміцнення поверхонь» є науковий напрямок, який вивчає технологічні методи підвищення поверхневої міцності деталей машин шляхом поверхневого пластичного деформування, зміцнення термічною, термо-циклічною, термомеханічною обробкою, модифікування поверхонь фізико-хімічними, електрохімічними методами, нанесення плівок, покриттів, захисних шарів різними методами, дослідженням їх структури та експлуатаційних властивостей за умови забезпечення високої поверхневої міцності, економії матеріалів та високої продуктивності праці.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

Дисципліна “Технології зміцнення поверхонь” базується на знаннях, які студенти одержали як у середній школі, так і у вищому навчальному закладі при вивченні таких дисциплін, як математика, фізика, хімія, основи виробництва металів та порошків, технологія металів і матеріалознавство, опір матеріалів, теорія процесів зварювання, вакуумно-конденсаційні технології нанесення покриттів, термічна обробка зварних з'єднань та покриттів, технологія та устаткування зварювання тиском та плавленням, комп'ютерне забезпечення процесів відновлення та зміцнення, діагностика матеріалів, конструкцій та якості зварних швів, основ проектування технологічних процесів відновлення поверхонь.

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

**Метою викладання дисципліни «Технологія зміцнення поверхонь»** є: надання студентам знань з основ інженерії поверхні, вибору методів створення поверхневих шарів, підвищення їхньої експлуатаційної стійкості (підвищення міцності, твердості, зносостійкості, корозійної стійкості, трибологічних властивостей), відновлення геометричних розмірів деталей або поліпшення їх фінішно-оздоблювальною обробкою, створення виробів унікального функціонального призначення для найбільш ефективного використання в заданих умовах експлуатації.

Дисципліна «Технологія зміцнення поверхонь» є однією з основних у циклі навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.050504 - зварювання .

Дисципліна «Технологія зміцнення поверхонь» покликана сформулювати у студентів системний підхід до вирішення актуальних задач проектування технологічних процесів зміцнення поверхонь шляхом модифікації поверхонь та нанесення покриттів.

Курс передбачає вивчення методів спрямованої зміни фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів матеріалів шляхом поверхневого пластичного деформування (111 ІД), зміцнення термічною, термо-циклічною, термомеханічною обробкою, нанесення плівок, покриттів, захисних шарів різними комбінованими методами, дослідженням їх структури та експлуатаційних властивостей за умови забезпечення високої міцності (твердості) та зносостійкості отриманих поверхневих шарів, економії матеріалів та високої продуктивності праці.

Набуті при вивченні цього курсу знання є необхідними для розробки оптимальних технологічних процесів зміцнення поверхневих шарів.

**Основними завданнями дисципліни є:**

- розкриття фізичної та хімічної суті явищ, що мають місце на поверхнях деталей машин в технологічних процесах зміцнення;
- установлення залежності експлуатаційних властивостей матеріалу деталі від стану та структури поверхневих шарів деталей машин;
- вивчення теорії та практики вибору методів зміцнення поверхневих шарів з підвищеними експлуатаційними характеристиками;
- здобуття умінь і навичок, які дозволяють орієнтуватись у сучасній промисловій галузі зварювання та споріднених технологій, які є базою виробничих процесів підвищення міцності та зносостійкості деталей і конструкцій.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

фізичні та хімічні властивості поверхонь, будову поверхневих шарів; будову поверхневого шару та сутність процесів, які відбуваються на поверхнях в технологічних процесах зміцнення; класифікацію методів та способів зміцнення поверхонь; основні відомості про способи зміцнення поверхонь;

основні відомості про методи нанесення зносостійких покриттів із застосуванням технологій зварювання та споріднених технологій (наплавлення, напилення, тощо); **вміти:**

правильно обирати методи зміцнення поверхонь (наплавлення, напилення тощо); прогнозувати зміну експлуатаційних властивостей поверхонь деталей машин і причини можливих відмов унаслідок поверхневого руйнування; самостійно користуватися базами даних ЕОМ, технічною та довідковою літературою для аналізу умов експлуатації деталей машин і механізмів та вибору

методів поверхневого зміцнення з урахуванням економічної доцільності його використання в визначених умовах ремонтного виробництва.

***Мати уявлення про:***

досягнення та перспективи розвитку технологій зміцнення поверхонь; застосування сучасних технологій нанесення покриттів із неметалевих матеріалів в ремонтному виробництві; застосування нанотехнологій в частині створення поверхонь з наперед заданими властивостями.

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів.

Поточний і підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального та комбінованого опитування студентів під час практичних занять, лабораторних занять, виконання контрольних робіт, колоквиумів, тестування та іспиту. На поза аудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблемних питань курсу, написання рефератів та контрольних робіт (студентами заочної форми навчання), підготовка до лабораторних, практичних занять, колоквиумів, тестування, іспиту, виконання індивідуальних, науководослідницьких завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-практичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ). Підсумковий контроль виконується виведенням загальної оцінки за результатами роботи студентів у триместрі.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 126 годин, 3,5 кредити ЕСТБ.

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

Триместр 11

«Технологія зміцнення поверхонь»

### **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

#### **Змістовий модуль 1: Технологічне забезпечення підвищення міцності деталей машин. Основні поняття та визначення**

Тема 1. Вступ. Взаємозв'язок дисципліни з іншими. Поняття та зміст КМС. Значення та перспективи технологій зміцнення поверхні в сучасному машинобудуванні. Класифікація впливів, що діють на поверхню деталей машин, за їх швидкістю. Класифікація способів зміцнення та їх коротка характеристика

Тема 2. Поверхневий шар деталей та його параметри. Закони стану та старіння. Класифікація закономірностей, що оцінюють зміни властивостей і стану матеріалів. Явища, які виникають в поверхневих шарах під час руйнування і старіння матеріалів. Види релаксації напружень

Тема 3. Основні поняття та визначення. Вплив параметрів технологічного процесу виготовлення на зносостійкість поверхонь. Вплив параметрів технологічного процесу на втомну міцність та корозійну стійкість поверхонь деталей машин.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ**

### **Змістовий модуль 2: Технологічні методи підвищення поверхневої міцності деталей машин**

Тема 4. Методи підвищення поверхневої міцності матеріалу сталевих деталей. Термомеханічна обробка (ТМО). Класифікація методів ТМО за типом механічного впливу.

Тема 5. Механічні методи зміцнення поверхневих шарів. Фізична суть та механізм зміцнення матеріалу під час поверхневого пластичного деформування. Калібрування (дорнування). Обкочування та розкочування. Ударно-імпульсна обробка. Вібронакочування. Динамічні способи зміцнення деталей. Наклеп внаслідок кінетичної енергії кульок, дробу та ін.. Дробоструменева обробка. Обробка дробометною установкою. Відцентрова обробка. Вигладжування.

Тема 6. Фізичні та фізико-хімічні способи зміцнення поверхонь. Фізичні способи зміцнення. Зміцнення способами електролітичного осадження і розчинення. Хімічне оксидування

Тема 7. Хіміко-термічні методи зміцнення поверхонь. Термічні методи створення поверхневих шарів пов'язані із зміною структури металевих матеріалів у твердому стані (загартування, відпуск, відпал). Індукційна, полуменева; плазмова, лазерна та електронно-променева термічні обробки. Іонно-плазмове ахотування (ША).

Термічні методи створення поверхневих шарів, пов'язані із переходом із твердого стану в рідкий і назад у твердий. Наплавлення (дугове, полуменеве, лазерне, електронно-променеве). Оплавлення (лазерне, електронно-променеве та електроіскрове).

Тема 8. Хіміко-термічні методи створення поверхневих шарів. Неактивоване дифузійне насичення. Ціанування сталі. Дифузійна металізація сталі. Легування матеріалів. Активоване дифузійне насичення. Азотування у тліючому розряді. Лазерне легування матеріалів. Електронно-променеве легування.

### **3. Теми лабораторних занять**

№ л/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технологічний комплекс зміцнення поверхонь гальванічними методами настальювання Література [5, 4-6]	2
2	Визначення технологічного коду деталі зміцненою термічною обробкою Література [11, 97-107]	2
3	Леговані конструкційні сталі та методи їх зміцнення Література [11, 108128]	2
4	Сталі зі спеціальними властивостями Література [11, 134- 150]	1

#### 4. Теми практичних занять

№ л/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення виду зламу деталей машин методами фрактографічного аналізу Література [7, 4-6]	2
2	Пластична деформація і рекристалізація металів. Визначення текстури холоднодеформованого конструкційного сплаву Література [11, 31-39]	2
3	Дослідження структури зміцненого поверхневого шару після індукційного гартування Література [6, 3, 10-23]	2
4	Дослідження структури сталі в нерівноважному стані Література [11, 97- 104]	3
5	Дослідження структури детонаційних покриттів Література [11, 17-21]	3
6	Визначення коефіцієнта парної кореляції двох незалежних рядів експериментальних вимірювань Література [11, 22-25]	3

#### 5. Рекомендована література

### **Базова:**

1. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учеб, для вузов / В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л. К. Дружинин, С. С. Кипарисов, В. И. Костиков, А. В. Крупин, В. В. Кудинов, Г, А. Либенсон, Б. С. Митин, О. В. Роман. - М.: Металлургия, 1987.-792 с.
2. Григорьянц А. Г. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки: Учеб, пособие для вузов / А. Г. Григорьянц, А. Н. Сафонов - М.: Высш. шк., 1987. - 191 с.
3. Евдокимов В. Д. Технология упрочнения машиностроительных материалов: Учебное пособие-справочник 2-е изд. / В. Д. Евдокимов, Л. П. Клименко, А. Н. Евдокимова - К.: Професионал, 2006. - 352 с.
4. Корж В. М.. Нанесення покриття : Навчальний посібник / В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов, К.А. Ющенко. - К.: Арістей, 2005. - 204 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни "Технологічний комплекс зміцнення поверхонь гальванічними методами настальювання" з дисципліни «Технологічні процеси комплексів зміцнення та відновлення» для студентів напрямів підготовки «Зварювання», «Інженерна механіка» всіх форм навчання / Уклад. О. Л. Гайдамак, Т.Ф. Архіпова - Вінниця: ВНТУ, 2012. - 24 с.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи інженерії поверхні деталей машин і механізмів" для студентів бакалаврського напрямку - 6.0923 - "Зварювання" спеціальності - 7.092303 - "Технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій" /Уклад. А. Ю. Осадчук, О. П. Шиліна - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 27 с.
7. Харламов Ю. А. Инженерия поверхности и развитие современного машиностроения / Ю. А. Харламов - Тяжелое машиностроение. - 2001. - № 2. - С.2-7.
8. Харламов Ю. А. Физика, химия и механика поверхности твердого тела: Учеб, пособие для вузов / Ю. А. Харламов, Н.А. Будагьянц - Луганск: Изд-во Восточноукр. гос. ун-та. - 2000. - 624 с. 9. Хасуй А. Техника напыления: Пер. с японского. / А. Хасуй - М.: Машиностроение, 1975. — 288с.
10. Хасуй А., Мorigаки О. Наплавка и напыление. / А. Хасуй, О. Morigаки - М.: Машиностроение, - 1985. - 239с.
11. Худокормова Р.Н. Материаловедение. Лабораторный практикум: Учеб.пособие для втузов /Под ред. Л.С. Ляховича. - Минск: Выш. Шк., 1988. - 224 с.
12. Шиліна О. П. Вакуумно-конденсаційне напилювання покритть. Навчальний посібник. / О. П. Шиліна, В. І. Савуляк, А. Ю. Осадчук - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 96 с.
13. Шиліна О. П. Г'азотермічні методи напилювання покритть. / О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 103 с.
14. Ющенко К.А. Інженерія поверхні: Підручник / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж - К.: Наукова думка, 2007 - 559 с.

### **Допоміжна:**

1. Геллер А.М. Материаловедение. Лабораторные работы. / А.М. Геллер, Ф.М. Рахштадт. 5е изд., перераб. и доп. - МлМеталлургия - 1985. - 456 с.
2. Гольчевская Н. Ю., Материаловедение: Учебное пособие. / Н. Ю. Гольчевская, В. Ф. Гольчевский - Иркутск: ИрГТУ, 2008. - 428 с.



3. Григорьянц А. Г. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров / Под ред. А.Г. Григорьянца. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 664 с.