



Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Робоча програма навчальної дисципліни(Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: лекції – 28 год; лабораторні заняття – 18 год; СРС – 74 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., професор Смірнов Ігор Володимирович Лабораторні заняття: д.т.н., професор Смірнов Ігор Володимирович</i>
Розміщення курсу	<i>кампус</i>

2. Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання.

Напилені покриттів широко застосовується в різних галузях промисловості для захисту поверхонь різних деталей від зношування, а також від корозії в агресивних середовищах. Ефективність використання покриттів в промисловості та їх властивості залежать від матеріалів, які використовують та обладнання для реалізації процесу напилювання. Вивчатися в дисципліні будуть матеріали та обладнання найбільш поширених способах напилювання – газотермічного і вакуумно-конденсаційного напилювання.

Набуті знання дозволять вільно орієнтуватися в технологічних особливостях напилення, прогнозувати їх властивості і створювати покриття з заданими властивостями.

120 годин обсягу дисципліни “Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів” включають 28 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт і 74 годин СРС.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів таких компетентностей спеціальності як:

- Здатність визначати умови отримання напилені покриття із заданими властивостями з металів, сплавів та тугоплавких сполук.
- Здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання покриттів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів.

Які підсилюють програмні фахові (спеціальні) компетентності:

- Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів.
- Здатність визначати вид та необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів для одержання порошків та виробів з них.

Предмет навчальної дисципліни «Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів» – обладнання для напилювання та матеріали для виконання поставлених завдань.

Програмні результати навчання:

- Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення.
- Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів.
- Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів.
- Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.
- Уміння розраховувати необхідну кількість обладнання та його конструктивних елементів.
- Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Нормативні дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни:

- Фізика;
- Хімія;
- Математичне і комп'ютерне моделювання.

Окрім того, необхідні знання вибіркової дисципліни Теорія процесів формування сируктури та властивостей напилених покриттів

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів» необхідні студентам для виконання курсових і дипломних проєктів, підготовки звітів з переддипломної практики та дипломного проєктування. Результати вивчення дисципліни є складовою інтегральної компетентності підготовки за освітньо-професійною програмою першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Організація очного /дистанційного навчання

Розділ 1. Обладнання та конструктивні особливості для плазмового та електродугового напилювання.

Тема 1.1. Обладнання для реалізації плазмового напилювання. Плазмотрони,

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

конструкції і принцип роботи, конструкційні особливості плазмотронів. Промислові установки. Переваги і недоліки плазмового напилювання.

Тема 1.2. Обладнання для реалізації електродугової металізації. Принцип роботи і схема розпилювальних головок електрометалізаторів. Особливості розпилення. Конструкційні особливості електрометалізаторів EM-12, EM-14, EM-15 та комплекту дугової металізації КДМ-2. Переваги і недоліки електродугової металізації. Енергетичні джерела струму плазмових і електродугових установок. Вольтамперні характеристики. Система збудження дуги.

Розділ 2. Обладнання для газового напилювання

Тема 2.1. Обладнання для газоповітряного способу напилювання. Характеристика газів, які використовують, схеми пальників і їх особливості. Конструкції газо-полум'яних сопел. Інжекторні і без інжекторні розпилювачі. Пристрої для транспортування порошків. Переваги і недоліки газоповітряного напилювання.

Тема 2.2. Обладнання для газокисневий спосіб напилювання покриттів (детонаційно-газове напилювання). Загальні відомості про детонацію і рух газопорошкових сумішей. Схеми роботи детонаційних установок. Конструкції стволів установок і дозаторів порошку. Апаратура і обладнання для нанесення покриттів. Схема АДК, потужність та характеристика одержаних покриттів. Параметри детонаційного напилювання та їх взаємозв'язок. Оптимізація параметрів детонаційного напилювання. Переваги і недоліки детонаційного напилювання. Области застосування.

Розділ 3. Обладнання для вакуумно-конденсаційних способів нанесення покриттів

Тема 3.1. Загальна характеристика вакуумно-конденсаційних способів напилювання. Способи випаровування матеріалів. Механізми розпилення, конденсації.

Тема 3.2. Обладнання для напилювання покриттів термічним випаровуванням. Способи випаровування-розпилення матеріалів. Конструкції випаровувачів і способи нагріву розпилюваних матеріалів. Механізми вибухового розпилення матеріалів. Способи розпилення та застосування дуги низького тиску. Установки, їх характеристика..

Тема 3.3. Обладнання для напилювання покриттів іонним розпиленням. Механізми розпилення. Ефективність і коефіцієнт розпилення. Діодна і тріодна схеми іонного розпилення. Магнетронна схема іонного розпилення. Установки, їх характеристика. Переваги і недоліки способу. Реакційне напилювання покриттів. Особливості реакційного напилювання. Схема процесу, установоки. Переваги і недоліки.

Розділ 4. Матеріали для нанесення покриттів

Тема 4.1. Вимоги до матеріалів (порошки, дроти, виливки) стандарти, позначення і рекомендація по застосування. Технологія одержання матеріалів для напилювання. Одержання плакованих порошків. Додаткова обробка матеріалів, гнучкі порошкові дроти, особливості напилювання. Вибір матеріалів та способу напилювання відповідно до поставленого завдання.

Розділ 5. Технологія напилювання

Тема 5.1. Загальні відомості по технології газо-термічного і вакуумно-конденсаційного способів нанесення покриттів. Основні параметри напилювання і схема технологічного процесу. Схеми підготовки поверхні для напилювання газотермічним і вакуумно-конденсаційним напилюванням. Підготовка матеріалів які напилюють. Технологічні особливості газотермічних способів напилювання покриттів. Загальні параметри газотермічного напилювання і їх вплив на процес напилювання.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Напилювання покриттів із різних матеріалів, металів, металевих сплавів, сполук та їх сумішей.

Тема 5.2 Технологічні особливості вакуумно-конденсаційного напилювання і їх вплив на ефективність процесу напилювання. Обробка напилених покриттів. Механічна, хіміко-термічна та ін. Контроль якості покриттів. Визначення міцності зчеплення покриття з основою, твердості, пористості, газопроникності. Клейова та штифтова методики. Визначення товщини покриття. Апаратура та її характеристика. Вибір типу покриття, його складу і товщині способу його напилювання.

4. Навчальні матеріали та ресурси.

Базові:

- 1. Корж В. М. Технологія та обладнання для напилювання : навчальний посібник / В. М. Корж. – Київ : НМЦВО, 2000. – 152 с.*
- 2. Нанесення покриттів : навчальний посібник / В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов, К. А. Ющенко. – Київ : Арістей, 2005. – 150 с.*
- 3. Білик І. І. Технологія та обладнання напилених покриттів : навчальний посібник / І. І. Білик. – Київ : Політехніка, 2002. – 101 с.*

Додаткові:

- 4. Обладнання та технологія напилених покриттів : методичні вказівки до лабораторних робіт по курсу / уклад.: Білик І. І. – Київ : ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2003. – 36 с..*
- 5. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з курсу «Устаткування та технологія напилених покриттів» / уклад.: Білик І. І. – Київ : КПІ, 1993. – 48 с.*

Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет.

Інформаційні ресурси:

- 1. www.sciencedirect.com*
- 2. <http://www.tspc.ru>*
- 3. <http://www.dimet.com.ua>*

3. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни.

Лекційні заняття

Розділ 1. Обладнання та конструктивні особливості для плазмового та електродугового напилювання.

Тема 1.1. Лекція 1. Історія розвитку покриттів, сучасний стан технології та обладнання, застосування в техніці. Класифікація по джерелу тепла, яке використовується в установках напилювання. Характеристика обладнаннягазоелектричного напилювання та його особливості Установки, розпилювачі, переваги та недоліки.

Тема 1.2. Лекція 2. Обладнання для електродугова металізація. Принцип роботи і схема розпилювальних головок електрометалізаторів. Особливості розпилення. Конструкційні особливості електрометалізаторів EM-12, EM-14, EM-15 та комплекту

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

дугової металізації КДМ-2. Переваги і недоліки електродугової металізації.

Лекція 3. Обладнання для плазмового напилювання, конструкції плазмотронів, основні вузли плазмотронів та їх характеристики. Конструкція та класифікація плазмотронів – однодугові, багато дугові та багато електродні. Джерела живлення плазмових та електродугових установок

Розділ 2. Обладнання для газового напилювання

Тема 2.1. Лекція 4. Обладнання для газополуменевого напилювання і його характеристики. Газоповітряний спосіб напилювання. Обладнання для газоповітряного способу напилювання. Переваги, недоліки. Характеристика газів. Комплектація установок газоповітряного напилювання та їх характеристики. Інжекційні розпилювачі.

Лекція 5. Обладнання для газокисневого способу напилювання покриттів (детонаційно - газове напилювання). Схеми роботи детонаційних установок. Конструкції стволів установок і дозаторів порошку. Апаратура і обладнання для нанесення покриттів газокисневим способом. Параметри детонаційного напилювання та їх взаємозв'язок. Оптимізація параметрів детонаційного напилювання. Переваги і недоліки детонаційного напилювання. Области застосування.

Лекція 6. **Модульна контрольна робота.**

Розділ 3. Обладнання для вакуумно-конденсаційні способи нанесення покриттів.

Тема 3.1. Лекція 7. Обладнання для вакуумно-конденсаційного способу нанесення покриттів. Загальна характеристика вакуумно-конденсаційних способів напилювання. Конструктивні схеми.

Тема 3.2. Лекція 8. Обладнання для термічного випаровування. Конструкції випаровувачів і способи нагріву розпилюваних матеріалів. Установки термічного розпилювання. Переваги і недоліки термічного розпилення. Вибухове розпилення. Установки та їх характеристики. Іонне розпилення. Діодна та тріодна схеми іонного розпилення, Магнетронна схема розпилення. Схеми та принцип роботи. Реакційне напилення. Схема та принцип роботи. Устаткування.

Розділ 4. Матеріали для нанесення покриттів

Тема 4.1. Лекцій 9. Матеріали для нанесення покриттів. Загальна характеристика матеріалів для напилювання. Вимоги до матеріалів. Технології виготовлення матеріалів. Метод металотермії, розпилення, агломерації та плакування.

Лекція 10. Напилювання покриттів із різних матеріалів (металів, сплавів, сполук оксидів, дротів, гнучких порошкових дротів). Основні параметри напилювання. Оптиміальні параметри напилювання.

Розділ 5. Технологія напилювання.

Тема 5.1. Лекцій 11. Технологія напилювання. Основні параметри напилювання і схема технологічного процесу. Схеми підготовки поверхні для напилювання газотермічним і вакуумно-конденсаційним напилюванням. Підготовка матеріалів які напилюють. Технологічні особливості газотермічних способів напилювання покриттів. Загальні параметри газотермічного напилювання і їх вплив на процес напилювання. Напилювання покриттів із різних матеріалів, металів, металевих сплавів, сполук та їх сумішей.

Тема 5.2. Лекція 12. Технологічні особливості вакуумно-конденсаційного напилювання і їх вплив на ефективність процесу напилювання. Обробка напилених покриттів. Оплавлення (вимоги до деталей та покриття), обробка тиском, хіміко-термічна обробка та просочування рідкими металами.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Лекція 13. Контроль якості напилених покриттів. Вибір типу покриття, його товщини, способу напилювання. Вибір матеріалів покриття та обладнання для конкретних способів напилювання.

Лекція 14. Залік.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 1. Будова і робота електродугових металізаторів (2 год).

Лабораторна робота 2. Будова і робота плазмових установок (2 год)

Лабораторна робота 3. Будова і робота вакуумних установок (2 год)

Лабораторна робота 4. Будова і робота газополумених установок (2год)

Лабораторна робота 5. Будова і робота вакуумних установок з резистивним нагрівом (ВУП 5) (2год)

Лабораторна робота 6. Будова і робота електронно-променевих установок (2 год).

Лабораторна робота 7. Будова і робота установок вибухового розпилювання (ВУ 1Б) (2 год).

Лабораторна робота 8. Вплив технологічних чинників на якість газотермічних покриттів (2 год).

Лабораторна робота 9. Технологія отримання і контроль якості напилених покриттів (2 год).

6. Самостійна робота студентів.

Самостійна робота студентів (74 год.) складається з:

- *підготовка до лекцій – 18 год;*
- *підготовка до лабораторних робіт – 36 год;*
- *підготовка до МКР 6 год;*
- *підготовка до заліку – 6 год;*
- *робота над темами самостійного опрацювання – 8 год.*

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
Оптимальні параметри газотермічного напилювання і їх зв'язок.
Перспективи розвитку техніки напилювання
Оптимальні параметри вакуумно конденсаційного напилювання і їх зв'язок.
Способи і обладнання для швидкісного і холодного напилювання
Матеріали для напилювання. Вимоги і технології отримання

Якість опрацювання тем, що виносяться на самостійне опрацювання оцінюється під час проведення заліку.

4. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни.

Правила відвідування занять

Відвідування лекційних занять є бажаним, хоча і не обов'язковим. Відвідування лекційних занять дозволить студентам не тільки опанувати теоретичні знання безпосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.

Правила поведінки на заняттях.

На усіх заняттях, лекційних і лабораторних, вітається відключення звукових сигналів телефонів. Під час проведення лабораторних робіт у очному режимі в лабораторії №024-9 корпусу студенти повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки.

Умовою допуску до виконання лабораторної роботи є наявність у студента написаного протоколу. За дистанційної форми навчання студенти отримують індивідуальний доступ до завдання для лабораторної роботи за адресою даною викладачем і не пізніше тижня після виконання роботи надсилають викладачу оформлений звіт. Перевірка здійснюється викладачем упродовж наступного тижня.

Переписування МКР проводиться за домовленістю із викладачем.

Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" відповідно до графіку перескладань оприлюдненому на сайті ІМЗ ім. Є. О. Патона.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю

- *Поточний контроль: лабораторні роботи, модульна контрольна робота (МКР).*
- *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
- *Семестровий контроль: залік.*

Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Коефіцієнти вагомості наведено у формулі

$$O_{\text{семестр}} = 0,5(\sum O_{\text{л}})/9 + 0,5O_{\text{мкр}}$$

Критерії нарахування балів.

Лабораторні роботи

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати протокол, який складається із:

- *номера;*
- *назви;*
- *мети;*
- *теоретичних відомостей;*
- *порядок виконання.*

За дистанційної форми навчання напередодні заняття студенти віправляють написаний від руки протокол викладачу для перевірки. На занятті студенти допускаються до тестів з теорії лабораторної роботи. Після чого викладач проводить презентацію online для ознайомлення студентів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи студенти отримують доступ до результатів дослідження. Упродовж тижня студенти оформляють протокол

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і надсилають на перевірку викладачу.

Кожна виконана і оформлена лабораторна робота оцінюється максимально у 100 балів за такими критеріями:

- підготовлений до лабораторної роботи протокол у відповідності до вимог – 10 балів;
- знання теорії лабораторної роботи – 30 балів;
- виконання лабораторної роботи, проведення розрахунків за результатами дослідів та їх обговорення – 50 балів;
- оформлення результатів відповідно до вимог і захист – 10 балів.

Штрафні бали призначаються за:

- відсутність протоколу – 10 балів;
- протокол, що не відповідає вимогам – 5 балів;
- несамостійна робота на лабораторному занятті – 5 балів.

Модульна контрольна робота

На проведення роботи відводиться 1 академічна година. Студенти отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток А).

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у GoogleClassRoom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки.

Максимально робота оцінюється у 100 балів із ваговим коефіцієнтом 0,5.

Календарний контроль

Календарний контроль (КК) проводиться на 7-8 та 14-15 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно оформити і захистити 4 ЛР щонайменше на 40 балів і отримати мінімум 50 балів за МКР. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно отримати мінімум по 50 балів за інші лабораторні роботи.

Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт і виконання МКР. Мінімальна оцінка має скласти не менше 60 балів, відповідно, лабораторні роботи (мінімум) – 36 бали (кожна ЛР щонайменше оцінюється у 4 бали) та МКР – 50 балів;

Студенти, що набрали упродовж семестру не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Залікова контрольна робота проводиться письмово. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.

Залікова контрольна робота складається із 4 питань, відповідно по одному питанню із кожного розділу. Кожне з питань оцінюється у 25 балів.

Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	зараховано
94-85	зараховано
84-75	зараховано
74-65	зараховано
64-60	зараховано
Менше 60	Незараховано
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".*
- *Питання до модульної контрольної роботи наведено у Додатку А.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н. Смірнов Ігор Володимирович

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 17 від 22 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)

Завдання до Модульної контрольної роботи

Завдання № 1

1. *Схема обладнання та основні параметри напилення.*
2. *Параметри режиму електродугової металізації та їх вплив на ефективність процесу.*

Завдання № 2

1. *Методи газотермічного напилення та їх класифікація.*
2. *Застосування електродугової металізації, переваги, недолки.*

Завдання № 3

1. *Основні параметри газотермічного напилення та їх вплив на ефективність процесу.*
2. *Високочастотна (індукційна) металізація та її технологічні особливості.*

Завдання № 4

1. *Параметри напилення, які характеризують зовнішні умови напилення.*
2. *Функціональні схеми установок для газотермічного напилення.*

Завдання № 5

1. *Параметри розпилюючого струменю та потоку часток, які напилюються.*
2. *Плазмові розпилювачі.*

Завдання № 6

1. *Плазма як джерело нагріву та розпилення матеріалів.*
2. *Підготовка поверхні для газотермічного напилення.*

Завдання № 7

1. *Плазмоутворюючі гази.*
2. *Газополум'яні розпилювачі.*

Завдання № 8

1. *Способи плазмового напилення та їх технологічні особливості.*
2. *Детонаційно-газові розпилювачі.*

Завдання № 9

1. *Схеми плазмового напилення.*
2. *Електродугові металізаційні розпилювачі.*

Завдання № 10

1. *Схема плазмового напилення з захисною атмосферою.*
2. *Застосування перехідних шарів.*

Завдання № 11

1. *Газове полум'я як джерело нагріву та розпилення матеріалів.*
2. *Електродугові металізаційні розпилювачі.*

Завдання № 12

1. *Схема газополум'яного напилення.*
2. *Обробка покриттів після напилення.*

Завдання № 13

1. *Способи та технологічні особливості газополум'яного напилення.*

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

2. Механізми подачі матеріалу, який розпилюється.

Обладнання та матеріали для виробництв напилених покриттів

Завдання № 14

- 1. Параметри газополум'яного напilenня та їх вплив на ефективність процесу.*
- 2. Детонаційно-газове напilenня.*

Завдання № 15

- 1. Детонаційний вибух – джерело нагріву та розпилу матеріалів.*
- 2. Обладнання для плазмового напilenня.*

Завдання № 16

- 1. Схема детонаційного газового напilenня.*
- 2. Особливості горіння дуги в плазмових та електродугових розпилювачах.*

Завдання № 17

- 1. Технологічні особливості способів детонаційно-газового напilenня.*
- 2. Вибір вольтамперної характеристики джерела плавлення дуги.*

Завдання № 18

- 1. Особливості застосування детонаційного напilenня. Переваги та недоліки.*
- 2. Джерела живлення плазмових установок.*

Завдання № 19

- 1. Установки для плазмового напilenня.*
- 2. Підготовка поверхні напилених виробів.*

Завдання № 20

- 1. Установки для газополум'яного напilenня.*
- 2. Будова композиційних покриттів.*

Питання до залікової контрольної роботи

1. *Схема процесу та основні параметри напилення.*
2. *Параметри режиму електродугової металізації та їх вплив на ефективність процесу.*
3. *Установки для детонаційного напилення.*
4. *Методи газотермічного напилення та їх класифікація.*
5. *Застосування електродугової металізації, переваги, недолки.*
6. *Установки для електродугової металізації.*
7. *Основні параметри газотермічного напилення та їх вплив на ефективність процесу.*
8. *Високочастотна (індукційна) металізація та її технологічні особливості.*
9. *Схема плазмового напилення розпиленням проволочи.*
10. *Параметри напилення, які характеризують зовнішні умови напилення.*
11. *Функціональні схеми установок для газотермічного напилення.*
12. *Схема плазмового напилення проволокою.*
13. *Параметри розпилюючого струменю та потоку часток, які напилюються.*
14. *Плазмові розпилювачі.*
15. *Схема газополум'яного напилення покриттів.*
16. *Плазма як джерело нагріву та розпилення матеріалів.*
17. *Системи збудження дуги в плазмотронах.*
18. *Підготовка поверхні для газотермічного напилення.*
19. *Плазмоутворюючі гази.*
20. *Газополум'яні розпилювачі.*
21. *Вибір типу покриття.*
22. *Способи плазмового напилення та їх технологічні особливості.*
23. *Детонаційно-газові розпилювачі.*
24. *Вибір складу покриття та його товщини.*
25. *Схеми плазмового напилення.*
26. *Електродугові металізаційні розпилювачі.*
27. *Структура газотермічних покриттів.*
28. *Схема плазмового напилення з захисною атмосферою.*
29. *Механізми подачі розпилюваного матеріалу при газотермічному розпиленні.*
30. *Застосування перехідних шарів.*
31. *Газове полум'я як джерело нагріву та розпилення матеріалів.*
32. *Електродугові металізаційні розпилювачі.*
33. *Порошки для газотермічного напилення та способи їх підготовки.*