



Обладнання та матеріали для напилення 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) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: лекції – 36 год; лабораторні роботи – 18 год; СРС – 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: PhD, асистент Наконечний Сергій Олегович, s.nakonechniy@kpi.ua</i> <i>Лабораторні роботи: ст. викл. Руденький Сергій Олексійович</i>
Розміщення курсу	–

2. Програма навчальної дисципліни

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

Ефективність використання покриттів в промисловості та їх властивості залежать від матеріалів, які використовують, та обладнання для реалізації процесу напилення. В межах дисципліни буде вивчено конструкційні особливості обладнання для напилення, параметри роботи обладнання, їх вплив на властивості покриттів, а також матеріали для напилення – їх властивості та особливості застосування.

Набуті знання дозволять вільно орієнтуватися в технологічних особливостях найбільш поширених методів напилення – газотермічного і вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів, прогнозувати їх властивості і створювати покриття з заданими властивостями.

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

- Здатність обирати обладнання та матеріали відповідно до технології напилення та поставленого завдання.
- Здатність визначати умови отримання напилених покриттів 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 визначати вид та необхідну кількість технологічного обладнання, його конструктивних елементів, для одержання порошків та виробів з них.
- Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів з напиленим покриттям.

Предмет навчальної дисципліни – обладнання для газотермічного та вакуумно-конденсаційного напилення та матеріали для виконання поставлених завдань.

Програмні результати навчання:

1. Уміти кваліфіковано обирати устаткування для газотермічного та вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів різного функціонального призначення. Розуміти будову металевих, неметалевих та композиційних матеріалів.
2. Уміти визначати умови роботи та застосовувати виробниче обладнання для обробки матеріалів та напилення покриттів.
3. Уміти призначати технічні характеристики установок для нанесення покриттів. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.
4. Уміти використовувати засоби та володіти методами забезпечення та контролю якості порошкових матеріалів та покриттів на їх основі.

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;
- Основи металознавства;
- Матеріалознавство тугоплавких матеріалів;
- Математичне і комп'ютерне моделювання.

Окрім того, необхідні знання вибіркової дисципліни «Теорія нанесення покриттів».

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Обладнання та матеріали для напилення 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 напилення.

Тема 1.1. Обладнання для реалізації плазмового напилення. Плазмотрони, конструкції і принцип роботи, конструкційні особливості плазмотронів. Промислові установки.

Тема 1.2. Обладнання для реалізації електродугової металізації. Принцип роботи і схема розпилювальних головок електрометалізаторів. Конструкційні особливості електро-металізаторів ЕМ-12, ЕМ-14, ЕМ-15 та комплекту дугової металізації КДМ-2. Джерела струму плазових і електродугових установок. Системи збудження дуги.

Розділ 2. Обладнання для газополуменового та детонаційного напилення покриттів

Тема 2.1. Обладнання для газополуменового напилення. Будова пальників та їх особливості. Конструкції газополуменових сопел. Інжекторні і безінжекторні розпилювачі. Пристрої для транспортування порошків.

Тема 2.2. Обладнання для детонаційного напилення покриттів. Конструкції стволів установок і дозаторів порошку. Апаратура і обладнання для нанесення покриттів. Схема автоматичного детонаційного комплексу, потужність та технологічні характеристики.

Розділ 3. Обладнання для вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів

Тема 3.1. Установки для напилення покриттів термічним випаровуванням. Конструкції випаровувачів і способи нагріву розпилюваних матеріалів. Механізми вибухового розпилення матеріалів. Установки, їх характеристика.

Тема 3.2. Установки для напилення покриттів іонним розпиленням. Магнетрони для нанесення покриттів, їх характеристика. Ефективність та коефіцієнт розпилення.

Тема 3.3. Вакуумні системи установок. Загальна характеристика вакуумних насосів. Матеріали, робочі гази та рідини.

Розділ 4. Матеріали для нанесення покриттів

Тема 4.1. Загальна характеристика матеріалів для напилення покриттів. Вимоги до матеріалів (порошки, дроти, виливки): стандарти, позначення і рекомендація по застосуванню. Технології та обладнання виготовлення матеріалів для напилення покриттів. Методи металотермії, розпилення, агломерації, механо-хімічного легування та плакування.

Тема 4.2. Напилення покриттів із різних матеріалів (металів, сплавів, сполук оксидів, дротів, гнучких порошкових дротів). Основні параметри напилення. Особливості газотермічного та вакуумно-конденсаційного напилення матеріалів, відмінних за своїми фізико-механічними властивостями.

4. Навчальні матеріали та ресурси.

Базові:

1. Білик І.І. *Технологія та обладнання напилених покриттів: навч. посібник* / І.І. Білик. – Київ : Політехніка, 2002. – 101 с.
2. Корж В.М. *Технологія та обладнання для напилювання : навч. посібник* / В.М. Корж. – Київ : НМЦВО, 2000. – 152 с.
3. Смирнов І.В. *Обладнання та технологія вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів: навч. посіб.* / І.В. Смирнов, В.М. Пащенко. – Х.: Мачулін, 2016. – 236 с.
4. Пащенко В.М. *Обладнання для газотермічного нанесення покриттів: навч. посібник* / В.М. Пащенко. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2001. – 416с.

Додаткові:

1. *Обладнання та технологія напилених покриттів: методичні вказівки до лабораторних робіт по курсу / уклад.: І.І. Білик. – Київ: ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2003. – 36 с..*
- Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет.

Інформаційні ресурси:

1. www.scincedirect.com

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни.

5.1. Лекційні заняття

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

Тема 1.1.

Лекція 1. Вступ. Сучасний стан обладнання для реалізації плазмового напилення. Промислові установки для плазмового напилення покриттів.

Лекція 2. Плазмотрони для напилення покриттів, конструкції і принцип роботи, конструкційні особливості плазмотронів прямої та непрямої дії.

Тема 1.2.

Лекція 3. Обладнання для реалізації електродугової металізації. Принцип роботи і схема розпилювальних головок електрометалізаторів.

Лекція 4. Конструкційні особливості електрометалізаторів ЕМ-12, ЕМ-14, ЕМ-15 та комплекту дугової металізації КДМ-2.

Лекція 5. Джерела струму плазмових і електродугових установок. Системи збудження дуги.

Розділ 2. Обладнання для газополуменового та детонаційного напилення покриттів

Тема 2.1.

Лекція 6. Обладнання для газополуменового напилення та його характеристики.

Лекція 7. Будова пальників та їх особливості. Конструкції газополуменових сопел.

Інжекторні і безінжекторні розпилювачі. Пристрої для транспортування порошків.

Тема 2.2.

Лекція 8. Обладнання для детонаційного напилення покриттів та його характеристики.

Лекція 9. Конструкції стволів установок і дозаторів порошку. Схема та характеристики автоматичного детонаційного комплексу.

Розділ 3. Обладнання для вакуумно-конденсаційних способів нанесення покриттів

Тема 3.1.

Лекція 9. Установки для напилення покриттів термічним випаровуванням та їх технічні характеристики.

Лекція 10. Конструкції випаровувачів і способи нагріву розпилюваних матеріалів. Механізми вибухового розпилення матеріалів. Установки, їх характеристики.

Тема 3.2.

Лекція 11. Установки для напилення покриттів іонним розпиленням, їх особливості.

Лекція 12. Магнетрони для нанесення покриттів, їх характеристика. Ефективність та коефіцієнт розпилення.

Тема 3.3.

Лекція 13. Вакуумні системи установок. Загальна характеристика вакуумних насосів.

Лекція 14. Матеріали, робочі гази та рідини.

Розділ 4. Матеріали для нанесення покриттів

Тема 4.1.

Лекцій 15. Загальна характеристика матеріалів для напилення покриттів. Вимоги до матеріалів (порошки, дроти, виливки): стандарти, позначення і рекомендація по застосування.

Лекцій 16. Технології та обладнання виготовлення матеріалів для напилення покриттів. Методи металотермії, розпилення, агломерації, механо-хімічного легування та плакування.

Тема 4.2.

Лекція 17. Напилення покриттів із різних матеріалів (металів, сплавів, сполук оксидів, дротів, гнучких порошкових дротів). Основні параметри напилення.

Лекція 18. Особливості газотермічного та вакуумно-конденсаційного напилення матеріалів, відмінних за своїми фізико-механічними властивостями.

5.1. Лабораторні роботи

№ з/п	Тема заняття	Кількість ауд. годин
1.	Вступне заняття	2
2.	Будова і робота електродугових металізаторів	2
3.	Будова і робота газополумєневих установок	2
4.	Будова і робота плазмових установок	2
5.	Будова і робота живильників-дозаторів порошків для напилення	2

№ з/п	Тема заняття	Кількість ауд. годин
	покриттів	
6.	Будова і робота установок вакуумного напilenня з резистивним випаровуванням (ВУП 5)	2
7.	Будова і робота установок вакуумно-дугового напilenня (ВУ 1Б)	2
8.	Будова і робота вакуумних насосів	2
9.	Модульна контрольна робота	2
	Всього	18

6. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів (66 год.) складається з:

1. Підготовка до лекцій – 17 год;
2. Підготовка до лабораторних робіт – 7 год;
3. Підготовка до МКР – 4 год;
4. Підготовка до заліку – 6 год;
5. Робота над темами самостійного опрацювання – 32 год.

Перелік тем, що виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин
1	Оптимальні параметри установок для газотермічного напilenня та їх зв'язок.	4
2	Оптимальні параметри установок для вакуумно-конденсаційного напilenня та їх зв'язок.	4
3	Допоміжне устаткування для нанесення газотермічних та вакуумно-конденсаційних покриттів.	8
4	Установки для електронно-променевого напilenня	4
5	Будова та робота обладнання для газодинамічного напilenня	6
6	Матеріали для напilenня. Вимоги і способи отримання.	6

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

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. Опрацювання матеріалу по всіх темах лекційних занять є

обов'язковим.

- *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 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 ел. адресою, даною викладачем, і не пізніше тижня після виконання роботи надсилають викладачу оформлений звіт. Перевірка здійснюється викладачем упродовж наступного тижня.*
- *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>.*

Інші умови.

- *Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні, що відповідають компетентностям даної дисципліни/спеціальності – участь у конференціях, конкурсах тощо. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.*
- *Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.*
- *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.*

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

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.*

***Умови допуску до семестрового контролю:** виконання всіх лабораторних робіт та написання МКР щонайменше на 15 балів.*

Поточний контроль

- *Виконання лабораторних робіт оцінюється ваговим балом – від 1 до 10. Максимальна*

кількість балів за всі лабораторні заняття складає: $10 \text{ балів} \times 7 = 70 \text{ балів}$.

- Виконання модульної контрольної роботи оцінюється – від 1 до 30 балів.

На проведення модульної контрольної роботи відводиться 2 академічні години. Студенти отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток А). За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання у Google Classroom, куди ж завантажують виконане завдання для перевірки. Відповідь на кожне питання оцінюється від 1 до 15 балів. Максимальна кількість балів за МКР складає: $15 \text{ балів} \times 2 = 30 \text{ балів}$.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RC = 70 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Календарний контроль

Календарний контроль (КК) проводиться на 7 та 13 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студентам необхідно оформити та захистити виконані лабораторні роботи. Для позитивного оцінювання 2-го КК студентам необхідно написати позитивно МКР.

Залік

Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт та написання МКР щонайменше на 15 балів. Студенти, що набрали упродовж семестру не менше 60 балів, мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Залікова семестрова контрольна робота пропонується у разі набору студентом недостатньої для семестрової атестації кількості балів (від 40 до 59 балів) або у разі незгоди студента із кількістю балів, набраних протягом семестру. Для підвищення рейтингової оцінки студент може скласти залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів тільки залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Залікова контрольна робота проводиться усно. Студент отримує 2 питання, відповіді на які максимально оцінюються у 100 балів (50 балів за правильну відповідь на кожне питання), відповідно:

- 100-95 балів – повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації, студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання;
- 94-75 балів – достатньо повна відповідь, не менше 75 % потрібної інформації, студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності/помилки;
- 74-60 балів – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, студент демонструє задовільні знання, засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки;

- *0 балів – відповідь не відповідає необхідним умовам, незадовільне знання теорії та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Питання до модульної контрольної роботи наведено у Додатку А.*
- *Питання, які виносяться на залікову контрольну роботу, наведені у Додатку Б.*
- *Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних онлайн 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".*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено PhD, асистент Наконечний Сергій Олегович

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 3 від 30 вересня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 2 від 16 жовтня 2025 р.)

Завдання до Модульної контрольної роботи

Варіант № 1

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

Варіант № 2

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

Варіант № 3

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

Варіант № 4

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

Варіант № 5

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

Варіант № 6

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

Варіант № 7

1. *Плазмоутворювальні гази.*
2. *Газополуменеві розпилювачі.*

Варіант № 8

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

Варіант № 9

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

Варіант № 10

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

Варіант № 11

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

Варіант № 12

1. Схема газополуменевого напилення.
2. Обробка покриттів після напилення.

Варіант № 13

1. Способи та технологічні особливості газополуменевого напилення.
2. Механізми подачі матеріалу, який розпилюється.

Варіант № 14

1. Параметри газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу.
2. Детонаційно-газове напилення.

Варіант № 15

1. Детонаційний вибух – джерело нагріву для нанесення покриттів.
2. Обладнання для плазмового напилення.

Варіант № 16

1. Схема детонаційного напилення.
2. Особливості горіння дуги в плазмових та електродугових розпилювачах.

Варіант № 17

1. Технологічні особливості детонаційного напилення.
2. Вибір вольт-амперної характеристики джерела плавлення дуги для електродугового та плазмового напилення.

Варіант № 18

1. Особливості застосування детонаційного напилення. Переваги та недоліки.
2. Джерела живлення плазмових установок.

Варіант № 19

1. Установки для плазмового напилення.
2. Підготовка поверхні виробів перед нанесенням покриттів.

Варіант № 20

1. Установки для газополуменевого напилення.
2. Будова композиційних покриттів.

Питання до залікової контрольної роботи

1. Будова композиційних покриттів.
2. Вибір вольт-амперної характеристики джерела плавлення дуги для електродугового та плазмового напилення.
3. Вибір складу покриття та його товщини.
4. Вибір типу покриття.
5. Високочастотна (індукційна) металізація та її технологічні особливості.
6. Газове полум'я як джерело нагріву та розпилення матеріалів.
7. Газополуменеві розпилювачі.
8. Детонаційний вибух – джерело нагріву для нанесення покриттів.
9. Детонаційно-газове напилення.
10. Детонаційно-газові розпилювачі.
11. Джерела живлення плазмових установок.
12. Електродугові металізаційні розпилювачі.
13. Застосування електродугової металізації, переваги, недоліки.
14. Застосування перехідних шарів.
15. Методи газотермічного напилення та їх класифікація.
16. Механізми подачі матеріалу, який розпилюється.
17. Механізми подачі розпилюваного матеріалу при газотермічному розпиленні.
18. Обладнання для плазмового напилення.
19. Обробка покриттів після напилення.
20. Основні параметри газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу.
21. Особливості горіння дуги в плазмових та електродугових розпилювачах.
22. Особливості застосування детонаційного напилення. Переваги та недоліки.
23. Параметри газополуменевого напилення та їх вплив на ефективність процесу.
24. Параметри напилення, які характеризують зовнішні умови напилення.
25. Параметри режиму електродугової металізації та їх вплив на ефективність процесу.
26. Параметри розпилюючого струменю та потоку часток, які напилюються.
27. Плазма як джерело нагріву та розпилення матеріалів.
28. Плазмові розпилювачі.
29. Плазмоутворювальні гази.
30. Порошки для газотермічного напилення та способи їх підготовки.
31. Підготовка поверхні виробів перед нанесенням покриттів.
32. Підготовка поверхні для газотермічного напилення.
33. Системи збудження дуги в плазмотронах.
34. Способи та технологічні особливості газополуменевого напилення.
35. Структура газотермічних покриттів.

- 36. *Схема газополуменевого напилення.*
- 37. *Схема детонаційного напилення.*
- 38. *Схема обладнання та основні параметри газотермічного напилення.*
- 39. *Схема плазмового напилення дротом.*
- 40. *Схема плазмового напилення з захисною атмосферою.*
- 41. *Схеми плазмового напилення.*
- 42. *Технологічні особливості детонаційного напилення.*
- 43. *Технологічні особливості обладнання для плазмового напилення.*
- 44. *Установки для газополуменевого напилення.*
- 45. *Установки для детонаційного напилення.*
- 46. *Установки для електродугової металізації.*
- 47. *Установки для плазмового напилення.*
- 48. *Функціональні схеми установок для газотермічного напилення.*