

## ЗМІСТ

	СТОР
Вступ.....	5
<b>1. Загальна характеристика методів газотермічного на- пилювання покриттів</b> .....	7
1.1. Електродугова металізація .....	7
1.2. Газополуменеве напилювання.....	9
1.3. Плазмове напилювання.....	11
1.4. Детонаційно-газове напилювання.....	15
1.5. Газодинамічне напилювання.....	18
Контрольні запитання до розділу 1.....	20
<b>2. Порошки для газотермічного напилювання</b> .....	21
2.1. Вимоги до порошків та їх класифікація .....	21
2.2. Взаємодія порошкових матеріалів для напилювання з газополуменевим і плазмовим струменем.....	23
2.3. Класифікація порошків для напилювання покриттів .....	46
Контрольні запитання до розділу 2.....	49
<b>3. Матеріали для напилювання покриттів та способи їх виготовлення</b> .....	50
3.1. Порошки металів .....	50
3.1.1. Методи отримання порошків металів .....	52
3.2. Порошки сплавів .....	91
3.2.1. Властивості та галузі застосування порошків сплавів	91
3.2.2. Отримання порошків сплавів.....	102
3.3. Порошки тугоплавких сполук .....	113
3.3.1. Властивості та галузі застосування порошків тугоп- лавких сполук.....	113
3.3.2. Отримання порошків тугоплавких сполук .....	119
3.3.3. Грануляція (укрупнення) частинок порошків тугоп- лавких сплук.....	136
3.4. Порошки оксидів. Характеристики, галузі застосування й отримання .....	142
3.5. Композиційні порошки .....	144
3.5.1. Загальна характеристика композиційних порошків ...	144
3.5.2. Отримання композиційних порошків для напилюван- ня.....	166
3.6. Дроти, стрижні, порошкові дроти та гнучкі порошкові шнури.....	178
3.6.1. Загальна характеристика і застосування.....	178

3.6.2. Отримання стрижнів, порошкових дротів і шнурів..	180
3.6.3. Технологія отримання гнучких порошкових шнурів ..	198
Контрольні запитання до розділу 3.....	207
<b>4. Загальні рекомендації щодо вибору матеріалу і методу напилювання покриттів</b> .....	208
<b>Список рекомендованої літератури</b> .....	210
<b>Додаток А.</b> Хімічний склад порошоків для наплавки и напилювання компанії Ресурс 1 (Україна).....	214
<b>Додаток Б.</b> Рекомендації по застосуванню порошоків для наплавки и напилювання Ресурс 1 (Україна).....	217
<b>Додаток В.</b> Хімічний склад і рекомендації по застосуванню порошоків для напилювання і наплавки фірми Кастилін.....	220
<b>Додаток Г.</b> Хімічний склад та рекомендації по застосуванню порошки фірми Хеганес (Швеція).....	228
<b>Додаток Д.</b> Хімічний склад і властивості порошоків для напилювання фірми ПЛАЗМА – ТЕХНІК АГ (Швейцарія).....	230
<b>Додаток Е</b> Властивості і рекомендації по обробці і застосуванню покриттів з порошоків для напилювання фірми ПЛАЗМА – ТЕХНІК АГ (Швейцарія).....	232

## ВСТУП

Нанесення покриттів газотермічними методами використовують з метою відновлення та зміцнення деталей машин і механізмів, надання їм зносо-, корозійно- та жаростійкості, спеціальних властивостей. Різноманіття призначення покриттів потребує широкого кола матеріалів. Характеристика матеріалу визначає експлуатаційні властивості покриттів, метод їх нанесення, який вибирають залежно від властивостей матеріалу.

Важливе значення при напилюванні газотермічних покриттів має метод подачі матеріалу в зону напилювання, який багато в чому визначає властивості покриттів і конструктивні особливості устаткування, яке використовують при цьому. Нині застосовують переважно чотири методи подачі матеріалу в зону напилювання: це порошкова, дротова та стрижнева подача, подача за допомогою порошкових дротів і гнучких порошкових шнурів. Всі ці методи подачі матеріалу в зону напилювання об'єднує те, що вихідним матеріалом переважно є порошки металів, сплавів, оксидів і тугоплавких сполук, які можна безпосередньо використовувати для напилювання або з яких можна виготовляти стрижні, дроти, порошкові дроти та гнучкі порошкові шнури.

Метод і технологічні режими отримання порошків для напилювання мають свої особливості і дещо відрізняються від тих, які застосовуються при одержанні порошків для виготовлення з них виробів методами порошкової металургії. Відмінність обумовлюється вимогами до них відносно їх форми, гранулометричного складу, текучості тощо. Тому набуття певних компетенцій фахівцями при навчанні з метою інтегрального підходу до вибору матеріалів та методів і умов їх отримання для напилювання покриттів з напередзаданими властивостями є досить актуальною задачею.

У зв'язку з цим також актуальним є видання навчальної та технічної літератури для студентів, фахівців, спеціалістів та наукових працівників. Натепер в Україні та країнах ближнього та дальнього зарубіжжя відносно добре поставлена інформаційна діяльність в галузі напилювання покриттів газотермічними методами та отримання вихідних матеріалів. Випускаються періодичні видання, збі-

ники наукових праць з порошкової металургії та напилювання покриттів, довідники тощо. Проте підручників та навчальних посібників для студентів, які навчаються за напрямом “Інженерне матеріалознавство” за спеціальністю “Матеріалознавство” і спеціалізацією “Матеріалознавство порошкових композитів та покриттів”, особливо українською мовою, дуже мало. Ті нечисленні видання, які є натеper, не охоплюють проблеми загалом відносно матеріалів для напилювання покриттів із наперед заданими властивостями.

У пропонованому навчальному посібнику “Матеріали для напилювання покриттів”, відповідно до розділу навчальної програми з дисципліни “Технологія та обладнання для напилювання покриттів”, розглядаються основи теорії та технології отримання порошків металів і сплавів, композиційних порошків, стрижнів, порошкових дротів та шнурів. Особливу увагу приділено теоретичному обґрунтуванню необхідних вимог до вихідних матеріалів (порошків) залежно від їх складу й умов напилювання покриттів із них, що надає фахівцям можливість набути компетенцій для вибору матеріалів для напилювання і створення нових із наперед заданими властивостями. В навчальному посібнику також надаються довідкові дані про порошки, які виготовляються вітчизняними та за кордоном виробниками і сьогодні найбільш широко використовуються для напилювання покриттів.

Навчальний посібник "Матеріали для напилювання покриттів" підготовлений до друку в межах і завдяки дії міжнародного проекту "Modernization of two cycles (MA, BA) of competence-based curricula in Material Engineering according to the best experience of Bologna Process" (MMATENG)" ("Модернізація навчальних планів дворівневої програми підготовки (бакалаври/магістри) з інженерного матеріалознавства на основі компетентного підходу до найкращого досвіду впровадження положень Болонського процесу") європейської освітньої програми TEMPUS, у якому взяла участь кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії інженерно-фізичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».