



Технології виробництва порошкових та композиційних матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

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)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, Мініцький Анатолій Вячеславович, mail:aminitsky@gmail.com Лабораторна робота: д.т.н., доцент, Мініцький Анатолій Вячеславович, PhD, асистент Втерковський Михайло Ярославович</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, студенти набувають навичок, що стосуються типових технологічних процесів виготовлення порошкових та композиційних матеріалів різного функціонального призначення.

Метою викладання навчальної дисципліни є підсилення фахових компетентностей:

- Здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання виробів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів;*
- Здатність застосовувати сучасні підходи оптимізації та дизайну матеріалів для удосконалення їх властивостей залежно від умов експлуатації.*

Предметом дисципліни є аналіз та вибір технології виробництва порошкових, композиційних та наноструктурованих матеріалів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен знати:

- основні групи матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання;*
- основні технології виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.*

Студент повинен уміти:

- обирати послідовність та параметри технологічних процесів для одержання виробів з дисперсних матеріалів для заданих умов експлуатації;

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

Дисципліна викладається в шостому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки бакалаврів. Забезпечує отримання теоретичних та практичних навичок технологічних процесів отримання порошкових та композиційних матеріалів, чим підсилює набір фахових компетентностей. Для вивчення даної дисципліни потрібні знання з наступних дисциплін: «Фізика конденсованого стану», «Фізична хімія», «Теорія процесів формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів», «Металознавство». Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні розрахунків та оцінці результатів в дипломних проєктах та роботах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна – «Технології виробництв порошкових та композиційних матеріалів» містить один змістовний модуль: «Технології виробництв порошкових та композиційних матеріалів».

Розділ 1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням.

Значення порошкових спечених матеріалів конструкційного, електротехнічного, триботехнічного, інструментального та спеціального призначення в сучасному виробництві. Сучасні тенденції розвитку порошкових та композиційних матеріалів. Класифікація та технологічні схеми одержання спечених порошкових та композиційних матеріалів.

Розділ 2. Спечені матеріали конструкційного призначення.

Класифікація, технологія виготовлення, властивості та призначення спечених конструкційних матеріалів на основі заліза. Технологія виготовлення виробів з спечених конструкційних матеріалів на основі кольорових та тугоплавких металів і сплавів. Технологія одержання виробів із спечених жароміцних матеріалів. Термічна та хімікотермічна обробка виробів з спечених матеріалів.

Розділ 3. Композиційні спечені антифрикційні матеріали.

Загальні відомості, вимоги та основні тенденції розвитку антифрикційних матеріалів, одержаних методом порошкової металургії. Антифрикційні матеріали на основі міді, їх властивості і умови застосування. Технологія виготовлення антифрикційних матеріалів на основі заліза, їх властивості та галузі застосування. Металеві багат шарові матеріали на сталевих підкладках. Метало-полімерні антифрикційні матеріали. Металографітові, металоскляні матеріали та матеріали на основі тугоплавких металів та сполук.

Розділ 4. Спечені фрикційні матеріали.

Основи процесів тертя та зношування фрикційних матеріалів. Типи гальмівних та передаючих пристроїв. Класифікація порошкових фрикційних матеріалів за призначенням. Матеріали для роботи в умовах сухого тертя. Технологія виробництва фрикційних виробів. Вплив технологічних параметрів виготовлення на властивості фрикційних матеріалів.

Розділ 5. Спечені високопористі проникні матеріали.

Класифікація, основні методи отримання, властивості та призначення порошкових високопористих матеріалів. Технологія виготовлення проникних матеріалів з волокон та тугоплавких сполук.

Розділ 6. Композиційні порошкові матеріали.

Класифікація, методи отримання, властивості і призначення композиційних матеріалів. Технологія виготовлення волокнистих та багатошарових композиційних матеріалів. Технологія виготовлення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів.

Розділ 7. Матеріали з тугоплавких безкисневих сполук.

Класифікація, властивості та призначення тугоплавких сполук. Технологія одержання карбідів титану, хрому, карбонітриду титану, нітриду бору, кремнію та титану. Методи виготовлення виробів із тугоплавких сполук ізостатичним гарячим пресуванням, литвом термопластичних шлікерів та ізостатичним формуванням.

Розділ 8. Спечені тверді сплави.

Тверді сплави на основі монокарбіду вольфраму, класифікація, основні елементи технології виготовлення та призначення. Безвольфрамові тверді сплави на основі карбідів титану, хрому, карбонітриду титану та термооброблювані тверді сплави зі сталевими зв'язками. Мінералокерамічні тверді сплави та оксикарбідна і нітрид на кераміка. Високошвидкісні методи отримання твердих сплавів. Фізико-хімічні основи отримання порошків алмазу, алмазоподібних модифікацій нітриду бору та полікристалічних надтвердих матеріалів на їх основі. Надтверді матеріали із кубічного та вюрцитоподібного нітриду бору. Технологія виробництва надтвердих матеріалів.

Розділ 9. Матеріали електротехнічного призначення.

Технологія виготовлення, склад, властивості та галузі застосування спечених електроконтактних матеріалів (розривні та контакти ковзання). Порошкові магнітно-м'які матеріали, методи отримання, склади, властивості та галузі застосування. Магнітодіелектрики, магнітно-м'які ферити, їх отримання, класифікація та властивості. Магнітно-тверді порошкові матеріали, технологічні схеми одержання, основні типи, властивості та галузі застосування. Магнітно-тверді ферити, їх типи, склади, властивості та галузі застосування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

- 1. Степанчук А. М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів [Текст] : навч. посібник / А. М. Степанчук. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 336 с.*
- 2. Степанчук А. М. Матеріали для напилювання покриттів [Текст] : навч. посібник / А.М.Степанчук, І. І. Білик – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 236 с.*
- 3. Куцова В. З. Наноматеріали та нанотехнології. [Текст] : навч. посібник. У двох частинах / В. З. Куцова, Т. В. Котова, Т. А. Аюпова – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. – 103 с.*
- 4. Писаренко В.Г. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку [Текст] : навч. посібник / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, Є. Ф. Боковий [и др.] – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 242 с.*
- 5. Савчук П.П. Композитні матеріали [Текст] : навч. посібник / П. П. Савчук, В. П. Кашицький, М. Д. Мельничук [и др.] – Луцьк : Видавець ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с.*

Додаткова література

- 1. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів та тугоплавких сполук [Текст] : підручник / А. М. Степанчук. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 353 с*

2. Сизоненко О. Н. Перспективные процессы изготовления порошковых материалов [Текст] : учебник / О. Н. Сизоненко, А. И. Ивлев, Г. А. Баглюк. – Николаев : НУК, 2014. – 376 с.

3. Степанчук А. Н. Технология порошковой металлургии [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Степанчук, И. И. Билык, П. А. Бойко. – Киев : Вища школа, 1989. – 415 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, які знаходяться у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського для глибшого опрацювання рекомендованих викладачем розділів, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних занять. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Історія виникнення та розвиток спечених порошкових та композиційних матеріалів конструкційного, триботехнічного, електротехнічного та інструментального призначення. Класифікація та узагальнена технологічна схема одержання спечених порошкових та композиційних матеріалів. (мультимедійна презентація; [1], [5]) (2 години)

Лекція 2. Порошкові конструкційні матеріали загального, машинобудівного призначення. Класифікація в залежності від умов експлуатації і ступеню навантаження. Технологія виготовлення важко-навантажених виробів з конструкційних матеріалів на основі заліза різними методами; (мультимедійна презентація; [1], [2], [4], дод. [10],) (2 години)

Лекція 3. Конструкційні матеріали на основі магнію, титану, нержавіючої сталі, тугоплавких металів та особливості технології отримання виробів з них. Конструкційні матеріали на основі титану і його сплавів. Технологічні варіанти виготовлення і застосування. Дисперснозміцнені матеріали на основі алюмінію, вольфраму, нікелю та кобальту. Особливості отримання, складу, властивостей та галузі застосування; (мультимедійна презентація; [2], [3], [4],) (2 години).

Лекція 4. Технології адитивного виробництва, MIM, HIP та інтенсивної пластичної деформації при отриманні конструкційних порошкових матеріалів з високими фізико-механічними характеристиками; (мультимедійна презентація; [2], [3], [4],) (2 години).

Лекція 5. Класифікація антифрикційних порошкових матеріалів за складом і за призначенням. Матеріали на основі міді, їх складу, фізико-механічні та експлуатаційні властивості. Методи отримання, структура, фізико-механічні та триботехнічні властивості антифрикційних матеріалів на основі заліза, залізо-графіту і залізо-мідь – графіту. Легуючі та антифрикційні добавки для підвищення триботехнічних властивостей порошкових матеріалів. (мультимедійна презентація; [3], [4], дод. [7]) (2 години)

Лекція 6. Технологія виготовлення і властивості антифрикційних матеріалів на підкладках, металополімерних, металоскляних, металографітових спечених матеріалів та матеріалів на основі тугоплавких металів і сполук. Особливості виготовлення, складу і властивості основних типів спечених антифрикційних матеріалів на основі нікелю, кобальту, алюмінію та матеріалів для торцевих, радіальних ущільнень та поршневих кілець. Матеріали спеціального призначення для роботи в присутності рідкого мастила та без нього, в вакуумі, при підвищених температурах, при високих швидкостях ковзання, в корозійних середовищах (мультимедійна презентація; [3], [4], дод. [7]) (2 години)

Лекція 7. Загальні уявлення про фрикційні матеріали. Основи процесів тертя та зношування фрикційних матеріалів. Типи гальмівних та передаючих пристроїв. Класифікація порошкових фрикційних матеріалів за призначенням; (мультимедійна презентація; [3], [4]) Проведення тематичної контрольної роботи. Проведення тематичної контрольної роботи. (2 години)

Лекція 8. *Матеріали для роботи в умовах сухого тертя. Технологія виробництва фрикційних виробів. Вплив технологічних параметрів виготовлення на властивості фрикційних матеріалів; (мультимедійна презентація; [3], [4]) (2 години)*

Лекція 9. *Технологія отримання порошкових високопористих матеріалів. Залежність проникності пористих фільтрів від способу виготовлення. Варіанти формування та їх вплив на властивості проникних порошкових матеріалів; (мультимедійна презентація; [3], [4], дод. [9]) (2 години)*

Лекція 10. *Технологія виготовлення проникних матеріалів із сферичних і несферичних порошків. Варіанти застосування порошкових проникних матеріалів у авіа- та машинобудуванні; (мультимедійна презентація; [3], [4]). Проведення тематичної контрольної роботи. (2 години)*

Лекція 11. *Класифікація, методи отримання, властивості і призначення композиційних матеріалів. Технологія виготовлення волокнистих композиційних матеріалів. Технологія виготовлення дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів; (мультимедійна презентація; [4], дод. [8]). Проведення тематичної контрольної роботи. (2 години)*

Лекція 12. *Класифікація, властивості та призначення тугоплавких сполук. Технологія одержання карбідів титану, хрому, карбонітриду титану, нітриду бору, кремнію та титану; ([3], [4]) (мультимедійна презентація; 2 години)*

Лекція 13. *Методи виготовлення виробів із тугоплавких сполук ізостатичним гарячим пресуванням, литвом термопластичних лікерів та ізостатичним формуванням; (мультимедійна презентація; [3], [4]) (2 години)*

Лекція 14. *Тверді сплави на основі моно карбиду вольфраму, класифікація, основні елементи технології виготовлення та призначення. Безвольфрамові тверді сплави на основі карбідів титану, хрому, карбонітриду титану та термооброблювані тверді сплави зі сталевими зв'язками. Мінералокерамічні тверді сплави та оксикарбідна і нітрид на кераміка. Технологічні варіанти отримання твердих сплавів, властивості та основні галузі застосування; (мультимедійна презентація; [3], [4], дод. [2]) (2 години)*

Лекція 15. *Фізико-хімічні основи отримання порошків алмазу, алмазоподібних модифікацій нітриду бору та полікристалічних надтвердих матеріалів на їх основі. Надтверді матеріали із кубічного та вюрцитоподібного нітриду бору. Технологія виробництва надтвердих матеріалів; (мультимедійна презентація; [3], [4]) (2 години)*

Лекція 16. *Класифікація матеріалів електротехнічного призначення. Технологія виготовлення, склад, властивості та галузі застосування спечених електроконтактних матеріалів. Склад та технологія виготовлення контактів ковзання та високоструменевих контактів; (мультимедійна презентація; [3], [4], дод. [5]) (2 години)*

Лекція 17. *Порошкові магнітно-м'які матеріали, методи отримання, склади, властивості та галузі застосування. Магнітодіелектрики, магнітно-м'які ферити, їх отримання, класифікація та властивості.*

Лекція 18. *Магнітно-тверді порошкові матеріали, технологічні схеми одержання, основні типи, властивості та галузі застосування. Магнітно-тверді ферити, їх типи, склади, властивості та галузі застосування; (мультимедійна презентація; [2], [3], дод. [5]). (2 години)*

Перелік тем лабораторних занять

1. *Одержання та вивчення властивостей конструкційних спечених матеріалів (4 години)*
2. *Одержання та вивчення властивостей антифрикційних матеріалів (4 години)*
3. *Одержання та вивчення властивостей фрикційних матеріалів (4 години)*
4. *Одержання та вивчення властивостей пористих фільтрів (4 години)*
5. *Дослідження впливу технологічних параметрів на структуру та властивості спечених твердих сплавів (4 години)*
6. *Одержання та вивчення властивостей електричних контактів (4 години)*
7. *Одержання та вивчення властивостей порошкових магнітних матеріалів (4 години)*

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 56 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для фокусування розглянутих експериментальних методів отримання конструкційних, триботехнічних, інструментальних та електротехнічних матеріалів (6 годин);
- підготовці до виконання лабораторних занять аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 0,5 годин на 1 годину виконання лабораторних робіт (14 годин)
- підготовка до тематичних контрольних робіт (6 годин)
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (30 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних лабораторних занять оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, графіками, копіями екрану – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється засобами googledocs, після чого надається доступ для редагування для викладача. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання програмного продукту та методик оптимального вибору для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи 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)

- Захист звітів з лабораторних всього максимально 80 балів, відповідно:
 - Лабораторна робота 1 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)
 - Лабораторна робота 2 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2і більше)
 - Лабораторна робота 3 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2і більше)
 - Лабораторна робота 4 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2і більше)
 - Лабораторна робота 5 максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2і більше)

- *Лабораторна робота 6* максимум 8 балів (позитивна оцінка 4,8 і більше)
- *Лабораторна робота 7* максимум 12 балів (позитивна оцінка 7,2 і більше)

- *МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді контрольної роботи з двох питань на 7-му та 11-му навчальних тижнях (питання входять до переліку загальних питань наведених у додатку). До першого контролю входять питання з 1 до 25, до другого з 26 до 57. Максимальна оцінка за кожну роботу 10 балів (5 бали – перше питання (позитивна оцінка 3 бали і вище) та 5 бали – друге питання (позитивна оцінка 3 бали і вище)), всього складає 20 балів за семестр.*

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №1, №2 і №3 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт №4, №5, №6, №7 та тематичної роботи №2.

Семестровий контроль: залік (максимальна кількість балів - 100).

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- *Тематичні контрольні роботи не менше 12 балів*
- *Захист звітів з лабораторних робіт не менше 48 балів*

Після оцінювання відповідей на заліку (виконання контрольної роботи) підсумовуються стартові бали та бали за залік, зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою (табл.).

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)

- *Рекомендовано застосовувати результати навчання під час виконання дипломних проєктів (робіт), пов'язаних із розробкою технологічних схем для отримання порошкових виробів.*
- *Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку А.*
- *Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

**доцент каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, д.т.н., доцент,
Мініцький Анатолій Вячеславович**

Ухвалено:

кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

(протокол № 21 від 08 липня 2022 р.)

Погоджено:

Методичною комісією НН Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона

(протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р.)

ДОДАТОК А

Завдання на семестровий контроль з дисципліни «Технологія та обладнання виробництв порошкових та композиційних матеріалів»

1. Класифікація та застосування конструкційних порошкових матеріалів.
2. Технологія виготовлення малонавантажених та помірнонавантажених конструкційних деталей.
3. Технологія виготовлення середньонавантажених та важконавантажених конструкційних деталей.
4. Класифікація порошкових антифрикційних матеріалів за складом та призначенням.
5. Основні вимоги до порошкових антифрикційних матеріалів.
6. Технологічна схема виготовлення порошкових антифрикційних матеріалів.
7. Технологічна схема виготовлення порошкових антифрикційних матеріалів залізо-мідь-графіт.
8. Принцип роботи підшипників із спечених антифрикційних матеріалів в залежності від подачі масла.
9. Технологія просочування маслом антифрикційних порошкових матеріалів, визначення маслопросочуємості.
10. Технологія виготовлення багатoshарових антифрикційних матеріалів.
11. Технологія виготовлення металопластмасових антифрикційних матеріалів.
12. Області використання та основні вимоги до порошкових фрикційних матеріалів.
13. Характеристика порошкових фрикційних матеріалів для роботи в умовах сухого тертя і при наявності мастила.
14. Характеристика основних вихідних матеріалів для виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
15. Основні вимоги до матеріалів фрикційних добавок для виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
16. Технологічна схема виготовлення порошкових фрикційних матеріалів.
17. Основні схеми пресування та спікання фрикційних порошкових матеріалів.
18. Класифікація порошкових проникних матеріалів та основні вимоги до них.
19. Переваги порошкових фільтрів, їх основні параметри.
20. Види пор та їх вплив на якість порошкових фільтрів.
21. Основні способи та матеріали для виготовлення порошкових фільтрів.
22. Технологічна схема виготовлення порошкових проникних матеріалів.
23. Відмінність застосування сферичних та несферичних порошоків при виготовленні порошкових проникних матеріалів.
24. Технологія виготовлення порошкових проникних матеріалів з волокон і тугоплавких сполук.
25. Застосування порошкових проникних матеріалів у техніці.
26. Області застосування та основні вимоги до тугоплавких сполук.
27. Основні методи отримання карбідів. Технологія виготовлення карбідів прямим синтезом із елементів.
28. Технологія виготовлення карбідів методом відновлення оксидів металів вуглецем з одночасною карбідізацією.
29. Технологія виготовлення карбідів методом саморозповсюдженого високотемпературного синтезу (СВС).
30. Отримання карбідів плазмохімічним методом і електролізом розплавлених середовищ.
31. Отримання карбідів осадженням з газової фази.
32. Отримання нітридів методом азотування металів.

33. Отримання нітридів методом СВС і плазмохімічним синтезом.
34. Отримання нітридів відновленням оксидів металів твердим відновлювачем у середовищі азоту і осаженням з газової фази.
35. Отримання боридів прямим синтезом з елементів і методом СВС.
36. Отримання боридів металотермічним відновленням та відновленням оксидів металу бором з одночасним боруванням.
37. Отримання боридів електролізом розплавлених середовищ і осаженням з газової фази.
38. Отримання боридів борокарбідним і вуглетермічним методами.
39. Отримання силіцидів прямим синтезом з елементів.
40. Отримання силіцидів методами СВС, відновленням із оксидів з одночасним силіціюванням і синтезом із розчинів у металевих розплавах.
41. Технологія отримання карбіду бору.
42. Технологія виготовлення виробів із безкисневих тугоплавких сполук.
43. Класифікація твердих сплавів, їх області застосування.
44. Технологія виготовлення твердих сплавів.
45. Особливості формування і спікання виробів із твердих сплавів.
46. Класифікація надтвердих матеріалів, технологія виготовлення синтетичних алмазів.
47. Технологія виготовлення абразивного інструменту на основі керамічної, органічної та металевої зв'язки.
48. Класифікація, властивості і вимоги до контактних матеріалів.
49. Технологія виготовлення розривних контактів.
50. Технологія виготовлення контактів ковзання.
51. Технологія виготовлення порошкових магнітно-м'яких матеріалів.
52. Технологія виготовлення порошкових магнітно-твердих матеріалів.
53. Технологія виготовлення магнітодіелектриків.
54. Класифікація та властивості композиційних матеріалів.
55. Технологія виготовлення композиційних шаруватих матеріалів.
56. Технологія виготовлення композиційних волокнистих матеріалів.
57. Технологія виготовлення композиційних дисперсно-зміцнених матеріалів.