

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії

Реєстр

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

25.04.2024р
дата

ПРОГРАМА

додакового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Металургія»

за спеціальністю 136 Металургія

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю

136 Металургія

Протокол № 5/24 від «18» «квітня» 2024 р.

Голова НМК

Анатолій МІНІЦЬКИЙ

Київ – 2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
РОЗДІЛ 1. ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО	5
РОЗДІЛ 2. ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ.....	9
РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ.....	16

АНОТАЦІЯ

Програма складено відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, Закону України від 06 вересня 2014 р. «Про вищу освіту» та Додатку до Правил прийому до Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у 2024 році для здобуття ступеня доктора філософії (https://aspirantura.kpi.ua/?page_id=172).

Метою вступних випробувань зі спеціальності 136 Металургія на навчання для здобуття ступеня доктора філософії є з'ясування рівня систематизації та узагальнення рівня теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузі знань механічної інженерії.

Фахівець з металургії повинен бути підготовленим для організаційної, наукової, конструкторської та технологічної роботи в галузі та виконувати професійну роботу згідно Національного класифікатору України «Класифікатор професій» ДК 003:2010, Наказ Держспоживстандарту України 28.07.2010 № 327: молодший науковий співробітник (гірництво, металургія), науковий співробітник (гірництво, металургія), молодший науковий співробітник (галузь інженерної справи), науковий співробітник (галузь інженерної справи), науковий співробітник консультант (галузь інженерної справи), інженер-дослідник.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що вступники повинні:

знати:

– Основні фізичні та хімічні закони, базові розділи вищої математики, їх технічне застосування, характеристики конструкційних та функціональних матеріалів машинобудування;

– Основи металургії чорних металів, процеси спеціальної металургії, обладнання та технологія розливки сталі в зливки;

– Теоретичні основи ливарного виробництва литва в піщані форми, технологію спеціальних способів лиття, литво з чавуну, сталі, кольорових металів, устаткування ливарних цехів, автоматизація ЛВ.

– Основи порошкової металургії, основні методи отримання порошків металів, сплавів, сполук та волокон і вусів. Формування виробів з порошків. Закономірності ущільнення порошкових тіл. Спікання порошкових виробів. Фізико-хімічні основи та технологія нанесення покриттів з порошків.

вміти:

– Оцінювати вплив методу отримання матеріалу/виробу на його властивості, довговічність, собівартість.

– Обирати та застосовувати методи виготовлення та методи дослідження структури та фізико-хімічних, механічних експлуатаційних властивостей матеріалів/виробів.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Додатку до Правил прийому до Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у 2024 році для здобуття ступеня доктора філософії (https://aspirantura.kpi.ua/?page_id=172).

Вступний іспит проводиться у вигляді тестування 30 питань на платформі <https://www.classtime.com> – 60 хв.

РОЗДІЛ 1. ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО

Загальна характеристика ливарного виробництва

Ливарне виробництво як наука про властивості ливарних сплавів та теорії формування виливків.

Історія розвитку ливарного виробництва, внесок вітчизняних учених. Переваги ливарного виробництва перед іншими способами формоутворення заготовок деталей машин.

Сучасний стан та основні тенденції розвитку ливарного виробництва.

1.1 Теоретичні основи ливарного виробництва

Властивості рідких металів: температура та теплота плавлення, температура та теплота випромінювання, густина та питомий об'єм. Випаровування металів під час плавлення.

Взаємодія розплавів з газами. Кінетика процесу, взаємодія рідких металів з воднем, киснем та азотом. Вплив газів на властивості виливків.

Кристалізаційні процеси. Термодинамічна теорія кристалізації. Гомогенне та гетерогенне утворення зародків кристалізації. Швидкість утворення зародків та швидкість їх руху. Послідовна та об'ємна кристалізації. Дендритна та зональна ліквідації. Модифікування сплавів.

Твердіння виливків. Вплив конфігурації та технологічних факторів на твердіння виливків. Регулювання теплових процесів у формі.

Усадкові явища. Лінійна та об'ємна усадки. Утворення усадкових дефектів у виливках. Надливи та методи поліпшення їх роботи.

1.2 Технологія спеціальних способів лиття

Класифікація та галузі використання спеціальних способів лиття.

Лиття в кокіль. Галузі використання. Особливості формування виливків під час лиття у кокіль чорних та кольорових сплавів. Основні типи кокілів та установок. Особливості підготовки форм під час лиття у кокіль. Підведення металу та живлення виливків. Основні види дефектів кокільного литва і методи їх запобігання. Лиття в облицьовані кокілі.

Лиття під тиском. Особливості кристалізації і формування виливків під час лиття під тиском. Лиття під низьким тиском та з протитиском. Лиття методом вижимання.

Відцентрове лиття. Гідродинамічні особливості відцентрового лиття. Особливості кристалізації виливків під дією відцентрових сил. Теплоізоляційні покриття виливниць, методи їх нанесення.

Безперервне лиття. Теоретичні основи безперервного лиття, його переваги та недоліки. Лиття за моделями, що витоплюються. Галузі використання. Технологічний процес виробництва моделей та форм.

1.3 Технологія виробництва виливків

1.3.1 Чавунне литво

Особливості технологічного процесу виготовлення виливків з чавуну. Зв'язок механічних властивостей виливків з чавуну з його хімічним складом та швидкістю охолодження.

Теорія кристалізації чавуну за стабільною і метастабільною системами.

Сучасні уявлення щодо кристалізації та формоутворення графіту.

Вплив складу, фізичних та фізико-механічних факторів на структуроутворення і графітизацію чавуну. Вплив перегрівання, витримування та швидкості охолодження. Структурні діаграми для сірого, білого, половинчастого чавунів та чавуну з кулястим графітом.

Механічні властивості чавунів з різною формою графіту. Сучасні методи оцінки механічних властивостей. Вплив складу, структури, величини зерна та вмісту газів на механічні властивості.

Технологічні та механічні властивості сірого чавуну.

Чавун з кулястим графітом. Галузі використання. Хімічний склад чавуну з кулястим графітом. Ливарні властивості чавуну з кулястим графітом.

Леговані чавуни. Основні легувальні компоненти та їх вплив на структуроутворення чавуну. Жаростійкий, корозійностійкий, зносостійкий та антифрикційний чавуни.

Технологічні особливості виплавлення в індукційних та електродугових печах.

Позапічні методи оброблення чавуну. Рафінування, десульфурація, електрошлакове оброблення чавуну.

1.3.2 Сталеве литво

Класифікація литих деталей та сталевих виливків.

Службові та технологічні властивості литих сталей. Номенклатура ливарних властивостей.

Особливості рідкотекучості, кристалізації та усадки сталей різного хімічного складу. Вплив фізико-хімічних властивостей рідкого металу та ливарних форм на вміст газів та неметалевих вкраплень у сталевих виливках. Особливості ліквідації та утворення гарячих тріщин у сталевих виливках.

Основи легування литих сталей. Механізм впливу легувальних та модифікувальних елементів на властивості сталі. Загальна характеристика легувальних та модифікувальних елементів.

Високолеговані сталі для виливків із спеціальними властивостями. Спеціальні властивості сталей та сталевих виливків.

Фізико-хімічні та технологічні особливості виплавлення вуглецевих та легованих сталей у дугових та індукційних печах. Особливості основного та кислого процесу виплавлення литих сталей.

Макро-, мікролегування та модифікування сталей. Особливості введення легувальних та модифікувальних присадок у рідкий метал.

Розкиснення, десульфурація та дефосфорація сталей.

1.3.3 Литво із кольорових металів та сплавів

Алюмінієві сплави. Фізико-хімічні властивості та галузі застосування. Принципи легування. Рафінування та модифікування. Особливості ливникових систем під час лиття в разові форми.

Магнієві сплави. Особливості технології виплавлення магнієвих сплавів. Рафінування та модифікування. Способи, що запобігають горінню сплавів. Лиття у разові форми. Лиття способом послідовної кристалізації

Мідні сплави. Особливості технології лиття. Особливості технології виготовлення виливків з мідних сплавів литтям у кокіль, під тиском, відцентровим способом, рідким штампуванням.

Нікелеві сплави. Печі та технологія виплавлення, рафінування та модифікування сплавів. Лиття в разові форми: особливості формувальних і стрижневих сумішей, способи захисту виливків від пригару.

Титанові сплави. Промислові марки ливарних та деформованих сплавів, їх склад, властивості та галузі використання. Печі та технологія виплавлення.

Тугоплавкі метали. Фізико-хімічні та технологічні властивості. Особливості технології виплавлення і лиття.

Цинкові сплави. Промислові марки, сплави їх склад, властивості і галузі застосування. Печі та особливості виплавлення, рафінування та модифікування. Технологія лиття в кокіль і під тиском.

1.4 Література

До розділу «Теоретичні основи ливарного виробництва».

1. Могилатенко В.Г., Пономаренко О.І., Дробязко В.М., Кочешков А.С., Ямшинський М.М. Теоретичні основи ливарного виробництва. – Харків.: НТУ «ХП», 2011. – 288 с.

2. Лютий Р.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теоретичні основи ливарного виробництва». – К.: НТУУ «КПІ», 2016.– 80 с.

3. Дробязко В.М., Фесенко А.М., Лютий Р.В., Фесенко М.А. Ливарна гідравліка. – Краматорськ: ДДМА, 2010. – 108 с.

Література до розділу “Технологія спеціальних видів лиття”

1. Реп'ях С.І. Технологічні основи лиття витоплюваними моделями. Дніпропетровськ: Ліра, 2006. – 1056 с.

2. Голофаєв А.М., Гутько Ю.І., Тараненко Н.О. Технологічна оснастка ливарного виробництва: Навчальний посібник – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2006. - 304 с.

3. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посіб. /С. В. Марченко, О. П. Гапонова, Т. П. Говорун, Н. А. Харченко. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 146 с.

4. Science and Technology of Casting Processes / edited by Malur Srinivasan. – Rijeka : InTech, 2012. – 350 p.

Література до розділу “Технологія виробництва виливків”

1. Макаревич О.П., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Виробництво виливків із спеціальних сталей. – К.: Видавництво НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с.

2. Сплави на основі заліза :підручник для студентів вищих навчальних закладів : у 2 томах /В.І. Мазур, І.З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель; за загальною редакцією В.І. Мазура; науковий редактор С.О. Фірстов; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - Київ: Політехніка, 2015. – 272 с.

3. Позапічне рафінування чавуну і сталі: навчальний посібник /О.М. Смірнов, О.М. Зборщик. - Донецьк : Вид-во "Ноулідж", Донецьке відділення, 2012. - 179 с.: іл.

4. Леговані сталі: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів /О.В. Більченко, О.І. Дудка, В.Г. Хижняк, С.М. Чернега; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ: Кондор, 2009. - 96 с.

5. М.П. Волкотруб, Чернега Д.Ф., Могилатенко В.Г., Шаповалов В.О. Процеси спеціальної електрометалургії. – Київ.:Хімджест, 2014. – 284 с.

6. Могилатенко В.Г. та ін. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного лиття. Підручник для вищих навчальних закладів, протокол метод. ради НМетАУ, №9 від 26.09.2016. - В.О. Богуслаєв, С.І. Репях, Могилатенко В.Г., З.А. Івченко, М.О. Матвєєва, З.В. Леховіцер, Ю.С. Проїдак, В.Є. Хричиков. Під ред. С.І. Репяха та В.Г. Могилатенка. -2е вид., доп. та доопр. - Запоріжжя:АТ "МОТОР СІЧ", 2016. - 474 с.

РОЗДІЛ 2. ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ

2.1 Загальна інформація

Загальна характеристика порошкової металургії, як метода одержання порошкових та композиційних матеріалів і виробів.

Порошкова металургія як наука про процеси одержання, структуру та властивості порошків металів, сплавів, композиційних матеріалів, які виготовляються з використанням методів формування та спікання. Роль порошкової металургії композиційних матеріалів у сучасній техніці і її значення для розвитку промисловості.

Технічні та економічні переваги та обмеження використання порошкової металургії.

Сучасний стан порошкової металургії в Україні та в світі.

Роль фізико-хімічних явищ у процесах одержання порошків та волокон та виробів з них.

Властивості порошків. Хімічні, фізичні та технологічні властивості порошків. Методи визначення та контролю властивостей порошків. Взаємозв'язок між властивостями порошків.

2.2 Отримання порошків металів, сплавів та волокон і виробів з них

Механічні методи отримання порошків.

Загальні положення. Основи теорії та закономірності подрібнення. Закони подрібнення. Роль методу отримання порошків механічним подрібненням на формування їх властивостей.

Закономірності подрібнення в кульових, вібраційних, атриторних, планетарних, струйних та вихрових млинах.

Фізико-хімічні методи одержання порошків.

Отримання порошків металів та сплавів відновлюванням оксидів та солей металів. Основи термодинаміки відновлювальних процесів. Механізм та кінетика відновлювальних процесів порошкових систем. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків.

Закономірності отримання порошків металів відновлюванням оксидів та солей металів воднем, вуглецем та вуглецьвміщуючими газами, металотермією.

Електрохімічні методи отримання порошків металів. Отримання порошків металів *електролізом водяних розчинів та розплавів солей металів.* Фізико-хімічні основи методу. Вплив різних факторів (щільності струму, концентрації електроліту, кислотності розчину, часу електролізу, вмісту домішок) на техніко-економічні показники процесу та формування структури та властивостей порошків.

Газофазні методи одержання порошків.

Отримання порошків металів дисоціацією карбонілів, випарюванням-конденсацією, відновлюванням в газовій фазі.

Закономірності проходження реакцій у газовій фазі за участю та без участі поверхні. Вплив різних факторів на формування властивостей порошків, що отримуються з газової фази.

Отримання порошків металів та сплавів розпиленням розплавів.

Розпилення газами та рідиною. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей порошків. Формоутворення частинок порошків при їх отриманні розпилюванням розплавів. Вплив технологічних факторів на формування властивостей порошків.

Отримання порошків без кисневих тугоплавких сполук.

Властивості та застосування безкисневих тугоплавких сполук. Закономірності та технологія отримання порошків карбідів, боридів, нітридів, силіцидів, неметалевих тугоплавких сполук (карбід бору, карбід силіцію, нітриду кремнію). Отримання порошків литих тугоплавких сполук.

Рекомендована література

1. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник /А.М. Степанчук. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.
2. Дрозденко О.С. Порошкова металургія: лекції / Олександр Дрозденко, Олександр Левенко. - Дніпро: Домінанта Прінт, 2020.
3. Штерн М.Б. Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні : монографія / М.Б.Штерн, В.Б.Рудь; за редакцією В.В. Скорохода. Луцьк: 2010. - 230 с.

2.3 Формування виробів з порошків металів та сплавів

Загальні закономірності ущільнення порошкових тіл.

Закономірності ущільнення пластичних та крихких порошків. Вплив властивостей порошків та їх структури на їх ущільнення. Аналітичний опис процесу формування. Поняття контактної поверхні та контактної поверхні. Рівняння формування; математичні залежності щільності виробів від тиску формування. Вплив різних факторів на розподіл щільності у формовках.

Варіанти формування. Практика формування.

Підготовка порошків для формування. Відпал, класифікація, розсів. Змішування порошків. Грануляція шихти, визначення наважки, дозування. Варіанти формування. Одно- та двостороннє формування. Формування на механічних та гідравлічних пресах.

Ізостатичне формування.

Різновиди ізостатичного формування. Закономірності ізостатичного формування, вплив різних факторів на процес формування структури та властивостей виробів.

Формування довгомірних виробів.

Формування скошеним пуансоном.

Формування прокаткою. Вплив різних факторів на формування структури та властивостей прокату з порошків.

Швидкісне (імпульсне) формування.

Методи імпульсного формування. Механізм ущільнення при імпульсному формуванні. Вплив різних факторів на процес ущільнення при імпульсному формуванні.

Бездеформаційні методи формування.

Мундштучне формування та екструзія. Закономірності формування цими методами. Шлікерне литво, литво з термопластичних мас, інжекційне формування.

Брак при формуванні.

Причини браку та можливість його виправлення. Методи контролю якості формовок.

Рекомендована література

1. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: Навчальний посібник. /А.М. Степанчук. – Київ: ЗАО "ВІПОЛ", 2016. – 320 с.
2. Дрозденко О.С. Порошкова металургія: лекції / Олександр Дрозденко, Олександр Левенко. - Дніпро: Домінанта Прінт, 2020.
3. Штерн М.Б. Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні : монографія / М.Б.Штерн, В.Б.Рудь; за редакцією В.В. Скорохода. Луцьк: 2010. - 230 с.

2.4 Спікання порошкових виробів

Характеристика процесів, що лежать в основі спікання.

Терміни спікання з технологічного та термодинамічного кута зору. Зовнішні ознаки спікання, усадка при спіканні, види усадки.

Рушійні сили спікання. Загальні відомості про стан матеріалів при кімнатних температурах та при нагріві з точки зору наявності дефектів та дифузійних процесів.

Поверхневий натяг як рушійна сила спікання. Капілярний тиск.

Спікання однокомпонентних систем як в'язка (дифузійно-в'язка) течія, об'ємна самодифузія, пластична течія, поверхнева самодифузія, перенесення через газову фазу.

Спiкання в реальних умовах.

Вплив рiзних факторiв (температури, часу, властивостей вихiдних порошкiв та формовок, умов спiкання та iн.) на кiнетичу процесiв спiкання та формування структури та властивостей виробiв.

Методи iнтенсифiкацiї процесiв спiкання.

Активоване спiкання. Фiзичнi та фiзико-хiмiчнi методи активацiї спiкання. Спiкання за рахунок зовнiшнього впливу на матерiал та за рахунок використання матерiалiв з наперед заданим активним станом. Фiзико-хiмiчнi явища, якi лежать в основi рiзних методiв активованого спiкання.

Спiкання багатоконпонентних систем.

Особливостi усадки та процесiв формування структури та властивостей порошкових виробiв при спiканнi систем з необмеженою розчиннiстю компонент, обмеженою iх розчиннiстю та розчинних один в одному.

Спiкання багатоконпонентних систем та композицiйних матерiалiв у присутностi рiдкої фази. Роль змочуваностi твердої фази рiдкою. Вплив рiзних факторiв (змочуваностi, розчинностi компонент, щiльностi формовок, кiлькостi рiдкої фази та iнш.) на процес спiкання та формування структури та властивостей порошкових та композицiйних матерiалiв.

Властивостi спечених порошкових та композицiйних виробiв.

Залежнiсть властивостей виробiв вiд умов спiкання та характеристик вихiдних матерiалiв та пористих заготовок. Методи контролю структури та властивостей спечених виробiв.

Рекомендована лiтература

1. Степанчук А.М. Теорiя i технологiя пресування порошкових матерiалiв: Навчальний посiбник. /А.М. Степанчук. – Киiв: ЗАО "ВПОЛ", 2016. – 320 с.
2. Дрозденко О.С. Порошкова металургiя: лекцiї / Олександр Дрозденко, Олександр Левенко. - Днiпро: Домiнанта Принт, 2020.
3. Штерн М.Б. Механiчнi та комп'ютернi моделi консолiдацiї гранульованих середовищ на основi порошкiв металiв i керамiки при деформуваннi та спiканнi : монографiя / М.Б.Штерн, В.Б.Рудь; за редакцiєю В.В. Скорохода. Луцьк: 2010. - 230 с.

2.5 Технологiї отримання порошкових виробiв

Значення порошкових спечених матерiалiв конструкцiйного, електротехнiчного, триботехнiчного, iнструментального та спецiального призначення в сучасному виробництвi. Сучаснi тенденцiї розвитку порошкових та композицiйних матерiалiв.

Технологiї отримання конструкцiйних порошкових матерiалiв

Класифiкацiя, технологiя виготовлення, властивостi та призначення спечених конструкцiйних матерiалiв на основi залiза. Технологiя виготовлення виробiв з спечених конструкцiйних матерiалiв на основi кольорових та тугоплавких металiв i сплавiв.

Технології отримання триботехнічних порошкових матеріалів

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 багатошарові матеріали на сталевих підкладках. Метало-полімерні антифрикційні матеріали. Металографітові, металоскляні матеріали та матеріали на основі тугоплавких металів та сполук.

Технології отримання високопористих матеріалів

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

Технології отримання композиційних матеріалів

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

Технології отримання матеріалів інструментального призначення

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.

Рекомендована література

1. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. Навч. посібник / А.М. Степанчук. – К.: Центр учбової літератури. – 2016. – 336 с.
2. 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.
3. Писаренко В.Г. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку [Текст]: навч. посібник / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, Є. Ф. Боковий [та інш.] – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 242 с.
4. Савчук П.П. Композитні матеріали [Текст]: навч. посібник / П. П. Савчук, В. П. Кашицький, М. Д. Мельничук [та інш.] – Луцьк: Видавець ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с.
5. Майборода В.С. Інструментальні матеріали для виготовлення різального інструменту: навч. посібник / В. С. Майборода, Д.Ю. Джулій, Слободянюк І.В., Гаврушкевич Н.В. – Київ: НТУУ"КПІ", 2022. – 112 с.
6. Лавріненко В.І. Надтверді матеріали: посібник для допитливих / В.І. Лавріненко. – Київ: Академперіодика, 2018. – 336 с.

2.6 Теорія та технологія нанесення покриттів

Значення захисних покриттів для різних областей техніки. Завдання які вирішуються з використанням напилених покриттів. Класифікація покриттів. Газотермічні і вакуумно-конденсаційні покриття.

Класифікація газотермічних способів напилення. Електродугова металізація. Загальні закономірності електродугової металізації. Електрична дуга, як джерело нагріву розпиляемого матеріалу. Газополум'яне напилення. Плазмове напилення. Утворення і склад низькотемпературної плазми. Плазмовий струмінь як джерело нагріву напиляємих частинок.

Закономірності формування потоку частинок при газо термічному напиленні.

Основні стадії газотермічного напилення. Нагрів і прискорення частинок матеріалів в газовому струмені. Особливості формування потоку частинок при порошковому і проволочному способах напилення. Зміна температури і швидкості газового потоку і частинок, що напилюються.

Утворення та структура газотермічних покриттів.

Взаємодія частинок з напилюваною поверхнею. Процеси які проходять в зоні контакту. Визначення енергії активації для утворення міцних зв'язків. Схема деформації частинок при зустрічі з основою. Напорний і імпульсний тиски. Механізм фізико-хімічних процесів, які забезпечують утворення міцних зв'язків. Виникнення фізичного і хімічного контактів в зоні взаємодії.

Вакуумно конденсаційне напилення.

Класифікація способів вакуумно конденсаційного напилення. Фізико-хімічні основи процесу випаровування чистих металів, сплавів і сполук. Рівняння Ленгмюра. Енергія напилених частинок. Фізична адсорбція і хемосорбція. Термічна акомодация атомів напилюемого матеріалу. Процеси зародження і росту напилюємих покриттів. Розмір критичного зародку нової фази і його залежність від матеріалів покриття. Формування структури покриття. Тризонна модель.

Газофазне напилення покриттів.

Термодинаміка процесу утворення покриттів. Основні реакції, які проходять в реакційному просторі. Термічний розклад. Принципова схема установок для отримання покриттів із газової фази.

Композиційні електрохімічні покриття.

Загальна характеристика композиційних електрохімічних покриттів. Стадії утворення. Умови росту металевої матриці та вплив на процес параметрів роботи (струм, концентрація, температура та ін.).

Рекомендована література

1. Дубовий О.М. Технологія напилення покриттів: Підручник. /О.М, Дубовий, А.М. Степанчук. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.
2. Степанчук А.М. Матеріали для напилювання покриттів : Навчальний посібник. /А.М. Степанчук, І.І. Білик. – Київ : Видавництво «Центр учбової літератури», 2016. – 236 с.
3. Білик І.І. Технологія та обладнання напилених покриттів: Навч.посіб. – Київ: ІВЦ Видавництво "Політехніка", 2004. – 92 с.
4. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2006, – 353 с.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Початковий рейтинг вступника за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали.

2. Вступний іспит проводиться у вигляді тестування 30 питань на платформі <https://www.classtime.com> – 60 хв.

Кожне завдання фахового вступного випробування містить теоретичні питання, які є загальними за галуззю Металургія.

Питання оцінюється у 2 або 3 бали. Для відповідей з декількома правильними відповідями передбачається часткове оцінювання.

3. Сума балів за всі питання складає 100 балів. Оцінка виставляється за фактично набрані бали:

- 60...100 балів – «зараховано»;
- 0...59 балів – «не зараховано»

Програму розробили:

д.т.н. проф.. Ямшинський М.М.

д.т.н. доц. Лютий Р.В.

д.т.н. проф. Богомол Ю.І.

д.т.н. проф. Мініцький А.В.