

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Інженерно-фізичного факультету

Протокол № 2/20 від « 27 » «лютого» 2020 р.

Голова вченої ради

П.І.Лобода



ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Спеціальна металургія»

за спеціальністю 136 Металургія

Програму рекомендовано кафедрою

Фізико-хімічних основ технології металів

Протокол № 2/20 від « » « 04.02. » 2020 р.

Завідувач кафедри

Ю.В.Костецький

Київ – 2020

ВСТУП

Програма комплексних фахових випробувань для вступу на освітньо-професійну програму «Спеціальна металургія» підготовки магістрів за спеціальністю 136 – «Металургія».

Фахові випробування проводяться з таких дисциплін:

1. Теорія металургійних процесів.
2. Металознавство.
3. Основи металургійного виробництва.
4. Теоретичні основи спеціальної металургії.
5. Устаткування та технологія спеціальної металургії.
6. Спеціальна металургія в машинобудуванні.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1 Перелік питань з дисципліни «Теорія металургійних процесів»

1.1 Статика і динаміка металургійних процесів

Термодинамічні функції та їх застосування для аналізу ймовірності фізико-хімічних процесів. Термодинаміка фазових перетворень. Визначення ступеню завершеності хімічної взаємодії. Константа рівноваги хімічної реакції. Вплив нестандартності на термодинаміку процесу. Рівняння ізотерми хімічної реакції.

1.2 Термічна міцність сполук

Умови фазових рівноваг при утворенні-дисоціації сполук. Вплив різних чинників на міцність хімічних сполук. Утворення і дисоціація карбонатів, оксидів, сульфідів, нітридів та карбідів. Окислення заліза, діаграма стану залізо-кисень. Механізм та кінетика процесу окислення. Особливості високотемпературного окислення металів. Принципи захисного легування сплавів.

1.3 Склад і властивості високотемпературної газової фази

Процеси горіння в металургії. Термодинамічний аналіз систем Н-О, С-О, С-Н-О. Механізм і кінетика взаємодій у газовій фазі, керування складом продуктів горіння. Горіння і конверсія метану. Одержання газової фази з відновлювальними властивостями.

1.4 Термодинаміка і кінетика відновлювальних процесів

Загальна теорія відновлення та основні типи відновних реакцій. Відновлення оксидів металів газоподібними відновниками. Діаграми рівноваги. Відновлення оксидів заліза воднем та оксидом вуглецю. Пряме відновлення та його роль в одержанні металів. Навуглецювання заліза. Металотермічне відновлення. Підвищення теплопродуктивності шихти. Вакуумметалотермія. Особливості механізму та кінетики відновлювальних процесів.

1.5 Металургійні розплави

Теорія рідкого стану речовини. Будова і властивості рідких металів та шлакових розплавів. Діаграми стану шлакових систем.

1.6 Основи теорії рафінування металів та сплавів

Фізико-хімія окислювального рафінування металевих розплавів. Розподіл кисню між металом і шлаком сталеплавильної ванни. Термодинаміка і кінетика зневуглецювання сталі. Видалення сірки та фосфору із металу. Роль складу шлаку і температури на видалення сірки та фосфору із сталі. Розчинення газів у металах. Позапічні методи видалення шкідливих домішок. Розкислення сталі.

Рекомендована література

1. Готвянський Ю. Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів / Ю.Я. Готвянський. – К.: ІЗМН, 1996. – 392 с.
2. Охотський В. Б. Теорія металургійних процесів: посібник [В. Б. Охотський, О. Л. Костьолов, В. К. Симонов та ін.] – Київ: ІЗМН, 1997. – 512 с.
3. Фізикохімія металургійних систем і процесів: підручник / В. Я. Шурхал,

В. К. Ларін, Д. Ф. Чернега та ін. – К.: Вища школа, 2000. – 407 с.

4. Казачков Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов / Е. А. Казачков – М. : Металлургия, 1988. – 288 с.

5. Харлашин П. С., Бондар В. І. Фізична хімія: Навчальний посібник для вузів. Видавництво 2-е, перероблене і доповнене. - Маріуполь: ПДТУ, 2014. – 430 с.

2 Перелік питань з дисципліни «Металознавство»

2.1 Металевий стан та кристалічна будова металів

Основні типи хімічного зв'язку в твердих тілах, особливості металічного стану. Електронна будова і фізичні властивості металів. Кристалічна будова металів, типові кристалічні ґратки металів.

2.2 Дефекти кристалічної будови

Класифікація дефектів кристалічної будови. Точкові, лінійні, поверхневі, об'ємні дефекти кристалічної ґратки, – типи, механізми утворення, поведінка. Дислокації.

2.3 Кристалізація металів та сплавів

Термодинаміка фазового перетворення першого роду: перехід з рідкого в твердий стан. Рушійна сила процесу затвердіння. Поняття про рівноважну температуру кристалізації. Рівновага між рідкою та твердою фазами. Переохолодження розплавів, види переохолодження. Зародкоутворення при кристалізації металевих розплавів: гомогенне та гетерогенне. Стійкість плаского фронту кристалізації. Критерій концентраційного переохолодження. Форми росту кристалів. Кристалізація твердих розчинів. Перерозподіл легуючих елементів при затвердінні. Коефіцієнт розподілу при затвердінні металу. Утворення ліквіації при затвердінні металу. Розподіл домішки при вирощуванні монокристалів. Закономірності структуроутворення евтектичної структури сплавів. Модифікування металів і сплавів. Класифікація модифікаторів металів і сплавів. Інокуляція розплавів, мультиплікація кристалів.

2.4 Структурні та фазові перетворення в твердому стані

Механізми та закономірності формування структури і властивостей при поліморфних перетвореннях в металах та сплавах. Розчинення та виділення надлишкових фаз. Гомогенізація сплавів після лиття. Розпад пересичених твердих розчинів. Формування преципітатів: зародкоутворення та спінодальний розпад. Штучне та природне старіння. Стадії та кінетика процесів старіння. Вплив структурних змін при старінні на властивості сплавів.

2.5 Формування структури і властивостей в залізовуглецевих сплавах

Діаграма стану залізо-вуглець (стабільний та метастабільний стан). Характеристика фаз, значення основних точок та ліній на діаграмі стану залізо-вуглець. Формування структури сталей при кристалізації. Формування структури та властивостей в білих та сірих чавунах.

2.6 Сучасні методи дослідження і контролю структури та властивостей

металів і сплавів

Поняття істинної структури металевих матеріалів. Сучасні металографічні техніки виявлення структури металів і сплавів, їх особливості для різних металів. Аналіз мікроструктури, визначення роздільної здатності мікроскопів. Електронна мікроскопія: растрова і просвітлююча мікроскопія. Мікрорентгеноспектральний аналіз фазових складових. Калориметричний аналіз матеріалів: визначення теплових ефектів фазових перетворень. Методи визначення фізичних та механічних властивостей металевих матеріалів.

2.7 Основи легування сталей та чавунів

Класифікація легованих сталей. Класифікація легуючих елементів. Структурні типи сталей. Вплив легуючих елементів на мартенситне перетворення в сталях. Вплив легуючих елементів на корозійну стійкість, жароміцність, фізичні властивості сталей і чавунів.

2.8 Сталі та сплави з особливими фізичними властивостями

Корозійностійкі, жаростійкі, жароміцні сталі та сплави. Сплави високої електричної провідності, сплави з високим електричним опором. Сплави з особливими магнітними властивостями: з високою та низькою магнітною проникністю. Швидкоріжучі сталі. Тверді сплави.

2.9 Кольорові сплави

Сплави на основі алюмінію: загальна характеристика, склад, поширені структурні складові. Механізми зміцнення в алюмінієвих сплавах. Сплави на основі міді: хімічний склад і властивості. Антифрикційні матеріали. Титанові сплави: сплави для деформування та ливарні, їх хімічний склад, структура, властивості та галузі використання. Нікелеві жароміцні сплави.

2.10 Теорія термічної обробки

Класифікація видів термічної обробки металевих матеріалів. Гартування, гомогенізація, відпуск, нормалізація, покращення. Завдання гомогенізації, нагрівання перед гартуванням, галузі застосування. Старіння сплавів: розпад пересичених твердих розчинів при старінні. Природне та штучне старіння.

2.11 Хіміко-термічна обробка

Класифікація методів хіміко-термічної обробки: завдання, переваги і недоліки. Дифузійне насичення поверхні. Структура та властивості поверхневих шарів, що утворюються при хіміко-термічній обробці. Насичуючі середовища та види хіміко-термічної обробки сталі.

2.12 Термічна обробка кольорових металів і сплавів

Термічна обробка алюмінієвих сплавів. Термічна обробка мідних сплавів. Термічна обробка титанових сплавів.

2.13 Термічна обробка концентрованими джерелами енергії. Поверхнєве зміцнення металів

Застосування концентрованих потоків енергії у процесах обробки матеріалів. Плазмові методи обробки поверхні металів, плазмово-дугове

рафінування поверхні зливків. Електроіскрові та лазерні методи обробки поверхонь металевих виробів. Методи обробки матеріалів електронним променем.

Рекомендована література

1. Бялік О. М. Металлознавство / Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М., Москаленко Ю. Н. - К: ІВЦ «Політехніка», 2001 – 375 с.
2. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка / Ю.М. Лахтин . – М.: Машиностроение, 1990. - 528 с.
3. Ливши Б. Г. Металлография / Б.Г. Ливши – М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
4. Захаров А. М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем / А.М. Захаров.- М.: Металлургия , 1990. - 240 с.
5. Мальцев М. В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов / М.В. Мальцев. – М.: Металлургия, 1970. – 308 с.
6. Колачев Б. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Колачев Б. А., Ливанов В. А., Елагин В. И. – М. : Металлургия , 1981. – 416 с.
7. Физическое металловедение. В 3 – х томах: под ред. Р. У. Кана , П. Хаазена. М.: Металургия , 1987.
8. Дурягина З. А. Сплавы з особливими властивостями / Дурягина З. А., Лизун О.Л., Пилюшенко В. Л. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2007. - 236с.
9. Гуляев А. П. Металловедение. - М. : Металлургия, 1986. – 542 с.
10. Новиков И. И. Теория термической обработки металлов. -М.: Металлургия, 1986. - 480 с.
11. Гуляев А. П. Термическая обработка стали. – М.: Машгиз, 1966 – 496 с.
12. Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. Химико термическая обработка металлов – М.: Металургия, 1985. – 256 с.

3 Перелік питань з дисципліни «Основи металургійного виробництва»

3.1 Доменне виробництво чавуну

Загальна схема доменного процесу. Схема роботи доменної печі. Основні хімічні реакції при виробництві чавуну в доменній печі. Сирі матеріали і необхідність їх підготовки до доменної плавки. Кокс як основний вид палива доменного процесу. Рух матеріалів і газів в доменній печі. Теплові процеси в доменній печі. Схема відновлення заліза з оксидів в доменній печі, реакції відновлення заліза. Відновлення Mn, Si, P в доменній печі. Плавлення чавуну в доменній печі. Середній хімічний склад доменного чавуну. Умови десульфурації чавуну в доменній печі і позапечна десульфурація. Продукти доменної плавки. Класифікація та маркування чавуну.

3.2 Руди, флюси і їх замітники. Залізні руди

Найважливіші властивості руд, що визначають їх металургійну цінність: вміст заліза, збагачуваність, склад порожньої породи, наявність домішок, фізичні властивості. Характеристика вітчизняних родовищ залізних руд. Призначення

флюсів в доменному процесі. Типи флюсів, які використовуються в доменному процесів. Види флюсів, що застосовуються: вапняк, крейда, черепашник, кварцити, плавиківий шпат та ін. Мета, значення та ефективність підготовки металургійної сировини до доменної плавки. Способи підготовки сирих матеріалів до доменної плавки. Дроблення і подрібнення сирих матеріалів для доменної плавки. Збагачення руд.

3.3 Виробництво агломерату

Схема агломераційного процесу. Фізико-хімічні основи процесу спікання агломерату. Основні реакції агломераційного процесу. Технологічна схема агломераційної фабрики.

3.4 Нові процеси окискування та виробництва заліза

Позадоменне отримання заліза. Технології попереднього відновлення залізородних матеріалів. Пряме відновлення заліза. Підготовка сировини та палива до прямого відновлення. Використання продукції безкоксової металургії. Оцінка процесів безкоксової металургії і тенденції їх розвитку.

3.5 Сучасний стан та структура сталеплавильного виробництва

Сучасні способи виробництва сталі і їх характеристика. Класифікація та маркування сталі. Загальні відомості про шихтові матеріали для плавки сталі. Сучасні технологічні схеми виробництва сталі. Загальна фізико-хімічна характеристика сталеплавильних процесів та основні хімічні реакції у сталеплавильних ваннах. Конвертерні способи виплавки сталі, їх особливості. Сутність киснево-конвертерного процесу з верхнім дуттям, переваги і недоліки. Конструкція кисневого конвертера. Шихтові матеріали конвертерного виробництва і вимоги, що ставляться до них. Порядок проведення технологічних операцій при виплавці сталі в кисневому конвертері.

3.6 Виплавляння сталі в електропечах

Шихтові матеріали для виплавляння сталі в електропечах і вимоги до їх якості. Технологія плавки в основній дуговій електропечі. Технологія плавки в дуговій електропечі з кислотою футерівкою. Дугові сталеплавильні печі постійного струму. Виплавляння сталі в індукційних печах.

3.7 Розкислення та легування сталі

Призначення та способи розкислення сталі, їх характеристика. Розкислення сталі з використанням різних засобів позапічної обробки. Легування сталі. Сучасні технології виробництва сталей, в т. ч. розкислення і легування дуплекс-процесом.

3.8 Позапічна обробка сталі

Сучасні технології отримання сталі високої якості. Задачі, які вирішуються при позапічній обробці сталі. Існуючі способи обробки металу у ковші, їх класифікація. Розчинність газів в сталях і чавунах, закон Сівертса. Обробка металу під вакуумом у ковші. Вакуумування окремих порцій металу (порційне вакуумування, циркуляційне вакуумування), вакуумування струменю. Обробка металу вакуумом і киснем.

3.9 Розливка сталі в зливки

Устаткування для розливання сталі в зливки. Кристалізація сталевого зливка, структурні зони зливка. Особливості будови зливка спокійної, киплячої й напівспокійної сталі. Особливості технології розливання сталі зверху й сифоном. Види браку сталі, що розливається в форми (виливниці). Будова МБЛЗ, основне обладнання і функціональне його призначення. Робота сучасних МБЛЗ. Особливості технології безперервного розливання сталі. Класифікація способів зовнішніх впливів на метал, що кристалізується. Оптимізація умов формування безперервно- литих злиwkів. Структура, якість сталевих злиwkів та безперервно литих заготовок.

3.10 Виробництво сталі на міні-заводах

Структура і технологія виробництва сталі на міні-заводах. Сучасний ливарно- прокатний комплекс. Технологія розливання у двовалковий ливарний модуль.

3.11 Загальні відомості про виробництво кольорових металів

Класифікація кольорових металів, їх застосування та значення в сучасній техніці. Класифікація способів отримання кольорових металів та стан кольорової металургії України. Первинні та вторинні кольорові метали.

3.12 Металургія міді

Властивості міді та її сплавів, галузі застосування мідних сплавів. Бронзи та латуні, їх хімічний склад і властивості. Сировина для виробництва міді. Технологічна схема пірометалургійного способу отримання міді.

3.13 Металургія алюмінію

Властивості алюмінію, його сплавів, галузі їх застосування. Сплави для деформування та ливарні сплави на основі алюмінію. Мінерали та руди алюмінію. Сучасна технологія отримання глинозему з бокситів. Технологія отримання алюмінію електролізом. Рафінування алюмінію. Композиційні матеріали на основі алюмінію і його сплавів.

3.14 Металургія магнію

Властивості магнію, його сплавів, їх використання. Сировина для виробництва магнію та її підготовка. Виробництво магнію.

3.15 Металургія титану

Властивості титану та його сплавів. Загальна характеристика титанових сплавів. Галузі застосування титанових сплавів. Руди титану та загальні принципи їх переробки. Отримання компактного титану. Отримання злиwkів первинного титану. Рафінування титану.

3.16 Металургія нікелю

Властивості нікелю та галузі його застосування. Руди нікелю. Перероблення окиснених нікелевих руд. Перероблення сульфідних мідно-нікелевих руд. Нікелеві сплави. Жароміцні сплави.

3.17 Металургія вторинних кольорових металів

Сировина для виробництва вторинних кольорових металів та її первинна переробка. Виробництво вторинних міді, алюмінію та сплавів на їх основі. Напрямки розвитку металургії вторинних кольорових металів в Україні.

Рекомендована література

1. Воскобойников и др. Общая металлургия. М: Металлургия, 2004. – 551 с.
2. Сталеплавильне виробництво: навч.посібник / [В.І. Баптізманський, Б.М. Бойченко, О.Г. Величко та ін.] – Київ: ІЗМН, 1996. - 400 с.
3. Величко А.Г. Внепечная обработка стали / А.Г. Величко. - Днепропетровск: Системные технологии, 2005. – 199 с.
4. Баптізманський В.І. Розливання та кристалізація сталі: навч.посібник / [В.І. Баптізманський, Л.С. Рудой, Є.І. Ісаєв та ін.] - К.: Вища школа, 1993. - 267 с.
5. Процессы непрерывной разливки / [А.Н. Смирнов., В.Л. Пилюшенко, А.А. Минаев и др.]. – Донецк: ДОННТУ, 2009. – 536 с.
6. Гасик М.И. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов / М.И. Гасик, Н.П. Лякишев – М.: СП «ИнтернетИнжиниринг», 1999. – 764 с.
7. Электрометаллургия стали и ферросплавов / под ред. Д.Я. Поволоцкого. М.: Металлургия, 1989. – 568 с.
8. Металургія сталі. Конвертерне виробництво. Теорія, технологія, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія. Підручник. / [О.Г.Величко, Б.М.Бойченко, П.С.Харлашин та інш.]. - Дніпропетровськ: РВА «Дніпро» - вал. – 2015. – 434 с.
9. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: підручник / [Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.]; За ред. Д.Ф.Чернеги Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
10. Процеси спеціальної електрометалургії: Підручник / [М.П.Волкотруб, Д.Ф.Чернега, В.Г.Могилатенко, В.О.Шаповалов] - за ред.. Б.Є. Патона. – К.: Хімджест, 2014. – 284 с.
11. Плазмові процеси та устаткування в металургії: підручник / [Шаповалов В.О., Шейко І.В., Ремізов Г.О.] – за ред. Б.Є.Патона. – К.: Хімджест, 2012. – 384 с.
12. Металургія кольорових металів: навчальний посібник для вищих навчальних закладів / [Рабинович О.В., Садовник Ю.В., Ігнат'єв В.С., Трегубенко Г.М., Бубликов Ю.О.] - НМетАУ. - Дн-ск: Видавництво, 2009.- 154 с.
13. Уткин Н.И. Производство цветных металлов / Н.И. Уткин – М.: ИнтернетИнжиниринг, 2000. – 442 с.
14. Металлургия цветных металлов / [Г.А.Колобов, В.Н.Бредихин, Н.А.Маняк, А.И.Шевелев] . – ДонНТУ. – Д., Издательскийдом «Кальмиус», 2007. – 462 с.
15. Вступ до спеціальності. Металургія кольорових металів. Навчальний посібник / Червоний І.Ф., Маняк М.О., Рабинович О.В., Колобов Г.О. - Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2009. - 137 с.
16. Металургія кольорових металів, ч. 1. Сировинні ресурси і виробництво. Підручник / Під ред. Червоного І.Ф. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2008. – 334 с.

4 Перелік питань по дисципліні «Теоретичні основи спеціальної металургії»

4.1 Загальні відомості про процеси спеціальної металургії

Загальна характеристика процесів спеціальної металургії. Можливості вилучення домішок в процесах спеціальної металургії. Можливості рафінування в процесах спеціальної металургії. Можливості легування в процесах спеціальної металургії. Порівняльний аналіз процесів спеціальної металургії. Вакуумні переплави та їх характеристики. Основні закони і уявлення вакуумної техніки. Властивості газів. Режим течії газів при різних ступенях вакууму. Процес відкачки вакуумної системи. Основне рівняння вакуумної техніки. Характеристики вакуумних систем. Класифікація вакуумних насосів. Методи пошуку течій у вакуумній системі.

4.2 Електрошлакові технології

Сутність процесу ЕШП. Переваги та недоліки процесу ЕШП. Вимоги до флюсів ЕШП. Будова розплавлених шлаків ЕШП. Умови рафінування металу при ЕШП. Поверхневий натяг і в'язкість шлаків ЕШП. Основність і окислювальна спроможність шлаків ЕШП. Температура плавлення флюсів ЕШП. Електропровідність флюсів ЕШП. Флюси для ЕШ переплаву сталей. Флюси для ЕШ переплаву кольорових металів. Видалення неметалевих включень при ЕШП. Десульфурація металу при ЕШП. Термодинамічні умови видалення сірки при ЕШП. Реакційні зони, де протікає процес десульфурації при ЕШП. Видалення кисню і оксидів при ЕШП. Особливості поведінки азоту при ЕШП. Видалення водню при ЕШП. Формування злитка при ЕШП. Геометричні характеристики металеві ванни ЕШП. Оплавлення торця електрода та утворення краплі металу при ЕШП. Тепловий баланс ЕШП. Електрошлакова тигельна плавка. Дугошлаковий переплав.

4.3 Вакуумно-дуговий переплав

Сутність процесу ВДП. Переваги та недоліки процесу ВДП. Особливості дугового розряду і його електрична потужність. Кінетика видалення домішок при ВДП. Особливості видалення кисню при ВДП. Особливості видалення водню при ВДП. Випаровування компонентів при ВДП. Методи покращення рафінування при ВДП.

4.4 Електронно-променевий переплав

Сутність процесу ЕПП. Переваги та недоліки процесу ЕПП. Умови проведення ЕПП. Взаємодія електронів з поверхневими атомами металу. Рафінування металів при ЕПП. Видалення домішок і випаровування компонентів при ЕПП. Десульфурація та дефосфорація металу при ЕПП.

4.5 Плазмово-дуговий переплав

Сутність процесу ПДП. Переваги та недоліки процесу ПДП. Особливості нагрівання поверхні металу плазмовим струменем. Механізми передавання тепла від плазмового струменю до металу. Фізико-хімічні процеси, які відбуваються у металі під час ПДП. Рафінування металу від газів при ПДП. Видалення домішок при ПДП. Розкислення металу воднем при ПДП. Умови насичення розплаву азотом при ПДП та отримання азотовмісних сталей.

4.6 Вакуумна індукційна плавка

Сутність процесу ВП. Переваги та недоліки процесу ВП. Рафінування металів і сплавів за допомогою ВП.

Рекомендована література

1. Латаш Ю.В. Электрошлаковый переплав / Латаш Ю.В., Медовар Б.И. – М.: Металургия. 1970 – 240 с.
2. Патон Б.Е. Электронно-лучевая плавка тугоплавких и высокорекреакционных металлов / Патон Б.Е., Тригуб Н.П., Ахонин С.В. – Киев.: Наукова думка. 2008 – 311 с.
3. Григоренко Г.М. Индукционная плавка металлов в холодных тиглях и охлаждаемых секционных кристаллизаторах / Григоренко Г.М., Шейко И.В. –К.: Изд- во „Сталь”, 2006 – 320 с.
4. Современные способы производства слитков особо высокого качества / Латаш Ю.В., Матях В.Н.: под ред. Патона Б.Е. – Киев; Наукова думка. 1987 – 336 с.
5. Шалимов А.Г. Интенсификация процессов специальной электрометаллургии/ Шалимов А.Г., Тулин Н.Л. М.: Металургія. 1988 – 334 с.
6. Кулагин А.С. Эффективность рафинирования при переплавах / Кулагин А.С., Кулагина К.В. М.: Металургія, 1988 – 200с.
7. Дембовский В. Плазменная металлургия / Дембовский В. - М.,1981.– 280 с.
8. Линчевский Б.В. Вакуумная индукционная плавка / Б.М. Линчевский - М.: Металлургия, 1975. – 240с.
9. Электронно-лучевая плавка / [Патон Б.Е., Тригуб Н.П., Козлитин Д.А. и др.]. Киев.: Наукова думка. 1997 – 266с.
10. Процеси спеціальної електрометалургії: підручник / М.П.Волкотруб, Д.Ф.Чернега, В.Г.Могилатенко, В.О.Шаповалов; За ред.. Б.Є.Патона. – К.: Хімджест, 2014. – 284 с.
11. Шаповалов В.О. Плазмові процеси та устаткування в металургії: Підручник / Шаповалов В.О., Шейко І.В., Ремізов Г.О.; За ред. Б.Є.Патона. – К.: Хімджест, 2012. – 384 с.

5 Перелік питань по дисципліні «Устаткування та технологія спеціальної металургії»

5.1 Електрошлакові технології

Принцип дії установок ЕШП. Області застосування ЕШП. Класифікація печей ЕШП. Конструктивні особливості печей ЕШП. Кристалізатори ЕШП. Зв'язок конструкції печей ЕШП з техніко-економічними показниками процесу. Піддони, затравки, електротримачі, механізми та проводи переміщення електродів і кристалізаторів печей ЕШП. Конструкція електрошлакових тигельних печей. Робочий процес та режими роботи печей ЕШП. Робочі та електричні характеристики процесу ЕШП. Технологія та устаткування електрошлакового лиття. Технологія та устаткування електрошлакової виплавки порожнинних зливків. Технологія та устаткування дугошлакового переплаву. Флюсоплавильні печі, їх конструкції, вузли та елементи.

5.2 Вакуумно-дуговий переплав

Принцип дії печей ВДП. Області застосування ВДП. Класифікація вакуумних дугових печей. Конструктивне оформлення дугових вакуумних печей. Конструктивне оформлення вакуумно-дугових гарнісажних печей. Особливості гарнісажної плавки ВДП. Вакуумний двохелектродний переплав. Технологічний процес ВДП. Покращення техніко-економічних показників ВДП. Електроустаткування дугових вакуумних печей. Конструкція, основні вузли і елементи дугових вакуумних печей. Конструктивні елементи вакуумних систем ВДП. Елементи розрахунку вакуумних систем ВДП.

5.3 Електронно-променевий переплав

Основи електронно-променевого нагрівання металів, його переваги та недоліки. Принцип дії печей ЕПП. Області застосування печей ЕПП. Основні конструктивні елементи електронно-променевих печей. Електронно-променева гарнісажна плавка. Електронно-променеві гармати, їх конструкції, оформлення та характеристики. Технологічне оснащення електронно-променевої плавки. Електронно-променеві аксіальні, плоско променеві та радіальні гармати. Електронно-променеві кільцеві гармати та гармати ВТР. Конструкція, основні вузли і елементи електронно-променевих установок. Класифікація і технологічні схеми електронно-променевого нагрівання. Електронно-променеві гармати, їх характеристики і ВАХ. Технологічні схеми електронно-променевої плавки.

5.4 Плазмово-дуговий переплав

Плазмові технології та їх роль в спеціальній металургії. Фізичні основи та переваги плазмового нагріву. Способи отримання плазми в ПДП. Принцип дії печей ПДП. Області застосування ПДП. Класифікація печей ПДП. Конструктивне оформлення печей ПДП. Конструктивне оформлення плазмово-дугових гарнісажних печей. Плазмово-дугові печі для виплавки зливків, їх конструкції установок та елементи. Плазмово-дугова плавка в керамічній тигель, конструкції установок та елементи. Технологія плазмово-дугового переплаву в кристалізатор. Плазмотрони, принципи їх дії та класифікація. Плазмотрони змінного струму, їх переваги та недоліки. Плазмотрони постійного струму, їх переваги та недоліки. Плавильні дуготрони, плазмово-дуговий нагрівач, плазмові фурми та

плазмотрони, що занурюються, вакуумні плазмотрони. Конструктивні елементи дугового плазмотрона. Джерела живлення плазмотронів, їх характеристики та розрахунок. Напрямки розвитку плазмової технології.

5.5 Вакуумна індукційна плавка

Принцип дії установок ВІП. Області застосування установок ВІП. Класифікація установок ВІП. Конструктивні елементи установок ВІП. Технологія вакуумної індукційної плавки в холодному тиглі. Технологія вакуумної індукційної плавки у підвішеному стані. Інтенсифікація процесу ВІП.

Рекомендована література

1. Шаповалов В.О. Плазмові процеси та устаткування в металургії: підручник / Шаповалов В.О., Шейко І.В., Ремізов Г.О. За ред.акад. Б.Є.Патона – К.: „Хімджест”.– 2012. -384 с.

2. Атлас „Плавильні агрегати спеціальної електromеталургії. Уклад. Ремізов Г.О. / За ред. Б.Є.Патона, Д.Ф.Чернеги:

3. Ремізов Г.О. Вакуумно-дуговий переплав. Технологія та розрахунки. / Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Холодченко А.І. – К.: НТУУ „КПІ”, – 2010. – 148с. (посібник).

4. Ремізов Г.О. Вакуумно-дуговою пере-плав: конструкції та характеристики плавильних агрегатів / Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Холодченко А.І.. К.: НТУУ „КПІ”, – 2009. – 58с.

5. Ремізов Г.О. Подові електроди (конструкції та розрахунки) / Ремізов Г.О. - К.: НТУУ „КПІ”, – 2010. – 17с.

6. Ремізов Г.О. До виконання дипломного проекту (роботи) освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр”/Ремізов Г.О.,Готвянський Ю.Я.- К.:НТУУ „КПІ” – 2010. - 99с.

7. Ремізов Г.О. Електронно-променевий переплав: конструкції та характеристики плавильних агрегатів: посібник / Ремізов Г.О., Ладохін С.В., Яковлев В.Т., Сухенко В.Ю. К.: НТУУ „КПІ”, – 2010. – 109с. (посібник).

8. Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Сухенко В.Ю. Електрошлаковий процес (технологія та устаткування. - К.: НТУУ „КПІ”, - 2010.- 133с. (посібник).

9. Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Корнева Ю.Ю. Плазмово-дугові печі з ке- рамічним тиглем. - К.: НТУУ „КПІ”, - 2011.- 113с. (посібник).

10. Ремізов Г.О., Електронно-променеві установки і плавка (конструкції та роз- рахунки). - К.: НТУУ „КПІ”, - 2011.- 163с. (посібник).

11. Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Нікітін Д.О. Устаткування і технологія електрошлакових процесів.-К.:НТУУ „КПІ”, - 2013.- 317с. (посібник).

12. Ремізов Г.О., Готвянський Ю.Я., Плазмово-дугові плавильні агрегати. - К.: НТУУ „КПІ”, - 2012.- 85с. (посібник).

13. Готвянський Ю.Я., Жук С.В., Ремізов Г.О. Технологія виробництва і об- робки матеріалів. 4.1. Про метали. - К.:НТУУ „КПІ”, - 2014,- 167с. (посібник).

6 Перелік питань по дисципліні «Спеціальна металургія в машинобудуванні»

6.1 Спеціальні способи лиття в разові форми

Технологія лиття в оболонкові форми. Переваги та недоліки технології лиття в оболонкові форми. Модельне оснащення та формовочні суміші технології лиття в оболонкові форми. Виготовлення оболонкових форм і стрижнів. Механізація процесу лиття в оболонкові форми.

Технологія лиття за моделями, що виплавляються. Переваги та недоліки технології лиття за моделями, що виплавляються. Модельні суміші, що використовуються в технології лиття за моделями, що виплавляються, та їх характеристики. Прес-форми та матеріали прес-форм технології лиття за моделями, що виплавляються. Способи виготовлення прес-форм технології лиття за моделями, що виплавляються. Технологія виготовлення моделей і модельних блоків при литті за моделями, що виплавляються. Технологія виготовлення керамічних оболонок при литті за моделями, що виплавляються. Дефекти виливків технології лиття за моделями, що виплавляються та їх упередження. Механізація та автоматизація процесу лиття за моделями, що виплавляються.

Технологія лиття за моделями, що газифікуються. Переваги та недоліки технології лиття за моделями, що газифікуються. Механізація та автоматизація процесів лиття за моделями, що газифікуються. Лиття за моделями, що розчиняються.

6.2 Спеціальні способи лиття в напівпостійні та постійні ливарні форми

Технологія лиття в графітові форми. Переваги та недоліки технології лиття в графітові форми. Особливості отримання в графітових формах виливків із тугоплавких металів і сплавів.

Технологія лиття в кокіль. Переваги та недоліки лиття в кокіль. Особливості конструювання кокілів для кокільного лиття. Тепловий режим роботи кокіля. Механізація та автоматизація кокільного лиття. Технологія лиття в облицьований кокіль. Формування структури виливка в кокілі.

Технологія відцентрового лиття. Переваги та недоліки відцентрового лиття. Формування структури виливка під дією відцентрових сил. Розрахунок частоти обертання форми при відцентровому литті. Форми вільної поверхні виливків при литті з горизонтальною та вертикальною віссю обертання. Механізація і автоматизація процесу відцентрового лиття.

Виробництво біметалевих виливків. Характеристика процесів виготовлення біметалевих виливків. Біметалеві виливки на основі чавуну та сталі, мідь – чорні метали та сплави, алюміній – чавун, алюміній – сталь. Виробництво біметалевих циліндрів та барабанів.

Технологія безперервного лиття. Умови формування виливків при безперервному литті. Виробництво суцільних та порожнинних заготовок за допомогою технології безперервного лиття. Класифікація видів безперервного лиття.

Технологія лиття з поворотом форми та занурюванням. Технологія виробництва виливків при кам'яному литті. Технологія суспензійного лиття. Зубопротезне, ювелірне та художнє лиття.

6.3 Лиття з використанням тиску

Технологія процесу виготовлення виливків методом рідкої штамповки. Переваги та недоліки технології рідкої штамповки. Вплив тиску на параметри кристалізації, структуру і властивості виливків.

Технологія лиття на машинах лиття під тиском. Переваги та недоліки технології лиття на машинах лиття під тиском. Види заповнення прес-форм металом процесів лиття під тиском. Прес-форми машин лиття під тиском, їх конструкція та технологія виготовлення. Особливості формування виливків в машинах лиття під тиском. Розрахунок основних технологічних параметрів процесу лиття під тиском. Механізація і автоматизація процесів лиття під тиском.

Технології лиття вакуумним всмоктуванням, під низьким тиском та з протитиском.

6.4 Виготовлення виливків із застосуванням процесів спеціальної металургії

Технологія електрошлакового лиття, її переваги і недоліки. Схеми процесів електрошлакового лиття, які використовуються для виготовлення виливків. Виробництво порожнинних заготовок за допомогою електрошлакового лиття. Роль шлаку при електрошлаковому литті. Кристалізація металу і якість виливків при електрошлаковому литті.

Технологія електрошлакового кокільного лиття. Шлаки для електрошлакового кокільного лиття і їх роль в процесі формування виливків. Схеми процесів електрошлакового кокільного лиття. Розрахунок основних технологічних параметрів електрошлакового кокільного лиття.

Технологія відцентрового електрошлакового лиття. Особливості формування виливків при електрошлаковому відцентровому литті.

Рекомендована література

1. Специальные виды литья: под ред. кон. Степанова. - М.: Машиностроение 1970 – 204 с.
2. Тимофеев Г.И. Специальные виды литья / Г.И. Тимофеев – уч. пособие – Горький, 1972 – 190 с.
3. Технология литейного производства / [Степанов Ю.А. и др.]. М.: Машиностроение 1983 – 200 с.
4. Литье по выплавляемым моделям: под ред. Я.М. Шкленника, В.А.Озерова – 3-е издание - М.: Машиностроение, 1984 – 408 с.
5. Центробежное литье / [Юдин С.Б. и др.]: М.: Машиностроение. 1972 – 279 с.

Критерії оцінювання результатів комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-професійну програму «Спеціальна металургія» підготовки магістра за спеціальністю 136 – «Металургія».

1. Комплексне фахове завдання складається із чотирьох питань. Завдання формується наступним чином: 1 питання стосується дисциплін «Теорія металургійних процесів» і «Металознавство», 2 питання стосується дисципліни «Основи металургійного виробництва», 3 питання стосується дисципліни «Теоретичні основи спеціальної металургії», 4 питання стосується дисциплін «Устаткування та технологія спеціальної металургії» та «Спеціальна металургія в машинобудуванні». Таким чином, 50% завдання відповідають загальному циклу підготовки за спеціальністю 136 – «Металургія», і ще 50% - освітньо-професійній програми «Спеціальна металургія», що повністю відповідає навчальному плану підготовки бакалавра.

Тривалість проведення вступного випробування складає 3 години.

2. Максимальна кількість балів, яку абітурієнт може отримати за кожне питання - 25 балів. За кожну неточність у формулюваннях, неточність оформлення графічного матеріалу або граматичну помилку може зніматися до одного балу.

В залежності від правильності відповіді на окреме питання абітурієнт отримує:

24...25 балів. Вступник дав повну розгорнуту відповідь на питання комплексного завдання з урахуванням сучасних теоретичних уявлень щодо фахової дисципліни спеціальності (спеціалізації) та уміння практичного їх використання. Відповідь складається із необхідного графічного матеріалу з поясненнями або текстової письмової відповіді, яка викладена державною мовою без граматичних помилок з використанням сучасної науково-технічної термінології.

21...23 бали. Вступник дав розгорнуту відповідь на питання комплексного завдання з урахуванням теоретичних уявлень щодо фахової дисципліни спеціальності (спеціалізації) та уміння практичного їх використання. Відповідь складається із необхідного графічного матеріалу з поясненнями або текстової письмової відповіді, яка викладена державною мовою без суттєвих граматичних помилок з використанням сучасної науково-технічної термінології.

19...20 балів. Вступник дав не повну відповідь на питання комплексного завдання. Текстова письмова відповідь або графічний матеріал не повністю розкривають сутність питання, але не містять принципових теоретичних або практичних помилок. Проблемні питання розкриті не повністю. Відповідь містить несуттєві граматичні помилки.

16...18 балів. Вступник дав часткову відповідь на питання комплексного завдання. Текстова письмова відповідь або графічний матеріал не повністю розкривають сутність питання, містять декілька теоретичних або практичних помилок. Проблемні питання розкриті частково. Відповідь містить суттєві граматичні помилки.

15 балів. Вступник дав часткову відповідь на питання комплексного завдання. Текстова письмова відповідь або графічний матеріал розкривають

сутність питання частково, містять багато теоретичних або графічних помилок. Проблемні питання не розкриті. Відповідь містить дуже велику кількість граматичних помилок.

< 15 балів. Вступник не дав відповіді, або дав часткову відповідь без будь-якого розуміння матеріалу. Текстова письмова відповідь або графічний матеріал не розкривають сутності питання.

3. Отримані по кожному питанню бали сумуються.

Згідно розпорядження № 5/7 від «13» січня 2020 р. та «Правил прийому до КПІ імені Ігоря Сікорського в 2020 році» при обчисленні конкурсного бала буде застосовується шкала оцінювання 100...200 балів (подібно до шкали оцінок ЄВІ) . Таблицю переведення оцінок в шкалу ЄВІ наведено нижче.

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

Розробники програми:

д.т.н., доцент



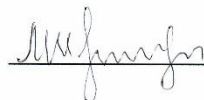
Ю. В. Костецький

д.т.н., професор



К. В. Михаленков

ст. викладач



М. І. Прилуцький

**Приклад екзаменаційного білету
комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-
професійну програму «Спеціальна металургія» підготовки магістра за
спеціальністю 136 – «Металургія»**

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

комплексне фахове випробування для вступу на освітньо-професійну програму «Спеціальна металургія» підготовки магістрів за спеціальністю - 136 – «Металургія».

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № xx

1. Обґрунтувати дефекти кристалічної будови, визначити їх вплив на властивості.
2. Проаналізувати перспективи розвитку процесів прямого відновлення заліза.
3. Проаналізувати конструкції електрошлакових тигельних печей. Дати оцінку робочому процесу та режимам роботи печей ЕШП.
4. Дати оцінку способу виготовлення виливків за моделями, що виплавляються, у порівнянні з іншими видами лиття.

Затверджено на засіданні Вченої ради ІМЗ
протокол №__ від «__»_____ 2020 р.
