



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

СУЧАСНІ МЕТОДИ ФОРМО-УТВОРЕННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Шифр та назва спеціальності
G10 – Металургія

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація
–

Кафедра
Ливарного виробництва (142)

Освітня програма
Металургія

Тип дисципліни
Вибіркова.

Рівень освіти
Третій (доктор філософії)

Форма навчання
Денна

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна,

Olha.Ponomarenko@khpі.edu.ua

доктор технічних наук, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 35 років. автор більш ніж 380 науково- та навчально-методичних праць, з них 20 навчально-методичного характеру, 8 методичних посібників з грифом Міністерства України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Формувальні матеріали і суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Теорія формування відливок», «Аналіз і синтез ливарних систем», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Аудитивні технології у ливарному виробництві».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс лекцій містить розширені відомості про сучасні методи формоутворення у ливарному виробництві, які сьогодні активно використовуються в промисловості для виробництва виливків. А також представлено інформацію про історичний розвиток процесів виготовлення ливарних форм і стрижнів та важливі питання формоутворення. Викладено дані про всі матеріали для отримання форм та стрижнів: вогнетривкі наповнювачі, зв'язувальні компоненти, добавки, допоміжні та протипригарні матеріали; наведено процеси приготування сумішей, їх склад, властивості та методи їх визначення.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – дати аспірантам сучасні знання о властивостях формувальних матеріалів (пісків, глин, зв'язуючих, добавок), формувальних і стрижневих сумішей, а також обучити методам визначення властивостей формувальних матеріалів, критеріям вибору формувальних і стрижневих сумішей для різних способів лиття.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, реферат, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми металургії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК01. Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проекти в металургії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правих, екологічних та етичних аспектів, лідерство під час їх реалізації.

СК02. Здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері металургії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень, а також методи моделювання металургійних процесів та/або обладнання для розв'язання комплексних проблем металургії

Результати навчання

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми металургії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях.

РН03. Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, бази даних та інформаційні системи.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або профе-

сійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 30 год., лабораторні роботи -10 год, самостійна робота –80 год. Курс передбачає підготовку реферату за індивідуальною темою.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Організація науково-дослідної та інноваційної діяльності», «Педагогічно-інформаційні технології у вищій освіті та наукових дослідженнях механічної інженерії», «Формувальні матеріали і суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Теорія формування відливок», «Аналіз та синтез систем ливарного виробництва».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі сучасних методів формоутворення у ливарному виробництві. Навчальні матеріали доступні аспірантам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ Загальні поняття про ливарну форму. Роль формувальних матеріалів в одержанні якісних виливок. Вплив формувальних сумішей на підвищення якості відливок і зменшення припусків на механічну обробку. Історія вчення про формувальні матеріали і роль вчених на розвиток теоретичних основ формування фізико-механічних і технологічних властивостей формувальних сумішей. Вихідні формувальні матеріали. Значення та задачі дисципліни. Література.	1
Тема 2. Формувальні матеріали. Формувальні матеріали-наповнювачі. Класифікація формувальних матеріалів. Властивості формувальних матеріалів і вимоги, що пред'являються до них. Роль формувальних матеріалів в процесі отримання виливків. Властивості формувальних матеріалів-наповнювачів. Матеріали на основі кварцу. Класифікація кварцевих пісків. Визначення властивостей пісків. Формувальні піски. Зернова будова пісків. Глиняна складова пісків. Визначення глиняної складової. Класифікація пісків за вмістом глиняного складу. Ситовий аналіз піску. Оцінка формувальних пісків за розміром зерен - визначення групи і категорії. Методи вираження наслідків зернового аналізу. Визначення марки піску і модуля дрібності. Форма і стан поверхні зерен піску і їх вплив на властивості сумішей. Галузь застосування пісків в залежності від їх зернового складу. Мінералогічний і хімічний склад пісків. Кремнезем, його властивості і модифікаційні перетворення. Кварц і його властивості. Збагачування пісків	2
Тема 3. Високовогнетривкі і протипригарні формувальні матеріали. Хромит. Магнезит. Хромомagneзит. Циркон. Оливин. Шамот. Протипригарні матеріали. Вплив модифікаційних перетворень на властивості формувальних сумішей. Фізичні, хімічні і технологічні властивості мінералів, які застосовую-	2

ться як формувальні піски, плавлений кварц, дистенсиліманіт, шамот, електрокорунд, олівін, циркон, хроміти тощо.

Тема 4. Тема 4. Допоміжні формувальні матеріали. Протипригарні формувальні краски.

2

Матеріали, що збільшують податливість стрижнів. Матеріали, що знижують липкість сумішей до поверхні моделі і стрижньового ящика.

Ливарні краски, їх склад і властивості. Призначення та межі застосування. Класифікація красок. Способи нанесення красок на стрижні і форми. Формувальні краски, їх призначення, состави і сфера застосування. Способи нанесення красок. Формувальні пасти, їх склад і сфера застосування. Класифікація красок і паст.

Загальні вимоги, що пред'являються до формувальних протипригарних красок. Протипригарні пасти, їх склад і межа застосування. Водні протипригарні краски. Самовисихаючі протипригарні краски, пасти, натирки, вживані при виготовленні ливарних форм і стрижнів. Клеї і мастики для ливарних форм і стрижнів.

Тема 5 Зв'язуючі матеріали і їх класифікація. Органічні зв'язуючі матеріали.

2

Загальні відомості про зв'язуючі матеріали. Фізико-хімічні властивості зв'язуючих матеріалів. Вимоги до зв'язуючих матеріалів. Класифікація зв'язуючих матеріалів. Питома зв'язуюча міцність.

Масляні зв'язуючі і їх замітники. Льняне масло, його властивості і застосування, йодне і кислотне числа та їх вплив на властивості зв'язуючих. Зв'язуючі "ПТ", "К0", "УСК", "4ГУ", їх властивості, одержання і застосування.

Тема 6. Формувальні вогнетривкі глини. Рідке скло як зв'язуючий матеріал.

3

Формувальні глини, їх мінералогічний і хімічний склад. Фізико-хімічні і колоїдні властивості глин. Зміна властивостей глин під час їх нагрівання. Іонний обмін в глинах. Ємкість основного обміну і його вплив на зміну властивостей глин і формувальних сумішей. Класифікація та маркування глин.

Класифікація рідкого скла і способи його одержання. Хімічні і фізичні властивості рідкого скла. Вплив кислот, лугів, солей та інших домішок на властивості рідкого скла. Вплив модуля і щільності рідкого скла на властивості формувальних сумішей. Модифікування рідкого скла.

Тема 7. Синтетичні смоли.

3

Переваги і недоліки смол, як в'язучих для виготовлення стрижнів. Класифікація смол і їх властивості. Вплив природи смол на створення прогресивних технологічних процесів виготовлення стрижнів на автоматичних лініях. Фенолформальдегідні, фуранові, епоксидні смоли, їх властивості, одержання, галузь застосування. Звологувачі і розчинники. Одержання плакированих сумішей. Каталізатори і отверджувачі смол, їх склад, значення і галузь застосування..

Лигносульфанати. Сульфітно-дріжжева бражка, емульсійні зв'язуючі "СП", "СБ", їх властивості, одержання і застосування. Полісахариди. Кристалогидратні зв'язуючі. Фосфати.

Тема 8. Формувальні і стрижневі суміші.

4

Загальні відомості про формувальні і стрижневі суміші. Класифікація формувальних сумішей за призначенням – формувальні та стрижневі за видом металу, за розміром виливків, за масою, видом зв'язуючого матеріалу, за технологічними властивостями - пластичні, ХТС, по нагрітим моделям. Приготування формувальних сумішей. Підготовка вхідних матеріалів – відпрацьованої суміші, піску, глини, кам'яного вугілля, в'язучих, домішок. Способи перемішування суміші. Методи контролю вхідних матеріалів і сумішей. Регенерація відпрацьованої формувальної, суміші.

Тема 9. Приготування формувальних сумішей.

3

Підготовка вхідних формувальних матеріалів (піску, глини, відпрацьованої суміші, кам'яного вугілля, зв'язуючих). Методи контролю формувальних сумішей.

Піщано-глинисті суміші. Склади формувальних сумішей на глиняному зв'язуючому. Піщано-сульфатні суміші. Піщано-смоляні суміші. Склад формувальних сумішей і технологічні процеси для виготовлення стрижнів на смоляних зв'язуючих. Хромітові і хромомагнетитові суміші. Піщано-масляні суміші. Піщано-цементні суміші. Песчано-рідкоскляні суміші. Склади сумішей на рідкому склі. Способи зміцнення сумішей, способи зменшення залишкової міцності сумішей.

Рідкотекучі формувальні суміші. Механізм переводу суміші в рідкотекучій стан. Склади і властивості рідкотекучих сумішей. Поверхнево-активні речовини, їх класифікація і вплив на властивості рідкотекучих сумішей. Отверджувачі рідкотекучих сумішей.

Тема 10. Властивості формувальних і стрижневих сумішей.

2

Загальні відомості про гідралічні властивості сумішей і їх класифікація. Вплив вологості на властивості сумішей.

Газовий режим ливарної форми і його вплив на одержання якісних виливків. Газопроникність сумішей. Формули газопроникнення. Вплив факторів на газопроникнення (зерновий склад пісків, вигляд і кількість в'язучого, кількість вологи, ступінь ущільнення, температура нагрівання тощо). Методи визначення газопроникнення – стандартний і прискорений. Оцінка властивостей суміші за їх газопроникненням. Пористість сумішей.

Газоутворююча здатність формувальних сумішей. Склад і кількість газів, які виділяє суміш і метал. Фактори, що визначають газоутворюючу здібність формувальної суміші. Газовий тиск в ливарній формі. Фактори, що визначають газовий тиск. Вплив факторів на створення у формі направленої газового потоку. Заходи по зменшенню утворення газових раковин у виливках.

Тема 11. Механічні властивості формувальних сумішей.

2

Поверхнева твердість ливарних форм і стрижнів. Міцність сумішей. Міцність формувальної суміші у висушеному стані. Вплив природи і кількості в'язучого, температури і години, швидкості сушки, зернового складу піску, ступеня стиснення на міцність суміші у висушеному стані. Визначення міцності суміші і поверхневої міцності.

Міцність формувальної суміші в нагрітому стані. Вплив природи і кількості зв'язуючого, температури нагрівання формувальної суміші, мінералогічного і зернового складу піску та інших факторів на формування міцності в нагрітому стані.

Деформації і напруження, що виникають у формі при її нагріванні. Вплив мінералогічного і зернового складу піску, природи і кількості зв'язуючого, температури нагрівання та інших факторів на величину напруження і утворення дефектів. Поверхнева міцність. Вплив факторів на утворення поверхневої міцності. Ужимини. Механізм утворення ужимин і можливості запобігання їх утворення. Гарячі тріщини. Заподій утворення тріщин.

Залишкова міцність формувальних сумішей. Вплив мінералогічного і зернового складу пісків, природи і кількості зв'язуючих, температури прогрівання суміші, швидкості, охолодження та інших факторів на залишкову міцність формувальної суміші і роботу вибивки стрижнів. Особливості формування залишкової міцності в рідкоскляних сумішах. Способи зменшення залишкової міцності і покращання її вибивальності.

Тема 12. Технологічні властивості сумішей.

2

Пластичність формувальних сумішей. Вплив різних факторів на пластичність сумішей. Визначення пластичності. Плинність сумішей. Ущільненість сумішей. Гіроскопічність сумішей.

Прилипаємость формувальних сумішей. Визначення прилипаємости. Вплив факторів на прилипаємость. Заходи по зменшенню прилипаємости під час виготовлення форм.

Живучість сумішей. Текучість суміші і її сутність. Вплив різних факторів на збільшення текучесті. Формула Кулона на розрахунок текучесті. Методи визначення текучесті. Вогнетривкість сумішей. Вибивальність сумішей з виливок. Теплофізичні властивості сумішей. Загальні відомості про теплофізичні властивості сумішей. Теплоємність і теплопровідність сумішей. Теплоакуюча здатність і температуропровідність сумішей.

Тема 13. Протипригарні властивості сумішей. Пригар на виливках. 2

Механізм утворення пригару. Класифікація пригару: механічний, хімічний і термічний пригари. Вплив різних факторів на утворення пригару. Запобігання утворення пригару для відливок з різних сплавів.

Два принципово протилежних напрямки боротьби з пригаром. Застосування органічних і неорганічних домішок для усунення пригару.

Види пригару і причини його утворення на поверхнях виливків. Механізм утворення механічного пригару. Механізм утворення механічного і термічного пригару. Оцінка міцності зв'язку пригару з поверхнею виливки.

Загальна кількість годин 30

Лабораторні роботи

Теми лабораторних робіт

Кількість годин **Вагові коефіцієнти a**

Тема 1. Визначення зернової будови формувальних пісків
Приготування формувальних сумішей з різними зв'язуючими 2 1

Тема 2. Визначення властивостей формувальних сумішей в сирому стані. 2 1

1. Визначення міри ущільнення на міцність суміші при стискуванні і при зрізі.
2. Визначення вологості суміші.
3. Визначення міри ущільнення суміші на поверхневу твердість.

Тема 3. Визначення міри ущільнення суміші на газопроникність стандартним і скороченим методами. 2 1

Тема 4. Визначення властивостей суміші у висушеному стані 2 1

1. Визначення міцності суміші при стисненні, зрізі і розтягуванні.
2. Визначення поверхневої міцності (осипаємости).
3. Визначення залишкової міцності суміші за її вибивальністю

Тема 5. Визначення властивостей рідкотекучих самотвердіючих сумішей та смоляних зв'язуючих. 2 1

Загальна кількість годин 10 $\sum_{i=1}^n a_i = 5$

Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Контрольна робота № 1**1**

1. Дайте визначення формувальної суміші.
2. Переваги разових форм з піщаних сумішей.
3. Схема технологічного процесу виготовлення виливків в разової піщаної формі.
4. Класифікація формувальних матеріалів.
5. Класифікація формувальних матеріалів.
6. Класифікація вихідних формувальних матеріалів.
7. Основні матеріали-наповнювачі, їх класифікація та призначення. Приклади.
8. Допоміжні матеріали, їх призначення. Приклади.
9. Допоміжні формувальні склади, їх призначення.
10. Перерахуйте властивості формувальних матеріалів-наповнювачів.
11. Визначення вогнетривкості. Класифікація вогнетривких матеріалів.
12. Назвіть основні теплофізичні властивості формувальних сумішей.
13. Мінералогічний склад матеріалів-наповнювачів. Якими факторами визначається його вибір?
14. Класифікація кварцових формувальних матеріалів.
15. Походження формувальних пісків. Назвіть родовища.
16. Видобуток пісків. Критерій якості формувальних пісків за хімічним складом.
17. Як відбувається збагачення пісків.
18. Фізичні властивості кварцового піску.
19. Як вибирається розмір зерен піску при виробництві виливків.
20. Назвіть основні теплофізичні властивості формувальних сумішей.
21. Мінералогічний склад матеріалів-наповнювачів. Якими факторами визначається його вибір?
22. Класифікація кварцових формувальних матеріалів.
23. Походження формувальних пісків. Назвіть родовища.
24. Видобуток пісків. Критерій якості формувальних пісків за хімічним складом.
25. Як відбувається збагачення пісків.
26. Фізичні властивості кварцового піску.
27. Як вибирається розмір зерен піску при виробництві виливків.
28. Хроміт, хімічна формула, основний показник якості хромистого залізняку, характеристика, призначення.
29. Магnezит, хімічна формула, використання окису магнію, характеристика, призначення.
30. Хромомагnezит, отримання, формула, характеристика, призначення.
31. Циркон, отримання, формула, характеристика, призначення.
32. Оливин, отримання, формула, характеристика, призначення.
33. Шамот, отримання, формула, характеристика, призначення.
34. Протипригарні матеріали. Графіт, види графіту. характеристика, призначення.
35. Протипригарні матеріали. Маршалит. Кам'яновугільна пил, мазут, призначення.
36. Матеріали, що збільшують податливість стрижнів. Класифікація, характеристика, призначення.
37. Матеріали, що знижують прилипання сумішей до поверхні моделі та стрижневого ящика. Вимоги до таких матеріалів. Класифікація. Приклади.
38. Протипригарні формувальні фарби. Загальні вимоги, що пред'являються до формувальних протівопригарним фарбам.
39. Склад протипригарних фарб. Вимоги до них.
40. Водні протипригарні фарби. Призначення, склади.
41. Зв'язуючі матеріали і їх класифікація.

-
42. Зв'язуючі матеріали, вимоги до них.
 43. Фізико-хімічні властивості зв'язуючих матеріалів. Процеси, що викликають утворення міцної плівки при затвердінні.
 44. Класифікація зв'язуючих матеріалів за характером затвердження.
 45. Класифікація зв'язуючих матеріалів по міцності неорганічних і органічних матеріалів.
 46. Зв'язуючі матеріали на основі синтетичних смол і їх властивості.
 47. Масляні зв'язуючі і їх замітники. Переваги. Недоліки.
 48. Формувальні вогнетривкі глини. Класифікація глин за походженням.
 49. Формувальні вогнетривкі глини. Класифікація по мінералогічному складу.
 50. Формувальні глини, їх мінералогічний і хімічний склад.
 51. Фізико-хімічні і колоїдні властивості глин.
 52. Зміна властивостей глин під час їх нагрівання.
 53. Йонний обмін в глинах. Ємкість основного обміну і його вплив на зміну властивостей глин і формувальних сумішей.
 54. Класифікація та маркування глин.
 55. Застосування формувальних вогнетривких глин в залежності від матеріалу вилівка.
 56. Рідке скло, як зв'язуючий матеріал. Модуль рідкого скла. Переваги і недоліки.
 57. Рідке скло, як зв'язуючий матеріал. Опишіть процес затвердження при продувці вуглекислим газом.
 58. Синтетичні смоли. Переваги, недоліки.
 59. Синтетичні смоли. Класифікація в залежності від температури твердіння.
 60. Синтетичні смоли. Способи затвердіння сумішей зі смолами.
 61. Холоднотвердіючі суміші на смолах. Суть технології.
 62. Лігносульфанати, як зв'язуючий матеріал. Схема виробництва ЛСТ. Переваги, недоліки.
 63. Полісахариди, як зв'язуючий матеріал. Переваги, недоліки.
 64. Кристаллогідратні зв'язуючі. Призначення, переваги, недоліки.
 65. Фосфати, як зв'язуючий матеріал. Переваги, недоліки.

Контрольна робота № 2

1

1. Загальна класифікація формувальних і стрижневих сумішей.
2. Що являє собою єдина формувальна суміш? Призначення, гідності.
3. Що являє собою облицювальна суміш? Її призначення.
4. Що являє собою наповнювальна суміш? Її призначення.
5. Дайте визначення синтетичної суміші. Приклади.
6. Чим відрізняється склади сумішей для виробництв виливків зі сталі і чавуну?
7. Перерахуйте властивості, якими повинні володіти формувальні і стрижневі суміші.
8. Піщано-глинисті суміші. Переваги, недоліки. Кількість зв'язуючого в сумішах.
9. Навіщо в суміш вводять деревну тирсу?
10. Навіщо в суміші вводять маршалит? У якій кількості його вводять?
11. Навіщо в формувальну суміш для чавунного лиття вводять кам'яновугільну пил?
12. Піщано-сульфітні суміші. Переваги, недоліки. Кількість зв'язуючого в сумішах.
13. Класифікація піщано-смоляних сумішей.
14. Піщано-смоляні суміші. Переваги, недоліки. Кількість сполучного в сумішах.
15. Піщано-смоляні суміші. Склади. Приклади.
16. Холодно-твердіючі піщано-смоляні суміші. Каталізатори.

17. Піщано-смоляні суміші, що зміцнюються на «гаряче».
18. Хромітові суміші. Переваги, недоліки.
19. Які зв'язуючі застосовуються в хромітових сумішах?
20. Хромомагнетитові суміші. Переваги, недоліки.
21. Піщано-масляні суміші. Сполучні для таких сумішей.
22. Піщано-цементні суміші. Кількість зв'язуючого. Добавки в суміш.
23. Піщано-рідкоскляні суміші. Кількість зв'язуючого. Методи зміцнення таких сумішей.
24. Загальні відомості про гідралічні властивості сумішей і їх класифікація.
25. Визначення газопроникності сумішей. Які чинники впливають на газопроникність суміші.
26. Пористість сумішей. Формула. На які основні параметри сумішей вона впливає?
27. Газотворність сумішей. Від яких факторів вона залежить?
28. Механічні властивості сумішей. Класифікація.
29. Поверхнева твердість ливарних форм і стрижнів. Методи визначення.
30. Визначення міцності формувальної суміші. Від яких факторів вона залежить?
31. Технологічні властивості сумішей і їх класифікація.
32. Плинність сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
33. Ущільнюваність сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
34. Гігроскопічність сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
35. Прилипаємість сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
36. Живучість сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
37. Вогнетривкість сумішей. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
38. Вибівальність сумішей з виливків. Визначення. Від яких факторів вона залежить?
39. Механізм утворення пригару. Класифікація пригару: механічний, хімічний і термічний пригари.
40. Вплив різних факторів на утворення пригару. Запобігання утворення пригару для відливок з різних сплавів.
41. Два принципово протилежних напрямки боротьби з пригаром. Застосування органічних і неорганічних домішок для усунення пригару.
42. Види пригару і причини його утворення на поверхнях виливків.
43. Механізм утворення хімічного пригару.
44. Механізм утворення механічного і термічного пригару.
45. Оцінка міцності зв'язку пригару з поверхнею виливки.

Загалом

$$\sum_{i=1}^n b_i = 2$$

Самостійна робота

Курс передбачає підготовку реферату за індивідуальною темою..

Реферат оформлюється у письмовий звіт. Аспірантам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Загальні поняття про ливарну форму.

4

Історія вчення про формувальні матеріали і роль вчених на розвиток теоретичних основ формування фізико-механічних і технологічних властивостей формувальних сумішей. Вихідні формувальні матеріали.

Тема 2. Формувальні матеріали. Формувальні матеріали-наповнювачі.

4

Галузь застосування пісків в залежності від їх зернового складу. Мінералогічний і хімічний склад пісків. Кремнезем, його властивості і модифікаційні перетворення. Кварц і його властивості. Збагачування пісків	
Тема 3. Високовогнетривкі і протипригарні формувальні матеріали. Фізичні, хімічні і технологічні властивості мінералів, які застосовуються як формувальні піски, плавлений кварц, дистенсиліманіт, шамот, електрокорунд, олівін, циркон, хроміти тощо.	4
Тема 4. Допоміжні формувальні матеріали. Протипригарні формувальні краски. Загальні вимоги, що пред'являються до формувальних протипригарних красок. Протипригарні пасти, їх склад і межа застосування. Водні протипригарні краски. Самовисихаючі протипригарні краски, пасти, натирки, вживані при виготовленні ливарних форм і стрижнів. Клеї і мастики для ливарних форм і стрижнів.	4
Тема 5 Зв'язуючі матеріали і їх класифікація. Органічні зв'язуючі матеріали. Масляні зв'язуючі і їх замітники. Льняне масло, його властивості і застосування, йодне і кислотне числа та їх вплив на властивості зв'язуючих. Зв'язуючі "ПТ", "К0", "УСК", "4ГУ", їх властивості, одержання і застосування.	4
Тема 6. Формувальні вогнетривкі глини. Рідке скло як зв'язуючий матеріал. Класифікація та маркування глин.. Вплив модуля і щільності рідкого скла на властивості формувальних сумішей. Модифікування рідкого скла.	
Тема 7. Синтетичні смоли. Лигносульфанати. Сульфітно-дріжжева бражка, емульсійні зв'язуючі "СП", "СБ", їх властивості, одержання і застосування. Полісахариди. Кристалогидратні зв'язуючі. Фосфати.	2
Тема 8. Формувальні і стрижневі суміші. Підготовка вхідних матеріалів – відпрацьованої суміші, піску, глини, кам'яного вугілля, в'язучих, домішок. Способи перемішування суміші. Методи контролю вхідних матеріалів і сумішей. Регенерація відпрацьованої формувальної суміші.	3
Тема 9. Приготування формувальних сумішей. Підготовка вхідних формувальних матеріалів (піску, глин, відпрацьованої суміші, кам'яного вугілля, зв'язуючих). Методи контролю формувальних сумішей. Склад формувальних сумішей і технологічні процеси для виготовлення стрижнів на смоляних зв'язуючих. Хромітові і хромомагнетитові суміші. Піщано-масляні суміші. Склади і властивості рідкотекучих сумішей. Поверхнево-активні речовини, їх класифікація і вплив на властивості рідкотекучих сумішей. Отверджувачі рідкотекучих сумішей.	3
Тема 10. Властивості формувальних і стрижневих сумішей. Газоутворююча здатність формувальних сумішей. Склад і кількість газів, які виділяє суміш і метал. Фактори, що визначають газоутворюючу здібність формувальної суміші. Газовий тиск в ливарній формі. Фактори, що визначають газовий тиск. Вплив факторів на створення у формі направленої газового потоку. Заходи по зменшенню утворення газових раковин у виливках.	3
Тема 11. Механічні властивості формувальних сумішей. Деформації і напруження, що виникають у формі при її нагріванні. Вплив мінералогічного і зернового складу піску, природи і кількості зв'язуючого, температури нагрівання та інших факторів на величину напруження і утворення дефектів. Поверхнева міцність. Вплив факторів на утворення поверхневої міцності. Ужимини. Механізм утворення ужимин і можливості	3

запобігання їх утворення. Гарячі тріщини. Заподій утворення тріщин.

Тема 12. Технологічні властивості сумішей. 3

Теплофізичні властивості сумішей. Загальні відомості про теплофізичні властивості сумішей. Теплоємність і теплопровідність сумішей. Теплоакмулююча здатність і температуропровідність сумішей.

Тема 13. Протипригарні властивості сумішей. Пригар на виливках. 3

Види пригару і причини його утворення на поверхнях виливків. Механізм утворення механічного пригару. Механізм утворення механічного і термічного пригару. Оцінка міцності зв'язку пригару з поверхнею виливки.

Загальна кількість годин 40

Тематика індивідуальних завдань

Виконання реферату передбачає виконання завдання з використання різних сучасних методів формоутворення у ливарному виробництві відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг реферату 15–20 сторінок основного тексту. Реферат має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [8]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Cold-box і Hot-box процеси виготовлення стрижнів: сучасний стан і екологічні аспекти. Порівняння технологій, викиди, альтернативні зв'язувальні.

Тема 2. No-bake (самотвердіючі) формувальні суміші нового покоління
Фуранові, фенольні, лужні системи та їх застосування.

Тема 3. Інорганічні зв'язувальні системи для форм і стрижнів: шлях до «зеленого» ливарства. Технології, властивості, проблеми впровадження.

Тема 4. Газоутворення та газопроникність форм при сучасних методах формоутворення
Вплив на дефекти литва та методи їх запобігання.

Тема 5. Комп'ютерне моделювання процесів формоутворення і заливання металу
Використання CAE-систем (MAGMASOFT, ProCAST, NovaFlow).

Тема 6. Ливарні форми на основі водних і спиртових суспензій: технологічні особливості та безпека. Покриття, сушка, вплив на дефекти.

Тема 7. Формоутворення у литві алюмінієвих сплавів: сучасні вимоги до формувальних матеріалів. Газопроникність, теплофізичні властивості.

Тема 8. Енергоефективність сучасних методів формоутворення у ливарному виробництві
Порівняння традиційних і новітніх технологій.

Загальна кількість годин 40

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Лютий, Р. В. Формувальні матеріали [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 136 «Металургія», освітньої програми «Комп'ютеризовані процеси лиття» / Р. В. Лютий, І. М. Гурія ; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові дані (1 файл: 7,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 257 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37398>.

2. Пономаренко О.І. Автоматизоване проектування формувальних та стрижневих машин [текст]: навч. посіб. / О.І. Пономаренко, І.І. Гунько, С.В. Порожня, Н.С. Євтушенко. - Харків: НТУ "ХПІ", 2014. - 256 с.
3. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Grimzin, I., Lysenko, T., Marynenko, D.: Advanced Technologies of Manufacturing Readily Removable Cores for Obtaining High-Quality Castings. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 565–574 (2021) DOI: 10.1007/978-3-030-77719-7_56
4. Пономаренко О.І. Оптимізація технологічних рішень для цехів ливарного виробництва. - Харків: НТУ "ХПІ". – 2007. –320с.
5. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Khoroshylov, O., Yevtushenko, S., Berlizeva, T., Vorobyov, M., Lukianov, I. (2023). Using an Object-Oriented Approach in Foundry Production. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762, pp. 604-615. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_48
6. OI Ponomarenko, SD Yevtushenko, NS Yevtushenko, TV Berlizeva, MM Vorobiov. Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings. /4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Kryvyi Rih, Ukraine, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1254 012007 DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012007
7. Ponomarenko, O. (2024). Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. / Ponomarenko, O. , Yevtushenko, N., Lysenko, T., Yevtushenko, S., Vorones, V., Shelepko, P., Vorobyov, V. // In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham. (Scopus)
8. Ponomarenko, O. I., Yevtushenko, S. D., Yevtushenko, N. S., Berlizeva, T. V., Vorobiov, M. M. : Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1254 (1), 012007 (2023). DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012007

Додаткова література

1. Пономаренко О.І. Формувальні матеріали та суміші./ О.І. Пономаренко, Т.В. Берлізева, Н.С. Євтушенко, І.А. Гримзин. Лабораторній практикум для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації 131-09 «Обладнання та технології ливарного виробництва» –Харків: НТУ «ХПІ». – 2019, 64с.
2. Теоретичні основи формування [Текст] : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів” усіх форм навчання / Уклад.: Гурія І. М., Ямшинський М. М., Сиропоршнев Л. М., Лютий Р. В. – К. : ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2010. – 68 с.
3. Simatupang, M., Mangalla, L. K., Edwin, R. S., Putra, A. A., Azikin, M. T., Aswad, N. H., Mustika, W. The mechanical properties of fly-ash-stabilized sands. geosciences, 10(4), 132. (2020). <https://doi.org/10.3390/geosciences10040132>
4. Теоретичні основи формування виливків [текст]: навч. посіб./Т.В.Лисенко, О.І.Пономаренко, В.П. Доценко [та ін.]. Харків: НТУ«ХПІ», 2014. – 180 с.
5. Manjunath Patel, G. C., Chate, G. R., Parappagoudar, M. B. : Modelling and optimization of alpha-set sand moulding system using statistical design of experiments and evolutionary algorithms. In Optimization of Manufacturing Processes Springer, Cham, 1–28 (2020).
https://doi.org/10.1007/978-3-030-19638-7_1
6. Chate, G.R., Patel, G.C.M., Bhushan, S.N.B. et al. : Comprehensive modelling, analysis and optimization of furan resin-based moulding sand system with sawdust as an additive. J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. 41, 183 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1684-0>
7. Zhang, Y., Sappinen, T., Korkiala-Tanttu, L., Vilenius, M., Juuti, E. Investigations into stabilized waste foundry sand for applications in pavement structures. Resources, Conservation and Recycling, 170, 105585 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105585>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид на-

вчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні та лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з заліком), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

$Пк$ – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^5 a_i},$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за практичне або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^2 b_i},$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Завідувач кафедри

Дата погодження, підпис



Ольга ПОНОМАРЕНКО

30.06.2025 Дата погодження,
підпис



Гарант ОП
Олег АКІМОВ