



# Формувальні матеріали

## Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

### Реквізити освітнього компонента

|                                             |                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                         |
| Галузь знань                                | <i>13 Механічна інженерія</i>                                                                                                         |
| Спеціальність                               | <i>136 Металургія</i>                                                                                                                 |
| Освітня програма                            | <i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>                                                                                                 |
| Статус освітнього компонента                | <i>Нормативний</i>                                                                                                                    |
| Форма навчання                              | <i>Очна (денна)</i>                                                                                                                   |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>3 курс, осінній семестр</i>                                                                                                        |
| Обсяг дисципліни                            | <i>6,5 кредитів / 195 годин: 72 години – лекції, 36 годин – лабораторні заняття, 87 годин – СРС</i>                                   |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Екзамен / Модульна контрольна робота</i>                                                                                           |
| Розклад занять                              | <a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a>                                                                             |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                     |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: к.т.н., доцент, Гурія Ірина Миранівна, <a href="mailto:guriya@ukr.net">guriya@ukr.net</a></i>                              |
| Розміщення курсу                            | <a href="https://classroom.google.com/c/MTUzMzkzOTc1MDQ1?cjc=5jpd3zx">https://classroom.google.com/c/MTUzMzkzOTc1MDQ1?cjc=5jpd3zx</a> |

### Програма освітнього компонента

#### 1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчання та результати навчання

«Формувальні матеріали» є одним з нормативних освітніх компонентів освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів «Комп'ютеризовані процеси лиття» спеціальності 136 Металургія, належить до циклу професійної підготовки та забезпечує майбутнього бакалавра знаннями важливих питань теорії і практики формоутворення: вибору матеріалів для виготовлення ливарних форм, стрижнів, протипригарних покриттів; приготування сумішей та визначення їх властивостей; взаємодії форм із виливками; заходів для запобігання виникнення браку у ливарних виробках.

Метою освітнього компонента є формування і розвиток у здобувачів вищої освіти (здобувачів ВО) компетентностей, передбачених освітньою програмою, яка розроблена з урахуванням Стандарту Вищої Освіти України для першого бакалаврського рівня підготовки, галузі знань 13 – механічна інженерія, спеціальності 136 Металургія (затверджений і введений в дію наказом МОН України від 04.10.2018 р., № 1072), а саме здатностей:

- здійснювати безпечну діяльність з урахуванням впливу складових формувальних матеріалів на навколишнє середовище та прагнути його збереження;

- критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії;
- застосовувати знання теорії і практики формоутворення під час розроблення технології виготовлення виливків в разовій піщаній формі;
- визначити властивості формувальних і стрижневих сумішей, протипригарних фарб та покриттів для забезпечення якості ливарних форм та стрижнів;
- забезпечувати якість формувальних матеріалів і сумішей з врахуванням процесів взаємодії між формою та виливком;
- обирати та застосовувати стандартні методи випробувань та розрахунків для визначення властивостей формувальних матеріалів, сумішей, ливарних форм, стрижнів та здійснювати їх контроль;
- обирати основні і допоміжні матеріали формувальних та стрижневих сумішей, протипригарних фарб та покриттів та здійснювати керування технологічними процесами отримання виливків в разових формах з метою отримання продукції заданої якості;
- проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, робити висновки та надавати рекомендації.

У результаті вивчення освітнього компонента здобувач ВО має продемонструвати такі результати навчання:

- знання сучасних формувальних матеріалів ливарному виробництві;
- вміння обирати і застосовувати типові експериментальні методи досліджень матеріалів для отримання ливарних форм та стрижнів; правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки;
- розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються для виготовлення разових ливарних форм та протипригарних покриттів і процесів взаємодії форми і виливка;
- готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності;
- вміння ефективно підбирати формувальні матеріали для виготовлення ливарних форм і стрижнів для отримання виливків зі сплавів чорних і кольорових металів згідно з вимогами, які висуваються до готових виробів;
- вміння аналізувати і керувати факторами, які впливають на технологічні процеси виготовлення ливарних форм, які забезпечують структуру та властивості литих виробів;
- вміння здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів, оброблювати та аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і надавати рекомендації.

**Предметом** вивчення освітнього компонента є теоретичні та практичні основи отримання сумішей із формувальних матеріалів для ливарних форм, які забезпечують якісні готови вироби після заливання розплавів.

## **2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Освітній компонент базується на знаннях, уміннях та навичках отриманих здобувачами вищої освіти під час вивчення дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Вступ до фаху», «Металознавство», «Механіка», «Теорія металургійних процесів».

Освітній компонент сприяє засвоєнню дисциплін: «Технологія ливарної форми», «Технологія ливарної форми. Курсовий проєкт», «Устаткування ливарних цехів»,

«Теоретичні основи ливарного виробництва» та містять матеріали для використання під час дипломного проектування.

### **3. Зміст освітнього компонента**

#### **Розділ 1. Ливарні форми. Класифікація і вимоги до них**

Тема 1.1 Ливарна форма в історії. Еволюція ливарної форми

Тема 1.2 Розвиток процесів формоутворення. Перспективи розвитку технології виготовлення виливків у піщаних формах

Тема 1.3 Технологічний процес виготовлення виливків у піщаних формах. Вимоги до ливарних форм та стрижнів

#### **Розділ 2. Формувальні матеріали**

Тема 2.1 Класифікація формувальних матеріалів та вимоги до них

Тема 2.2 Піски на основі кварцу. Вогнетривкі наповнювачі на основі кремнезему

Тема 2.3 Інші вогнетривкі наповнювачі

Тема 2.4 Зв'язувальні компоненти. Загальна характеристика

Тема 2.5 Формувальні глини

Тема 2.6 Синтетичні смоли

Тема 2.7 Рідке скло

Тема 2.8 Органічні зв'язувальні компоненти середньої питомої міцності

Тема 2.9 Інші зв'язувальні компоненти

Тема 2.10 Додатки та допоміжні матеріали

Тема 2.11 Протипригарні матеріали

#### **Розділ 3. Взаємодія ливарної форми з виливком**

Тема 3.1 Механічна взаємодія виливка з формою

Тема 3.2 Теплова взаємодія виливка з формою

Тема 3.3 Газові процеси у ливарній формі

Тема 3.4 Фізико-хімічна взаємодія виливка з формою

#### **Розділ 4. Приготування та регенерація сумішей**

Тема 4.1 Підготовка свіжих матеріалів. Приготування сумішей

Тема 4.2 Регенерація сумішей

#### **Розділ 5. Властивості сумішей та методи їх визначення**

Тема 5.1 Класифікація властивостей сумішей. Фізико-механічні властивості та методи їх визначення

Тема 5.2 Технологічні властивості та методи їх визначення

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Для успішного вивчення освітнього компонента достатньо опрацювати навчальний матеріал, який викладається на лекціях та міститься у базовій літературі, а також ознайомитись курсом розташованим на платформі дистанційного навчання «Сікорський» у Google Classroom <https://classroom.google.com/c/MTUzMzkzOTc1MDg1?cjc=5jpd3zx>, код курсу [5jpd3zx](#) . Базова література повністю забезпечує вивчення теоретичної складової та виконання лабораторних робіт освітнього компонента.

#### **Базова 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. Теоретичні основи формоутворення [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., Сиропоршнєв Л. М., Лютий Р. В. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 68 с.

3. Дорошенко С. П. Формувальні суміші : навч. посібник / С. П. Дорошенко. – К. : ІЗМН, 1997. – 140 с.

4. Виробництво ливарне. Терміни та визначення : ДСТУ 2541-94. – Чинний від 1995-07-01. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 65 с.

#### **Додаткова література**

1. Хричиков В. Е. Ливарне виробництво чорних і кольорових металів [Текст] : навч. посібник. – видання друге, доопрацьоване / В. Е. Хричиков, О. В. Меньяло ; НМетАУ. – : Дніпропетровськ : НМетАУ, 2015. – 89с.

2. Контроль якості продукції в машинобудуванні [Текст] : навч. посіб. / [Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, А. М. Фесенко, М. А., Фесенко] – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 322 с.

3. Дорошенко С. П. Взаємодія піщаної форми з виливком : навч. посібник / С. П. Дорошенко. – К. : УМВ ВО, 1991. – 68 с.

Здобувачі ВО за бажанням можуть самостійно шукати та опрацьовувати матеріали з інших джерел відповідно до змісту освітнього компонента, а також для виконання творчого завдання, що сприятиме розвитку здатності знаходження й використання інформації з різних джерел, необхідної для вирішення професійних завдань у галузі металургії та створити підґрунтя для самостійного безперервного навчання, в тому числі в умовах автономності.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітнього компонента**

##### **Лекційні заняття**

##### **Розділ 1. Ливарні форми. Класифікація і вимоги до них**

##### ***Тема 1.1 Ливарна форма в історії. Еволюція ливарної форми***

##### **Лекція 1.** Зародження та розвиток литва.

Силабус освітнього компонента. Методичне забезпечення освітнього компонента. Історія зародження та розвитку литва. Еволюція ливарної форми.

##### ***Тема 1.2 Розвиток процесів формоутворення. Перспективи розвитку технології виготовлення виливків у піщаних формах***

**Лекція 2.** Розвиток процесів формоутворення. Сучасні ливарні форми та технології виготовлення виливків.

Розвиток процесів формоутворення. Наука про ливарну форму. Останні світові досягнення в отриманні разових піщаних форм. Терміни і визначення. Стандартні визначення різновидів ливарних форм і процесів їх виготовлення та заливання.

##### ***Тема 1.3 Технологічний процес виготовлення виливків у піщаних формах. Вимоги до ливарних форм та стрижнів***

**Лекція 3.** Блок-схема виготовлення умовного виливка у разовій піщаній формі.

Вихідні дані для розроблення технології виготовлення виливка. Етапи технологічного процесу. Проміжний контроль окремих етапів технологічного процесу та кінцевий контроль якості готової продукції. Оснащення та інструмент для виготовлення разових піщаних форм.

**Лекція 4.** Класифікація ливарних форм та виливків.

Вимоги до ливарних форм та стрижнів. Класифікація ливарних форм. Класифікація виливків.

**Лекція 5.** Конструктивні елементи ливарної форми.

Модельно-опоковий комплект. Ливарні стрижні, їх призначення та конструктивні елементи. Елементи ливникової системи та їх призначення. Типи ливникових систем.

**Лекція 6.** Технологічний процес виготовлення разової піщаної форми за рознімною моделлю.

Послідовність операцій під час виготовлення разової піщаної форми за рознімною моделлю. Операції дороблення форми. Підготовлення форми для заливання.

## **Розділ 2. Формувальні матеріали**

### **Тема 2.1 Класифікація формувальних матеріалів та вимоги до них**

**Лекція 7.** Формувальні та стрижневі матеріали.

Основні матеріали: наповнювачі та зв'язувальні компоненти. Спеціальні добавки. Допоміжні матеріали: пасти, клеї, замазки, натирки, припили. Вимоги до матеріалів. Основи вибору формувальних матеріалів.

### **Тема 2.2 Піски на основі кварцу. Вогнетривкі наповнювачі на основі кремнезему**

**Лекція 8.** Піски на основі кварцу.

Походження формувальних пісків. Добування формувальних пісків. Класифікація та маркування формувальних пісків. Додаткові ознаки класифікації пісків.

**Лекція 9.** Вогнетривкі наповнювачі на основі кремнезему.

Маршаліт. Пилеподібний кварц. Кристобаліт. Переплавлений (стабілізований) кварц. Фізичні та хімічні властивості кварцу та його поліморфні перетворення.

**Лекція 10.** Визначення властивостей пісків.

Визначення вмісту глинястої складової. Визначення вмісту  $\text{SiO}_2$  та шкідливих домішок. Визначення гранулометричного складу. Стандарти для визначення вмісту шкідливих домішок у піску.

### **Тема 2.3 Інші вогнетривкі наповнювачі**

**Лекція 11.** Наповнювачі з вогнетривкістю до 2000 °С. Їх склад та основні властивості.

Тальк. Рутил. Пірофіліт. Ставроліт. Хроміт. Мулліт. Шамот. Дистен-силіманіт. Кіаніт. Олівін. Склад та основні властивості вогнетривких наповнювачів кіаніту та олівіну. Наповнювачі з вогнетривкістю понад 2000 °С. Їх склад та основні властивості. Корунд. Хромомагнезит. Циркон. Оксид берилію. Оксид цирконію. Магнезит. Шунгіт. Графіт.

### **Тема 2.4 Зв'язувальні компоненти. Загальна характеристика**

**Лекція 12.** Зв'язувальні компоненти.

Загальна характеристика зв'язувальних компонентів. Вимоги до зв'язувальних компонентів. Процеси зміцнення формувальних сумішей. Класифікація зв'язувальних компонентів за А.М. Ляссом

### **Тема 2.5 Формувальні глини**

**Лекція 13.** Загальна характеристика формувальних глин.

Походження глин. Зв'язувальна здатність глин. Перетворення глин при нагріванні. Полімінеральні глини. Класифікація формувальних глин. Каолінові глини. Бентонітові глини. Маркування глин. Переваги та недоліки піщано-глинястих сумішей. Органофільні бентоніти.

### **Тема 2.6 Синтетичні смоли**

**Лекція 14.** Загальна характеристика синтетичних смол.

Склад та загальна характеристика синтетичних смол. Різновиди синтетичних смол. Модифікування синтетичних смол. Суміші теплового зміцнення із синтетичними смолами.

**Лекція 15.** Процеси виготовлення форм і стрижнів на синтетичних смолах.

Per-Set процес. Linocure-процес. Cold-Box-Amin-процес. Alpha-Set-процес. Beta-Set-процес. Resol-CO<sub>2</sub>-процес (Fеноху-CO<sub>2</sub>-процес). SO<sub>2</sub>-процес. Free-Radical-процес. Furan-процес. Переваги та недоліки синтетичних смол. Полівініловий спирт.

**Тема 2.7 Рідке скло**

**Лекція 16.** Загальна характеристика рідкого скла.

Модуль рідкого скла. Способи отримання рідкого скла. Зміцнення сумішей з рідким склом. Особливості використання рідкого скла.

Проблеми вибиваємості рідкоскляних сумішей суміші. Переваги та недоліки рідкоскляних сумішей. Проблеми регенерації рідкоскляних сумішей.

**Тема 2.8 Органічні зв'язувальні компоненти середньої питомої міцності**

**Лекція 17.** Комплексні зв'язувальні компоненти на базі технічних лігносульфонатів. Масла. Полісахариди. Переваги та недоліки сумішей з технічними лігносульфонатами, маслами та полісахаридами. Зв'язувальні компоненти на основі рослинних олій.

**Тема 2.9 Інші зв'язувальні компоненти**

**Лекція 18.** Фосфатні зв'язувальні компоненти. Загальна характеристика. Процеси зміцнення фосфатних сумішей. Матеріали для приготування сумішей. Переваги і недоліки фосфатних зв'язувальних компонентів.

**Лекція 19.** Інші зв'язувальні компоненти (продовження).

Цементи. Гіпс. Етилсилікат. Солекерамічні зв'язувальні системи. Кремнезоль. Оксинітрати та оксихлориди. Сульфати. Полівінілбутираль. Пеки та бітуми. Алюмінат натрію.

**Тема 2.10 Добавки та допоміжні матеріали**

**Лекція 20.** Добавки та допоміжні матеріали.

Затверджувачі. Регулятори властивостей. Поверхнево-активні добавки. Припили та розділові покриття. Замазки. Ущільнювальні та вентиляційні матеріали. Екзотермічні та теплоізоляційні суміші для надливів. Ливарні клеї.

**Тема 2.11 Протипригарні матеріали**

**Лекція 21.** Протипригарні матеріали. Фарби.

Види протипригарних матеріалів. Протипригарні фарби. Загальна характеристика протипригарних фарб. Класифікація протипригарних покриттів. Наповнювачі протипригарних фарб. Зв'язувальні компоненти для фарб. Розчинники. Стабілізатори. Технологічні добавки. Облицювальні протипригарні суміші.

**Лекція 22.** Технології приготування та нанесення протипригарних покриттів.

Приготування фарб та їх склад. Нанесення фарб. Властивості протипригарних фарб і покриттів. Протипригарні пасти.

**Лекція 22-1.** Модульна контрольна робота (частина 1)

**Розділ 3. Взаємодія ливарної форми з виливком**

**Тема 3.1 Механічна взаємодія виливка з формою**

**Лекція 23.** Етапи взаємодії виливка з матеріалом форми.

Взаємодія рідкого металу з матеріалом форми. Взаємодія твердої кірки з матеріалом форми. Взаємодія виливка в процесі твердіння з матеріалом форми. Взаємодія виливка в процесі охолодження з матеріалом форми.

**Лекція 24** Механічна взаємодія виливка з формою на перших двох етапах взаємодії.

Динамічна та статична дія рідкого металу на форму. Розподіл статичного тиску в заповненій формі. Утворення дефектів внаслідок статичної та динамічної дії металу. Заходи щодо попередження утворенню дефектів на перших двох етапах взаємодії виливка з формою.

**Лекція 25.** Третій та четвертий етап механічної взаємодії виливка з формою.

Усадкові процеси під час твердіння виливка у ливарній формі. Утворення внутрішніх напружень у виливку та способи їх зменшення. Зміна міцності форми під час заливання, в процесі кристалізації та охолодження виливка.

### **Тема 3.2 Теплова взаємодія виливка з формою**

**Лекція 26.** Теплові процеси під час заливанням форми металом. Теплофізичні властивості.

Фактори впливу на теплообмін між виливком і формою. Вплив матеріалу наповнювача та кристалізацію виливка. Теплоємність. Теплопровідність. Температуропровідність. Теплоакумулювальна здатність. Вогнетривкість.

**Лекція 27.** Теплова взаємодія форми з рідким металом.

Вплив температури розплаву на вологу у ливарній формі. Зона конденсації води та її дія на ливарну форму. Утворення поверхневих дефектів. Технологічна проба на ужимини.

**Лекція 28.** Теплова взаємодія форми на етапах твердіння та у твердому стані.

Температурні поля у виливку та формі. Фізичні та фізико-хімічні процеси у формі на всіх етапах теплової взаємодії виливка з формою. Теплове розширення основних наповнювачів під дією температури.

### **Тема 3.3 Газові процеси у ливарній формі**

**Лекція 29.** Утворення газів у ливарній формі.

Джерела газів. Процеси, внаслідок яких утворюються гази у ливарній формі. Газотвірна здатність та газопроникність матеріалу форми. Технологічна проба визначення газотвірної здатності формувальної суміші.

**Лекція 30.** Взаємодія рідкого металу із газами у формі.

Обмін газів між формою та рідким металом. Взаємодія газів із твердою кіркою на поверхні виливка. Взаємодія газів з виливком на етапі твердіння виливка. Методи попередження проникнення газів у виливок. Газова шорсткість на поверхні виливка.

### **Тема 3.4 Фізико-хімічна взаємодія виливка з формою**

**Лекція 31.** Фізико-хімічна взаємодія матеріалу форми з рідким металом та затверділою кіркою. Фактори, які впливають на процес взаємодії рідкого металу з формою. Сплави, схильні до фізико-хімічної взаємодії. Вплив складу формувальних сумішей на фізико-хімічну взаємодію. Пригар.Різновиди пригару. Умови утворення пригару. Методи запобігання утворенню пригару

Умови для утворення легковідокремлюваного пригару. Запобігання окисненню металу. Забезпечення низької пористості поверхні форми. Попередження хімічної взаємодії. Універсальні способи боротьби з пригаром.

## **Розділ 4.Приготування та регенерація сумішей**

### **Тема 4.1 Підготовка свіжих матеріалів. Приготування сумішей**

**Лекція 32.** Підготовка свіжих матеріалів.

Підготовка піску. Підготовка глини. Підготовка інших зв'язувальних компонентів. Приготування сумішей. Класифікація сумішей. Сутність процесу приготування сумішей. Приготування сумішей різного типу. Приготування рідкорухомих самотвердних сумішей.

### **Тема 4.2 Регенерація сумішей**

**Лекція 33.** Техніко-економічні основи багаторазового використання сумішей

Відпрацьовані та оборотні суміші. Особливості складу оборотних сумішей. Регенерація сумішей. Різновиди процесів регенерації сумішей. Механічна регенерація. Пневматична регенерація. Гідравлічна регенерація. Термічна регенерація. Сепарація сумішей.



## **Розділ 5. Властивості сумішей та методи їх визначення**

### **Тема 5.1 Класифікація властивостей сумішей. Фізико-механічні властивості та методи їх визначення**

**Лекція 34.** Класифікація властивостей сумішей та фізико-механічні властивості.

Класифікація властивостей сумішей. Газопроникність. Газотвірна здатність. Вологість. Міцність сумішей та методи її визначення. Міцність у сирому стані. Міцність у сухому стані. Міцність після затвердіння в оснащенні. Міцність у нагрітому стані (гаряча міцність). Міцність після нагрівання і охолодження (залишкова міцність). Міцність у зоні конденсації води. Поверхнева міцність.

### **Тема 5.2 Технологічні властивості та методи їх визначення**

**Лекція 35.** Технологічні властивості пластичності формувальної суміші. Робочі властивості формувальної суміші. Текучість. Ущільнювальність. Формувальність. Податливість. Вибиваємість. Реологічні властивості формувальної суміші. Інші технологічні властивості формувальної суміші. Живучість. Текучість рідкорухомих сумішей. Липкість. Гігроскопічність. Довговічність.

**Лекція 35-2.** Модульна контрольна робота (частина 2)

**Лекція 36.** Підсумкове заняття: оголошення рейтингу.

## **Лабораторні заняття**

Основними завданнями циклу лабораторних робіт є експериментальні дослідження впливу складу, ступеню ущільнення та умов зміцнення на властивості формувальних та стрижневих сумішей. Крім цього, здобувачі ВО мають набути практичних навичок щодо наступних технологічних процесів: приготування сумішей, виготовлення ливарних форм і стрижнів, визначення характеристик основних компонентів сумішей, виготовлення зразків для проведення стандартних випробувань механічних та технологічних властивостей формувальних матеріалів та сумішей, регенерація та відновлення властивостей сумішей, приготування протипригарних фарб та визначення їх властивостей, оброблення та аналіз отриманих результатів.

**Лабораторна робота 1.** Технологічний процес виготовлення ливарних форм та стрижнів (4 години).

**Лабораторна робота 2.** Визначення марки формувального піску (4 години).

**Лабораторна робота 3.** Визначення класифікаційних характеристик формувальних глин (4 години).

**Лабораторна робота 4.** Дослідження впливу ступеню ущільнення на міцність та газопроникність формувальних сумішей (4 години).

**Лабораторна робота 5.** Дослідження впливу температури сушіння на міцність стрижневих сумішей (4 години).

**Лабораторна робота 6.** Дослідження впливу вмісту води на газопроникність та міцність формувальних сумішей (4 години).

**Лабораторна робота 7.** Дослідження впливу складу формувальної суміші на її технологічні властивості (4 години).

**Лабораторна робота 8.** Дослідження впливу регенерації на фізико-механічні властивості формувальних сумішей (4 години).

**Лабораторна робота 9.** Приготування протипригарних фарб та контроль їх властивостей (4 години).

## **6. Самостійна робота здобувача вищої освіти**

Самостійна робота здобувачів ВО (87 години) здійснюється протягом всього семестру в рамках годин відповідно до робочого навчального плану та індивідуального навчального плану і складається з:



- підготовки до лекцій (опрацювання матеріалу, викладеного на попередніх лекціях, опрацювання матеріалу для самостійної роботи) – 20 год;
- підготовки до лабораторних занять (написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей за даними, отриманими під час виконання роботи, формулювання висновків) – 30 год;
- підготовка до модульної контрольної роботи – 7 год;
- підготовки до екзамену – 30 год.

## Політика та контроль

### 7. Політика освітнього компонента

- На початку семестру для налагодження ефективної/швидкої взаємодії та з метою своєчасного вирішення всіх питань щодо освітнього компонента викладач створює телеграм-канал для групи здобувачів ВО, надає доступ до курсу на дистанційній платформі «Сікорський» (Google classroom), який містить всі методичні та дидактичні матеріали, а також силабус з РСО.
- Відвідування лекційних занять є вільним, проте присутність рекомендована, оскільки під час викладання теоретичного матеріалу на лекції можна отримати відповіді на питання, які можуть виникати у ході отриманням нової інформації, що сприяє її засвоєнню та формує навички актуалізації знань.
- Відвідування лабораторних занять обов'язкове, оскільки виконання робіт здійснюється під керівництвом викладачів за участі навчальних майстрів з використанням обладнання лабораторій кафедри.
- Здобувач ВО отримує допуск до виконання лабораторної роботи за наявності оформленого протоколу (протокол має містити тему, мету, порядок виконання роботи, необхідні рисунки, схеми та таблиці) та надання відповідей на питання щодо її мети, завдань та порядку виконання. Захист лабораторної роботи відбувається після виконання, обговорення результатів та оформлення звіту (наведення розрахунків, графіків, оформлення таблиць та висновків). Час захисту узгоджується з викладачем, починаючи з наступного за розкладом лабораторного заняття.
- До рейтингової системи оцінювання (РСО) входять результати лабораторних робіт та МКР, яку здобувач ВО виконує один раз (не переписується). У разі відсутності на занятті з поважних причин написання роботи узгоджується з викладачем.
- Результати виконання лабораторних робіт та МКР викладач вносить до відомості «Поточного контролю» в АІС «Електронний кампус» протягом семестру, які здобувач ВО бачить у особистому кабінеті.
- Незадовільний результат двох календарних контролів з освітнього компонента не може бути підставою для недопущення здобувача ВО до семестрового контролю з цього освітнього компонента, якщо він до початку семестрового контролю виконав усі умови допуску – виконання та захист всіх лабораторних робіт.
- Консультації проводяться кожного тижня відповідно до графіку, затвердженого на засіданні кафедри, який доводиться до здобувачів ВО на першому занятті.
- Для підвищення семестрового рейтингу здобувач ВО може виконати творчі роботи з ОК за узгодженням з викладачем (участь у олімпіадах, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць, участь у конференціях, оформлення презентацій, рефератів, розроблення діючих макетів тощо), за виконання яких максимально можна отримати 5 балів. Заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО.
- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

- Норми етичної поведінки учасників освітнього процесу визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

**Поточний контроль:** виконання та захист лабораторних робіт, модульна контрольна робота, виконання творчих робіт.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного результату першого календарного контролю є отримання не менше ніж 6 балів. Умовою позитивного результату другого календарного контролю є отримання не менше ніж 16 балів.

**Семестровий контроль:** екзамен.

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх лабораторних робіт, стартова складова не менше 30 балів.

**Рейтингова система оцінювання** результатів навчальної діяльності здобувача ВО з освітнього компонента містить дві складові: стартову (результат заходів поточного контролю) та підсумкову (результат екзамену).

Стартова складова формується як сума рейтингових балів, отриманих здобувачем ВО за результатами:

- виконання та захисту 9 лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи (з двох частин);
- заохочувальних та штрафних балів.

Лабораторні роботи оцінюються по 4 бали кожна: підготовка та виконання (2 бали); захист (2 бали). Максимальна оцінка за лабораторні роботи – 36 балів.

Модульна контрольна робота розділена на 2 контрольні роботи:

- перша містить 2 теоретичних питання (4 бали кожне) та оцінюється у 8 балів;
- друга містить 2 теоретичні питання (3 бали кожне) та оцінюється у 6 балів.

Питання першої контрольної роботи оцінюють на:

- «відмінно» – повна відповідь на питання – 4 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними неточностями – 3 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь та незначні помилки – 1-2 бали;
- «незадовільно» – значні помилки у відповіді, або відповідь на питання відсутня – 0 балів.

Питання другої контрольної роботи оцінюють на:

- «відмінно» – повна відповідь на питання – 3 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними неточностями – 2 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно» – значні помилки у відповіді, або відповідь на питання відсутня – 0 балів.

Максимальна оцінка за МКР – 14 балів.

Розмір стартової складової семестрового контролю за PCO-2 дорівнює 50 балів, підсумкової (екзамен) – 50 балів.

Екзаменаційна робота оцінюється в 100 балів. Завдання екзаменаційної роботи складається з чотирьох питань. Кожне питання оцінюється у 25 балів:

- «відмінно» – повна відповідь на питання – 24-25 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними неточностями – 19-23 бали;

- «задовільно» – неповна відповідь та незначні помилки – 15-18 балів;
- «незадовільно» – значні помилки у відповіді, або відповідь на питання відсутня – 0 балів.

Підсумкова оцінка за екзамен складається із суми оцінок за окремі питання та становить мінімальна – 60, максимальна – 100 балів. Для переведення у рейтингові бали оцінку за екзамен множимо на коефіцієнт 0,5. Таким чином, здобувач ВО може отримати від **30 до 50 балів за екзаменаційну складову**.

Сума балів стартової та екзаменаційної складових переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів           | Оцінка       |
|---------------------------|--------------|
| 100-95                    | Відмінно     |
| 94-85                     | Дуже добре   |
| 84-75                     | Добре        |
| 74-65                     | Задовільно   |
| 64-60                     | Достатньо    |
| Менше 60                  | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено  |

## 9. Додаткова інформація з освітнього компонента

- Кожен здобувач ВО має право на визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті (проходження професійних курсів/тренінгів, онлайн освіти, професійних стажувань тощо), яке відбувається згідно з «Положенням про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».

- Перелік питань, які виносяться на поточний та семестровий контроль наведено в Додатку 1.

- Приклад екзаменаційного білета наведено у Додатку 2.

## Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено доц., к.т.н., доц. Гурія І. М.

Ухвалено кафедрою ливарного виробництва (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ р.)

### **Перелік питань, які виносяться на поточний та семестровий контроль**

1. Дайте визначення поняттям «ливарна форма» та «опока». Наведіть склад модельно-опокового комплексу.
2. Опишіть технологічний процес виготовлення виливка в разових піщаних формах.
3. Наведіть основні вимоги до ливарних форм.
4. Наведіть класифікацію виливків.
5. Наведіть класифікацію ливарних форм в залежності від кількості виливків, кількості роз'ємів та від товщини стінки форми.
6. Наведіть класифікацію ливарних форм за методом їх зміцнення та за типом формувальної суміші.
7. Наведіть класифікацію ливарних форм в залежності від матеріалу наповнювача і зв'язувального компонента.
8. Охарактеризуйте вогнетривкі наповнювачі для ливарних форм та перерахуйте їх основні властивості.
9. Наведіть переваги та недоліки формувальних глин.
10. Наведіть класифікацію пісних пісків.
11. Охарактеризуйте глинисту складову пісків та метод визначення її кількості.
12. Наведіть переваги та недоліки кварцових наповнювачів.
13. Опишіть форму зерен піску. Розкрийте вплив величини і форми зерен на властивості формувальних сумішей.
14. Розкрийте ознаки класифікації, що входять у позначення марки каолінових глин. Наведіть приклади маркування.
15. Опишіть фізичні властивості кварцу та основні шкідливі домішки у кварцових пісках.
16. Охарактеризуйте кварцові, пісні та жирні піски.
17. Наведіть класифікацію каолінових і полімінеральних глин.
18. Розкрийте поняття «формувальні матеріали». Вимоги і класифікація. Природні та синтетичні формувальні суміші.
19. Опишіть методику проведення гранулометричного аналізу пісків.
20. Наведіть класифікацію зв'язувальних компонентів за методикою професора А.М. Лясса.
21. Розкрийте ознаки класифікації, що входять у позначення марки пісків. Наведіть приклади маркування кварцового, пісного і жирного піску.
22. Наведіть методику визначення середнього розміру піщинок і коефіцієнта однорідності.
23. Які фактори обумовлюють зв'язувальні властивості глин?
24. Наведіть класифікацію жирних пісків.
25. Дайте визначення поняттю «активна глина».
26. Охарактеризуйте формувальні глини та їхній мінералогічний склад.
27. Наведіть класифікацію зв'язувальних матеріалів.
28. Наведіть види кварцових пісків та опишіть технології їхнього добування.
29. Які характеристики пісків не входять у позначення марки?
30. Дайте визначення поняттю «зв'язувальні компоненти» та наведіть основні вимоги до них.
31. Розкрийте ознаки класифікації, що входять у позначення марки бентонітових глин. Наведіть приклади маркування.
32. Наведіть класифікацію кварцових пісків.

33. Опишіть схильність глинистих мінералів до іонного обміну та до набухання. Розкрийте сутність цих процесів.
34. Дайте характеристику вогнетривким наповнювачам ливарних форм. Наведіть їхні переваги та недоліки.
35. Наведіть класифікацію бентонітових глин.
36. Розкрийте перетворення у каолінових та бентонітових глинах при нагріванні.
37. Наведіть класифікацію вогнетривких наповнювачів за мінералогічним складом.
38. Наведіть та розкрийте методи визначення газотвірності формувальних сумішей.
39. Розкрийте поняття адгезійної і когезійної міцності зв'язувальних компонентів.
40. Охарактеризуйте кварцові наповнювачі, наведіть їхні недоліки та методи їх усування.
41. Дайте загальну характеристику органофільного бентоніту. Наведіть переваги і недоліки
42. Дайте загальну характеристику маслам (оліям). Наведіть переваги, недоліки та область їхнього застосування.
43. Дайте загальну характеристику синтетичним смолам. Наведіть види синтетичних смол.
44. Опишіть основні мономері для синтезу органічних смол.
45. Наведіть переваги синтетичних смол.
46. Наведіть недоліки синтетичних смол.
47. Опишіть процес затвердження сумішей із синтетичними смолами. Наведіть область використання смол.
48. Дайте загальну характеристику технічним лігносульфонатам. Наведіть способи їхнього затвердження та область використання.
49. Наведіть переваги та недоліки технічних лігносульфонатів.
50. Дайте загальну характеристику полісахаридам. Наведіть їхні різновиди, переваги, недоліки та область застосування.
51. Дайте загальну характеристику рідкому склу. Наведіть його види.
52. Опишіть спосіб приготування рідкого скла. Розкрийте поняття «модуль рідкого скла».
53. Наведіть переваги та недоліки рідкого скла.
54. Як відбувається затвердження рідкого скла твердими (порошковими) затверджувачами?
55. Як відбувається затвердження рідкого скла рідкими і газоподібними затверджувачами?
56. Наведіть методи покращення вибиваємості сумішей з рідким склом.
57. Дайте загальну характеристику цементам. Наведіть область їхнього використання, переваги та недоліки.
58. Дайте загальну характеристику фосфатним зв'язувальним компонентам. Наведіть область їхнього використання.
59. Дайте загальну характеристику залізо-, магній-, алюмофосфатним сумішам. Наведіть зв'язувальні компоненти та затверджувачі у цих сумішах.
60. Опишіть процеси затвердження залізо-, магній-, алюмофосфатних сумішей. Наведіть область їхнього використання.
61. Наведіть переваги та недоліки формувальних сумішей з фосфатними зв'язувальними компонентами.
62. Дайте загальну характеристику полівиниловому спирту. Опишіть процес його тверднення. Наведіть переваги та недоліки.
63. Наведіть переваги та недоліки гіпсових зв'язувальних компонентів.
64. Дайте загальну характеристику фенол-формальдегідним смолам. Наведіть їхні різновиди, область використання, переваги та недоліки.

65. Дайте загальну характеристику етилсилікату. Наведіть його особливості та область використання.

66. Дайте загальну характеристику солевим зв'язувальним компонентам. Наведіть їхні переваги, недоліки та область використання.

67. Дайте загальну характеристику гіпсовим зв'язувальним компонентам. Наведіть їхні різновиди та область застосування.

68. Опишіть способи покращення вибиваємості сумішей з рідким склом.

69. Опишіть утворення фосфатних зв'язувальних компонентів. Охарактеризуйте фосфатні зв'язувальні розчини. Наведіть основні характеристики (температура тверднення, термостійкість).

70. Перерахуйте та охарактеризуйте етапи взаємодії ливарної форми з виливком.

71. Перерахуйте та охарактеризуйте види взаємодії вилівка з ливарною формою.

72. Опишіть механічну взаємодію ливарної форми з рідким металом.

73. Розкрийте механічну взаємодію форми з металом, що твердне, та з твердим виливком.

74. Опишіть можливі дефекти виливків внаслідок механічної і теплової взаємодії металу з ливарною формою. Наведіть методи боротьби з ними.

75. Охарактеризуйте дефект «ужимина» та наведіть методи запобігання її утворенню.

76. Дайте характеристику податливості ливарних форм і стрижнів.

77. Які вимоги висувають до міцності ливарної форми на різних етапах її взаємодії з металом?

78. Опишіть теплову взаємодію форми з виливком.

79. Наведіть та розкрийте фактори, що впливають на температуру та глибину прогрівання форми металом.

80. Які фізичні та фізико-хімічні процеси відбуваються у формі при нагріванні металом вилівка?

81. Наведіть схему модифікаційних перетворень кварцу при нагріванні.

82. Дайте визначення теплофізичним характеристикам форми. Опишіть їх вплив на теплову взаємодію форми з виливком.

83. Які джерела утворення газів у ливарній формі?

84. Опишіть взаємодію вилівка з газами у ливарній формі на різних етапах.

85. Наведіть умову проникнення газів у рідкий метал.

86. Поясніть як повинна змінюватись газопроникність за товщиною ливарної форми для недопущення потрапляння газів у метал.

87. Перерахуйте способи попередження газових дефектів у виливках з вини форми.

88. Дайте визначення поняттю «газоусадкові дефекти». Наведіть причини їхньої появи та методи попередження.

89. Опишіть фізичну та фізико-хімічну взаємодію вилівка з формою.

90. Наведіть види пригару та вкажіть причини його утворення.

91. Що таке легковідокремлюваний пригар та які способи його отримання?

92. Опишіть утворення металізованого пригару та наведіть способи його попередження.

93. Опишіть утворення хімічного пригару та наведіть способи його попередження.

94. Опишіть утворення хіміко-металізованого пригару та наведіть способи його попередження.

95. Розкрийте шляхи попередження пригару.

96. Опишіть теплову взаємодію форми з виливком.

97. Охарактеризуйте умови утворення термічного пригару та наведіть способи його попередження.

98. Опишіть процес підготовки піску до приготування формувальної суміші.

99. Наведіть класифікацію формувальних сумішей.
100. Опишіть процес підготовки глини до приготування формувальної суміші.
101. Дайте загальну характеристику природним і синтетичним формувальним сумішам. Наведіть особливості процесу приготування формувальних сумішей.
102. Опишіть процес механічної регенерації формувальних сумішей. Наведіть її переваги та недоліки.
103. Опишіть процес пневматичної регенерації сумішей. Наведіть її переваги та недоліки.
104. Дайте загальну характеристику облицювальним, наповнювальним і єдиним формувальним сумішам та опишіть їхні особливості.
105. Опишіть повну регенерацію формувальних сумішей.
106. Опишіть процес термічної регенерації формувальних сумішей. Наведіть її переваги та недоліки.
107. Опишіть процес гідравлічної регенерації формувальних сумішей. Наведіть її переваги та недоліки.
108. Дайте загальну характеристику відпрацьованим та оборотним формувальним сумішам. Розкрийте можливість повторного використання сумішей з різними зв'язувальними компонентами.
109. Опишіть процес неповної регенерації (кондиціонування) формувальних сумішей.
110. Наведіть етапи приготування формувальної суміші.
111. Наведіть фізичні і теплофізичні властивості формувальних сумішей та одиниці їхнього виміру.
112. Наведіть фізико-механічні властивості формувальних сумішей та одиниці їхнього виміру.
113. Опишіть вплив різних факторів на міцність формувальних сумішей.
114. Розкрийте вплив вологості піщано-глинистих сумішей на їх міцність та газопроникність.
115. Що називається вибиваємістю формувальних сумішей? Наведіть методику її визначення та приклади сумішей із поганою і хорошою вибиваємістю.
116. Розкрийте поняття «міцність формувальних сумішей у сухому стані». Наведіть методику її визначення.
117. Розкрийте поняття «міцність формувальних сумішей за високих температур». Наведіть методику її визначення.
118. Дайте визначення поняттям «поверхнева міцність» та «обсипаємість» формувальних сумішей. Опишіть методики їхнього визначення.
119. Дайте визначення поняттям «ущільнюваність», «живучість» та «формуємість» сумішей. Опишіть методики їхнього визначення.
120. Розкрийте поняття «міцність формувальних сумішей після нагрівання і охолодження». Наведіть методику її визначення.
121. Розкрийте поняття «твердість формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення.
122. Опишіть реологічні властивості формувальних сумішей.
123. Розкрийте поняття «газопроникність формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення.
124. Розкрийте поняття «вологість формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення.
125. Розкрийте поняття «текучість формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення.
126. Розкрийте поняття «міцність формувальних сумішей у сирому стані». Наведіть методику її визначення.
127. Наведіть класифікацію властивостей формувальних сумішей.



128. Поясніть вплив різних факторів на міцність сумішей у сирому стані.

129. Розкрийте поняття «міцність формувальних сумішей в зоні конденсації води». Наведіть методику її визначення.

130. Розкрийте поняття «податливість формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення та способи покращення.

131. Розкрийте поняття «газотвірна здатність формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення та приклади сумішей з високою і низькою газотвірною здатністю.

132. Охарактеризуйте робочі властивості формувальних сумішей: вибиваємість, податливість, газотвірна здатність.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність – 136 «Металургія»  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»  
Навчальна дисципліна – «Формувальні матеріали»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № \_\_\_\_

1. Дайте визначення поняттю «газоусадкові дефекти». Наведіть причини їхньої появи та методи попередження.
2. Опишіть схильність глинистих мінералів до іонного обміну та до набухання. Розкрийте сутність цих процесів.
3. Наведіть переваги та недоліки гіпсових зв'язувальних компонентів.
4. Наведіть етапи приготування формувальної суміші.

Затверджено на засіданні кафедри ливарного виробництва  
Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність – 136 «Металургія»  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»  
Навчальна дисципліна – «Формувальні матеріали»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № \_\_\_\_

1. Опишіть фізичну та фізико-хімічну взаємодію виливка з формою.
2. Дайте характеристику вогнетривким наповнювачам ливарних форм. Наведіть їхні переваги та недоліки.
3. Дайте загальну характеристику фенол-формальдегідним смолам. Наведіть їхні різновиди, область використання, переваги та недоліки.
4. Розкрийте поняття «податливість формувальних сумішей». Наведіть методику її визначення та способи покращення.

Затверджено на засіданні кафедри ливарного виробництва  
Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ