



ВИРОБНИЦТВО ВИЛИВКІВ ІЗ ЧАВУНУ

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G10 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття (2022)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кредитів (165 годин): лекції – 36 год.; практичні заняття – 18 год.; лабораторні заняття – 18 год.; СРС – 93 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	https://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції, лабораторні та практичні заняття: к.т.н., доц. Лук'яненко Іван Віталійович lukianenkoiv@gmail.com, +380 (93) 647-18-48 Лабораторні заняття: ас. Кивгило Богдан Володимирович, kyvhylo.bohdan@gmail.com, +380 (68) 533-41-77</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTI0MzQ5NDUxMDc5?cjc=4n7fygb

Програма освітнього компонента

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

В перспективі чавун залишиться одним з основних застосовуваних в промисловості матеріалів, оскільки виявляються все нові можливості поліпшення його властивостей, створюються нові марки сплавів, розширюється номенклатура виробів. Тому надзвичайно важливою в сучасному світі є різнобічна, в тому числі і технологічна підготовка, яка дозволить майбутнім фахівцям з ливарного виробництва на основі отриманих теоретичних та практичних знань приймати активну участь у вітчизняних та міжнародних проєктах, пов'язаних з інтенсифікацією процесів плавлення, модифікування та позапічного оброблення чавуну, розуміти і уміти керувати процесами, що протікають в рідких металах і сплавах під час їх кристалізації та структуроутворення з метою надання заданих експлуатаційних властивостей.

Мета освітнього компонента – здобуття поглиблених теоретичних та практичних знань, умінь, що дозволяють створювати та вдосконалювати технологічні процеси отримання якісної продукції.

Предмет освітнього компонента – теоретичні основи структуроутворення та формування властивостей чавуну у виливках в залежності від хімічного складу, фізико-хімічних процесів плавлення, рафінування, модифікування та особливостей виробництва виливків з чавунів різних марок.

Згідно з освітньою програмою здобувачі вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, після засвоєння даного освітнього компонента, володітимуть наступними компетентностями та результатами навчання:

ФК-1 – Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.

ФК-2 – Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.

ФК-3 – Критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії.

ФК-6 – Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.

ФК-13 – Здатність управляти комплексними діями або проєктами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.

ФК-29 – Здатність проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, роботи висновки і надавати рекомендації.

ПР-10 – Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.

ПР-11 – Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

ПР-21 – Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.

ПР-24 – Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.

ПР-36 – Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень та доводити власну думку щодо впровадження нових матеріалів та технологій.

ПР-39 – Вміння здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів, оброблювати та аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і надавати рекомендації.

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

Освітній компонент базується на знаннях отриманих після вивчення попередніх: неорганічної і фізичної хімії; теорії металургійних процесів; металознавства, теоретичних основ ливарного виробництва; формувальних матеріалів та технології ливарної форми.

Вивчення даного освітнього компонента передую наступним: «Виробництво виливків спеціальними способами лиття», «Переддипломна практика», «Дипломне проєктування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Кристалізація та властивості чавуну у виливках

Тема 1.1. Графітизація та структуроутворення чавуну

Тема 1.2. Виливки із сірого чавуну з пластинчатим графітом

Тема 1.3. Виливки з чавуну з кулястим та вермикулярним графітом

Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну

Розділ 2. Плавлення чавунів

Тема 2.1. Шихтові матеріали для плавлення чавунів

Тема 2.2. Плавильні агрегати для плавлення чавуну

Тема 2.3. Технологічний процес плавки чавуну в вагранці

Тема 2.4. Плавка чавуну в електричних печах

Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Смірнов О. М., Жук В. Л., Туяхов А. І. Виробництво чавуну для виливків. Навчальний посібник. – Донецьк : Норд-Прес, 2010. – 255 с.
2. Смірнов О. М. та ін. Основи металургії: виробництво чавуну. Підручник. – Одеса : Олді+, 2023. – 192 с.
3. Бялік О. М. та ін. Металознавство. Підручник. – К. : ІВЦ «Політехніка», 2001. – 375 с.
4. Чавунне литво. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів. /Уклад. Сиропоршнев Л. М. та ін. – Київ, Політехніка, 2015. – 24 с.

Допоміжна

5. Ващенко К. И., Шумихин В.С. Плавка и выпечная обработка чугуна. – К. : Вища школа, – 1992. – 245 с.
6. Худокормов Д. Н. Производство отливок из чугуна. Учебное пособие для вузов. М. : Выш. шк., 1987. – 198с.
7. Мариенбах Л. М. Металлургические основы ваграночного процесса. – М. : Машгиз, 1960. – 327 с.
8. Чугун: Справоч. Издание. / Под ред. А. Д. Шермана и А. А. Жукова. – М. : Metallurgia, 1991. – 576 с.

Інформаційні ресурси

Література є вільному доступні в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, методичному кабінеті кафедри ливарного виробництва та у classroom освітнього компоненту. Додатково можна опрацьовувати літературу з інтернет джерел: <https://foundry.kpi.ua/vyrobnyctvo-vylyvkiv-iz-chavunu/>, <http://ukrest.com.ua/index.php/uk/home.html>, <https://ukrfavorit.com.ua/obladnannya/>, <https://on-v.com.ua/>.

Здобувачі можуть самостійно шукати матеріали за окремими питаннями курсу, що забезпечує розвиток здатності до пошукової та дослідницької діяльності, критичного аналізу інформації.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Освоєння курсу “Виробництво виливків із чавуну” будується на різнобічному підході: теоретичному (лекції та самостійна робота з літературою) і практичному (розрахунок шихти для виробництва чавунів різних марок із застосуванням різноманітних плавильних агрегатів, аналіз властивостей чавуну в залежності від структури металевої матриці).

Виклад курсу побудовано таким чином, що наступний матеріал може бути засвоєний тільки після пророблення попереднього, у цих умовах успіх вивчення освітнього компоненту залежить від систематичної самостійної роботи здобувача з матеріалом лекцій і рекомендованою літературою.

Систематичному накопиченню знань та умінь сприяє також самостійне підготування до практичних занять, що полягає у:

- вивченні теоретичних питань;
- освоєнні методик розрахунків;
- опрацюванні розрахункових завдань.

Загальний обсяг освітнього компонента становить 165 годин (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл годин освітнього компонента

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Кристалізація та властивості чавуну у виливках					
Тема 1.1. Графітизація та структуроутворення чавуну	22	4	4	6	8
Тема 1.2. Виливки із сірого чавуну з пластинчатим графітом	16	6	—	4	6
Тема 1.3. Виливки з чавуну з кулястим та вермикулярним графітом	15	6	—	4	5
Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну	13	5	2	—	6
Модульна контрольна робота. Частина 1	4	1	—	—	3
Розділ 2. Плавлення чавунів					
Тема 2.1. Шихтові матеріали для плавлення чавунів	15	6	4	—	5
Тема 2.2. Плавильні агрегати для плавлення чавуну	12	2	2	—	8
Тема 2.3. Технологічний процес плавки чавуну в вагранці	12	4	2	—	6
Тема 2.4. Плавка чавуну в електричних печах	11	2	2	—	7
Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну	11	1	—	4	6
Модульна контрольна робота. Частина 2	4	1	—	—	3
Підготовка до іспиту	30	—	—	—	30
Всього	165	36	18	18	93

Розділ 1. Кристалізація та властивості чавуну у виливках**Тема 1.1. Графітизація та структуроутворення чавуну****Лекція 1. Графітизація чавуну****Основні питання:**

Вплив хімічного складу на процеси графітизації чавунів. Графітизувальні та стабілізувальні елементи. Класифікація чавунних виливків.

Практичні заняття:

Практична робота № 1. Аналіз властивостей чавуну в залежності від характеру розподілу, розмірів та форми графітових включень.

Лекція 2. Структуроутворення чавуну**Основні питання:**

Властивості графітної фази. Класифікація графітних включень. Вплив форми та характеру розподілу графіту на механічні властивості чавуну. Структурні складові металевої матриці та їх властивості. Вплив структурних складових на механічні та експлуатаційні властивості.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 1. Металографічний аналіз мікроструктури чавунів.

Тема 1.2. Виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом**Лекція 3. Класифікація чавунних виливків з пластинчастим графітом****Основні питання:**

Технічні умови на виливки із сірого чавуну та області його застосування. Механічні властивості сірого чавуну та методи їх визначення.

Практичні заняття:

Практична робота № 2. Аналіз властивостей чавуну в залежності від структури металевої матриці.

Лекція 4. Технологічні властивості сірого чавуну**Основні питання:**

Рідкотекучість, методи визначення. Вплив технологічних факторів на рідкотекучість чавуну. Усадка сірого чавуну в рідкому стані, під час кристалізації та у твердому стані.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 2. Термографічний контроль вуглецевого еквівалента чавуну. Вплив вуглецевого еквівалента на властивості сірого чавуну.

Лекція 5. Вплив хімічного складу на властивості чавуну**Основні питання:**

Вплив хімічного складу на структуроутворення, механічні та технологічні властивості сірого чавуну. Структурні діаграми для визначення хімічного складу сірого чавуну. Особливості вибору хімічного складу чавунів.

Практичні заняття:

Практична робота № 3. Аналіз структуроутворення в чавунах при термічній обробці.

Тема 1.3. Виливки з чавуну з кулястим та вермикулярним графітом**Лекція 6. Чавун з кулястим графітом****Основні питання:**

Галузі використання виливків з чавуну з кулястим графітом. Класифікація виливків відповідно до нормативних документів. Хімічний склад чавуну з кулястим графітом. Сфероїдизувальні та демодифікувальні елементи. Структурні номограми для визначення хімічного складу.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 2. Термографічний контроль вуглецевого еквіваленту чавуну. Вплив вуглецевого еквівалента на властивості сірого чавуну.

Лекція 7. Ливарні властивості та особливості виробництва виливків з ЧКГ

Основні питання:

Класифікація сфероїдизувальних модифікаторів. Методи сфероїдизувального модифікування. Ливарні властивості чавуну з кулястим графітом. Особливості плавлення при виробництві виливків з чавуну з кулястим графітом. Термічне оброблення виливків з чавуну з кулястим графітом.

Практичні заняття:

Практична робота № 4. Розрахунок металевої частини шихти аналітичним методом.

Лекція 8. Виливки з чавуну з вермикулярним графітом

Основні питання:

Класифікація виливків відповідно до нормативних документів. Механічні та ливарні властивості ЧВГ. Галузі використання. Особливості кристалізації графіту. Технологічні особливості виробництва виливків із чавуну з вермикулярним графітом.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 3. Сфероїдизувальне модифікування чавуну.

Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну

Лекція 9. Класифікація виливків з ковкого чавуну

Основні питання:

Особливості графітизації при виробництві ковкого чавуну. Галузі використання ковкого чавуну. Класифікація виливків. Хімічний склад та властивості ковкого чавуну. Термічна обробка при виробництві ковкого чавуну. Відпал на світлосердечний та чорносердечний ковкий чавун.

Практичні заняття:

Практична робота № 5. Конструктивні особливості коксогазової вагранки

Лекція 10. Термічна обробка при виробництві ковкого чавуну

Основні питання:

Особливості графітизувального відпалу. Високотемпературний та низькотемпературний відпал, особливості застосування. Технологічний процес відпалу на світлосердечний та чорносердечний ковкий чавун. Особливості структуроутворення на різних етапах графітизувального відпалу.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 3. Сфероїдизувальне модифікування чавуну.

Розділ 2. Плавлення чавунів

Тема 2.1. Шихтові матеріали для плавлення чавунів

Лекція 11. Чушковий чавун

Основні питання:

Класифікація шихтових матеріалів. Металева частина шихти та її класифікація. Технічні умови на чушкові чавуні ливарні, переробні. рафіновані, природньолеговані. Спадкові властивості чавуну.

Практичні заняття:

Практична робота № 6. Конструктивні особливості газової вагранки.

Лекція 12. Металеві присадки**Основні питання:**

Металевий лом та його класифікація. Зворот власного виробництва. Феросплави та лігатури, що використовуються у чавуноливарному виробництві.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота 4. Графітизувальне модифікування чавуну.

Лекція 13. Металургійні присадки та паливо**Основні питання:**

Флюси. Призначення флюсів. Технічні умови на металургійний вапняк, доломіт, плавиковий шпат, карбюризатори. Паливо для плавлення чавуну. Вимоги до палива. Технічні умови на ливарний кокс, рідке та газоподібне паливо.

Практичні заняття:

Практична робота № 7. Технологічні особливості плавки чавуну в індукційних печах.

Тема 2.2. Плавильні агрегати для плавлення чавуну**Лекція 14. Характеристика плавильних печей****Основні питання:**

Вимоги до плавильних печей у чавуноливарним виробництві. Порівняльна характеристика плавильних печей. Шахтні печі. Класифікація вагранок. Конструктивні особливості. Електричні плавильні агрегати. Індукційні печі. Електродугові печі. Переваги та недоліки електропічної плавки. Дуплекс-процес.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 4. Графітизувальне модифікування чавуну.

Тема 2.3. Технологічний процес плавлення чавуну в вагранці**Лекція 15. Особливості горіння палива й умови плавки в вагранці****Основні питання:**

Особливості горіння палива й умови плавки. Термодинамічні зони вагранки. Характеристика фізико-хімічних процесів, що протікають в різноманітних зонах вагранки. Зміна хімічного складу чавуну в процесі плавки в коксовій вагранці.

Практичні заняття:

Практична робота № 8. Розроблення технологічного процесу виробництва нелегованого чавуну для виливків. Визначення марки чавуну, хімічного складу шихтових матеріалів, плавильного агрегату.

Лекція 16. Перегрів чавуну та інтенсифікація процесу плавлення**Основні питання:**

Механізм перегріву в коксовій вагранці. Інтенсифікація ваграночного процесу. Засоби підігріву дуття. Конструкційні, технологічні, експлуатаційні особливості підігрівників для вагранок. Застосування кисню у ваграночному процесі.

Тема 2.4. Плавка чавуну в електричних печах

Лекція 17. Металургійні основи плавки чавуну в електричних печах

Основні питання:

Низькотемпературний та високотемпературний процес індукційної плавки. Економічна ефективність. Окислюванні та відновленні процеси при плавленні в індукційній печі. Вплив технології плавки на структуру та властивості чавуну. Плавка чавуну в дугових електропечах. Основні типи дугових електропечей. Металургійні та технологічні особливості плавки в кислих і основних печах.

Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну

Лекція 18. Позапічні методи оброблення та їх вплив на структуру чавуну у виливках

Основні питання:

Десульфуріяція чавуну. Навуглецювання. Графітізувальне і стабілізувальне модифікування. Механізм графітізувального модифікування. Вплив технологічних чинників на ефективність модифікування. Технологічні прийоми та особливості диференціація структури чавунів по перерізу виливка

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних робіт (табл. 2):

- закріпити, розширити і поглибити теоретичні та практичні знання;
- набути умінь користування технічною довідковою літературою, стандартами та іншою технічною документацією, необхідною для розробки технологічного процесу плавлення чавуну при виробництві виливків різних марок;
- набути умінь вибору і розрахунку співвідношення шихтових матеріалів в залежності від матеріалу і типу плавильного обладнання.

Таблиця 2 – Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Практична робота № 1. Аналіз властивостей чавуну в залежності від характеру розподілу, розмірів та форми графітових включень	2
2	Практична робота № 2. Аналіз властивостей чавуну в залежності від структури металевої матриці	2
3	Практична робота № 3. Аналіз структуроутворення в чавунах при термічній обробці	2
4	Практична робота № 4. Розрахунок металевої частини шихти аналітичним методом	4
5	Практична робота № 5. Конструктивні особливості коксогазової вагранки	2
6	Практична робота № 6. Конструктивні особливості газової вагранки	2
7	Практична робота № 7. Технологічні особливості плавки чавуну в індукційних печах	2
8	Практична робота № 8. Розробка технологічного процесу виробництва нелегованого чавуну для виливків. Визначення марки чавуну, хімічного складу шихтових матеріалів, плавильного агрегату	2

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних робіт (табл. 3):

- закріплення, розширення і поглиблення теоретичних знань та практичних навичок;

- проведення експериментальних досліджень впливу технологічних факторів на властивості чавуну;
- засвоєння методики плавлення, рафінування та модифікування сплаву;
- засвоєння методики металографічного та технічного аналізу мікроструктури та набуття досвіду прогнозування якості, механічних властивостей чавунів різних марок;
- розвинути у здобувачів здатність прийняття самостійних рішень в умовах, наближених до реально виробничої діяльності інженера-технолога чавуноливарного цеху.

Таблиця 3 – Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Лабораторна робота № 1. Металографічний аналіз мікроструктури чавунів	6
2	Лабораторна робота № 2. Термографічний контроль вуглецевого еквіваленту чавуну. Вплив вуглецевого еквівалента на властивості сірого чавуну	4
3	Лабораторна робота № 3. Сфероїдизувальне модифікування чавуну	4
4	Лабораторна робота № 4. Графітізувальне модифікування чавуну	4

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувачів (табл. 4), на яку, відповідно до робочого навчального плану підготовки, відводиться 93 години, здійснюється протягом всього семестру.

Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.

Підготовка до лабораторних робіт: написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей і формулювання висновків за даними виконання роботи – до наступної лабораторної роботи.

Підготовка до практичних робіт: ознайомлення з матеріалами лекцій стосовно тематики практичних робіт, написання протоколу, проведення розрахунків, побудова графічних залежностей і формулювання висновків за даними виконання роботи – до наступної практичної роботи.

Таблиця 4 – Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилення на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Графітізація та структуроутворення чавуну. Засвоїти: - вплив хімічного складу на процеси графітізації чавунів; - структурні складові металічної матриці та їх властивості; - вплив структурних складових на механічні та експлуатаційні властивості. Проаналізувати: - стан та перспективи розвитку чавуноливарного виробництва в Україні та за кордоном; - механічні властивості чавунів та методи їх визначення; - вплив форми та характеру розподілу графіту на механічні властивості чавуну. Розглянути: - діаграму стану Fe-C сплавів; - класифікацію чавунів; - кристалізацію заевтектичного, евтектичного та доевтектичного чавуну. Підготуватись до:	8

	- практичних робіт № 1 та № 2; - лабораторної роботи № 1.	
2	Тема 1.2. Виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом. Засвоїти: - технічні умови на виливки із сірого чавуну; - механічні властивості сірого чавуну; - вплив хімічного складу на структуру та властивості сірого чавуну у виливках. Проаналізувати: - структурні номограми для визначення хімічного складу чавуну; - застосування виливків із сірого чавуну; - модифікатори, які застосовуються для сірого чавуну; - відмінність мікролегування від модифікування. Розглянути: - стабілізуючі елементи та їх вплив на форму і розміри включень графіту; - усадка сірого чавуну в рідкому стані та при кристалізації; - службові властивості чавунів з пластинчастим графітом.	6
3	Тема 1.3. Виливки з чавуну з кулястим та вермикулярним графітом Засвоїти: - класифікацію виливків відповідно до нормативних документів; - хімічний склад чавунів з кулястим та вермикулярним графітом; - ливарні властивості чавуну з кулястим графітом. - термічне оброблення виливків з чавуну з кулястим графітом - механізм сфероїдизації графіту Проаналізувати: - технологічні особливості виробництва виливків із чавуну з вермикулярним графітом.; - номограми для визначення хімічного складу чавуну з кулястим графітом Розглянути: - методи сфероїдизувального модифікування; - відмінність режимів низькотемпературного та високотемпературного відпалу високоміцного чавуну; - особливості плавлення при виробництві виливків з чавуну з кулястим графітом; - принцип вибору хімічного складу чавунів.	5
4	Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну Засвоїти: - класифікацію виливків. - хімічний склад та властивості ковкого чавуну. - технологічний процес відпалу на світлосерцевий та чорносерцевий ковкий чавун. Проаналізувати - марки чавуну та основні механічні властивості; - розглянути: - фізичні та службові властивості ковкого чавуну; - принцип вибору хімічного складу.	6
5	Тема 2.1. Шихтові матеріали для плавлення чавунів. Засвоїти: - технічні умови на чавуні ливарні, переробні. рафіновані, природньолеговані.; - спадкові властивості чавуну.	5

	Проаналізувати: - вимоги до палива. Розглянути: - технічна характеристика феросплавів та лігатур, що застосовуються у чавуноливарному виробництві; - технічні умови на металургійний вапняк, доломіт, плавиковий шпат, ливарний карбід кальцію; - підготовка шихтових матеріалів до плавки. методика приймання та збереження шихтових матеріалів.	
6	Тема 2.2. Плавильні агрегати для плавлення чавуну Засвоїти: - термодинаміка процесів плавлення високовуглецевих сплавів; - вимоги до плавильних печей у чавуноливарним виробництві; проаналізувати: - переваги та недоліки електропічної плавки. розглянути: - основи розрахунку шихти у чавуноливарному виробництві.	8
7	Тема 2.3. Технологічний процес плавки чавуну в вагранці. Засвоїти: - теплові процеси плавлення в вагранці; - металургійні процеси плавлення в вагранці; - особливості горіння палива в вагранках. Проаналізувати: - які зміни відбудуться в термодинамічних зонах вагранки: а) при збільшенні кількості повітря при дутті; б) при наявності декількох рядів фурм; в) при надлишкової витрати коксу; - методи інтенсифікації процесів ваграночного плавлення; - фізико-хімічні процеси, що протікають при плавці в коксогазової вагранці. Розглянути: - основні типи вагранок, їх відмінності та основні конструктивні елементи; - методи отримання маловуглецевого чавуну в вагранці; - склад кислого та основного ваграночного шлаку.	6
8	Тема 2.4. Технологічний процес плавки чавуну в електричних печах. Засвоїти: - металургійні основи плавлення чавуну в індукційних електропечах; - фізико-хімічні процеси низькотемпературного та високотемпературного режимів термочасового оброблення рідкого чавуну; - металургійні особливості плавлення в дугових печах. Проаналізувати: - методи інтенсифікації процесів плавлення в індукційних печах; - фактори індукційного плавлення, що впливають; - проаналізуйте реакцію утворення оксиду фосфору при відновленні оксиду заліза; - вплив технології плавки на структуру властивості чавуну. Розглянути: - основні технологічні процеси плавлення в індукційних печах; - принцип генерування теплоті в індукційних печах; - умови плавлення в дугових печах, що забезпечують видалення хрому - умови десульфурзації чавуну при плавленні в дугових печах.	7
9	Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну. Засвоїти:	6

- фізико-хімічні процеси десульфурзації чавуну; - фізичні методи позапічної обробці; - механізм графітизувального модифікування. Проаналізувати: - вплив технологічних чинників на ефективність модифікування; - методи модифікування при виробництві чавуну з кулястим графітом. Розглянути: - модифікатори, що застосовуються у чавуноливарному виробництві; - підготовку модифікаторів до застосування; - електрошлакове опрацювання чавуну.	
--	--

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є вільним, відвідування всіх видів занять фіксується, але не оцінюється. Однак, здобувачам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, який необхідний для виконання лабораторних та практичних занять.
- За відвідування практичних занять здобувачі не отримують бали: рейтинг здобувача формує активна участь на практичних заняттях й підготовленість до них, а також виконання завдань протягом заняття.
- Пропуск практичного заняття не дає можливості отримати здобувачу бали у семестровий рейтинг, проте кожен здобувач має право відпрацювати пропущені лише з поважної причини (лікарняний тощо) заняття за рахунок самостійної роботи під час консультацій, передбачених навчальним навантаженням викладача.
- Допуск до лабораторних робіт за наявності оформленого протоколу (мета, матеріали, обладнання, знання етапів виконання); коротке опитування за матеріалом роботи.
- Захист лабораторних робіт на наступному занятті (заповненні таблиці, наведені необхідні розрахунки, побудовані графічні залежності, сформульовані висновки за результатами досліджень).
- Заохочувальні бали (до 5 балів): оформлення презентацій, рефератів, розроблення діючих макетів, участь у конференціях, сертифікати здобувача неформальної освіти.
- Політика дедлайнів та перескладань: захист лабораторних робіт – в процесі виконання наступної роботи, або на консультаціях; контрольні роботи переписують на консультаціях; іспит, як форма підсумкового контролю відбувається відповідно до розкладу екзаменаційної сесії, перескладання відповідно до графіку перескладань у додаткову сесію;
- Політика щодо академічної доброчесності згідно:
 - Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>)
 - Положення про систему запобігання академічному плагіату (https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen_pro_plagiat.pdf)
- Інші вимоги: Правила внутрішнього розпорядку в студентських гуртожитках НТУУ "КПІ" (<https://kpi.ua/admin-rule-hostel>) та нормативні документи Університету (<https://kpi.ua/web-document>): виконання вимог техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт; дотримання правил внутрішнього розпорядку.

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

8.1 Поточний контроль

В процесі вивчення дисципліни передбачено наступні заходи поточного контролю:

- лабораторні роботи;
- практичні роботи;

- модульна контрольна робота.

8.1.1 Лабораторні роботи

Дисципліна передбачає 4 лабораторні роботи, виконання та захист яких є обов'язковою умовою допуску до іспиту. Сумарна оцінка за лабораторну роботу складається з оцінки за:

- оформлення протоколу виконаної роботи – оцінюється від 1 до 2 балів;
- захист протоколу виконаної роботи – оцінюється від 2 до 3 балів.

Максимальна кількість балів, яку можна набрати за усі лабораторні роботи становить 20 балів.

8.1.2 Практичні роботи

Дисципліна передбачає 8 практичних робіт, виконання яких є обов'язковою умовою допуску до іспиту. Максимальна оцінка за виконану та прийняту викладачем практичну роботу становить 2 бали. Максимальна кількість балів, яку можна набрати за усі практичні роботи становить 16 балів.

8.1.3 Модульна контрольна робота

Навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи. Модульна контрольна робота складається із двох частин та проводиться на лекційних заняттях. Написання частин модульної контрольної роботи не є обов'язковою умовою допуску до іспиту. Максимальна кількість балів за кожен із частин модульної контрольної роботи становить 7 балів.

8.2 Календарний контроль

Проводиться на 8 та 14 тижнях семестру з метою моніторингу виконання здобувачами індивідуальних навчальних планів згідно з графіком навчального процесу.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є значення поточного рейтингу здобувача на 8 тижні – 7 балів, на 14 тижні – 22 бали.

8.3 Семестровий контроль

Проводиться у вигляді екзамену у письмовій формі за розкладом під час заліково-екзаменаційної сесії.

Рейтинг успішності із дисципліни (RD) здобувачів складається із двох частин – семестрового (RC) та екзаменаційного рейтингу (RE):

$$RD = RC + RE$$

Семестровий рейтинг здобувача складається з балів, які він отримує за:

- виконання модульної контрольної роботи (дві частини тривалістю по 1 академічній годині);
- виконання практичних робіт;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- проведену протягом семестру додаткову роботу (заохочувальні бали).

Отже семестровий рейтинг з дисципліни розраховують за формулою:

$$RC = \sum MKP + \sum ПР + \sum ЛР + ЗБ$$

де МКР – сума балів за виконання частин модульної контрольної роботи;

ПР – сума балів за практичні роботи;

ЛР – сума балів за виконання та захист лабораторних робіт;

ЗБ – заохочувальні бали.

Максимальний семестровий рейтинг здобувача може становити:

$$RC = (7 + 7) + (2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2) + (5 + 5 + 5 + 5) + 5 = 55 \text{ балів}$$

Екзаменаційна складова рейтингу успішності RE = 50 балів. Умовами допуску до складання екзамену є виконання та захист усіх лабораторних робіт, виконання усіх практичних робіт та семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Екзамен складається із трьох запитань. Перше запитання оцінюється у 18 балів, друге та третє – по 16 балів. Критерії оцінювання відповідей на екзаменаційні запитання:

- «відмінно» – здобувач демонструє повні знання навчального матеріалу в заданому обсязі (не менше 95 % потрібної інформації) – 17,1 (15,2) -18,0 (16,0) балів;
- «дуже добре» – здобувач демонструє неповні знання навчального матеріалу в заданому обсязі (не менше 85 % потрібної інформації) – 15,3 (13,6) -17,0 (15,1) балів;
- «добре» – здобувач демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає незначні помилки (не менше 75 % потрібної інформації) – 13,5 (12,0) -15,2 (13,5) бали;
- «задовільно» – здобувач демонструє посередні знання навчального матеріалу та допускає незначні помилки (не менше 65% потрібної інформації) – 11,7 (10,4) -13,4 (11,9) бали;
- «достатньо» – здобувач демонструє посередні знання навчального матеріалу та допускає суттєві помилки (не менше 60 % потрібної інформації) – 10,8 (9,6) -11,6 (10,3) бали;
- «незадовільно» – здобувач не володіє матеріалом та не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Залежно від фактично набраного рейтингу бали здобувачу встановлюють відповідно до таблиці 5.

Таблиця 5 – Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

За умови введення режиму дистанційного навчання заняття проводитимуться on-line із використанням on-line сервісів Zoom, GoogleMeet тощо.

За умови отримання здобувачем вищої освіти сертифікату проходження дистанційних чи on-line курсів за відповідною тематикою передбачено можливість їх зарахування.

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Наведіть класифікацію печей для плавлення чавуну та їх порівняльну характеристику.
2. Наведіть класифікацію виливків із сірого чавуну за марками та сферою застосування.
3. Дайте визначення плавильному агрегату «Вагранка». Наведіть класифікацію вагранок та опишіть їх конструктивні особливості.
4. Охарактеризуйте доменні ливарні рафіновані чавуни, наведіть їх марки та орієнтовний хімічний склад за основними легувальними елементами та домішками.
5. Як впливає вуглець та кремній на структуру та властивості сірого чавуну?
6. Опишіть металургійні процеси, які протікають у процесі плавлення чавуну у вагранці.
7. Охарактеризуйте феросплави, які використовують у чавуноливарному виробництві.
8. Опишіть вплив фосфору на структуру та властивості чавуну.

9. Наведіть класифікацію вторинних металів. Охарактеризуйте зворот власного виробництва.

10. Наведіть елементи, які здійснюють графітизувальний та карбідоутворювальний вплив під час кристалізації чавуну.

11. Яким чином відбувається зміна вмісту вуглецю у чавуні під час процесу плавлення у коксовій вагранці?

12. Наведіть та охарактеризуйте флюси, які використовують для плавлення чавуну.

13. Наведіть та охарактеризуйте карбюризатори, які використовують для плавлення чавуну.

14. Дайте визначення вуглецевому еквіваленту чавуну. Наведіть методи його визначення. Опишіть вплив церію на властивості чавуну.

15. Яким чином відбувається зміна вмісту сірки у чавуні під час процесу плавлення у вагранці?

16. Охарактеризуйте паливо, яке використовують для плавлення чавуну. Наведіть вимоги до палива.

17. Охарактеризуйте рідкотекучість чавуну та наведіть методи її визначення. Опишіть вплив технологічних чинників на його рідкотекучість.

18. Яким чином відбувається зміна вмісту кремнію, марганцю та фосфору у чавуні під час процесу плавлення у вагранці?

19. Охарактеризуйте ливарні властивості сірого чавуну. Наведіть відсотковий діапазон його лінійної усадки для різних марок.

20. Опишіть механізм перегрівання чавуну в процесі плавлення у вагранці. Наведіть методи отримання чавуну з високою температурою.

21. Наведіть класифікацію чавуну з кулястим графітом.

22. Наведіть та охарактеризуйте паливо, яке застосовують для плавлення чавуну.

23. Яким чином здійснюють інтенсифікацію вагранкового процесу? Наведіть методи підігріву дуття.

24. Наведіть орієнтовний хімічний склад чавуну з кулястим графітом за основними легувальними елементами та домішками.

25. Охарактеризуйте вплив вуглецю та кремнію на структуру та властивості чавуну з кулястим графітом.

26. Опишіть тепловий режим під час плавлення чавуну в коксогазовій вагранці.

27. Наведіть основні методи термічного оброблення чавуну з кулястим графітом.

28. Наведіть технологічні особливості плавлення чавуну в газовій вагранці.

29. Наведіть способи виробництва чавуну з вермикулярним графітом.

30. Опишіть процеси підготовки шихти для плавлення чавуну.

31. Наведіть технологічні особливості плавлення чавуну в індукційній печі.

32. Надайте характеристику низькотемпературному процесу плавлення чавуну в індукційній печі.

33. Наведіть основи розрахунку шихти для плавлення чавуну.

34. Наведіть класифікацію чавунних виливків.

35. Надайте характеристику високотемпературному процесу плавлення в індукційній печі.

36. Охарактеризуйте індукційні тигельні печі. Наведіть особливості їх конструкції.

37. Охарактеризуйте спадкові властивості чавуну. Наведіть методи боротьби зі спадковими властивостями.

38. Охарактеризуйте вибілене литво. Опишіть вплив хімічного складу конструкційних чавунів на властивості литва.

39. Наведіть технологічні особливості плавлення чавуну в електродуговій печі.

40. Наведіть та охарактеризуйте структурні складові металевої основи чавуну.

41. Наведіть механізм плавлення чавуну у вагранці. Опишіть переваги та недоліки застосування вагранки для плавлення чавуну.

42. Наведіть позапічні методи оброблення чавуну. Охарактеризуйте сфероїдизувальне модифікування.

43. Опишіть методи введення сфероїдизувальних модифікаторів у чавун.

44. Охарактеризуйте високотемпературний графітизувальний відпал чавуну з кулястим графітом.
45. Охарактеризуйте ливарні властивості ковкого чавуну.
46. Надайте характеристику технологічному процесу виробництва виливків з ковкого чавуну.
47. Наведіть позапічні методи оброблення чавуну. Опишіть процес десульфурації чавуну содою.
48. Надайте характеристику технології десульфурації чавуну карбідом кремнію.
49. Опишіть процес плавлення чавуну в дугових печах. Наведіть його переваги та недоліки.
50. Охарактеризуйте ливарні властивості чавуну з кулястим графітом.
51. Охарактеризуйте низькотемпературний графітизувальний відпал чавуну з кулястим графітом.
52. Наведіть властивості графітної фази у чавуні. Наведіть класифікацію графітових включень у сірому та високоміцному чавунах.
53. Наведіть особливості плавлення під час виробництва чавуну з кулястим графітом.
54. Наведіть особливості термічного оброблення чорносерцевинного ковкого чавуну.
55. Наведіть властивості графітної фази у чавуні. Наведіть класифікацію графітових включень у ковкому чавуні та в чавуні з вермикулярним графітом.
56. Як впливає хімічний склад на рідкотекучість чавуну? Наведіть приклади.
57. Наведіть особливості термічного оброблення білосерцевинного ковкого чавуну.
58. Охарактеризуйте вторинне графітизувальне оброблення чавуну з кулястим графітом. Яка його мета? Як впливають технологічні чинники на його ефективність?
59. Наведіть методи визначення механічних властивостей чавуну.
60. Як впливають технологічні чинники на ефективність графітизувального модифікування чавуну?
61. Надайте характеристику графітизувальним та карбідоутворювальним елементам у чавуні.
62. Надайте характеристику способам виробництва чавуну з вермикулярним графітом.
63. Охарактеризуйте металеву частину шихти для виплавляння чавунів. Наведіть марки та орієнтовний хімічний склад за основними легувальними елементами та домішками доменних ливарних чавунів.

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено доцентом, кандидатом технічних наук Лук'яненком І. В.

Ухвалено кафедрою ливарного виробництва (протокол № 12 від 11 червня 2025 р.)

Погоджено методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 11/25 від 26 червня 2025 р.)