



ВИРОБНИЦТВО ВИЛИВКІВ ІЗ ЧАВУНУ

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 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</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції, лабораторні та практичні заняття: к.т.н., доцент Лук'яненко Іван Віталійович, lukianenkoiv@gmail.com, +380 (93) 647-18-48</i>
Розміщення курсу	<i>https://foundry.kpi.ua/courses/vyrobnyctvo-vylyvkiv-iz-chavunu/</i>

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 передує 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

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

Електронні ресурси

<https://foundry.kpi.ua/vyrobnyctvo-vylyvkiv-iz-chavunu/>
www.lityo.com.ua
www.on-v.com.ua
www.engener.at.ua
www.dmeti.dp.ua
www.ironcasting.org

Література є вільному доступні в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та Методичному кабінеті кафедри ливарного виробництва.

Додатково можна опрацювати літературу з інтернет джерел:
<https://foundry.kpi.ua/biblioteka/>; <https://www.twirpx.com>; <http://techlib.org/lite>.

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 містить у собі:

- вивчення теорії питання;
- освоєння розрахункового апарата;
- опрацювання, аналіз та оформлення результатів практичних та лабораторних робіт.

Розподіл годин освітнього компонента

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
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 вермікулярним графітом	15	6		4	5
Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну	12	4	2		6
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
Календарний контроль 1	4		1		3
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
Календарний контроль 2	4		1		3
Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну	12	2		4	6
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. Структурування чавуну

Основні питання:

Властивості графітної фази. Класифікація графітних включень. Вплив форми та характеру розподілу графіту на механічні властивості чавуну.

Структурні складові металічної матриці та їх властивості. Вплив структурних складових на механічні та експлуатаційні властивості.

Лабораторні роботи:

Лабораторна робота № 1. Металографічний аналіз мікроструктури чавунів (6 год).

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 (4 год).

Лекція 5. Вплив хімічного складу на властивості чавуну

Основні питання:

Вплив хімічного складу на структурування, 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 структурування 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 (продовження). Термографічний контроль вуглецевого еквіваленту чавуну. Вплив вуглецевого еквівалента на властивості сірого чавуну (4 год).

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 (4 год).

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 (продовження). Сфероїдизувальне модифікування чавуну (4 год).

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, пріродньолеговані.

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. Графітізувальне модифікування чавуну (4 год).

Лекція 13. Металургійні присадки та паливо

Основні питання:

Флюси. Призначення флюсів. Технічні умови на металургійний вапняк, доломіт, плавииковий 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 (продовження). Графітізувальне модифікування чавуну (4 год).

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 виливок. 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:

Десульфуратія чавуну. Навуглецювання. Графітізуюче і стабілізуюче модифікування. Механізм графітізувального модифікування. Вплив технологічних чинників на ефективність модифікування. Технологічні прийоми та особливості диференціація структури чавунів по періоду виливка

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних робіт є:

- 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;

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практична робота № 1. Аналіз властивостей чавуну в залежності від характеру розподілу, розмірів та форми графітових включень
2	Практична робота № 2. Аналіз властивостей чавуну в залежності від структури металевої матриці
3	Практична робота № 3. Аналіз структуроутворення в чавунах при термічній обробці
4	Практична робота № 4. Розрахунок металевої частини шихти аналітичним методом

5	Практична робота № 5. Конструктивні особливості коксогазової вагранки
6	Практична робота № 6. Конструктивні особливості газової вагранки
7	Практична робота № 7. Технологічні особливості плавки чавуну в індукційних печах
8	Практична робота № 8. Розробка технологічного процесу виробництва нелегованого чавуну для виливок. Визначення марки чавуну, хімічного складу шихтових матеріалів, плавильного агрегату

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- закріпити, розширити і поглибити теоретичні та практичні знання;
- 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.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. 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, 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.

Підготовка до модульних контрольних робіт, екзамену.

Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<p>Тема 1.1. Графітізація та структуроутворення чавуну.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вплив хімічного складу на процеси графітізації чавунів; - структурні складові металічної матриці та їх властивості; - вплив структурних складових на механічні та експлуатаційні властивості. <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	8

	<p>властивості чавуну.</p> <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - діаграму стану Fe-C сплавів; - класифікацію чавунів; - кристалізацію заевтектичного, евтектичного та доевтектичного чавуну. <p>Підготуватись до:</p> <ul style="list-style-type: none"> - практичних робіт № 1 та № 2; - лабораторної роботи № 1. 	
2	<p>Тема 1.2. Виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технічні умови на виливки із сірого чавуну; - Механічні властивості сірого чавуну; - Вплив хімічного складу на структуру та властивості сірого чавуну у виливках. <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Структурні номограми для визначення хімічного складу чавуну; - Застосування виливків із сірого чавуну; - Модифікатори, які застосовуються для сірого чавуну; - Відмінність мікролегування від модифікування. <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Стабілізуючі елементи та їх вплив на форму і розміри включень графіту; - Усадка сірого чавуну в рідкому стані та при кристалізації; - Службові властивості чавунів с пластинчастим графітом. 	6
3	<p>Тема 1.3. Виливки з чавуну з кулястим та вермікулярним графітом</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Класифікацію виливків відповідно до нормативних документів; - Хімічний склад чавунів з кулястим та вермікулярним графітом; - Ливарні властивості чавуну з кулястим графітом. - Термічне оброблення виливків з чавуну з кулястим графітом - Механізм сфероїдизації графіту <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технологічні особливості виробництва виливків із чавуну з вермікулярним графітом.; - Номограми для визначення хімічного складу чавуну з кулястим графітом <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методи сфероїдизуючого 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	<p>Тема 1.4. Виливки із ковкого чавуну</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Класифікацію виливків. - Хімічний склад та властивості ковкого чавуну. - Технологічний процес відпалу на світлосерцевий та чорносерцевий ковкий чавун. <p>Проаналізувати</p> <ul style="list-style-type: none"> - Марки чавуну та основні механічні властивості; 	6

	<ul style="list-style-type: none"> - Розглянути: - Фізичні та службові властивості ковкого чавуну; - Принцип вибору хімічного складу 	
5	<p>Тема 2.1. Шихтові матеріали для плавлення чавунів.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технічні умови на чавуні ливарні, переробні, рафіновані, природньолеговані; - Спадкові властивості чавуну. <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вимоги до палива. <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	5
6	<p>Тема 2.2. Плавильні агрегати для плавлення чавуну</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Термодинаміка процесів плавлення високовуглецевих сплавів; - Вимоги до плавильних печей у чавуноливарним виробництві; <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Переваги та недоліки електропічної плавки. <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основи розрахунку шихти у чавуноливарному виробництві. 	8
7	<p>Тема 2.3. Технологічний процес плавки чавуну в вагранці.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теплові процеси плавлення в вагранці; - Металургійні процеси плавлення в вагранці; - Особливості горіння палива в вагранках; <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основні типи вагранок, їх відмінності та основні конструктивні елементи; - Методі отримання маловуглецевого чавуну в вагранці; - Склад кислого та основного ваграночного шлаку. 	6
8	<p>Тема 2.4. Технологічний процес плавки чавуну в електричних печах.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Металургійні основи плавлення чавуну в індукційних електропечах; - Фізико-хімічні процеси низькотемпературного та високотемпературного режимів термочасової обробці рідкого чавуну; - Металургійні особливості плавлення в дугових печах. <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методи інтенсифікації процесів плавлення в індукційних печах; - Фактори індукційного плавлення, що впливають; - Проаналізуйте реакцію утворення оксиду фосфору при 	7

	<p>відновлені оксиду заліза;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вплив технології плавки на структуру властивості чавуну. <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	
9	<p>Тема 2.5. Позапічні методи обробки рідкого чавуну.</p> <p>Засвоїти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фізико-хімічні процеси десульфурзації чавуну; - Фізичні методи позапічної обробки; - Механізм графітизувального модифікування. <p>Проаналізувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вплив технологічних чинників на ефективність модифікування; - Методи модифікування при виробництві чавуну з кулястим графітом; <p>Розглянути:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Модифікатори, що застосовуються у чавуноливарному виробництві; - Підготовку модифікаторів до застосування; - Електрошлакове опрацювання чавуну. 	6

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)

Структура навчальної дисципліни

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	академічних годин	Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС	МКР	Семестрова атестація
7	5,5	165	36	18	18	93	1	екзамен

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

$$RD = RC + RE$$

Семестровий рейтинг здобувача з освітнього компоненту (RC) «Виробництво виливків із чавуну» складається з балів, які він отримує за:

1. Виконання модульної контрольної роботи (дві частини тривалістю по 1 академічній годині);
2. Виконання практичних робіт;
3. Виконання та захист лабораторних робіт;
5. Проведену протягом семестру додаткову роботу (заохочувальні бали)

Отже семестровий рейтинг з дисципліни розраховують за формулою:

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

Де МКР – сума балів за виконання модульних контрольних робіт;

ПР – сума балів за роботу на практичних заняттях;

ЛР – сума балів за виконання та захист лабораторних робіт;

ЗБ – сума заохочувальних балів.

Практичні роботи.

Максимальна кількість балів, яку здобувач може набрати, становить 4 бали. Оцінюються практичні роботи 1, 4, 7 та 8 максимум по 1 балу за роботу.

Критерії оцінювання:

- здобувач демонструє в відповіді повні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь, навичок – 1 бал;
- здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, але допускає неточності у відповіді – 0,5 бала;
- відповідь цілком помилкова – 0 балів.

Лабораторні роботи.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 18 балів.

Максимальна оцінка за лабораторні роботи № 1-3 складає 5 балів, за лабораторну роботу № 4 – 3 бали.

Критерії оцінювання.

– після виконання лабораторної роботи здобувач опрацював результати, правильно заповнив таблиці, побудував і правильно оформив графіки, виклав грамотні висновки та відповів на запитання – 5 (3) балів;

– після виконання лабораторної роботи здобувач опрацював одержані результати, правильно заповнив таблиці, побудував графіки, але не зміг повною мірою правильно викласти висновки і відповісти на запитання викладача – 3 (2) бали.

– протокол не підготовлений, здобувач не знає послідовності виконання лабораторної роботи – 0 балів. Такий здобувач не допускається до виконання роботи.

–

Модульна контрольна робота.

Максимальний бал за модульну контрольну роботу (МКР) складає 28 балів.

Передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи. Одна модульна контрольна робота ділиться на дві частини тривалістю по 45 хвилин кожна.

Частини МКР проводять на 8 та 16 учбовому тижні за розкладом лекційних занять.

МКР складається із 14 тестових запитань теоретичного характеру.

Кожне питання оцінюється в 1 бал.

Критерії оцінювання запитання:

- вірна відповідь – 1 бал;
- відповідь відсутня або помилкова - 0 балів.

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 – 18 балів.

Семестровий контроль.

Сума рейтингових балів контрольних заходів для здобувача, який зразково виконав всі МКР, ПР та ЛР і який не має пропусків занять без поважних причин, максимально складає:

$$RC = 28 + 4 + 18 = 50 \text{ балів}$$

Семестровий контроль освітнього компоненту проходить у вигляді письмового іспиту. Екзаменаційна складова шкали дорівнює 50 балів.

$$RE = 50 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = RC + RE = 100 \text{ балів}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних, лабораторних робіт і модульної контрольної робіт, а також стартовий рейтинг не менше 50 % від максимального рейтингу RC, тобто 25 балів. Здобувач має можливість підвищити результати МКР шляхом виконання нової контрольної роботи. В цьому випадку результати старої анулюються.

Екзамен складається із трьох запитань. Перше запитання оцінюється у 18 балів, друге та третє – по 16 балів

Критерії оцінювання відповідей на екзаменаційні запитання:

– здобувач демонструє повні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь, навичок, правильно приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях – 18 (16) – 17 (15) балів;

– здобувач демонструє неповні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь, навичок, приймає правильні рішення в стандартних ситуаціях «дуже добре» – 16,9 (15) – 15,3 (13,6) балів;

- здобувач демонструє знання навчального матеріалу в обсязі 84...75% від необхідного, показує хороший рівень умінь та навичок – 15,1 (13,5) – 13,5 (12);
- «задовільно», неповна відповідь (не менш 65% потрібної інформації та деякі помилки – 13 (12) – 11 (10) балів;
- «достатньо», неповна відповідь (менше 65% потрібної інформації) – 11,5 (10,2) – 10,8 (9,6);
- «незадовільно», незасвоєння окремих розділів, нездатність застосовувати знання на практиці – 0 балів

Залежно від фактично набраного рейтингу оцінку здобувачу встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до наведеної нижче таблиці.

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)

Перелік питань, які виносяться на підсумковий контроль:

1. Класифікація плавильних печей для плавлення чавуну. Їх порівняльна характеристика.
2. Металева частина шихти. Технічні умови на доменні ливарні чавуни.
3. Класифікація виливків з сірого чавуну.
4. Вагранка. Класифікація вагранок. Конструктивні особливості.
5. Технічні умови на доменні ливарні рафіновані чавуни.
6. Вплив вуглецю і кремнію на структуру і властивості сірого чавуну.
7. Технічні умови на доменні ливарні рафіновані чавуни.
8. Металургійні процеси, які протікають у процесі плавлення чавуну у вагранці.
9. Характеристика феросплавів, використовуваних в чавуноливарному виробництві.
10. Вплив фосфору на структуру і властивості чавуну.
11. Хімічні процеси, що протікають в різних зонах вагранки.
12. Класифікація вторинних металів. Повернення власного виробництва.
13. Графітізувальні і карбідоутворювальні елементи в чавуні.
14. Зміна вмісту вуглецю у процесі плавлення чавуну в коксовій вагранці.
15. Флюси для плавлення чавуну. Карбюризатори.
16. Вуглецевий еквівалент чавуну. Методи визначення. Вплив Се на властивості чавуну.
17. Зміна вмісту сірі у процесі плавлення чавуну у вагранці.
18. Паливо, яке використовують для плавлення чавуну. Вимоги до палива
19. Рідкотекучість чавуну, методи визначення. Вплив технологічних чинників на рідкотекучість.
20. Зміна кремнію, марганцю, фосфору в процесі плавлення чавуну у вагранці.
21. Ливарні властивості сірого чавуну. Усадка в твердому стані.
22. Технічні умови на ливарний кокс.
23. Механізм перегріву чавуну в процесі плавлення у вагранці. Методи отримання чавуну з високою температурою

24. Класифікація чавуну з кулястим графітом.
25. Паливо для плавлення чавуну. Антрацит, термоантрацит.
26. Інтенсифікація вагранкового процесу. Методи підігріву дуття.
27. Хімічний склад ЧКГ. Вплив вуглецю і кремнію на структуру і властивості
28. Рідке і газоподібне паливо для плавлення чавуну.
29. Інтенсифікація вагранкового процесу. Методи підігріву дуття.
30. Хімічний склад ЧКГ. Вплив вуглецю і кремнію на структуру і властивості ЧКГ
31. Рідке і газоподібне паливо для плавлення чавуну.
32. Тепловий режим при плавці чавуну в коксогазової вагранці.
33. Методи термічної обробки ЧКГ.
34. Технологічні особливості плавлення чавуну в газовій вагранці.
35. Способи виробництва чавуну з вермікулярним графітом.
36. Підготовка шихти для плавлення чавуну.
37. Технологічні особливості плавлення чавуну в індукційній печі.
38. Надайте характеристику низькотемпературному процесу плавлення чавуну в індукційній печі.
39. Основи розрахунку шихти для плавлення чавуну.
40. Класифікація чавунного литва.
41. Технологічні особливості плавлення чавуну в індукційній печі.
42. Надайте характеристику високотемпературному процесу плавлення в індукційній печі.
43. Індукційні тигельні печі. Особливості конструкції. Футеровка тиглів.
44. Спадкові властивості чавуну. Методи боротьби із спадковими властивостями.
45. Вибілене литво. Вплив хімічного складу на властивості литва.
46. Технологічні особливості плавлення чавуну в електродуговій печі.
47. Структурні складові металевої основи чавуну. Їх властивості.
48. Механізм плавлення чавуну у вагранці. Переваги і недоліки.
49. Позапічні методи обробки чавуну. Сфероїдизувальне модифікування.
50. Методи введення сфероїдизуючих присадок в чавун.
51. Високотемпературний графітізувальний відпал ЧКГ.
52. Ливарні властивості ковкого чавуну
53. Надайте характеристику технологічному процесу виробництва виливків з ковкого чавуну.
54. Механізм сфероїдизації графіту. Теорії зародків кристалізацій і бульбашкова теорія Горшкова.
55. Позапічні методи обробки чавуну. Десульфурація чавуну содою.
56. Надайте характеристику технології десульфурації чавуну карбідом кремнію
57. Плавлення чавуну в дугових печах. Переваги і недоліки.
58. Ливарні властивості чавуну з кулястим графітом.
59. Низькотемпературний графітізуючий відпал ЧКГ.
60. Графіт в чавуні. Властивості графітної фази. Класифікація графітних включень в сірому і високоміцному чавунах.
61. Підготовка шихти для плавлення чавуну.
62. Особливості плавлення при виробництві чавуну з кулястим графітом.
63. Особливості термічної обробки темносередкого ковкого чавуну.
64. Властивості графітної фази. Класифікація графітових включень в ковкому чавуні і в чавуні з вермікулярним графітом.
65. Як впливає хімічний склад на рідкотекучість чавуну,.
66. Особливості термічної обробки світлосередкового ковкого чавуну.
67. Вторинна графітізуюче оброблення ЧКГ. Мета. Вплив технологічних чинників на ефективність модифікації.

68. Методи визначення механічних властивостей чавуну
69. Вплив технологічних чинників на ефективність графітизувального модифікування чавуну.
70. Характеристика феросплавів, які використовуються чавуноливарному виробництві..
71. Надайте характеристику графітизувальним та карбідоутворювальним елементам в чавуні.
72. Класифікація вторинних металів. Повернення власного виробництва.
73. Надайте характеристику способам виробництва чавуну з вермикулярним графітом.
74. Технічні умови на доменні ливарні рафіновані чавуни.
75. Металева частина шихти. Технічні умови на доменні ливарні чавуни

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ливарного виробництва (протокол № 12 від 26 червня 2024 р.)

Погоджено методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)