



СТАЛЕВЕ ЛИТВО

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G10 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття (2025)</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, 1 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,0 кредити ЕСКТС, 120 год., лекції – 30 год., лабораторні – 16 год., СРС – 74 год.</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>Лектор: д.т.н., професор Ямшинський Михайло Михайлович, m.yamshinskiy@kpi.ua, +38(050)-546-06-83 Лабораторні: асистент Кивгило Богдан Володимирович, kyvhylo.bohdan@gmail.com, +38(068)-533-41-77</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/OTg3NjI2NzI5NTda</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета дисципліни – вивчення теоретичних основ легування сплавів на основі заліза, формування структури та властивостей високолегованих сталей у виливках, особливостей виплавлення сталей у печах з різною футеровкою, одержання якісних виливків спеціального призначення з використанням сучасних методів позапічного оброблення рідкої сталі та з урахуванням особливостей фінішних операцій.

Предмет вивчення – фізико-хімічні основи, технологічні процеси та обладнання, пов'язані з легуванням, виплавленням, обробленням і литтям сталей спеціального призначення, включаючи формування структури та властивостей високолегованих сталей у виливках, методи позапічної обробки та фінішні операції з урахуванням типу футеровки плавильних агрегатів.

Під час вивчення дисципліни здобувач має опанувати наступні фахові компетентності:

Фахові компетентності (ФК)	
ФК 1	Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей
ФК 4	Здатність застосовувати методи стандартних випробувань для визначення фізичних, хімічних, структурних та механічних властивостей вихідних матеріалів та готової продукції
ФК 6	Здатність використовувати професійні знання для аналізу і керування процесами, що протікають в металургійних агрегатах
ФК 7	Здатність обирати металургійне обладнання та технологію виробництва продукції заданої якості

ФК 12	Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції
-------	--

Набуті компетентності мають сформувати у здобувача наступні програмні результати навчання:

ПР 1	Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.
ПР 5	Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.
ПР 6	Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.
ПР 11	Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
ПР 15	Розуміння фізико-хімічних основ легування, мікролегування, модифікування та рафінування, впливу хімічного складу на структуроутворення і експлуатаційні властивості чорних і кольорових металів і сплавів

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

Дисципліна «Стале литво» базується на знаннях, уміннях і навиках, які одержані і набуті студентом під час вивчення дисциплін «Фізична хімія», «Теорія металургійних процесів», «Металознавство», «Теплотехніка ливарного виробництва», «Теоретичні основи ливарного виробництва», «Формувальні матеріали», «Технологія ливарної форми», «Виробництво виливків із сталей» і є однією із завершальних дисциплін у циклі підготовки магістрів металургії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Високолеговані сталі для виливків.

Тема 1.1. Легування ливарних сталей.

Тема 1.2. Високолеговані ливарні сталі із спеціальними властивостями

Розділ 2. Виробництво виливків із високолегованих сталей

Тема 2.1. Особливості виплавляння високолегованих сталей із спеціальними властивостями

Тема 2.2. Позапічне оброблення високолегованих сталей

Тема 2.3. Особливості технологічних процесів виготовлення виливків із спеціальних сталей

Перелік лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 1 Визначення хімічного складу, режимів термічного оброблення, механічних властивостей високолегованих сталей і галузей їх використання на підставі аналізу нормативних документів

Лабораторна робота № 2 Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка із високолегованої сталі

Лабораторна робота № 3 Розрахунок шихти для виплавляння високолегованої сталі в електричних печах

Лабораторна робота № 4 Дослідження впливу титану на ливарні властивості хромистих сталей

Лабораторна робота № 5 Дослідження впливу титану на механічні властивості хромистих сталей

Лабораторна робота № 6 Дослідження впливу титану на процеси структуротворення в хромистих сталях

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Стальное литье. Монография. / Г.Е. Федоров, М.М. Ямшинский, Е.А. Платонов, Р.В. Лютий. – К.: НТУУ «КПІ», ПАО «Випол», 2013. – 896 с.
2. Макаревич О.П., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Виробництво виливків із спеціальних сталей. – К.: Видавництво НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с.
3. Математичне моделювання і комп'ютерний аналіз процесів структуроутворення легованих сталей в ході фазових перетворень /В.В. Каверинський; Національна академія наук України, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича – Київ: КІМ, 2019. - 210 с.
4. Ливарні властивості металів і сплавів для прецизійного литва : підручник для вищих учбових закладів /В.О. Богуслаєв; під редакцією С.І. Реп'яха та В.Г. Могилатенка; [Міністерство освіти і науки України, Національна металургійна академія України]. - Запоріжжя: Мотор Січ, 2016. - 474 с.
5. Сплави на основі заліза :підручник для студентів вищих навчальних закладів : у 2 томах /В.І. Мазур, І.З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель; за загальною редакцією В.І. Мазура; науковий редактор С.О. Фірстов; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - Київ: Політехніка, 2015. – 272 с.
6. Позапічне рафінування чавуну і сталі: навчальний посібник /О.М. Смірнов, О.М. Зборщик. - Донецьк : Вид-во "Ноулідж", Донецьке відділення, 2012. - 179 с.: іл.
7. Леговані сталі: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів /О.В. Більченко, О.І. Дудка, В.Г. Хижняк, С.М. Чернега; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ: Кондор, 2009. - 96 с.

Допоміжна

1. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали. – К. – Донецк: Вища школа, 1983. – 184 с.
2. Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технологии их плавки в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984. – 432 с.
3. Казачков И.П. Легированные стали. – К.: Техніка, 1982. – 120 с.
4. Меськин В.С. Основы легирования стали. – М.: Металлургия, 1964, – 684 с.
5. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов. – К. – Донецк: Вища школа, 1986. – 280 с.
6. Metallurgy of Steel for Bladesmiths & Others who Heat Treat and Forge Steel John D. Verhoeven Emeritus Professor Iowa State University March 2005.
7. ДСТУ 8781-2018 (Виливки зі сталі. Загальні технічні умови).

Інформаційні ресурси

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт –
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67038>.

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

Додатково можна опрацьовувати літературу з інтернет джерел: <https://foundry.kpi.ua>, <http://bookash.pro>; <http://techlib.org/lite>, <https://ilib.fr>.

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

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни здійснюється з використанням елементів змішаного навчання, що поєднує традиційні та цифрові підходи до організації освітнього процесу. Для забезпечення ефективної взаємодії між викладачем і здобувачами освіти застосовуються електронна пошта, месенджери (Viber, WhatsApp) та забезпечено відкритий доступ до навчального курсу на платформі Google Classroom, де регулярно публікуються навчальні матеріали, інструкції до виконання завдань, презентації та додаткові інформаційні ресурси.. Такий підхід сприяє підвищенню доступності навчальної інформації, оперативному зворотному зв'язку та формуванню відповідальності здобувачів за власне навчання.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Розділ 1. Високолеговані сталі для виливків. Тема 1.1. Легування ливарних сталей.
2	Лекція 1. Загальна характеристика і класифікація легованих ливарних сталей. Основні питання: Переваги легованих сталей перед іншими матеріалами. Історія виникнення легованих сталей, світ сталей із спеціальними властивостями. Класифікація легованих сталей, умовне позначення виливків та їх розподіл за призначенням. Вимоги до виливків із спеціальними властивостями. Література: 1, 2. Завдання на СРС: Вивчити класифікацію легованих сталей за хімічним складом, структурою та спеціальними властивостями.
3	Лекція 2. Структурні складові та структурні класи легованих сталей. Основні питання: Структурні складові легованих сталей. Леговані ферит та аустеніт. Карбіди. Інтерметалідні сполуки. Домішки в сталях. Структурні класи легованих сталей. Ледебуритні сталі. Феритні сталі. Аустенітні сталі. Різновиди класифікації легованих сталей. Література: 1, 2, 4. Завдання на СРС: Вивчити структурні складові легованих сталей.
4	Лекція 3. Основи легування ливарних сталей. Основні питання: Залізо – основний компонент ливарних сталей. Класифікація легувальних елементів. Техніко-економічне обґрунтування вибору легувальних елементів. Принципи розроблення легованих ливарних сталей. Загальна мета легування сплавів на основі заліза. Способи підвищення властивостей сталей: тверді розчини, дисперсійні фази, модифікування, мікролегування. Література: 1, 2. Завдання на СРС: Вивчити характеристику заліза.
5	Лекція 4. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості ливарних сталей. Основні питання: Діаграма стану залізо-вуглець. Загальна характеристика легувальних елементів. Вплив легувальних елементів на критичні точки діаграми стану залізо-вуглець. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості сталей: вуглець, хром, нікель, марганець, кремній, алюміній, титан, ванадій, ніобій, мідь, вольфрам, молібден, бор, РЗМ, азот, сірка, фосфор. Література: 1, 2, 3, 4. Завдання на СРС: Вивчити діаграму стану залізо-вуглець.
6	Тема 1.2. Високолеговані ливарні сталі із спеціальними властивостями
7	Лекція 5. Спеціальні властивості сталей і сталевих виливків. Основні питання: Фізичні властивості сталевих виливків: поверхневі та об'ємні. Твердість і зносостійкість. Електричні та магнетні властивості. Хімічні властивості сталевих виливків: корозійна стійкість, електрохімічна і хімічна корозії.

	Ерозія і кавітація. Жароміцність і жаростійкість. Холодостійкість сталей. Вплив різних факторів на спеціальні властивості сталей і сталевих виливків. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити зв'язок зносостійкості з твердістю сталей.
8	Лекція 6. Жаростійкі сталі і сплави. Хромисті сталі для виливків. Основні питання: Загальна характеристика жаростійких сплавів і сталей. Хромисті сталі: корозійна стійкість у різних газових середовищах та інших умовах експлуатації. Класифікація хромистих сталей залежно від вмісту хрому та вуглецю і галузі їх використання. Структурні класи хромистих сталей: феритні, ферито-карбідні та ледебуритні хромисті сталі. Вплив хімічних елементів на властивості хромистих сталей. Технології плавлення та розливання сталей. Особливості виготовлення виливків із хромистих сталей. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити особливості виготовлення виливків із хромистих сталей з високим вмістом хрому. Календарний контроль 1
9	Лекція 7. Хромоалюмінієві сталі для виливків. Жаростійкі сплави. Основні питання: Теорії жаростійкого легування заліза. Хімічний склад жаростійкого сплаву. Фактори, що впливають на тривалість експлуатації жаростійких деталей. Хромоалюмінієві сталі як матеріал для роботи при високих температурах і в агресивних середовищах. Вимоги до сталей, головні експлуатаційні властивості: окислостійкість, термостійкість та ростостійкість. Визначення оптимального співвідношення хрому та алюмінію залежно від умов експлуатації. Середньовуглецеві хромоалюмінієві сталі та га-лузі їх використання. Особливості виплавлення хромоалюмінієвих сталей. Шихтові матеріали. Ливарні та експлуатаційні характеристики хромоалюмінієвих сталей. Жаростійкі сплави на нікелевій і кобальтовій основах. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити особливості виготовлення виливків із хромоалюмінієвої сталі.
10	Лекція 8. Жароміцні і корозійностійкі сталі. Хромонікелеві сталі для виливків. Основні питання: Загальна характеристика жароміцних сталей. Хромонікелеві жароміцні сталі. Місце хромонікелевих сталей у виробництві виливків спеціального призначення. Класифікація нікелевих та хромонікелевих сталей. Вплив легувальних елементів на властивості жароміцних сплавів. Особливості плавлення хромонікелевих сталей та виготовлення із них виливків. Термічне оброблення литих деталей. Галузі використання хромонікелевих сталей. Висококремністі сталі: класифікація, особливості виплавлення. Технологія форми та розливання. Особливості фінішних операцій. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити особливості плавлення та технологічні заходи щодо покращання структури хромонікелевої сталі.
11	Лекція 9. Високомарганцеві сталі для виливків. Основні питання: Загальна характеристика та класифікація високомарганцевих сталей. Місце високомарганцевих сталей у виробництві виливків спеціального призначення. Теоретичні основи легування та хімічний склад високомарганцевих сталей. Структури сталей і визначення співвідношення вуглецю та марганцю в сталі. Характеристика і властивості сталі 110Г13Л – як представника зносостійких сталей. Особливості виплавлення та розливання високомарганцевих сталей. Модифікування високомарганцевих сталей. Методи боротьби з фосфором під час виробництва виливків із високомарганцевих сталей. Особливості термічного оброблення виливків із високомарганцевих сталей.

	Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити методи виплавляння високомарганцевих сталей.
12	Лекція 10. Інструментальні та штампові ливарні сталі для виготовлення литого інструменту. Основні питання: Класифікація інструментальних сталей, їх властивості і галузі використання сталей. Хімічний склад і структура. Швидкорізальні сталі.. Штампові сталі, їх властивості, призначення, особливості виготовлення заготовок штампів, прес-форм тощо. Особливості виготовлення литого інструменту. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити технологію виготовлення литого інструменту та інших заготовок литтям.
13	Лекція 11. Холодостійкі сталі для виливків. Основні питання: Вибір ливарних холодостійких сталей. Перехід металу із в'язкого у крихкий стан – графік Давиденкова-Юффе. Вплив різних факторів на холодостійкість сталей. Покращання властивостей холодостійких сталей. Вплив металургійних факторів на холодостійкість сталей. Модифікування сталей. Особливості плавлення холодостійких сталей та виготовлення із них виливків. Аналіз ГОСТ 21357-87. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити особливості виплавляння холодостійких сталей відповідно до вимог ГОСТ 21357-87.
14	Лекція 12. Шихтові матеріали для виплавлення високолегованих сталей із спеціальними властивостями. Основні питання: Шихтові матеріали для виплавлення сталей зі спеціальними властивостями. Характеристика феросплавів. Угар елементів під час виплавляння сталей. Особливості технологічного процесу виплавляння високолегованих сталей у різних плавильних агрегатах. Методи зниження витрат дефіцитних легувальних матеріалів та феросплавів. Література: 1, 2, 6, 7. Завдання на СРС: Вивчити методи зниження витрат дефіцитних легувальних матеріалів та феросплавів.
15	Розділ 2. Виробництво виливків із високолегованих сталей Тема 2.1. Особливості виплавляння високолегованих сталей із спеціальними властивостями
16	Лекція 13. Фізико-хімічні основи виплавляння високолегованих сталей із спеціальними властивостями. Основні питання: Характеристика процесу плавлення сталі. Розплавлення легкоплавких феросплавів у рідкій сталі. Розчинення тугоплавких феросплавів у розплаві. Вплив пічного шлаку на легування сталі. Очищення розплаву від продуктів окиснення, розкислення, дефосфорації та десульфурації. Макролегування, мікролегування та модифікування сталей. Особливості та послідовність введення феросплавів у рідку сталь. Вплив легувальних елементів на розчинність у сталі газів, сірки, фосфору. Механізм і кінетика процесів плавлення феросплавів. Тепловий ефект легування сталі. Література: 1, 2, 6, 7. Завдання на СРС: Засвоїти послідовність введення легувальних елементів під час плавлення високолегованих сталей залежно від їх спорідненості до кисню.
17	Тема 2.2. Позапічне оброблення високолегованих сталей
18	Лекція 14. Позапічне оброблення високолегованих сталей. Спеціальна електрометалургія у виробництві виливків із легованих сталей. Основні питання: Позапічне оброблення сталей та його результати. Оброблення сталей білими та синтетичними шлаками, твердими сумішами порошків, нейтральними газами. Інжекційна металургія. Позапічне вакуумування сталі, вакуумування сталі у відкритому ковші. Вакуумна металургія складнолегованих сталей.

	Вакуумування сталі у відкритому ковші. Вакуумне знеуглецювання сталей. Позапічне науглецювання сталі. Спеціальна електрометалургія у виробництві виливків із спеціальних сталей. Література: 2, 6, 7. Завдання на СРС: Вивчити вакуумну металургію складнолегованих сталей, плавку сталей методами спеціальної електрометалургії. Календарний контроль 2
19	Тема 2.3. Особливості технологічних процесів виготовлення виливків із спеціальних сталей
20	Лекція 15. Особливості розливання високолегованих сталей. Основні операції технологічного процесу виробництва сталевих виливків. Перспективи розвитку технологій виготовлення литва із спеціальних сталей Суспензійне розливання сталей. Основні питання: Температурний режим процесів випускання та розливання різних марок високолегованих сталей. Види суспензійного розливання, вимоги до інокуляторів, технології суспензійного розливання легованої сталі. Технологічний процес виробництва виливків із високолегованих сталей. Особливості ливарної форми. Формувальні та стрижневі суміші, протипригарні покриття. Основні правила технології ливарної форми. Особливості заливання форм. Особливості охолодження виливків та фінішні операції. Термічне оброблення виливків, виготовлених з різних марок високолегованих сталей. Перспективи розвитку технологій виготовлення литва із спеціальних сталей. Література: 1-7. Завдання на СРС: Вивчити технології суспензійного розливання високолегованих сталей
21	Іспит

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів здійснюється протягом всього семестру в рамках годин відповідно до робочого навчального плану підготовки.

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.

Таблиця 1. – Розподіл годин між аудиторною і самостійною роботою

Назви змістовних модулів	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Високолеговані сталі для виливків.	48	24	6	18
Календарний контроль 1	2	1	—	1
Розділ 2. Виробництво виливків із високолегованих сталей	40	6	10	24
Календарний контроль 2	2	1	—	1
Іспит	30	—	—	30
ВСЬОГО	120	30	16	74

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є вільним, відвідування всіх видів занять фіксується, але не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал, який необхідний для виконання лабораторних та практичних занять.
- 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 10 б.) 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 плагиату (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)

Рейтинг успішності здобувачів складається із двох частин семестрового рейтингу, R_C , та іспиту, коли $0,4 \leq RD < 0,6R_C$.

Поточний контроль здобувачів відбувається на 6 та 12 тижні навчання.

На перший поточний контроль за виконання всіх вимог – не менше 15 балів

На другий поточний контроль за виконання всіх вимог – не менше 45 балів

Семестровий рейтинг успішності студента, R_C , формується як сума балів, нарахована студенту за роботу протягом семестру: за написання модульних контрольних робіт, за виконання 6-ти лабораторних робіт.

Для одержання заохочувальних балів для покращання семестрового рейтингу передбачено виконання самостійної творчої роботи: написання додаткових рефератів, складання програм для розраховувань на ПЕОМ, участь в конкурсах, доповіді на конференціях, огляди наукових праць, виготовлення технічних засобів навчання, сертифікати з отримання неформальної освіти тощо.

Отже семестровий рейтинг з дисципліни R_C , розраховують за формулою:

$$R_C = \sum_{i=1}^2 MKP + \sum_{i=1}^7 LP + TP^* - 1,2 \cdot k,$$

де MKP – сума балів за виконання модульної контрольної роботи;

LP – сума балів за виконання лабораторних робіт;

TP^* – бали, зараховані за виконання творчої роботи (за бажанням студента);

k – кількість лабораторних робіт, які захищені несвоєчасно; ваговий коефіцієнт дорівнює 1,2.

Модульні контрольні роботи

Модульна контрольна робота складається із 2-х тестів, теоретичного характеру які проводяться під час поточного контролю в системі Classtime.

1 тест складається із 20 питань (15 балів)

2 тест складається із 25 питань (15 балів)

Час написання тесту складає 45 хв.

Отже максимальна оцінка МКР складає 15 балів. Максимальний бал за дві МКР складає 30,0 балів.

Лабораторні роботи. Студент самостійно (в рамках СРС) готується до виконання лабораторних робіт. Оцінка складається з двох етапів: перший – оцінюється підготовка до виконання лабораторної роботи:

- бездоганно написаний протокол із усіма необхідними рисунками, таблицями, формулами для розраховувань та задовільна підготовка до виконання лабораторної роботи – 1 бал;
- незначні невідповідності (відсутній рисунок, таблиця тощо) або незадовільне знання виконання роботи – 0,5 бала;
- задовільний протокол але студент не готовий до виконання лабораторної роботи – 0 балів;
- відсутній протокол – студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Другий етап – захист лабораторної роботи:

- бездоганна відповідь з поясненнями – 2 балів;
- незначні неточності у відповіді, відсутність пояснень тощо – 1,5 бали;
- загальна схема відповіді наведена, але відсутні будь-які пояснення – 1 бал;
- відповіді відсутні або цілком помилкові – 0 балів.

У разі захисту лабораторної роботи несвоєчасно від наведеної суми балів віднімається 0,5 бала за кожну неділю несвоєчасного захисту.

Отже максимальна оцінка однієї лабораторної роботи складає 3 бали.

Творча робота. Залежно від складності і якості виконання одного творчого завдання нараховують до 5 балів. Допускається виконання двох додаткових робіт.

Розрахунок шкали (R) рейтингу: Сума вагових балів контрольних заходів для студента, який зразково виконав їх (МКР та ЛР) і який не має пропусків занять без поважних причин максимально складає:

$$R_c = 2 \cdot 15,0 + 7 \cdot 3 = 50 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала, R_c , з дисципліни складає 50 балів.

Необхідною умовою одержання оцінки є виконання та зарахування модульних контрольних і лабораторних робіт, оформлених розрахунків з практичних робіт а також стартовий (r_c) рейтинг студента має бути не менше 60% від максимального рейтингу R_c , тобто 30 балів.

За умови, коли $R_d < 0,4 R_c$, тобто $R_d < 30$ балів, студента не допускають до іспиту. Для складання іспиту студент повинен через виконання додаткових завдань набрати рейтинг більше 30 балів.

Іспит складається із 60-ти тестових завдань теоретичного характеру. Максимальна кількість балів – 50. Час написання 90 хв.

Залежно від фактично набраного рейтингу успішність студента встановлюють (ECTS та традиційну) відповідно до таблиці (без урахування результатів творчої роботи)

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_c + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

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

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 дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на підсумковий контроль:

- Переваги сталі перед іншими матеріалами.
- Оригінальні сталі та галузі їх використання.
- Класифікація легованих сталей.
- Загальна та економічна мета легування сталі.
- Механізм легування сплавів на основі заліза.
- Шляхи підвищення властивостей сталі.
- Структурні складові легованих сталей та їх характеристика.
- Вплив легувальних елементів на співвідношення фаз у сталі.
- Комплексне легування сталей.
- Вплив марганцю на властивості сталі.
- Вплив нікелю на властивості сталі.
- Вплив хрому на властивості сталі.
- Вплив кремнію та алюмінію на властивості сталі.
- Вплив титану, ванадію та бору на властивості сталі.
- Вплив міді, вольфраму та молібдену на властивості сталі.
- Фізичні властивості сталей.
- Електричні та магнітні властивості сталі.
- Хімічні властивості сталі, ерозія та кавітація.
- Зносостійкість сталі та її зв'язок з твердістю.
- Жароміцність та жаростійкість сталей.
- Хромисті сталі для виливків: класифікація, хімічний склад, галузі використання.
- Особливості виготовлення виливків із хромистих сталей.
- Феритно-карбідні та ледебуритні хромисті сталі.
- Хромонікелеві сталі для виливків: класифікація сталей та галузі використання.
- Особливості плавлення хромонікелевих сталей та виготовлення із них виливків.
- Хромоалюмінієві сталі для виливків: вимоги до сталей, хімічний склад, галузі використання.
- Головні експлуатаційні характеристики хромоалюмінієвих сталей.
- Середньовуглецеві хромоалюмінієві сталі: переваги та недоліки.
- Особливості плавлення хромоалюмінієвих сталей у дугових та індукційних електропечах.
- Ливарні та експлуатаційні характеристики хромоалюмінієвих сталей.
- Високомарганцеві зносостійкі сталі: хімічний склад, властивості та галузі використання.
- Особливості плавлення високомарганцевих сталей. Шихтові матеріали для сталі.
- Боротьба з фосфором при виробництві виливків із високомарганцевих сталей.
- Високкремністі сталі: хімічний склад, властивості, особливості виготовлення виливків, галузі використання.
- Холодостійкі сталі, хімічний склад, властивості, галузі використання.
- Перехід металу із в'язкого стану у крихкий – графік Давиденкова-Іоффе.
- Вплив різних факторів на холодостійкість сталей.
- Особливості плавлення холодостійких сталей та виготовлення із них виливків.
- Інструментальні сталі: класифікація сталей за теплостійкістю та призначенням.
- Загальна характеристика інструментальних сталей, хімічний склад та структура. Особливості виготовлення виробів із інструментальних сталей.
- Шихтові матеріали для виплавлення сталей зі спеціальними властивостями.
- Особливості плавлення високолегованих сталей у різних плавильних агрегатах.
- Вимоги до ливарних форм та стержнів при виготовленні виливків із легованих сталей.
- Використання надливів та холодильників при виробництві виливків із легованих сталей.
- Методи зниження витрат легувальних елементів та феросплавів під час виробництві виливків із легованих сталей.
- Особливості та послідовність введення феросплавів у рідку сталь.
- Вплив легувальних елементів на розчинність у сталі газів, сірки, фосфору.

- Механізм і кінетика процесів плавлення і розчинення феросплавів у рідкій сталі.
- Роль пічного шлаку під час легування сталі.
- Методи очищення сталі від продуктів окиснення.
- Макролегування, мікролегування та модифікування сталей.
- Особливості процесу розкислення легованих сталей.
- Особливості процесів позапічного легування сталі.
- Окиснювальні процеси та взаємодія елементів сталі з азотом у ковші.
- Спеціальна електromеталургія у виробництві виливків зі спеціальними властивостями.
- Позапічне оброблення високолегованих сталей та його результати.
- Оброблення легованих сталей білими та синтетичними шлаками.
- Позапічне науглецювання сталі.
- Позапічне вакуумування легованих сталей.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено зав.кафедри, д.т.н., професор Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

Ухвалено кафедрою ЛВ (протокол № 12 від 11.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 11/25 від 26.06.2025 р.)