

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра **«Машини і технологія ливарного виробництва»**

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППН 13 Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 136 Металургія

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Інженерно-фізичний факультет

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

2020\_ рік

Робоча програма Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків для студентів  
(назва навчальної дисципліни)  
 спеціальності 136 Металургія  
 освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів.  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

« 18 » серпня , 2020 року- 13 с.


Розробники: Луцьов Валентин Васильович, д.т.н., професор, професор кафедри "М і ТЛВ".

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри  
Машини і технологія ливарного виробництва

Протокол від « 18 » серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри Машини і технологія ливарного виробництва  
(найменування кафедри)

« 18 » серпня 2020 року  ( Іванов В.Г. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією Інженерно-фізичного факультету  
(найменування факультету)

Протокол від « 08 » вересня 2020 року № 1

« 08 » 2020 року 'Голова  ( Климов О.В. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ 2020 рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування)	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>136 Металургія</u> (код і найменування) <u>Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 7		4-й	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>РГЗ</u> (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 120		7-й	7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1,5 самостійної роботи студента – 2,7	Освітній ступінь: бакалавр	<b>Лекції</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		0 год.	0 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		14 год.	2 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		78 год.	112 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> 0 год.			
Вид контролю: іспит письмовий			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,58%

для заочної форми навчання – 0,09%

## 1. Мета навчальної дисципліни

Мета - надання студентам теоретичних знань основ з теорії плавки і виробництва виливків зі сталі.

Завдання - формування у студентів широкого кругозору знань про фізико-хімічні властивості сталевих сплавів, сучасне уявлення про взаємодію металевих розплавів з газами, футерівкою печей та флюсами, захист від взаємодії з навколишнім середовищем, рафінування від неметалевих і газових домішок і неметалевих вкраплень, модифікування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

### **інтегральну компетентність:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

### **загальні компетентності:**

- K02. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- K03. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями ;
- K04. Здатність працювати в команді;
- K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- K06. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- K07. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- K08. Здатність до адаптації та дій у новій ситуації;
- K13. Здатність приймати обгрунтовані рішення;
- K14. Здатність планувати та управляти своїм часом.

### **фахові компетентності:**

- K16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії;
- K17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації;
- K18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії;
- K24. Здатність визначати та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків;
- K25. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації;
- K26. Здатність працювати з технічною невизначеністю;
- K33. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства;
- K36. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів;

К38. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах;

К39. Здатність використовувати залежності між будовою, структурою і властивостями металів і сплавів, їх термічною обробкою для отримання якісних виливків відповідно до умов їхньої експлуатації;

К42. Здатність змінювати фізико-хімічні, механічні властивості та структуру чавунів, сталей, кольорових металів і сплавів, мати уявлення про взаємодію цих металевих розплавів з футеровкою печей, флюсами і навколишнім середовищем, вміти рафінувати від неметалевих і газових включень та модифікувати;

К43. Здатність аргументувати вибір металургійних та інших печей, ливарного устаткування на основі аналізу експлуатації та поєднати з необхідним технологічним процесом виробництва виливків, володіти інженерними методами розрахунку і проектування конструкційних вузлів обладнання;

К48. Навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

#### **очікувані програмні результати навчання:**

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР03. Передові знання принаймі за однією зі спеціалізацій в металургії.

ПР04. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів.

ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультуватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.

ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.

ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

ПР33. Розуміння впливу на хімічні, фізико-механічні властивості та макро- і мікроструктуру виливків із чавунів, сталей та кольорових металів і сплавів.

ПР34. Уявлення про взаємодію рідкого металу з футеровкою печі, шлаком, флюсом, навколишнім середовищем і ливарною формою.

ПР35. Вміння застосовувати методи рафінування від неметалевих і газових включень, обирати модифікатори і визначати способи їх введення у рідкий метал.

ПР36. Навички прийняття рішень при виборі металургійних та інших печей, ливарного, допоміжного устаткування для організації виробництва, та їх поєднанні з необхідним технологічним процесом виробництва виливків.

ПР40. Вміння організувати метрологічне забезпечення технологічних процесів з використанням типових і сучасних методів контролю параметрів.

ПР41. Вміння проводити обробку та аналіз результатів експериментів із застосуванням стандартних засобів, пакетів програм і методик.

ПР42. Вміння оцінювати якість ливарної продукції та використовувати сучасні прилади для руйнівних і неруйнівних методів контролю.

ПР45. Готовність до подальшого використання сучасних знань металургії та ливарного виробництва у промислових умовах з високим рівнем автономності.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1

**Змістовий модуль 1. Загальні відомості про сталеві сплави і фізичні властивості рідких сплавів.**

**Тема 1.** Вступ до дисципліни. Характеристики сталевих литва.

Історія розвитку сталеплавильного виробництва. Характеристика сталевих литва. Ливарні властивості. Класифікація сталей по хімічному складу, структурі, способу стоплення згідно стандартів. Склад та механічні властивості сталевих виливків. Термообробка виливків.

**Тема 2.** Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків.

Фізико-хімічні основи виробництва виливків в кислих та лужних печах.

Окислення Si, Mn, C у сталеплавильних печах з різною футеровкою.

Дефосфорація, десульфуррація. Розкислення. Модифікування. Нові розкислювачі-модифікатори.

**Тема 3.** Неметалеві вкраплення у сталі .

Неметалеві вкраплення у сталевому литві. Класифікація вкраплень. Оксидні, сірчані та азотні вкраплення. Вплив вкраплень на фізико-хімічні властивості сталевому литва.

## Модуль 2

### Змістовий модуль 2.

**Тема 4.** Стоплення сталі для виливків.

Технологія стоплення. Шихтові матеріали. Стоплення сталі в кислих та лужних печах. Виробництво холодостійких виливків. Проблеми та їх вирішення. Виробництво високо марганцевої сталі. Виробництво високолегованих (нержавіючих) сталей.

**Тема 5.** Розливка сталі.

Розливка сталі, нюанси технології розливки в залежності від складу і ваги литва. Конструкції розливочних печей. Техніко-економічні показники плавки сталі у кислих та лужних печах.

**Тема 6.** Нові процеси плавки сталі .

Нові процеси плавки сталі для виливків. Позапічна обробка сталі. Різноманітні схеми обробки. Інжекційна металургія.

**Тема 7.** Спеціальна металургія сталевому литва .

Електронно-променева плавка. Електровакуумна плавка. Електрошлакове литво. Електрошлакове кокільне литво.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Загальні відомості про сталеві сплави і фізичні властивості рідких сплавів</b>												
<b>Тема 1. Вступ до дисципліни. Характеристики</b>	15	4	-	-	-	11	15	0,5	-	-	-	14,5

сталевого литва.												
<b>Тема 2.</b> Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків .	20	5	-	2		13	20	1	-	-	-	19
<b>Тема 3.</b> Неметалеві вкраплення у сталі .	15	3	-	2	-	10	15	0,5	-	-	-	14,5
Разом за змістовим модулем 1	50	12	-	4	-	34	50	2	-	-	-	48
<b>Модуль 2.</b>												
<b>Змістовий модуль 2. Взаємодія рідких металів з газами, основи технології плавки</b>												
<b>Тема 4.</b> Стоплення сталі для виливків.	20	4	-	2	-	14	20	1	-	2	-	17
<b>Тема 5.</b> Розливка сталі.	15	4	-	2	-	9	15	1	-	-	-	14
<b>Тема 6 .</b> Нові процеси плавки сталі .	15	4	-	2	-	9	15	1	-	-	-	14
<b>Тема 7.</b> Спеціальна металургія сталевого литва.	20	4	-	4	-	12	20	1	-		-	19
Разом за змістовим модулем 2	70	16	-	10	-	44	70	4	-	2	-	64
<b>Усього годин</b>	120	28	-	14	-	78	120	6	-	2	-	112

**5. Теми семінарських занять (немає)**

**6. Теми практичних занять (немає)**



### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термічна обробка сталевих виливків.	2
2	Структура сталі після термообробки.	2
3	Неметалеві вкраплення у сталі, методи контролю.	2
4	Високомарганцева сталь, термообробка, структура.	2
5	Виплавка сталі у індукційній печі.	2
6	Виплавка сталі у вакуумній індукційній печі.	4
	Разом	14

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	1 Тріщиностійкість сталі. Ливарні властивості. Методи їх визначення.	8/13
2	2 Термообробка сталевих литва – резерви підвищення якості.	8/13
3	3 Десульфуріяція, дефосфорація, модифікування.	8/13
4	4 Неметалеві вкраплення та властивості сталі.	8/13
5	5 Нове в підвищенні якості високо марганцевої сталі.	8/10
6	6 Нові технології та способи введення модифікаторів.	8/10
7	7 Перспективи застосування РЗМ і ЛЗМ при виробництві сталевих виливків.	6/10
8	8 Конструкції ковшів для без стопорної розливки сталі.	6/10
9	9 Позапічна обробка сталі	9/10
10	10 Електрошлакове литво	9/10
	Разом	78/112

### 9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічного завдання полягає у визначенні за маркою сплаву елементів його хімічного складу; самостійно вибрати тип плавильного агрегату; визначити вигар кожного з елементів сплаву; провести розрахунок шихти; розробити технологію плавки для свого сплаву; замалювати блок-схему

технології плавки і зробити висновки.

## 10. Методи навчання

При вивченні дисципліни «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» використовуються традиційні методики навчання:

- набуття знань під час аудиторних лекційних занять та самостійної роботи студента;
- формування умінь і навичок під час виконання завдань лабораторного циклу аудиторних занять;
- використання знань під час практичного виконання самостійної роботи;
- творча діяльність в процесі виконання індивідуальних розрахунково - графічних завдань;
- закріплення знань під час підготовки до контрольних заходів на поточному, рубіжному та підсумковому контролях;
- перевірка знань, умінь і навичок в процесі поточного контролю та на іспиті.

## 11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Студент повинен навчитися розрахувати з використанням персональних комп'ютерів шихту для плавки сталі, провести плавку і розливку металу по формам. Вміти забезпечити високу якість виливків за рахунок раціонального вмісту, модифікування, а також застосування необхідних методів позапічної обробки. Знати діючі стандарти, вміти їх застосовувати у конкретних умовах виробництва. Знати і застосовувати сучасні методи аналізу і контролю для оцінки якості сталевих виливків. Створити план і організувати наукові дослідження по вдосконаленню виробництва виливків зі сталі.

## 12. Засоби оцінювання

Під час вивчення дисципліни “Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків” застосовуються рубіжний (поточний) контроль (РК) і підсумковий контроль (ПК) знань студентів.

Під час РК кожен студент виконує всі тестові завдання, які входять до складу кваліфікаційних завдань модулю. Виконання тестових завдань студентом здійснюється у письмовій формі.

Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою (40 балів – за відповіді на тестові кваліфікаційні завдання двох змістовних модулів; 60 балів – за дотримання графіку учбового процесу, за вчасний захист і якісне оформлення лабораторних робіт).

Студент може звернутися до викладача за роз'ясненням змісту завдання. Під час виконання завдань студент може користуватися лише тими допоміжними матеріалами або засобами, які дозволені кафедрою. Під час контрольного заходу студенту забороняється у будь-якій формі обмінюватися інформацією з іншими студентами або використовувати матеріали чи засоби, крім дозволених. Викладач

зобов'язаний контролювати самостійність виконання студентом свого завдання та дотримання встановленого порядку проведення контрольного заходу.

При виявленні порушення студентом встановленого порядку проведення РК викладач, оцінює його контрольне завдання “нулем балів”.

Допуск до повторного складання РК забороняється за винятком випадків, коли студенти були відсутні на РК з поважних причин.

Результати РК доводяться до відома студентів на протязі тижня після його проведення.

Студент, який не погоджується з отриманою оцінкою з письмового контрольного завдання, має право звернутися з письмовою апеляцією до завідувача кафедри.

Якщо студент не звернувся з апеляцією протягом тижня, то оцінка, яка виставлена при перевірці контрольного завдання, є остаточною.

При успішному відпрацюванні навчального матеріалу модуля студенту присвоюється відповідна кількість кредитів, яка дорівнює обсягу навчального навантаження модуля. Кожному студенту присвоюється однакова кількість кредитів незалежно від якості відпрацювання навчального матеріалу (оцінки).

Загальна оцінка з дисципліни визначається викладачем як середня за результатами двох РК.

## 12. Критерії оцінювання

*Приклад для екзамену*

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
20	15	15	15	15	10	10	100

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### 14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічного завдання з дисциплін “Ливарні сплави і плавка” і “Основи теорії плавки та виробництва виливків” для студентів за напрямом підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” і 6.050402 “Ливарне виробництво” денної форми навчання / Укладачі: В.М. Сажнев, Є.М. Парахневич. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 22 с.

#### 15. Рекомендована література

##### Базова

1. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали [Текст] / Ю.А. Шульте.- Киев-Донецк.: Вища школа. 1983. – 184 с.
- 2 . Москальов І.Н. Ливарні сплави та їх плавка. [Текст] / І.Н. Москальов .- Київ,НМКВО, 1993. – 354 с.
3. Василевский Т.Ф. Технология стального литья. [Текст] / Т.Ф. Василевский .-М.: Машиностроение, 1974. – 405 с.
4. Теоретические основы литейной технологии [Текст] / (под редакцией Ващенко К.И.).- Киев, : Выща школа, 1981. – 320 с.
- 5 . Затуловский С.С. Суспензионная разливка. [Текст] / С.С. Затуловский.- Киев,: Наукова думка, 1981. – 200 с.

##### Допоміжна

- 6 . Патон Б.Е., Электрошлаковое литье. [Текст] / Б.Е. Патон , Б.М. Медовар, Г.А. Бойко.- Киев : Наукова думка, 1980. – 187 с.
7. Луньов В.В., Москальов І.Н. Практикум з ливарних сплавів та їх плавка. [Текст] / В.В.Луньов, І.Н.Москальов .-Київ, :Вища школа ,1993. – 227 с.
- 8 . Лунев В.В. «Неметаллические включения в стали» [Текст] / В.В. Лунев, В.П.Пирожкова, С.Г. Грищенко.- Запоріжжя :Дніпровський металург, 2007. – 380 с.

#### 16. Інформаційні ресурси

- 1.<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>
- 2.<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>
- 3.<http://library.zp.edu.ua/>
- 4.<https://lityo.com.ua/>
- 5.<https://scholar.google.com/>
- <https://www.scopus.com/>
- <https://www.clarivate.ru/>

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПЕРШИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПЛАВКИ ТА ВИРОБНИЦТВО СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ»

- 1 Характеристика сталевих литва.
- 2 Групи складності виливків згідно потреб експлуатації.
- 3 Класифікація сталей по хімічному складу, структурі, призначенню та способу стоплення.
- 4 Склад та механічні властивості відливків із нелегованих та легованих конструкційних сталей.
- 5 Види дефектів сталевих литва: газові раковини, ситовидна пористість, усадкові дефекти, тріщиностійкість.
- 6 Методи відбору проб для виготовлення зразків для механічних випробувань.
- 7 Термообробка сталевих литва. Термічне обладнання.
- 8 Фізико-хімічні основи плавки сталі у печах з кислотою та лужною футеровкою.
- 9 Окислення Si, Mn, C.
- 10 Дефосфорація сталі: умови дефосфорації.
- 11 Десульфуріація сталі: умови десульфуріації.
- 12 Розкислення сталі. Традиційні розкислювачі.
- 13 Модифікування сталі. Модифікатори I та II роду.
- 14 Нові розкислювачі-модифікатори сталевих литва.
- 15 Холодостійкість сталевих литва. Явище холодноламкості: зв'язок з видом кристалової ґратки.
- 16 Вплив сірки і фосфору на механічні властивості та холодостійкість сталевих литва.
- 17 Методи визначення критичної температури холодноламкості.
- 18 Шляхи підвищення холодостійкості.
- 19 Неметалеві вкраплення. Класифікація вкраплень, види вкраплень – сірчані, оксидні, нітридні.
- 20 Вплив вкраплень на фізико-механічні властивості литої сталі.
- 21 Технологія стоплення сталі у електродугових печах.
- 22 Шихтові матеріали.
- 23 Феросплави.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ДРУГИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПЛАВКИ ТА ВИРОБНИЦТВО СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ»

- 1 Стоплення сталі для виливків в печах з кислою футеровкою.
- 2 Стоплення сталі для виливків в печах з лужною футеровкою.
- 3 Плавка з окисленням.
- 4 Плавка переплавом і сплавленням.
- 5 Кінцеве розкислення-модифікування сталі.
- 6 Перспективи використання лужноземельних елементів при виробництві сталевих виливків.
- 7 Перспективи використання рідкоземельних елементів при виробництві сталевих виливків
- 8 Стоплення сталі для холодостійких виливків. Проблеми та їх вирішення.
- 9 Високомарганцева сталь 110Г13Л. Особливості властивостей та структури.
- 10 Технології плавки сталі 110Г13Л. Термообробка сталі.
- 11 Вплив фосфору на властивості сталі 110Г13Л.
- 12 Шляхи підвищення якості виливків із сталі 110Г13Л. Модифікування Ті.
- 13 Виробництво високолегованих сталей (нержавіючих).
- 14 Роль хрому у легованих сталях.
- 15 Технологія плавки нержавіючої сталі у кислих печах.
- 16 Розливка сталі по формам. Температури випуску, температури розливки. Нюанси розливки сталі в залежності від складу та ваги виливків.
- 17 Нові процеси плавки сталі для виливків.
- 18 Плавка сталі у відкритих індукційних печах.
- 19 Вакуумна індукційна плавка: особливості плавки.
- 20 Позапічна обробка сталі. Схеми обробки. Інжекційна металургія.
- 21 Електрошлакове литво. Кокільне електрошлакове литво.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Кафедра** Машини і технологія ливарного виробництва  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППН 13 Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків  
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Ливарне виробництво чорних та кольорових металів та сплавів  
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 136 Металургія  
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 13 механічна інженерія  
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр  
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри

МіТЛВ

(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 18 серпня 2020 р.

2020 рік

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків Нормативна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський) рівень
<b>Викладач</b>	<u>Луцьов Валентин Васильович, д.т.н., професор</u> кафедри «Машини та технологія ливарного виробництва»
<b>Контактна інформація викладача</b>	76-982-93
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	Згідно розкладу (лекційні аудиторії та лабораторії кафедри, ливарні зали)
<b>Обсяг дисципліни</b>	120 годин; 4 кредиту ЄКТС; 28 годин лекційного курсу; 14 годин лабораторних робіт; 78 годин самостійної роботи; 2 рубіжні контролю; розрахунково-графічне завдання; екзамен
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<p>Дисципліна «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» належить до нормативної частини з циклу професійної підготовки;</p> <p>- при вивченні даної дисципліни використовуються знання, отримані з таких дисциплін (пререквізитів): «Фізична хімія», «Металознавство та термічне оброблення», «Теорія металургійних процесів», «Теоретичні основи ливарного виробництва», «Металургія ливарних сплавів та технологія», «Основи теорії плавки та виробництва чавунних виливків»</p> <p>- основні положення навчальної дисципліни мають застосовуватися при вивченні таких дисциплін (постреквізитів): «Устаткування ливарного виробництва», «Основи теорії плавки та виробництва кольорових виливків».</p>	
<p>- Характеристика навчальної дисципліни</p> <p>- Дисципліна «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» вивчається на четвертому курсі у сьомому семестрі.</p> <p>- Дисципліна «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» потрібна для розуміння теоретичних основ кристалізації сталі; класифікації сталей, їх складу та структури, фізико-механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей; отримання знань про плавильні агрегати і шихтові матеріали, що застосовуються для плавки сталей, основи теорії і технологію плавки сталей певних марок, особливості отримання сталей у різних плавильних агрегатах; види та режими термічної обробки сталевих виливків; дозволить оцінювати структуру сталей; підбирати марку сталі для</p>	



випливу у відповідності з необхідними вимогами; розраховувати шихту для сталей певного хімічного складу, визначати технологію плавки та позапічної обробки сталей з метою отримання високоякісних виливків.

- У результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде набувати **інтегральну компетентність:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**загальні компетентності:**

- K02. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- K03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- K04. Здатність працювати в команді.
- K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K06. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K07. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- K08. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- K13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- K14. Здатність планувати та управляти часом.

**фахові компетентності:**

- K16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії;
- K17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації;
- K18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії;
- K24. Здатність визначати та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків;
- K25. усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації;
- K26. Здатність працювати з технічною невизначеністю;
- K33. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.
- K36. здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів;

- К38. здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах;
- К39. здатність використовувати залежності між будовою, структурою і властивостями металів і сплавів, їх термічною обробкою для отримання якісних виливків відповідно до умов їхньої експлуатації;
- К42. здатність змінювати фізико-хімічні, механічні властивості та структуру чавунів, сталей, кольорових металів і сплавів, мати уявлення про взаємодію цих металевих розплавів з футеровкою печей, флюсами і навколишнім середовищем, вміти рафінувати від неметалевих і газових включень та модифікувати;
- К43. здатність аргументувати вибір металургійних та інших печей, ливарного устаткування на основі аналізу експлуатації та поєднати з необхідним технологічним процесом виробництва виливків, володіти інженерними методами розрахунку і проектування конструкційних вузлів обладнання;
- К48. навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

**очікувані програмні результати навчання :**

- ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.
- ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.
- ПР03. Передові знання принаймі за однією зі спеціалізацій в металургії.
- ПР04. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів
- ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.
- ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.
- ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.
- ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.
- ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та

загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.

- ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.

- ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства

- ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.

- ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

- ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

- ПР33. Розуміння впливу на хімічні, фізико-механічні властивості та макро- і мікроструктуру виливків із чавунів, сталей та кольорових металів і сплавів.

- ПР34. Уявлення про взаємодію рідкого металу з футеровкою печі, шлаком, флюсом, навколишнім середовищем і ливарною формою.

- ПР35. Вміння застосовувати методи рафінування від неметалевих і газових включень, обирати модифікатори і визначати способи їх введення у рідкий метал.

- ПР36. Навички прийняття рішень при виборі металургійних та інших печей, ливарного, допоміжного устаткування для організації виробництва, та їх поєднанні з необхідним технологічним процесом виробництва виливків.

- ПР40. Вміння організувати метрологічне забезпечення технологічних процесів з використанням типових і сучасних методів контролю параметрів.

- ПР41. Вміння проводити обробку та аналіз результатів експериментів із застосуванням стандартних засобів, пакетів програм і методик.

- ПР42. Вміння оцінювати якість ливарної продукції та використовувати сучасні прилади для руйнівних і неруйнівних методів контролю.

- ПР45. Готовність до подальшого використання сучасних знань металургії та ливарного виробництва у промислових умовах з високим рівнем автономності.

### 3. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» є надання студентам теоретичних знань з основ теорії кристалізації сталей, формування структури металевої основи та неметалевих вкраплень, про механізми формоутворення структури та вкраплень різної форми, про чинники впливу на структуру сталей, їх марки, властивості та технологію плавки з метою отримання високоякісних виливків із заданими характеристиками.

### 4. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи теорії плавки та виробництва сталевих виливків» є надбання студентами теоретичних знань з кристалізації сталей, механізмів утворення неметалевих включень різної форми, засвоєння класифікації сталей, їх марок та методів отримання; придбання практичних навичок з оцінювання структури металевої основи та неметалевих вкраплень, технологічних процесів отримання сталей різних марок із застосуванням сучасних плавильних агрегатів і методів позапічної обробки.

### 5. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна складається з двох змістових модулів.

#### **Змістовий модуль 1. Загальні відомості про сталеві сплави і фізичні властивості рідких сплавів.**

**Тема 1.** Вступ до дисципліни. Характеристики сталевих литва.

Історія розвитку сталеплавильного виробництва. Характеристика сталевих литва. Ливарні властивості. Класифікація сталей по хімічному складу, структурі, способу стоплення згідно стандартів. Склад та механічні властивості сталевих виливків. Термообробка виливків.

**Тема 2.** Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків.

Фізико-хімічні основи виробництва виливків в кислих та лужних печах.

Окислення Si, Mn, C у сталеплавильних печах з різною футеровкою.

Дефосфорація, десульфуррація. Розкислення. Модифікування. Нові розкислювачі-модифікатори.

**Тема 3.** Неметалеві вкраплення у сталі.

Неметалеві вкраплення у сталевому литві. Класифікація вкраплень. Оксидні, сірчані та азотні вкраплення. Вплив вкраплень на фізико-хімічні властивості сталевих литва.

#### **Модуль 2**

#### **Змістовий модуль 2.**

**Тема 4.** Стоплення сталі для виливків.

Технологія стоплення. Шихтові матеріали. Стоплення сталі в кислих та лужних

печах. Виробництво холодостійких виливків. Проблеми та їх вирішення. Виробництво високо марганцевої сталі. Виробництво високолегованих (нержавіючих) сталей.

#### **Тема 5.** Розливка сталі.

Розливка сталі, нюанси технології розливки в залежності від складу і ваги литва. Конструкції розливочних печей. Техніко-економічні показники плавки сталі у кислих та лужних печах.

#### **Тема 6.** Нові процеси плавки сталі .

Нові процеси плавки сталі для виливків. Позапічна обробка сталі. Різноманітні схеми обробки. Інжекційна металургія.

#### **Тема 7.** Спеціальна металургія сталевих литва .

Електронно-променева плавка. Електровакуумна плавка. Електрошлакове литво. Електрошлакове кокільне литво.

### **6. План вивчення навчальної дисципліни**

<b>№ тижня</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Форми організації навчання</b>	<b>Кількість годин</b>
1	<b>Тема 1.</b> Вступ до дисципліни. Характеристики сталевих литва.	Лекція Самостійна робота Всього	4/0,5 11/14,5 15/15
2	<b>Тема 2.</b> Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків .	Лекція Лабораторна робота Самостійна робота Всього	5/1 2/0 13/19 20/10
3	<b>Тема 3.</b> Неметалеві вкраплення у сталі .	Лекція Лабораторна робота Самостійна робота Всього	3/0,5 2/0 10/14,5 15/15
4	<b>Тема 4.</b> Стоплення сталі для виливків.	Лекція Лабораторна робота Самостійна робота Всього	4/1 2/2 14/17 20/20
5	<b>Тема 5.</b> Розливка сталі.	Лекція Лабораторна робота	4/1 2/0

		Самостійна робота Всього	9/14 15/15
6	Тема 6 . Нові процеси плавки сталі .	Лекція Лабораторна робота Самостійна робота Всього	4/1 2/0 9/14 15/15
7	Тема 7. Спеціальна металургія сталевого литва.	Лекція Лабораторна робота Самостійна робота Всього	4/1 4/0 12/19 20/20
	Усього годин	Лекції Лабор. роботи Самост. Робота	28/6 14/2 78/112

### 7. Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов'язкових занять час та передбачає виконання розрахунково-графічної роботи, підготовки до лабораторних і лекційних занять та двох рубіжних контролів та письмового іспиту.

Виконання розрахунково-графічного завдання полягає у проведенні розрахунку шихти певної марки сталі; вибору типу плавильного агрегату; футерівки та опису технології плавки; розробленні блок-схеми технології плавки та надання висновків.

#### Графік самостійної роботи

Вид самостійної роботи	Години	Термін	Контрольні заходи
Опанування теоретичного курсу	52	щотижнево	усне та письмове опитування;
Підготовка до лабораторних занять	14	щотижнево	усне та письмове опитування
Виконання розрахунково-графічного завдання	4	1 раз у семестр	оформлення РГЗ
Підготовка до рубіжних контролів	4	2 рази у семестр	рубіжні контролі
Підготовка до іспиту.	4	1 раз у семестр	Іспит
Всього	78		

Для успішного опанування дисципліни передбачаються щотижневі консультації (в тому числі і он-лайн).

#### **8. Система та критерії оцінювання курсу**

Оцінювання успішності засвоєння матеріалу викладеного в дисципліні здійснюється:

- протягом семестру, шляхом оцінювання рівня засвоєння практичних навичок під час виконання лабораторних робіт за курсом. Виконання кожної з лабораторних робіт та РГЗ оцінюється за шкалою «зараховано/не зараховано»;
- контроль теоретичних знань здійснюється шляхом складання двох рубіжних контролів в середині та наприкінці вивчення курсу. Рубіжний контроль здійснюється у вигляді тестів за 100 бальною шкалою. Отримання студентом оцінки більш ніж 59 балів вважається позитивним результатом;
- загальна оцінка за вивчення дисципліни формується за результатами складання екзамену, який проводиться у вигляді тестів та оцінюється за 100 бальною шкалою. Як результат екзаменаційної оцінки може бути використана, за бажанням студента, середня оцінка за два позитивних рубіжних контролю, складених здобувачем в процесі вивчення дисципліни;
- екзаменаційна оцінка виставляється за умови виконання практичної складової курсу (виконання лабораторних робіт та РГЗ) та підтвердження теоретичних знань (оцінка за рубіжні контролі).

#### **9. Політика курсу**

Відвідування здобувачами вищої освіти лекційних та лабораторних занять, активна участь на лабораторних заняттях та лекціях під час опитування, ініціативність в обговоренні дискусійних тем, своєчасність виконання самостійної роботи та РГЗ.

Всі види робіт виконуються з чітким дотриманням принципів академічної доброчесності, порядності та взаємоповаги. У разі наявності плагіату в будь-яких видах робіт здобувача вищої освіти він отримує незадовільну оцінку і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі.

Для запобігання та врегулювання конфлікту інтересів, здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати контрольних заходів через деканат, який після розгляду надасть можливість та певний період часу для їх повторного проходження .

### 10 . Рекомендована література та ресурси

1. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали [Текст] / Ю.А. Шульте.- Киев-Донецк.: Вища школа. 1983. – 184 с.
2. Москальов І.Н. Ливарні сплави та їх плавка. [Текст] / І.Н. Москальов .- Київ,НМКВО, 1993. – 354 с.
3. Василевский Т.Ф. Технология стального литья. [Текст] / Т.Ф. Василевский .- М.: Машиностроение, 1974. – 405 с.
4. Теоретические основы литейной технологии [Текст] / (под редакцией Ващенко К.И.).- Киев, : Вища школа, 1981. – 320 с.
5. Затуловский С.С. Суспензионная разливка. [Текст] / С.С. Затуловский.- Киев,,: Наукова думка, 1981. – 200 с.
6. . Патон Б.Е., Электрошлаковое литье. [Текст] / Б.Е. Патон , Б.М. Медовар, Г.А. Бойко.- Киев ,Наукова думка, 1980. – 187 с.
7. Луньов В.В., Москальов І.Н. Практикум з ливарних сплавів та їх плавка. [Текст] / В.В.Луньов, І.Н.Москальов .-Київ, :Вища школа ,1993. – 227 с.
8. Лунев В.В. «Неметаллические включения в стали» [Текст] / В.В. Лунев, В.П.Пирожкова, С.Г. Грищенко.- Запоріжжя :Дніпровський металург, 2007. – 380 с.
9. Інформаційні ресурси:  
<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>  
<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>  
<http://library.zp.edu.ua/>  
<https://lityo.com.ua/>  
<http://www.ductile.org/>  
<https://scholar.google.com/>  
<https://www.scopus.com/>  
<https://www.clarivate.ru/>