

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ СТАЛІ»

Затверджено на засіданні кафедри
металургії і організації виробництва
Протокол № 2 від «18» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

- 1 Доцент кафедри металургії та організації виробництва,
Стоянов Олександр, кандидат технічних наук, доцент
- 2 Доцент кафедри металургії та організації виробництва,
Малій Христина, кандидат технічних наук

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Металургія сталі»

Сергій СЕМІРЯГІН

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри

Едуард Грибков



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Сучасні технології покращення якості сталі – є одним з базових курсів підготовки магістрів, який дозволить Вам набути знання та отримати професійні компетенції пов'язані з сучасними, низькоенергоємними технологіями підготовки чавуну до конвертерної плавки і подальшої позапічної обробки сталі.

Вивчення курсу дозволить Вам набути нові знання та отримати професійні компетенції пов'язані з передовими технологіями рафінування чавуну такими як: інноваційна обробка чавуну шляхом відновлення активних реагентів в зоні електричної дуги; застосування високоактивних матеріалів в порошкоподібному вигляді, сучасні інжекційні технології; сумісне рафінування металу, новими напрямками в технологіях нагріву і обробки металу при зниженому тиску.

Особливість курсу полягає у отриманні нових поглядів на визначення подальшого розвитку технологій позапічного рафінування чавуну і сталі, а також ознайомлення з тенденціями ресурсо-і енергозбереження як на вітчизняних так і закордонних металургійних підприємствах.

За освітньою програмою «Металургії сталі» цей компонент є обов'язковим курсом, в іншому випадку – може бути елементом індивідуальної освітньої траєкторії.

Вимоги:

- наявність знань з хімії та фізики та професійні компетентності з фізичної хімії пірометалургійних процесів, теоретичних основи процесів металургії та основ металургійних технологій;
- навички використання пакету Microsoft Office для виконання елементарних розрахунків та побудови графіків залежності;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle.

Програмні результати навчання:

- 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.
- Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.
- Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників
- Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.
- Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами.
- Вирішувати задачі інноваційного характеру щодо вдосконалення технологічних процесів сталеплавильного підприємства будь-якого масштабу.



Організація курсу, форми та методи навчання.

– Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок.

– Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.

– Практичні і заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.

– Від студента потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».

– З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

– Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

Мова освітнього процесу: українська, (англійська - окремі джерела літератури).



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Металургія сталі» і вибіркового компоненту індивідуальної освітньої траєкторії

Змістовний модуль 1. Інноваційні технології рафінування чавуну

Тема 1. Десульфуратія чавуну. Теоретичні передумови щодо напрямків зниження енергоємності металургійного виробництва. Десульфуратія чавуну. Термодинамічні закономірності десульфуратії чавуну. Вплив методів вводу реагентів на показники рафінування металу і енерговитрати. Інжекція десульфураторів в рідкий чавун, основні показники. Використання порошкового дроту для вводу реагентів.

Тема 2. Нові технології рафінування чавуну. Обробка чавуну заглибленою електричною дугою. Теоретичні основи умов відновлення лужноземельних металів в зоні горіння електричної дуги. Теплова робота. Технологія обробки і результативність. Особливості десульфуратії чавуну при використанні порошкових реагентів. Шлакоутворення. Технологія і особливості KR – процесу. Енергетичні і матеріальні витрати. Технологія обробки металу екзотермічними сумішами. Техніко-економічні показники обробки. Порівняння з традиційними технологіями рафінування чавуну. Десіліконізація і дефосфорація чавуну. Енергоємність обробки чавуну.

Змістовний модуль 2. Сучасне технологічне устаткування і технології позапічної обробки сталі

Тема 3. Концепції розвитку технологій позапічної обробки сталі. Нові напрямки удосконалення технологічного обладнання для позапічного оброблення металу. Якісні показники розкислення сталі, ефективність видалення неметалевих включень в сталі. Технологічні особливості використання нейтральних газів під час позапічного рафінування металу.

Тема 4. Перспективні технології комплексної обробки металу. Методи організацій технологій по підтриманню температурного режиму обробки сталі в ковші. Особливості позапічної обробки при виплавці особливо якісних марок сталі. Техніко-економічні показники обробки. Перспективні напрямки обробки металу при зниженому тиску. Поєднання процесів рафінування, нагріву і вакуумування сталі в одному агрегаті. Аналіз енергоємності позапічного оброблення металу.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Варіант вивчення дисципліни як обов'язкової і вибіркової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П С	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Інноваційні технології рафінування чавуну						
1	Тема 1. Десульфуратія чавуну.	42	8		6	28
2	Тема 2. Нові технології рафінування чавуну.	48	6	12		30
Змістовий модуль 2. Сучасне технологічне устаткування і технології позапічної обробки сталі						
3	Тема 3. Концепції розвитку технологій позапічної обробки сталі.	28	8			20
4	Тема 4. Перспективні технології комплексної обробки металу.	32	6	5		21
Усього годин		150	28	17	6	99

Тут і далі: Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

Перелік тем лабораторних робіт

№	Назва роботи
1	Визначення десульфуруючих здібностей шлакових розплавів для позапічної обробки

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової і вибіркової

Види контр. точок	Тижні																	Всього	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Робота на практичних та лабораторних заняттях				10				10					10					30	
Складання індивідуальних завдань									15								15	30	
Модульні контрольні роботи										20								20	40
Всього	55									45								100	

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Виконання практичних робіт	Практичні роботи виконуються безпосередньо на занятті, що є бажаним, однак не обов'язковим; матеріали для виконання практичної роботи доступні в записі, які зберігаються в Microsoft Teams, та викладені в повному обсязі в Moodle. Оцінка за практичну роботу виставляється за фактом виконання та враховуючи правильність розрахунків. Якщо студент виконав роботу з помилками, то він має можливість допрацювати свої розрахунки та підвищити оцінки.
Виконання лабораторної роботи	Лабораторна робота виконуються оф-лайн безпосередньо на підприємстві у виробничих умовах; зібрані матеріали по лабораторній роботі оформлюються у вигляді звіту
Виконання та захист індивідуального завдання	Індивідуальні завдання це підготовані самостійно студентом повідомлення на одну з запропонованих тем та оформлені як реферат. Перелік тем повідомляється на початку змістовного модуля. Кожен студент на свій розсуд обирає тему, одну тему може обрати один студент. Обсяг індивідуальної роботи має складати не менше 10 сторінок комп'ютерного тексту. Виконане індивідуальне завдання містить титульну сторінку, зміст, перелік використаних літературних джерел. Індивідуальна робота має бути надруковано шрифтом Arial 14 розміру з інтервалом 1,5. Оформлення роботи проводиться відповідно до ДСТУ 3008:2015. Мінімальна оцінка за підготовку індивідуального завдання 5 балів; ще 10 балів студент отримує за виступ на семінарському занятті. Під час виступу оцінюється рівень підготовки, глибина розглянутої теми, логічність побудови розповіді, відповіді на питання, які можуть бути задані.
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі. В разі неявки або неможливості



	виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Проте всі студенти знаходяться в рівних умовах: однакова кількість спроб (одна) та однаковий час (1 година 25 хвилин). МКР містить тестові завдання з множинного вибору з однією вірною відповіддю.
--	--

Додаткові зауваження:

– студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Модульні контрольні роботи складаються на практичних заняттях за розкладом, графік складання контрольних точок (надання та захисту індивідуальних завдань) повідомляється викладачем на початку викладання освітнього компоненту, однак вони мають бути захищені не пізніше, як за один тиждень до закінчення семестру (теоретичного навчання).

Форма підсумкового контролю курсу «Сучасні технології покращення якості сталі» як обов'язкового компоненту - іспит. Складання іспиту є обов'язковим.

Умовою допуску до іспиту є досягнення здобувачем освіти рівня поточної успішності щонайменше 35 балів до моменту початку екзаменаційної сесії. В разі, якщо здобувач не досяг даного рівня оцінки поточної успішності, він має отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях, до завершення екзаменаційної сесії та скласти іспит. Якщо до моменту завершення екзаменаційної сесії рівень допуску до іспиту не досягнуто, здобувач освіти може отримати такий допуск і скласти іспит під час встановленого терміну ліквідації академічної заборгованості.

При складанні іспиту, підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:

$$\begin{cases} PO = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$$

Здобувач освіти вважається таким, що не має академічної заборгованості з дисципліни, що завершується іспитом, якщо підсумкова оцінка дорівнює 60 балам та вище.

Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 20 тестових завдань множинного вибору з однією або декількома вірними відповіддю (по 3 бали) та 4 задачі, які передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків (по 15 балів). На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ([\(\(Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)\)](http://Normativni dokumenty : Polytechnic (metinvest.university)))))

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки	Задовільно	
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Незадовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси, (наприклад, Steeluniversity або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то

- 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих онлайн-курсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни;
- 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1 Технології позапічної десульфурзації сталі : монографія / С. В. Журавльова та ін. Дніпро : Середняк Т. К., 2024. 153 с. URL: <https://dspace.mipolytech.education/server/api/core/bitstreams/1f4b42a3-704a-4ae5-8a74-680813923663/content> (дата звернення: 17.09.2024).

2 Величко О. Г., Стоянов О. М., Бойченко Б. М., Нізяєв К. Г. Технології підвищення якості сталі : підручник. Дніпропетровськ : Середняк Т. К., 2016. 196 с.

3 Bose S. K., Roy S. K. Principles of Metallurgical Thermodynamics. Universities Press, 2014. 750 p.

4 Інноваційна енерго- та ресурсоощадна технологія позапічної десульфурзації чавуна : монографія / К. Г. Нізяєв та ін. Дніпро : Середняк Т. К., 2017. 122 с.

5 Ghosh A. Secondary Steelmaking: Principles and Applications. 1st Edition. Boca Raton : CRC Press, 2000. 344 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420042313>.

6 Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія : підручник для студ. вищ. техн. навч. закладів, які навчаються за спец. "Металургія чорних металів". Дніпропетровськ : РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. 454 с.

7 Cavaliere P. Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Efficient Technologies for Greenhouse Emissions Abatement. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 599 p. URL: [https://read.kortext.com/search/books\(book:1294009\)?q=steel](https://read.kortext.com/search/books(book:1294009)?q=steel).

Додаткові

1. Robey R., Whitehead M., Parker G., Thomson H. Improved hot metal desulphurisation at Corus Scunthorpe Works. *MPT International*. 2009. № 32(5). P. 24–28.

2. Williams R. V. Control and Analysis in Iron and Steelmaking : Butterworths Monographs in Materials. Butterworth Scientific Ltd., 1983. 288 p. URL: [https://read.kortext.com/search/books\(book:112067\)?q=steel](https://read.kortext.com/search/books(book:112067)?q=steel).

3. Coudurier L., Hopkins D. W., Wilkomirsky I. Fundamentals of Metallurgical Processes. Second Edition. Elsevier Science & Technology, 1985. 417 p. URL: [https://read.kortext.com/search/books\(book:113789\)?q=steel](https://read.kortext.com/search/books(book:113789)?q=steel).

Web-ресурси


1. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 18.08.2024).

2. Learning Solutions for the **steel** industry : steeluniversity. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 18.08.2024).

3. Prof Book : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metalurgiya> (дата звернення: 18.08.2024).

4. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 18.08.2024).

5. World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 18.08.2024).



6. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 18.08.2024).

7. Метал та лиття України : архів журналу. URL: <https://metalsandcasting.com/index.php/mcu/issue/archive> (дата звернення: 18.08.2024).

8. Теорія і практика металургії : архів журналу. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1505> (дата звернення: 18.08.2024).

9. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 18.08.2024).

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](http://metinvest.university)