

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«Теоретичні закономірності спікання
залізорудних матеріалів»**

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

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

- 1 Бойко Максим, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри металургії та організації виробництва

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Аглодоменне виробництво»

Юрій РЕКОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри

Едуард ГРИБКОВ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Теоретичні закономірності спікання залізорудних матеріалів – вибіркового курсу металургійної підготовки, який дозволить Вам зрозуміти і професійно використовувати фізико-хімічні закономірності твердофазних реакцій між оксидами, закономірності спікання з утворенням розплаву, зв'язок між умовами спікання та якістю кінцевого залізорудного окускованого продукту.

Особливістю курсу є розгляд процесу спікання не лише з позиції фізичних процесів спікання, плавлення та кристалізації, а з врахуванням впливу на формування майбутніх фізичних та фізико-хімічних характеристик готового агломерату вихідного склад та підготовки шихти, окисно-відновлювальних реакцій, контактних взаємодій на межі та хіміко-мінералогічних перетворень у твердій та рідкій фазах.

Якщо Ви навчаєтеся за освітніми програмами з металургії, то цей освітній компонент є спеціалізованим курсом, який допоможе поглибити технічні знання та навички, необхідні при організації технологічних процесів аглодоменного виробництва.


Цей компонент є вибірковою курсом і може бути елементом індивідуальної освітньої траєкторії.

Вимоги:

- наявність знань фізики і хімії, зокрема щодо нагріву та теплообміну, фізико-хімічних перетворень, на сам перед процесів плавлення та кристалізації гетерогенних систем; математики, щодо розрахунку рівнянь та виразів;
- 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:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії; застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей;
- усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації;
- здатність забезпечувати якість продукції;
- здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії;
- 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;
- здатність розуміти основні характеристики фізико-хімічних, гідро та газодинамічних, тепло та масообмінних процесів в металургії;
- уміння розраховувати сировинні і енергетичні ресурси за сучасними методиками;
- здатність розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях;

- 
- здатність демонструвати передові знання принаймі за однією зі спеціалізацій в металургії;
 - розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації;
 - уміння створювати енергозбалансовані технічні схеми металургійного виробництва;
 - навички аналізувати показники роботи металургійного агрегату, визначати їх вплив на ефективність процесу;
 - знати та вміти використовувати аналітичний та методичний інструментарій для розуміння логіки прийняття технологічних рішень для сталого функціонування кожної з ланок металургійного підприємства.

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 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 вибіркового компоненту освітньої програми «Аглодоменне виробництво»

Змістовний модуль 1. Основи теорії спікання.

Тема 1. Основні методи окускування залізорудної сировини.
Характеристика матеріалів, які використовують в процесах окускування. Особливості агломераційного процесу. Особливості процесу виробництва окатишів.

Тема 2. Теоретичні основи огрудкування залізорудних матеріалів.
Характеристика матеріалів, які огрудковують. Гранулометричний склад. Форма і поверхня зерен. Хіміко-мінералогічний склад. Змочуваність і поверхневий натяг. Фізико-хімічна взаємодія рідкої і твердої фаз при огрудкуванні залізорудних матеріалів. Характеристика міжатомних і молекулярних сил. Фізико-хімічні властивості води. Взаємодія води і твердої фази. Механізми утворення гранул при огрудкуванні.

Тема 3. Спікання в твердій фазі та у присутності розплаву.
Поняття і терміни в теорії спікання Фізико-хімічні процеси при агломерації і обпалі окатишів. Можливі механізми перенесення речовини в зону контакту. Рекристалізація. Реакції в твердих фазах при окускуванні залізорудної сировини. Механізм утворення розплаву. В'язкість і поверхневий натяг розплавів. Змочування. Просочення пористих тіл розплавами. Закономірності кристалізації.

Змістовний модуль 2. Особливості спікання при окускуванні залізорудних матеріалів.

Тема 4. Особливості спікання часток при агломерації.
Фактори міцності агломерату. Зміна факторів міцності агломерату зі збільшенням його основності. Багатофакторність структури і внутрішні напруження в агломераті. Особливості утворення хімічних сполук при спіканні офлюсованих залізорудних шихт. Утворення структури агломерату.

Тема 5. Особливості спікання часток при обпалі окатишів.
Вплив основності і температури обпалення на фізичну структуру окатишів. Зовнішнє спікання. Внутрішнє спікання. Кінетичні закономірності спікання при випаленні залізорудних обкотишів. Фазові і хімічні перетворення при спіканні офлюсованих шихт.

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. Основи теорії спікання.						
1	Тема 1. Основні методи окискування залізородної сировини.	30	6			24
2	Тема 2. Теоретичні основи огрудкування залізородних матеріалів.	30	2	6		22
3	Тема 3. Спікання в твердій фазі та у присутності розплаву	30	4	10		26
Змістовий модуль 2. Особливості спікання при окискуванні залізородних матеріалів.						
4	Тема 4. Особливості спікання часток при агломерації.	30	2	10		18
5	Тема 5. Особливості спікання часток при обпалі окатишів.	30	2	6		22
Усього годин		150	16	32		102

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

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової і вибіркової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всього
Види контр. точок																	
Робота на практичних заняттях					5				5				5			5	20
Складання індивідуальних завдань									20							20	40
Модульні контрольні роботи									20							20	40
Всього	50								50								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 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

Формою семестрового контролю є залік. Основний принцип заліку – зарахування результатів поточної успішності в якості оцінювання підсумку рівня досягнення програмних результатів навчання і сформованості компетентностей без проведення окремої випробування відповідних знань, умінь та навичок.

Дисципліна, що завершується заліком, вважається успішно складеною, а здобувач освіти – таким, що не має заборгованості з цієї дисципліни, якщо до моменту завершення екзаменаційної сесії він набрав мінімум 60 (максимум – 100) балів.

За загальним правилом підсумкова оцінка з дисципліни (ПО), що завершується заліком, виставляється в один з нижченаведених варіантів:

– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;

– в разі, якщо ані протягом поточного контролю, ані під час екзаменаційної сесії здобувачу освіти не вдалося отримати 60 балів, то у позасесійний час, відведений під ліквідацію академічної заборгованості, отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; в разі неуспішності складання дисципліни у термін, призначений для ліквідації академічної заборгованості, здобувач освіти вважається таким, що має академічну заборгованість з цієї дисципліни;

– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав більше 60 балів, однак незадоволений власним результатом, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; у випадку неуспішності спроб такого покращення в підсумок йде оцінка, отримана за результатами поточного контролю, у випадку успішності – краща оцінка.

– в разі, якщо здобувач вищої освіти отримує із дисциплін, що завершуються заліком, 60 балів і вище, йому виставляється оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».

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		
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	Задовільно	
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. Кравець В. Г., Білецький В. С., Смирнов В. О. Техніка і технологія збагачення корисних копалин : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 286с.
2. Технологія основних виробництв : навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання / В. М. Кропівний та ін. Кропивницький : Видавництво ТОВ «КОД», 2021. 196 с.
3. Смирнов О. М., Семенко А. Ю., Скоробагатько Ю. П., Горюк М. С. Основи металургії : виробництво чавуну : підручник. Одеса : Олді+, 2023. 192 с. URL: <https://dspace.mipolytech.education/handle/mip/630>.
4. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
5. Bhagat R. P. Agglomeration of Iron Ores. 1st Edition. Boca Raton : CRC Press, 2019. 438 p.
6. González J. I. V., González D. F., González L. F. V. Operations and Basic Processes in Ironmaking. 1st Edition. Springer Nature, 2020. 264 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/814313>.

Додаткові

1. Бережний М. М., Пастушенко З. З., Соколова В. П., Чубенко В. А. Теорія будови рідкого, аморфного і кристалічного стану (об'єм поверхні та поверхня в об'ємі) : монографія. Кривий Ріг : «Мінерал», 2007. 291 с.
2. Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
3. Мовчан В. П., Бережний М. М. Основи металургії. Дніпропетровськ : «Пороги», 2001. 334 с.
4. Бережний М. М., Мовчан В. П., Плевако В. С. Збагачення та окискування сировини. Харків : 2000. 365 с.
5. Іващенко В. П., Величко О. Г., Терещенко В. С., Чеченєв В. А. Безкоксова металургія заліза : підручник. Дніпропетровськ : "Дніпро-ВАЛ", 2003. 338 с.
6. Шатоха В. І. Сталій розвиток чорної металургії : монографія. Дніпропетровськ : "Дріант", 2015. 184 с.
7. Ghosh A., Chatterjee A. Iron making and Steelmaking: Theory and Practice. PHI Learning Pvt. Ltd., 2008 p. 492 с.

Web-ресурси

1. SteelUniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 15.09.2024).
2. ProfBook : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metalurgiya> (дата звернення: 15.09.2024).
3. Теорія і практика металургії : журнал : веб-сайт. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1505> (дата звернення: 15.09.2024).
4. Метал та лиття України : журнал : веб-сайт. URL: <https://metalsandcasting.com/index.php/mcu/issue/archive> (дата звернення: 15.09.2024).

- 
5. World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 15.09.2024).
 6. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 16.09.2024).
 7. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 16.09.2024).
 8. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 16.09.2024).
 9. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 16.09.2024).

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; 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 \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)