

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Теплові процеси доменного виробництва»

Затверджено на засіданні кафедри
металургії і організації виробництва
Протокол № 2 від «17» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

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

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Металургія чорних металів»

Христина МАЛІЙ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Едуард ГРИБКОВ



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Теплові процеси доменного виробництва – курс який дозволить Вам набути практичні навички і професійні компетенції з особливостями теплової роботи доменних печей, розуміти основні фізико-хімічні перетворення, які відбуваються в доменному процесі та впливають на тепловий стан печі, в тому числі розкладання матеріалів, відновні процеси, дисоціація матеріалів, горіння палива, процеси зміни агрегатних станів матеріалів, з урахуванням особливості теплообміну в умовах доменної печі. Також при вивченні дисципліни будуть проводитись практичні розрахунки зміни теплового стану печі в залежності від технологічних параметрів її роботи.

Отримані навички дадуть Вам змогу глибше розуміти закономірності теплових процесів виробництва чавуну, що дозволить ефективніше керувати тепловим станом доменної печі для досягнення заданих показників витрати матеріалів та якості чавуну.

Цей компонент є вибірковим курсом і 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:

- вміння аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження;
- усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).
- вміння аналізувати показники роботи металургійного агрегату, визначати їх вплив на ефективність процесу.
- здатність працювати з технічною невизначеністю.
- здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.
- 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.
- вміння використовувати аналітичний та методичний інструментарій для розуміння логіки прийняття технологічних рішень для сталого функціонування кожної з ланок металургійного підприємства.
- здатність забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами.



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

Змістовний модуль 1. Закономірності теплообміну матеріалів та газів

Тема 1. Теплообмін у шарі. Нагрів нескінченно теплопровідних шматків у протитоці. Нагрів реальних шматків у протитоці. Нагрів шматків у протитоці при непостійному співвідношенні водяних еквівалентів потоків. Нагрів нескінченно теплопровідних шматків у нерухомому шарі. Нагрів реальних шматків у нерухомому шарі. Врахування тепловиділень при теплообміні в шарі.

Тема 2. Особливості теплообміну в доменній печі. Нагрів шару при постійних теплоємностях потоків шихти і разу. Нагрів шару при змінних, що залежать від температури, теплоємності потоків шихти і разу. Теплообмін у різних зонах доменної печі. Розвиток нестационарних теплових процесів у доменній печі.

Змістовний модуль 2. Закономірності теплових процесів в доменній печі.

Тема 3. Рух матеріалів і газів в доменній печі. Особливості протікання фізико-хімічних процесів в доменній печі. Особливості руху стовпа шихтових матеріалів. Газорозподіл та розрахунок полів швидкостей разу в об'ємі печі. Умови, що забезпечують оптимальний розподіл газу в доменній печі.

Тема 4. Вплив процесів відновлення на тепловий баланс доменної плавки. Загальні особливості відновлення заліза та інших елементів в доменній печі. Схеми відновлення заліза в доменній печі. Особливості прямого та непрямого відновлення в умовах доменної печі. Теплові ефекти реакцій відновлення.

Тема 5. Вплив технологічних факторів на теплові процеси в доменній печі. Тепловий баланс доменної плавки. Особливості теплових процесів в доменній печі при вдування пилувугільного палива. Вплив різних замінників коксу на тепловий баланс доменної плавки. Вплив температури нагріву дуття на теплові процеси в доменній печі.

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. Закономірності теплообміну матеріалів та газів | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Теплообмін у шарі. | 30 | 8 | 6 | | 16 |
| 2 | Тема 2. Особливості теплообміну в доменній печі. | 30 | 6 | 8 | | 16 |
| Змістовий модуль 2. Закономірності теплових процесів в доменній печі | | | | | | |
| 3 | Тема 3. Рух матеріалів і газів в доменній печі. | 30 | 6 | 8 | | 16 |
| 4 | Тема 4. Вплив процесів відновлення на тепловий баланс доменної плавки. | 30 | 8 | 6 | | 16 |
| 5 | Тема 5. Вплив технологічних факторів на теплові процеси в доменній печі. | 30 | 8 | 8 | | 14 |
| Усього годин | | 150 | 36 | 36 | | 78 |

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

| Тижні | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Всього | |
|----------------------------------|----|---|---|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|-----|----|----|--------|----|
| Види контр. точок | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Робота на практичних заняттях | | | | 6 | | | 6 | | | | 6 | | | 6 | | | 6 | | 30 |
| Складання індивідуальних завдань | | | | | | | 15 | | | | | | | | | | 15 | | 30 |
| Модульні контрольні роботи | | | | | | | 20 | | | | | | | | | | 20 | | 40 |
| Всього | 47 | | | | | | 53 | | | | | | | | 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 | 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 | | |
| 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 самосійтно 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 \(metinvest.university\)](http://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 \(metinvest.university\)](http://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 \(metinvest.university\)](http://metinvest.university).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

- 1 Лялюк В. П. Теорія і технологія доменної плавки : навч. посіб. Кривий Ріг : ФОР Чернявський Д. О., 2020. 516 с.
- 2 Dian Z. C. Blast furnace production of technical manuals. Metallurgical Industry Press Pub, 1991. 881 p.
- 3 Johnson J. E. The Principles Operation and Products of the Blast Furnace. Forgotten Books, 2018. 577 p.
- 4 Лялюк В. П., Товаровський Й. Г., Кассім Д. О., Ляхова І. А. Теоретичні і практичні основи використання кускового антрациту в доменній плавці. Кривий Ріг : Дионат, 2016. 312 с.
- 5 Коксозамінні технології в доменній плавці : монографія / В. П. Лялюк та ін. Дніпропетровськ : «Пороги», 2006. 276 с.
- 6 Bose S. K., Roy S. K. Principles of Metallurgical Thermodynamics. Universities Press, 2014. 750 p.
- 7 Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.

Додаткові

1. Stewart H., Titterington B., James E. T. Blast Furnace Hearth Design and Operation for Long Campaign Life. *Proceedings of 3rd Eurp. Iron. Congress, Belgium.* 1996. P. 248-256.
2. Кравченко В. П. Взаємозв'язок критеріїв теплового стану горна з газодинамікою процесу і характеристиками продуктів доменної плавки. *Метал та лиття України.* 2021. Том 29, № 2. С. 181-187.

Web-ресурси

- 1 Steeluniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 2 Металургія : ПрофКнига : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metallurgiya> (дата звернення: 20.08.2024).
- 3 Метал та лиття України : журнал : веб-сайт. URL: <https://metalsandcasting.com/index.php/mcu/issue/archive> (дата звернення: 20.08.2024).
- 4 World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 5 Теорія і практика металургії : журнал : веб-сайт. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1504> (дата звернення: 20.08.2024)
- 6 Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 7 Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
- 8 Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 20.08.2024).
- 9 Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).

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)