

ТЕОРІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ РОЗЛИВАННЯ І КРИСТАЛІЗАЦІЇ МЕТАЛУ

ОПИС КУРСУ

Теорія, технологія розливання і кристалізації металу – обов'язковий курс металургійної підготовки, який дозволить зрозуміти основні процеси, що відбуваються при твердненні сталевого чи будь-якого іншого зливку, а також сталеві безперервнолитої заготовки. Зокрема, у курсі розглянуті питання тепло- і масопереносу при твердненні сталі, виникнення і зростання зародків кристалізації, процесів та явищ супутніх виникненню структурної та хімічної неоднорідності зливків.

Освоєння цих теоретичних засад є фундаментом для розуміння технологій розливання сталі у зливки та безперервним способом, вивчення яких також входить в програму курсу.

Особливістю курсу є вдале поєднання лекційного матеріалу з лабораторним практикумом, який дозволить з власного досвіду встановити закономірності, які мають місце при розливанні сталі. Окрім лекційних та лабораторних занять курсом передбачені практичні заняття, в ході яких Ви оволодієте методиками визначення параметрів розливання сталі, хімічного складу шлакоутворюючих сумішей для розливання на МБЛЗ і в зливки та ін.

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

ВИМОГИ

- базові шкільні знання з математики і фізики; знання з матеріалознавства, отримані на відповідному курсі в Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»;
- 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.
- вивчення курсу «Теорія, технологія розливання і кристалізації металу» в Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» відбувається паралельно або після вивчення позаагрегатної обробки металу, яка є обов'язковим попереднім етапом виробництва сталі.

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість кредитів

5,0 / 5,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Металургії та організації виробництва

СИНЕГІН Євген

yevgeniy.sinegin@mipolytech.education

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



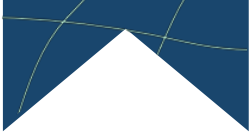
ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- 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;
- передові знання принаймі за однією зі спеціалізацій в металургії;
- вміння розробляти і проектувати, відповідно до спеціалізації, складні вироби, процеси і системи, які задовольняють встановлені вимоги, що передбачає обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка) аспекти, обрання і застосування адекватної методології проектування, у тому числі інструментами автоматизованого проектування;
- вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії;
- розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації;
- розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії;
- навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання;
- вміння створювати енергозбалансовані технічні схеми металургійного виробництва;
- вміння аналізувати показники роботи металургійного агрегату, визначати їх вплив на ефективність процесу;
- вміння ефективно формувати комунікаційну стратегію і спілкуватися державною та іноземною мовами з питань інформації, ідей, проблем та рішень, що стосуються спеціалізації, з інженерним співтовариством і суспільством загалом;
- знати та вміти використовувати аналітичний та методичний інструментарій для розуміння логіки прийняття технологічних рішень для сталого функціонування кожної з ланок металургійного підприємства;
- вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії;
- розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства;
- розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України;
- здатність аналізувати основи сучасної технології виплавки сталі в кисневих конверторах та у подових агрегатах, поза агрегатної обробки та розливної металу;
- розуміння фізико-хімічних процесів розливання та кристалізації металу;
- знання основних способів розливання сталі та їх особливостей;
- розуміння якості отримуваних зливок і заготовок та реагування на аварійні ситуації при розливанні сталі.

ТЕМАТИКА

Сучасні уявлення про будову рідини. Фізико-хімічні властивості рідкої сталі. Усадка сталі, основні показники та методи її розрахунку. Механічні властивості сталі за високих температур. Гідродинаміка розливної сталі. Витікання струменя з ковша. Розпад струменя. Кавітаційні явища в потоках. Розповсюдження занурених струменів. Кавітаційні потоки. Теплообмін у процесі розливання та формування зливки і заготовки. Закон розподілу температур у зливку і заготовці. Масопередача при твердненні сталі. Міжфазна масопередача. Масопередача від рухомої краплі. Дифузія газів в металах і шлаках.

Утворення зародків при гомогенній і гетерогенній кристалізації. Відведення теплоти кристалізації. Теорія концентраційного переохолодження. Дендритний ріст кристалів. Перерозподіл домішок при кристалізації. Вплив умов кристалізації на розміри кристалів. Теплофізичні умови формування зон зливок і заготовок. Динаміка руху і подрібнення кристалів. Гравітаційне



перемішування металу в двофазній зоні. Теорія утворення хімічної неоднорідності. Ліквідація домішок за розвитку хімічної неоднорідності. Фільтраційний масопереніс ліквіруючих домішок. Вплив швидкості кристалізації на хімічну неоднорідність. Дендритна неоднорідність сталі. Методи стороннього впливу на метал у передкристалізаційний період.

Способи розливання сталі. Обладнання для розливання сталі у зливки. Технологія розливання сталі в зливки. Техніко-економічні показники розливки та якість зливків.

Типи МБЛЗ, їх основні переваги та недоліки. Конструкція основних технологічних вузлів МБЛЗ. Підготовка рідкої сталі та МБЛЗ до розливання. Загальні вимоги до хімічного складу сталі, що розливатиметься на МБЛЗ. Технологія розливання сталі на МБЛЗ. Альтернативні варіанти конструкції МБЛЗ і концепції поєднання розливки і прокатки.

зверху та сифонним методом. Хімічна неоднорідність. Неметалеві включення і гази. Поверхневі і внутрішні дефекти зливків і заготовок. Дефекти усадочного походження. Дефекти профілю безперервнолитих заготовок. Механізм формування слідів хитання та вибір оптимальних режимів хитання для мінімізації їх глибини. Наслідки формування глибоких слідів хитання.

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 – з іншого.

– 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 семінарські заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним; виконання деяких практичних задач реалізується з використанням програмного продукту Thermo-Calc (навчальна версія).

– Лабораторні роботи передбачають встановлення закономірності, які мають місце при розливанні сталі; виконуються під час виїзної офлайн-сесії.

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

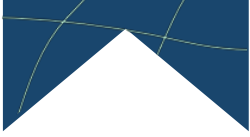
– З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

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

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів за контрольними точками

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Всього
Види контр. точок															
Робота на практичних заняттях		15													15
Виконання лабораторної роботи										15					15
Складання індивідуальних завдань												20			20
Модульні контрольні роботи						20								30	50
Всього						35						65			100



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	Лабораторні роботи виконуються під час виїзної офлайн сесії. У разі неможливості організації виїзду виконання лабораторної роботи можливо віртуально безпосередньо на занятті; матеріали для виконання віртуальної лабораторної роботи доступні в записі, які зберігаються в Microsoft Teams, та викладені в повному обсязі в Moodle. Оцінка за лабораторну 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 розрахункові завдання за одним з запропонованих варіантів. Перелік варіантів повідомляється на початку змістовного модуля. Кожен студент на свій розсуд обирає варіант, один варіант 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.

Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Форма підсумкового контролю курсу «Теорія, технологія розливання і кристалізації металу» 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 \(metinvest.university\)](#)))

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		

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 \(metinvest.university\)](#), 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 \(metinvest.university\)](#).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Розливання та кристалізація сталі : навч. посібник / В. І. Баптизмаський та ін. Київ : Вища школа, 1993. 267 с.
2. Смірнов О. М., Куберський С. В., Штепан Є. В. Безперервне розливання сталі : підручник. Алчевськ : ДонДТУ, 2011. 518 с.
3. Чуванов О. П., Мамешин В. С., Гриценко А. С., Герасименко В. Г. Технологія розливки сталі : навч. посібник. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2012. 186 с.
4. Технології обробки сталі у передкристалізаційний період при безперервному розливанні / Є. В. Синегін та ін. Дніпро : Середняк Т. К., 2021. 99 с.
5. Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ : РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004.

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)