

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ПОЗААГРЕГАТНОГО ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛУ І РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ НА МБЛЗ»**

складник освіти	післядипломна освіта
галузь знань	13 Механічна інженерія
спеціальність	136 Металургія

**ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ ТА ЗМІН ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ
«ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ПОЗААГРЕГАТНОГО ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛУ І РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ
НА МБЛЗ»**

Розроблено робочою групою у складі:

№	ПІБ	Науковий ступінь, вчене звання, найменування посади
1.	Стоянов Олександр Миколайович	Кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
2.	Синегін Євген Володимирович	Кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
3.	Малій Христина Василівна	Кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва

Удосконалена редакція проекту освітньої програми рекомендована до громадського обговорення на засіданні кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва

протокол № 8
від 14.04.2024 р.

Завідувач кафедри:



Володимир ПАШИНСЬКИЙ

Проект освітньої програми погоджено і рекомендовано до подання на обговорення на засіданні Вченої ради

Керівник департаменту
з навчальної роботи
та управління якістю освіти



Наталія ТОРОПЧЕНКО

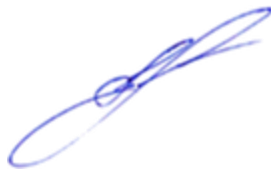
Перший проректор-
проректор з навчальної роботи



Наталія РЕКОВА

Затверджено на засіданні Вченої ради ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» (Протокол № 7 від 11.07.2024 р.). Введено в дію: наказ № 166/12.07.2024 від 12.07.2024.

Ректор



Олександр ПОВАЖНИЙ

ПРЕАМБУЛА

1.1 Ця освітньо-професійна програма розроблена на підставі законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», Постанов Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» №1341 від 23.11.2011 р., «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» №266 від 29.04.2015 р., Статуту ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Положення про концепції освітньої діяльності, освітні програми, робочі програми та силабуси освітніх компонентів у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Професійних стандартів, на дотримання яких планується спрямувати освітню діяльність, немає.

1.2 Пропозиції щодо удосконалення змісту освітньої програми можна спрямовувати на офіційну юридичну адресу ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» або скористуватися засобами, доступними на офіційному вебсайті Університету за посиланням: <https://metinvest.university>

ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Загальна інформація	
Назва освітньої програми	«ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОЗААГРЕГАТНОГО ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛУ І РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ НА МБЛЗ»
Складний вищої освіти	Післядипломна освіта для осіб з вищою освітою
Обсяг освітньої програми	150 годин / 5,0 кредитів ЄКТС / 3 місяці (13 тижнів)
Тип документу про освіту	Свідоцтво про підвищення кваліфікації
Мови викладання	Українська
Мета і особливості програми	
<p>Мета: Набуття нових та/або вдосконалення раніше набутих предметно-спеціальних компетентностей в галузі металургії за рахунок оволодіння системними знаннями про особливості металургійного виробництва зокрема технологій позапічної обробки сталі на ковші печі, вакуумування сталі, практиці розливання металу на МБЛЗ, сучасні напрями екологізації і діджиталізації металургійного виробництва</p>	
Предметна область програми	Сучасні технології та обладнання поза агрегатної обробки металу і розливання на МБЛЗ, тенденції розвитку та впровадження інноваційних методів, що забезпечують сталий розвиток, ресурсо- та енергозбереження.
Фокус освітньої програми	<ul style="list-style-type: none"> - підходи, прийоми, розробки, оптимізації і використання сучасних та перспективних технологій позапічної обробки сталі; - нові матеріали і їх застосування, енергетичні складові процесів рафінування металу; - практика технологій розливання сталі на МБЛЗ; - підвищення ефективності роботи обладнання;
Особливості освітньої програми	<ul style="list-style-type: none"> – розвиток професійних компетентностей для вирішення практичних задач сучасних технологій на фінішних етапах сталеплавильного виробництва. – можливість додаткової практичної підготовки відповідно змісту діяльності на робочому місці за рахунок вибору тем випускної роботи; – кваліфікаційна робота має інноваційний характер і присвячена вирішенню реальної технічної задачі конкретного підприємства;
Викладання та оцінювання	
Викладання і навчання	Основними формами освітньої активності є: проблемно орієнтовані лекції та практичні заняття; підготовка та захист підсумкової роботи, що містить аналіз стану проблеми виробництва за місцем роботи та надання рекомендацій щодо її вирішення.
Поточне оцінювання і атестація	<p>Форми оцінювання поточної роботи: тестування.</p> <p>Оцінювання під час атестації: захист проблемно орієнтованої підсумкової роботи.</p> <p>Підхід до оцінювання: критерієм успішного засвоєння слухачем курсів матеріалів модулів освітньої програми є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за</p>

	<p>програмними результатами під час підсумкового контролю за кожним модулем. Оцінювання модулів здійснюється за дворівневою шкалою: залік (60-100 %), незалік (менше 60 %); шкалою ECTS (A, B, C, D, E, F, FX). Підсумкове оцінювання здійснюється на підставі результатів захисту підсумкової роботи за чотирибальною шкалою: відмінно (рівень досягнення програмного результату навчання 90-100 %), добре (75-89 %), задовільно (60-74 %), незадовільно (менше 60 %).</p>
Ресурсне забезпечення програми	
Кадрове забезпечення	<p>Кадрове забезпечення програми здійснюється на основі чинних Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності; Для проведення занять, освіти в рамках дуального навчання запрошуються фахівці з активів Групи METINVEST, залучені фахівці із закладів вищої освіти та міжнародних корпорацій – партнерів ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «METINVEST ПОЛІТЕХНІКА»</p>
Матеріально-технічне забезпечення та засоби навчання	<ul style="list-style-type: none"> – навчальні корпуси з тематичними кабінетами, комп'ютерними класами, лабораторіями, актовю залом, пунктом харчування; – полігони і лабораторії на потужностях активів Групи METINVEST; – точки бездротового доступу до мережі Інтернет у навчальних корпусах та гуртожитку; – мультимедійне обладнання у лекційних аудиторіях (проектори тощо); – бібліотека з читальним залом, репозиторій, дистанційний доступ до Research4Life, електронної бібліотеки KORTTEXT; – ліцензійне програмне забезпечення Office365 – доступ до системи управління навчальним контентом Moodle.

КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Компетентності	
Загальні компетентності	<p>ЗК1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі металургії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій.</p> <p>ЗК2. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.</p> <p>ЗК3. Здатність винаходити, пропонувати і опробувати способи та інструменти професійної діяльності з використанням інноваційних ідей і технологій у галузі металургії.</p> <p>ЗК4. Здатність доносити до фахівців і нефахівців інформацію, проблеми, рішення та використовувати власний досвід в галузі професійної діяльності.</p>
Фахові компетентності	<p>ФК 1. Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей.</p> <p>ФК 2. Здатність використовувати стандартні методи розрахунку оснащення або устаткування та виконувати планування виробничих відділень і цехів металургійних підприємств.</p> <p>ФК 3. Здатність застосовувати методи стандартних випробувань для визначення фізичних, хімічних, структурних та механічних властивостей вихідних матеріалів та готової продукції.</p> <p>ФК 4. Здатність оцінювати ризики і визначати заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів відповідно до нормативних документів та до вимог охорони праці й безпеки життєдіяльності.</p>
Програмні результати навчання	
<p>ПРН1. Цілісне розуміння технологічного ланцюжка виробництва металопродукції.</p> <p>ПРН2. Освоєння специфіки усіх основних технологічних переділів «МетінвестХолдинг», номенклатури продукції, що виробляється, використовуваних сировинних матеріалів.</p> <p>ПРН3. Удосконалення досвіду планування роботи зміни, дотримання виробничого регламенту і технології виробництва.</p> <p>ПРН4. Формування здатності бачити резерви виробництва, оцінювати стан обладнання на підприємствах «Метінвест Холдинг».</p> <p>ПРН5. Розвиток навичок аналізу, моделювання виробничої ситуації, використання сучасних принципів організації виробництва.</p> <p>ПРН6. Розуміння ролі підрозділу у загальному процесі виробництва металопродукції і забезпечення конкурентоспроможності металургійних підприємств «Метінвест Холдинг».</p> <p>ПРН7. Ідентифікувати та обґрунтовувати напрями і можливості використання новітніх технологій і технологічного устаткування в виробництві.</p>	

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН КОМПОНЕНТІВ ПРОГРАМИ

№	Назва теми	Кількість годин				
		всього	лекції	практичні	Контроль	СРС
Модуль 1. Результативність позаагрегатного рафінування чавуну						
1	Технології десульфурації чавуну.	5	4			1
2	Особливості інжектування порошкоподібних десульфураторів	5	4			1
3	Обробка чавуну введенням в нього дроту, що містить у магній та інші компоненти	4	2			2
4	KR – процес, технологія і результати	3	2			1
5	Порівняння технологій, оцінка енергоємності обробки.	3	2			1
6	Моделювання технологій рафінування чавуну	8		8		
	Тестування за модулем 1	2			2	
Модуль 2. Організація технологій позапічної обробки сталі						
1.	Технології і обладнання для позапічної обробки сталі	4	4			
2	Особливості розкислення сталі, неметалеві включення.	6	4			2
3	Обробка сталі на УКП	5	4			1
4	Вакуумування металу, технології і обладнання	5	4			1
5	Розрахунок розкислення і десульфурації сталі	8		8		
	Тестування за модулем 2	2			2	
Модуль 3. Технології розливання сталі в зливки						
1.	Основні технологічні параметри розливання сталі	10	8			2
2	Шлакові суміші для розливання сталі	6	4			2
3	Методи коригування окисленості сталі при розливанні	4	4			
4	Дефекти сталевих зливок	6	4			2
5	Техніко-економічні показники розливання сталі	2	2			
	Тестування за модулем 3	2			2	
Модуль 4. Розливання сталі на МБЛЗ						
1.	Особливості конструкцій і обладнання МБЛЗ різних типів	6	4			2
2	Вимоги до сталі, що розливається на МБЛЗ, та підготовка МБЛЗ до розливання	4	4			
3	Дефекти при розливі на МБЛЗ і методи їх усунення	4	4			
4	Методи динамічного впливу на метал для підвищення якості заготовки	6	4			2
5	Альтернативні варіанти конструкції МБЛЗ та концепції поєднання безперервної розливки і прокатки в одному комплексі	8	6			2

	Тестування за модулем 4	2			2	
Модуль 5. Контрольний блок						
1	Підготовка підсумкової роботи	24				24
2	Захист підсумкової роботи	6			6	
	Всього	150	74	16	14	46

V. ПРОГРАМИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

Модуль 1 «Результативність позаагрегатного рафінування чавуну»

Тема 1.1 Технології десульфурації чавуну.

Позадоменна десульфурація чавуну. Реакції позапічної десульфурації і їх термодинамічні функції. Обробка чавуну магнієм. Введення у метал магнококсу - реагенту у вигляді шматків коксу, насичених магнієм. Подача вглиб металу суміші магнію з матеріалами, що містять кальцій. Обробка чавуну введенням в нього дроту, що містить у порошкоподібному вигляді магній та інші компоненти. Обладнання та основні показники роботи установок по десульфурації чавуну.

Тема 1.2 Особливості інжектування порошкоподібних десульфураторів

Вдування порошку з гранул магнію, вкритих солями - хлоридами натрію, кальцію, магнію, калію. Введення у чавун гранульованого магнію в струмені природного газу.

Тема 1.3 Обробка чавуну введенням в нього дроту, що містить у магній та інші компоненти

Обробка чавуну введенням в нього дроту, що містить у порошкоподібному вигляді магній та інші компоненти. Обладнання та основні показники роботи установок по десульфурації чавуну.

Тема 1.4 KR – процес, технологія і результати

Особливості десульфурації чавуну при використанні порошкових реагентів. Шлакоутворення. Технологія і особливості KR – процесу. Енергетині і матеріальні витрати. Технологія обробки металу екзотермічними сумішами. Техніко-економічні показники обробки.

Тема 1.5 Порівняння технологій, оцінка енергоємності обробки

Теоретичні передумови щодо напрямків зниження енергоємності обробки чавуну. Вплив методів вводу реагентів на показники рафінування металу і енерговитрати. Джерела теплоти для процесу відновлення оксидів безпосередньо у об'ємі рідкого чавуну. Термодинамічні передумови відновлення високоактивних реагентів.

Модуль 2 «Організація технологій позапічної обробки сталі»

Тема 2.1 Технології і обладнання для позапічної обробки сталі

Методи відсічки шлаку та устрій сталерозливного ковшу. Продувка металу в ковші нейтральним газом. Теоретичні основи розкислення сталі. Сталерозливальний ківш, вимоги до експлуатації, футерівки. Засоби підвищення стійкості футерівки ковша. Випуск металу з сталеплавильного агрегату.

Гідродинаміка при випуску. Засоби для відсікання і виявлення пічного шлаку. Кисень в сталі і його вплив на якість готової металопродукції. Призначення, засоби. Дуттеві пристрої. Гідродинаміка потоків в ковші при продувці та ефективність перемішування. Результати обробки металу при продувці нейтральним газом.

Тема 2.2 Особливості розкислення сталі, неметалеві включення

Засоби розкислення. Загальна схема осаджуючого розкислення. Розкислення вуглецем, марганцем, алюмінієм, кальцієм та іншими елементами. Неметалеві включення в сталі. Методи вводу матеріалів при позапічній обробці сталі. Неметалеві включення. "Первинні" і "вторинні" включення. Зародження і зростання включень, видалення з сталі. Феросплави, їх застосування, склад.

Тема 2.3 Обробка сталі на УКП

Застосування установок "ківш-піч" – "LF". Конструкції, принципи роботи. Технології рафінування сталі на установці "LF". Результати обробки. Теплова робота, шлаковий режим. Обробка сталі порошкоподібними матеріалами ("TN"-процес). Обробка сталі порошковим дротом. Порівняння і аналіз засобів вводу розкислювачів, шлакоутворюючих та легуючих домішок.

Тема 2.4 Вакуумування металу, технології і обладнання

Теоретичні основи. Устаткування для утворення вакууму. Способи вакуумної обробки, основні завдання. Вакуумування сталі в ковші, установленому в вакуумній камері (VD-технологія). Вакуумування сталі в вакуумному ковші. Вакуумування сталі в ковші з додатковим підігрівом (VAD-технологія). Вакуумування сталі в струмені, в т.ч. при переливанні з ковша в ківш, при випуску, при відливанні зливків, потокове вакуумування. Порційне вакуумування, процес DH. Циркуляційне вакуумування, процес RH. Вакуумування в сталеплавильному агрегаті. Конструкції установок вакуумування, принципи їх роботи, технології обробки та результати обробки і техніко-економічні показники.

Модуль 3 «Технології розливання сталі в зливки»

Тема 3.1 Основні технологічні параметри розливання сталі

Підготовка сталерозливного ковша до прийому плавки. Обслуговування стаканів-дозаторів та заміна шибєрних затворів. Підготовка виливниць і піддонів до розливання. Визначення придатності виливниць до розливання сталі. Зборка складів з виливницями при розливанні зверху та сифонним способом. Швидкість розливання сталі. Температурний режим розливання. Відстоювання зливків у виливницях. Умови, що визначають формування різних типів зливків. Технологія розливання спокійної сталі. Структура зливків спокійної сталі. Основні параметри розливання спокійної сталі у зливки зверху та сифонним способом. Методи зменшення усадочної раковини. Визначення оптимальних параметрів температурно-швидкісного режиму розливання. Розливання сталі під захисними середовищами. Витримка зливків спокійної сталі після розливання. Технологія розливання киплячої і напівспокійної сталі. Структура зливків киплячої та напівспокійної сталі з різним ступенем розкисленості. Вибір оптимальних умов

розливання і формування зливків киплячої сталі. Вплив технологічних параметрів розливання на морфологію зливка киплячої сталі. Швидкість розливання киплячої сталі. Методи корегування окисленості металу та інтенсифікації кипіння у виливницях. Швидкісне розливання киплячої сталі. Закупорення зливків киплячої і напівспокійної сталі. Порівняння методів хімічного і механічного закупорювання зливків. Особливості одержання зливків напівспокійної сталі. Визначення оптимального хімічного складу і швидкості розливання зливків напівспокійної сталі. Визначення тривалості витримки зливків для формування "здорової" кірки.

Тема 3.2 Шлакові суміші для розливання сталі

Шлакоутворюючі та теплоізолюючі суміші для зливків спокійної сталі. Визначення хімічного складу та фізико-хімічних властивостей шлакових сумішей. Асиміляція неметалевих включень та газів шлаковою фазою у виливницях.

Тема 3.3 Методи коригування окисленості сталі при розливанні

Методи коригування окисленості металу. Інтенсифікатори кипіння металу у виливницях.

Тема 3.4 Дефекти сталевих зливків

Структура сталевих зливків. Хімічна неоднорідність. Неметалеві включення і газу. Поверхневі дефекти зливків. Дефекти усадочного походження. Внутрішні дефекти зливків. Характерні дефекти зливків спокійної, напівспокійної та киплячої сталі розлитої зверху та сифонним методом.

Тема 3.5 Техніко-економічні показники розливання сталі

Собівартість розливання сталі у зливки.

Модуль 4 «Розливання сталі на МБЛЗ»

Тема 4.1 Особливості конструкцій і обладнання МБЛЗ різних типів

Класифікація МБЛЗ. Етапи розвитку технології безперервного розливання сталі. Вертикальні, вертикальні з вигином, радіальні, криволінійні та горизонтальні МБЛЗ. Валкові та стрічкові МБЛЗ. Характеристики деяких діючих МБЛЗ на заводах України та в світі. Загальна схема радіальних і криволінійних МБЛЗ. Підйомно-поворотний стенд, варіанти його конструкції. Основні функції проміжного ковша. Обладнання для захисту металу від вторинного окислення. Функції кристалізатора і затравки. Будова зони вторинного охолодження (ЗВО) і її функції. Функції тягуче-правильного агрегату (ТПА). Способи та устаткування для різання заготовки. Холодильники, що крокують, для остаточного (третинного) охолодження заготовок.

Тема 4.2 Вимоги до сталі, що розливається на МБЛЗ, та підготовка МБЛЗ до розливання

Загальні вимоги до хімічного складу сталі, що розливатиметься на МБЛЗ, та її підготовка. Порівняння хімічного складу сталі для розливки на МБЛЗ за вітчизняними та деякими міжнародними стандартами якості. Основні методи доведення сталі до заданого хімічного складу та їхня ефективність. Потенціал агрегату «ківш-піч» у підготовці сталі до безперервного розливання та його буферна функція у технологічному процесі.

Тема 4.3 Дефекти при розливці на МБЛЗ і методи їх усунення

Структура безперервнолитої заготовки. Механізм формування макроструктурних зон безперервнолитої заготовки. Напруги і деформації в кінці заготовки при її формуванні. Типові дефекти безперервнолитої заготовки. Класифікація дефектів безперервнолитої заготовки. Дефекти профілю, поверхні та внутрішні дефекти заготовки, їх причини та заходи, щодо їх попередження й усунення. Механізм формування слідів хитання та вибір оптимальних режимів хитання для мінімізації їх глибини. Наслідки формування глибоких слідів хитання.

Тема 4.4 Методи динамічного впливу на метал для підвищення якості заготовки

Класифікації та фундаментальні принципи впливу зовнішніх динамічних дій на формування структури заготовки. Зміна характеру циркуляційних потоків в рідкій фазі заготовці. Електромагнітна обробка сталі. Електрофізичний вплив. Обробка ультра- та інфразвуком, вібраційна обробка. Електрогідроімпульсна обробка. Обробка сталі інокуляторами. Системи динамічного «м'якого» обтиснення заготовки. Класифікація методів електромагнітного перемішування (ЕМП) рідкого ядра заготовки. Кондуктивне і індуктивне перемішування. Вплив ЕМП в різних зонах технологічної осі МБЛЗ на процеси формування заготовки і її якість.

Тема 4.5 Альтернативні варіанти конструкції МБЛЗ та концепції поєднання безперервної розливки і прокатки в одному комплексі

Напівбезперервна розливка. Валкова розливка. Стрічкова розливка. Альтернативні охолоджувачі. Розливка порожнистих заготовок. Електрошлаковий та вакуумнодуговий переплав. Зміна перерізу заготовки в процесі розливки. Історія, передумови створення, суть та переваги ливарно-прокатних модулів (ЛПМ). Класифікація ЛПМ. Фірми, які ведуть розробки в цьому напрямку, особливості та показники їх розробок.