

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики

Государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
Луганской Народной Республики  
«Донбасский государственный технический институт»  
(ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»)

Факультет металлургического и машиностроительного производства

Кафедра обработки металлов давлением и металловедения



Заместитель председателя приемной комиссии  
\_\_\_\_\_ А. В. Кунченко

22 февраля 2022

**ПРОГРАММА  
профессионального аттестационного экзамена**

при поступлении на обучение по ООП ВО – бакалавриата  
на основе СПО – специалиста среднего звена

Код и наименование укрупненной группы  
направлений подготовки – 22.00.00 «Технологии материалов»

Код и наименование направления  
подготовки – 22.03.02 «Металлургия»

Рассмотрено и одобрено на заседании  
кафедры ОМДиМ, протокол №8 от 22.02.2022

Председатель профессиональной  
аттестационной комиссии

\_\_\_\_\_ П.Н. Денищенко

Алчевск, 2022

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по направлению подготовки – 22.03.02 «Металлургия».

## **ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ»**

### **Основы физической химии.**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Молекулярно-кинетическая теория и главные законы термодинамики и термохимии. Химическое и фазовое равновесие, растворы. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики. Связь между энергией Гиббса и константой равновесия реакции. Методы определения константы равновесия и активности оксида железа в шлаке. Химическое сродство компонентов. Раствор углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, кобальта и молибдена в жидком железе. Раствор серы, фосфора, кислорода, водорода и азота в расплавленном железе и его сплавах. Скорость химических реакций.

### **Химические основы производства черных металлов.**

Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи. Доменный шлак и десульфурации чугуна. Химические процессы в горне печи. Основные нарушения технологического процесса. Химический состав доменной шихты. Технологические и технико-экономические расчеты основных параметров доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Отсортровка продукции по выявленным дефектам.

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Сера и фосфор - вредные примеси в стали. Легирующие элементы. Химический состав шлака и огнеупорных материалов. Примеси металлического лома в стали. Химический состав топлива. Свойства пыли и шламов при производстве стали. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия.

### **Основы стандартизации, метрологии и сертификации.**

Сертификация продукции. Основные требования к оформлению технологической документации. Систематизация и классификация. Государственная система стандартизации. Категории и виды стандартов. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Унификация. Типовые конструкции технического прогресса. Основы метрологии и обеспечение единства измерений. Выбор основных средств измерений. Погрешности измерений и статистические методы контроля качества, метрология и методы измерений.

Качество продукции. Основы и понятия. Контроль качества. Виды контроля. Оценка уровня качества.

### **Основы металлургической теплотехники.**

Топливо и основы механики печных газов. Общая характеристика топлива, расчеты его горения. Конвекция, тепло- и массоперенос, теплообмен излучением, нагрев и плавление металла. Основы тепломассообмена в металлургических агрегатах. Общая характеристика процессов теплообмена. Теплопроводность стационарная и нестационарная. Конвекционный теплообмен. Теплообмен излучением, округление коэффициентов теплоотдачи. Окисление и обезуглероживание металла. Основы рациональной технологии нагрева. Режимы работы. Металлургические печи, материалы и строительные элементы печей, сбережение тепла в металлургических печах. Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих газов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Котлы-утилизаторы. Охлаждение печей. Очистка дымовых газов. Классификация, общая характеристика тепловой работы печей. Основы механики печных газов. Статика газов. Динамика газов (законы и режимы движения газов в печах). Основы теории горения и конструкции топливосжигающих приборов. Учет горения топлива. Классификация и характеристика огнестойких материалов: свойства, область применения. Теплоизоляционные и строительные материалы. Кладка и строительные элементы печей.

### **Основы металлургического производства.**

Физико-химические основы металлургических процессов. Взаимодействие газовой, шлаковой и металлической фаз. Агломерация и коксохимия. Прямое получение железа. Окисление руд и концентратов. Восстановление газом в толстом слое и твердым углеродом. Основы литейного производства. Общие понятия технологии литейных форм. Производство отливок. Специальные виды литья.

### **Методы анализа и контроля материалов металлургического производства.**

Теоретические основы аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. Физико-химический и физический методы анализа. Химический анализ сырья и готовой продукции. Аттестация стали по результатам химического анализа и технологии выплавки. Основы техники измерения и средства контроля технологических процессов. Электрические измерения. Государственные системы обеспечения единства измерений и приборов контроля.

### **Доменное производство.**

Руды и флюсы черной металлургии, основы предварительной подготовки руд и флюсов, основы производства кокса, методы окомкования, технология подготовки шихты к спеканию, теплотехника агломерации, физико-химические процессы при агломерации, вопросы технологии агломерации, производство железорудных окатышей, теория укрепления окатышей, контроль и оценка качества окученных сырьевых материалов. Топливо, сырьевые материалы и подготовка их к доменной плавке. Распределение и движение шихты и газов в доменной печи. Восстановительные процессы и образование чугуна и шлака в

доменной печи. Теплообмен в доменной печи. Процессы, идущие в доменной печи при умеренных температурах. Разложение плавильных материалов в доменной печи. Процессы восстановления в доменной печи. Восстановление железа, кремния и марганца. Шлакообразование в доменной печи. Десульфурация чугуна в доменной печи. Конструкция доменной печи и ее вспомогательных приборов. Нагрев и подача дутья и очистка колошниковога газа. Уборка чугуна и шлака. Технология доменной плавки. Задувка доменной печи и управление ее ходом. Обслуживание доменной печи. Ремонт и выдувка доменной печи. Сравнение различных технологий производства чугуна в зависимости от смежных металлургических производств. Технологические операции процесса производства чугуна, выбор наиболее целесообразной технологии производства чугуна для конкретных производственных условий, выявление нарушений технологического процесса, меры по повышению качества продукции, технологические и технико-экономические расчеты доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Подготовка чугунных и шлаковых желобов и сифонного отверстия для выпуска жидких продуктов плавки, сверлильной машины и электропушки для открытия и закрытия чугунной летки. Управление сверлильной машиной, электропушкой, перекидным и качающимся желобом при проведении выпуска жидких продуктов плавки. Ремонт футляров чугунной и шлаковой леток, замена воздушной фурмы и шлаковой фурмы. Конструкционные расчеты оснащения, выполнение чертежей деталей и сборочных единиц. Оценка хода технологического процесса, выявление нарушений и их устранение. Оценка технического состояния оборудования и выявление резервов его использования. Качество сырья и топлива и их влияние на качество чугуна.

### **Производство стали.**

Этапы развития сталеплавильного производства. Классификация стали и способов ее производства. Технологические схемы современного сталеплавильного производства. Технико-экономические показатели и экологические проблемы сталеплавильного производства. Материалы сталеплавильного производства. Металлическая часть шихты. Неметаллические материалы. Кислородно-конвертерный процесс. Конструкция и расчеты конвертеров. Планирование кислородно-конвертерных цехов. Работа в кислородно-конвертерном цехе. Производство стали в мартеновских печах. Типы процессов. Основной и кислый мартеновский процессы. Двухванные печи. Тепловая работа мартеновских печей. Конструкция и расчет мартеновских печей. Планирование мартеновских цехов. Работа мартеновских печей. Производство стали в электропечах. Электросталелургия стали. Значение электросталеплавильных процессов. Оборудование и футеровка электросталеплавильных печей. Непрерывные сталеплавильные процессы. Многоступенчатые и потоковые процессы. Агрегаты желобного типа. Разливки и качество литой стали. Внепечное рафинирование стали. Разливка в изложницы. Непрерывная разливка стали. Структура и качество литой стали. Источники сталеплавильного шлака. Роль шлака. Строение и состав шлаков. Шлакообразование. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Методы контроля состава и свойств шлака. Дефосфорация стали. Десульфурация стали. Кислород в стали и ее раскисление. Неметалличе-

ские включения в готовом металле. Растворение газов в металле и шлаке. Азот в стали. Водород в стали. Дегазация металла.

### **Механическое и подъемно-транспортное оборудование доменных и сталеплавильных цехов.**

Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты доменных цехов. Профиль доменной печи, основные конструкционные элементы доменной печи, загрузочные аппараты, очистка доменного газа, оборудование для транспортировки чугуна и шлака, план доменного цеха.

Подъемно-транспортное оборудование сталеплавильных цехов. Детали подъемно-транспортных машин. Простые грузоподъемные машины. Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты для переработки металлургического легковесного и крупногабаритного лома. Машины и агрегаты для переработки стружки. Прессы для пакетирования. Ножницы и агрегаты для обработки крупногабаритного лома. Оборудование миксерного отделения и отделения переливания чугуна. Конструкция стационарного миксера, оборудование для скачивания шлака и взвешивания чугуна. Машины, агрегаты и установки кислородно-конвертерных цехов. Привод конвертеров. Машины для загрузки шихтовых материалов в конвертер. Конструкция кислородных конвертеров и механизмов их поворота. Машины для подачи кислорода в конвертер. Машины для замера температуры и отбора проб в конвертере. Машины для уборки продуктов плавки. Машины для ремонта конвертеров и ковшей. Оборудование для очистки конвертерных газов. Машины и агрегаты разливочных отделений. Машины внепечной обработки стали. Оборудование для разлива стали в изложницы. Машины для непрерывной разливки.

### **Электрооборудование доменных и сталеплавильных цехов.**

Электрооборудование доменных и сталеплавильных цехов. Аппаратура управления и защиты электропривода. Электрооборудование машин и агрегатов металлургических предприятий. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Электрическая цепь постоянного тока. Однофазные электрические цепи переменного тока. Трехфазные электрические цепи. Электронные измерительные приборы. Электрические измерения.

### **Автоматизация доменного и сталеплавильного производства.**

Автоматизация доменного и сталеплавильного производства. Измерение компонентов доменного и сталеплавильного процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Измерение компонентов доменного процесса. Автоматические системы регулирования. Основы регулирования технологических процессов. Измерение температуры. Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Вычислительная техника в управлении технологическими процессами. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Микропроцессорные системы. Автоматизация мартеновского, кислородно-конвертерного производства, непрерывной разливки стали.

## ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»

### **Основы металловедения.**

#### *Кристаллическое строение металлов.*

Современное представление о строении атома. Периодический закон Д.И. Менделеева - научная основа металловедения. Электронное строение и свойства металлов. Кристаллическое строение металлов. Основные типы кристаллических решеток, их характеристика, базис, координационное число, коэффициент компактности. Кристаллографические плоскости и индексы направлений. Анизотропия свойств металлов. Поликристаллические тела. Особенности кристаллического строения реальных кристаллов. Понятия о точечных, линейных и поверхностных несовершенствах (дефектах).

#### *Кристаллизация металлов.*

Суть процесса кристаллизации. Термодинамические условия процесса кристаллизации. Степень переохлаждения. Кривые охлаждения и нагрева, их построение. Механизм кристаллизации по Д.К. Чернову. Создание центров кристаллизации и роста кристаллов. Искусственное регулирование размеров и форм зерен путем модифицирования. Дендритная кристаллизация. Строение металлического слитка. Ликвация. Аллотропические (полиморфные) превращения в металлах.

Методы исследования и испытания металлов. Металлографические методы исследования металлов. Макроскопический анализ. Макроструктура, ее изучение методом излома на макрошлифах. Методика приготовления макрошлифов. Методы выявления ликвации серы и фосфора. Микроскопический анализ. Микрошлифы, методика их приготовления. Металлографические микроскопы, их устройство. Понятие об электронной микроскопии в металлографии. Устройство электронного микроскопа; реплики; фольги. Понятие о микроструктурном анализе.

#### *Физические методы исследования и контроля качества металлов.*

Термический анализ. Суть метода, регистрирующие приборы, их устройство и принцип действия. Дилатометрический метод. Определение критических точек. Устройство и работа дифференциального дилатометра. Метод радиоактивных изотопов. Рентгеновская дефектоскопия. Рентгеновское получение и его источники. Магнитные методы контроля. Устройство магнитного дефектоскопа. Ультразвуковой метод контроля, его суть. Ультразвуковой дефектоскоп.

#### *Механические свойства металлов.*

Статические испытания. Испытание на растяжение. Механические свойства: предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение, относительное сужение. Определение твердости. Твердость по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу. Динамическое испытание. Ударная вязкость, вязкость разрушения. Испытание при переменных нагрузках. Пластическая деформация металлов, ее механизм. Наклеп, возврат, рекристаллизация, сверхпластичность.

#### *Основы теории сплавов.*

Основные положения теории сплавов. Понятие о сплавах. Определение терминов: система, компонент, фаза, степень свободы, растворимость элемен-

тов в жидком и твердом состоянии. Твердые растворы. Химические соединения. Гетерогенные структуры (механические смеси). Приоритет отечественной науки на примере работ Н.С. Курнакова.

Правило фаз, его математическое выражение. Возможные случаи равновесия для двухкомпонентных систем.

*Диаграммы состояния двойных систем.*

Значение диаграмм состояния сплавов двухкомпонентных систем. Деление диаграмм состояния сплавов двухкомпонентных систем на отдельные типы в зависимости от характера образующейся структуры в твердом состоянии.

Диаграммы состояния сплавов, которые образуют механические смеси из чистых компонентов. Диаграмма состояния сплавов свинец - сурьма. Кристаллизация эвтектики. Использование правила фаз при анализе диаграмм состояния. Количественное определение по диаграмме состояния. Правило отрезков.

Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма медь-никель. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (с эвтектическим и перитектическим превращением). Диаграммы состояния сплавов для случая образования стойкого химического соединения. Диаграммы состояния сплавов, которые испытывают полиморфные превращения. Диаграмма состояния для случая полного распада твердого раствора.

*Железоуглеродистые сплавы.*

Диаграмма состояния железо-цементит. Историческая справка о построении диаграмм состояния сплавов железо-углерод. Две системы железоуглеродистых сплавов: железо-цементит, железо-графит. Характеристика фаз и структурных составляющих. Диаграмма состояния сплавов железо-цементит. Фазовый анализ областей диаграмм. Первичная кристаллизация и вторичные превращения в сталях и чугунах. Образование эвтектики и эвтектоида.

*Углеродистые стали.*

Классификация металлургических примесей в стали. Влияние углерода и постоянных примесей на прочностные свойства сплавов.

Классификация углеродистых сталей.

Сталь углеродная конструкционная обычного качества; сталь углеродная конструкционная качественная; маркировка, общие технические требования, использование. Природа прочности конструкционных сталей, работающих при нормальных условиях, пути ее повышения.

Сталь инструментальная углеродистая: маркировка, общие технические требования, использование.

*Чугуны.*

Классификация чугунов. Диаграмма состояния сплавов железо-графит. Графит, его свойства. Форма и размеры графитных включений. Процесс графитизации. Структура чугунов.

Серые чугуны. Влияние примесей и скорости охлаждения на структуру и свойства чугунов. Модифицирование чугунов. Маркировка, механические свойства и использование серых чугунов. Высокопрочные чугуны: получение,

маркировка, механические свойства и использование. Ковкие чугуны, их получение, маркировка, механические свойства и использование.

*Основы термической и химико-термической обработки сплавов.*

Теоретические основы термообработки металлов. Роль русских ученых в создании теории термической обработки.

Превращения в сталях при нагреве. Превращение перлита в аустенит. Разрастание зерна аустенита при нагреве. Наследственная зернистость стали. Превращения в сталях при охлаждении. Распад переохлажденного аустенита. Механизм перлитного и мартенситного превращения. Изотермическое превращение аустенита. Превращения при нагреве закаленных сталей.

Термическая и химико-термическая обработка стали. Классификация видов термической обработки. Роль термической обработки в повышении качества металлопродукции.

Отжиг, его назначение. Отжиг первого рода, гомогенизирующий, рекристаллизационный, для снятия остаточных напряжений. Отжиг второго рода: полный, неполный, изотермический, сфероидизирующий, низкий. Нормализация стали. Сравнение свойств отожженной и нормализованной стали. Сорбитизация стали. Патентирование проволоки и ленты.

Закалка сплавов. Температура и скорость нагрева под закалку. Скорость охлаждения, охлаждающая среда. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Закалка непрерывная, прерывистая, ступенчатая. Изотермическая закалка. Поверхностная закалка. Обработка стали холодом.

Старение. Природа упрочнения при старении. Возврат после старения.

Отпуск стали, его назначение и виды.

*Термическая обработка стали, способы ее выполнения.*

Термическое упрочнение проката с использованием тепла прокатного нагрева.

Технико-экономическая оценка методов термической и термо-механической обработки. Дефекты, которые возникают при термообработке стали, методы их обнаружения и устранения.

Понятие о химико-термической обработке стали, ее назначение. Цементация. Азотирование. Нитроцементация и цианирование. Диффузионная металлизация.

*Легированные стали, чугуны, сплавы цветных металлов.*

Определение легированной стали. Распределение легирующих элементов в стали и их влияние на свойства и превращения. Классификация легированных сталей, маркировка.

Конструкционные стали: применение, условия работы, предъявляемые требования, термическая обработка.

Инструментальные стали: условия работы, требования, предъявленные к структуре и свойствам. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента, быстрорежущие стали. Термическая обработка инструмента разного назначения.

Стали с особыми свойствами: износостойкие, нержавеющие, жаростойкие и жаропрочные, магнитные, с особыми тепловыми и упругими свойствами, с



эффектом памяти формы. Термическая обработка сталей с особыми свойствами.

Характеристика легированного чугуна. Влияние легирующих элементов на металлическую основу чугуна, размер и форму графитных включений. Чугуны для работы в условиях абразивного износа. Жаростойкие, жаропрочные, коррозионностойкие, антифрикционные, немагнитные чугуны: свойства, состав, маркировка и применение.

Сплавы цветных металлов. Свойства алюминия. Влияние примесей на свойства алюминия. Маркировка и применение алюминия.

Литейные алюминиевые сплавы: силумины, сплавы на базе систем алюминий-медь и алюминий-магний. Модифицирование силуминов. Жаропрочные алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов.

Структура, свойства, термическая обработка, маркировка и назначение деформируемых алюминиевых сплавов.

Магний и его сплавы. Структура, свойства, маркировка и применение магния. Литейные и деформируемые сплавы магния. Особенности технологии литья магниевых сплавов. Маркировка, структура, свойства, назначение и термическая обработка магниевых сплавов.

Свойства меди, ее применение. Влияние примесей на свойства меди. Маркировка меди.

Латуни. Диаграмма состояния медь-цинк. Латуни однофазные и двухфазные. Специальные латуни. Маркировка, свойства, назначение и термическая обработка латуней.

Бронзы. Литейные и деформируемые: оловянные, алюминиевые, бериллиевые, хромистые, свинцовые. Маркировка, структура, свойства, назначение и термическая обработка бронзы.

Свойства и области применения титана. Влияние примесей на свойства титана. Взаимодействие титана с легирующими элементами. Фазовые превращения в титановых сплавах. Деформируемые и литейные титановые сплавы, их классификация, маркировка, структура, назначение и термическая обработка. Фасонное литье из титановых сплавов.

Свойства никеля. Влияние примесей на свойства никеля. Сплавы системы никель-медь. Медно-никелевые сплавы: мельхиор, нейзильбер, константан. Жаропрочные литейные и деформируемые никелевые сплавы. Маркировка, свойства, назначение и термическая обработка никелевых сплавов.

Антифрикционные сплавы. Условия работы и требования, которые к ним предъявляются. Баббит. Антифрикционные сплавы на разных основах.

### **Основы теории обработки металлов давлением.**

*Основы пластической деформации металлов.*

Способы получения формы изделий. Суть и сравнительная характеристика способов обработки металлов давлением.

Кристаллическое строение металлов, его влияние на пластичность. Деформация монокристаллов. Скольжение и двойникование. Закон сдвигающих напряжений.

Механизм деформации поликристалла. Влияние холодной обработки металлов давлением на структуру и механические, физические, технологические свойства металлов. Наклеп, ее значение. Теплая обработка металлов давлением; отпуск и рекристаллизация.

Горячая обработка металлов давлением, ее преимущества. Влияние горячей обработки давлением на свойства металлов, зависимость свойств изделий от режима обработки давлением.

*Силы и напряжения при обработке металлов давлением.*

Внешние и внутренние силы. Понятие о напряжении. Нормальные и касательные напряжения. Факторы, которые влияют на схему напряженного состояния. Влияние схемы напряженного состояния на пластичность материалов.

*Виды деформации.*

Упругая и пластичная деформация. Закон Гука. Зависимость между напряжениями и деформациями. Главные деформации и их схемы. Связь со схемами напряженного состояния. Взаимосвязь между тремя главными деформациями. Закон постоянства объема. Величины, которые характеризуют деформации. Коэффициенты деформации, методы их определения. Связь коэффициентов деформации между собой и со вторыми показателями деформации. Общие и конкретные коэффициенты деформации. Оптимальное значение коэффициентов деформации для разных видов обработки металлов давлением. Влияние величины коэффициентов деформации на качество и экономичность способа обработки давлением.

Закон наименьшего сопротивления. Схемы течения металла при разных способах обработки давлением. Правило наименьшего периметра. Неравномерность деформации, дополнительные и остаточные напряжения.

*Сопротивление деформации.*

Понятие о сопротивлении деформации и среднем контактом давлении. Факторы, которые влияют на сопротивление деформации: химический состав, строение металла, температура, величина деформации, скорость деформации, внешнее трение, схемы напряженного состояния. Влияние сопротивления деформации на энергосиловые параметры обработки металлов. Условия начала пластической деформации при разных схемах главных напряжений.

*Пластичность.*

Понятие «пластичность», факторы, которые влияют на пластичность: химический состав, структура и фазовое состояние металла, температура, степень и скорость деформации; схемы напряженного состояния. Влияние пластических свойств металлов на выбор способа обработки давлением. Влияние трещин, волосовин и неметаллических включений.

Методы оценки пластичности: испытание на растяжение, кручение, перегиб и тому подобное. Выбор способа испытания для разных изделий.

*Очаг деформации и его параметры.*

Определение очага деформации при обработке металлов давлением. Параметры, которые характеризуют очаг деформации. Геометрический и физический очаг деформации. Вывод уравнения, которое связывает основные пара-

метры очага деформации; диаметр рабочих валков, обжатие и угол захвата. Скорость деформации. Определение скорости деформации по формулам.

#### *Внешнее трение.*

Понятие о внешнем или контактном трении. Виды трения при обработке металлов давлением. Роль трения. Влияние разных факторов на величину трения: состояние поверхности, химический состав, температура инструмента и металла, скорость деформации, степень деформации, условия трения.

Способы снижения и повышения коэффициента трения. Технологические смазки, их состав, качество, надлежащие требования. Методы расчета коэффициента трения при горячей и холодной обработке давлением. Справочные данные, таблицы, графики для определения коэффициента трения. Экспериментальные методы определения коэффициента трения при обработке металлов давлением.

#### *Захват металла валками.*

Силы, которые действуют при захвате металла валками. Определение условия захвата полосы валками. Соотношение между углом захвата и углом трения при захвате полосы валками и их использование в практике прокатки.

#### *Опережение и отставание.*

Суть явлений опережения и отставания при прокатке. Соотношение между скоростью валков и концом полосы. Количественное определение опережения и отставания. Коэффициент опережения. Определение скорости выхода полосы из валков. Соотношение между скоростями концов полосы. Практическое значение скорости полосы на выходе из валков для прокатки на непрерывных станах. Нейтральное (критическое) сечет и нейтральный угол. Вывод формулы Финка для определения опережения. Формулы Экелунда и Дрездена, условия их применения. Факторы, которые влияют на опережение.

#### *Уширение при обработке металлов давлением.*

Суть явления уширения. Роль уширения при обработке металлов давлением. Виды уширения. Значение выбора вида и величины уширения для получения изделий точных размеров и высокого качества. Связь между главными деформациями.

Факторы, которые влияют на уширение: химический состав металла, температура, размеры заготовки и инструмента, величина обжатия, число проходов, коэффициент трения, натяжение, внешние зоны.

Методы расчета уширения. Выбор метода расчета и условия его применения для разных случаев обработки металлов давлением.

#### *Давление металла на инструмент.*

Схема действия сил со стороны металла на инструмент. Удельное и полное усилие, их связь. Определение площади контакта металла с инструментом. Значение точности расчета усилия для рационального выбора деформации. Влияние полного усилия на расход энергии и ход технологического процесса при обработке металлов давлением.

Факторы, которые влияют на величину удельного давления; химический состав деформируемого металла, размеры заготовки и рабочего инструмента, величина обжатия, скорость деформации, наклеп, температура, внешнее трение,

натяжение полосы, внешние зоны. Распределение удельного давления на поверхности контактное металла с инструментом. Контактные касательные напряжения, силы трения. Влияние величины и характера распределения удельного давления на износ инструмента. Расчет удельного давления при горячей и холодной деформации. Конструкция месдоз и условия их применения. Точечные месдозы.

#### *Неравномерность деформации.*

Неравномерность деформации по ширине полосы, ее причины; и вид штабы на выходе из валков. Диаграмма естественных и средних вытяжек. Дополнительные напряжения. Принудительное уширение и утяжка при неравномерной деформации. Несимметричность деформации вдоль всей заготовки. Неравномерность деформации по толщине заготовки, Влияние формы инструмента и геометрических размеров заготовки на форму полосы после обработки. Особенности деформации биметаллов. Виды дефектов, образованных в результате неравномерности деформации. Остаточные напряжения, методы их устранения и предотвращения. Влияние неравномерности деформации на качество продукции. Учет неравномерности деформации при проектировании инструмента и разработке технологического процесса.

#### *Особые случаи обработки металлов давлением.*

Особенности прокатки в калибрах; определение обжатия, площади контакта, угла захвата, уширения. Получение гнутых профилей. Особенности холодного и горячего профилирования; эффективность производства гнутых профилей. Особенности прокатки в вакууме, условия трения, опережения, уширения. Влияние вакуума на структуру и свойства.

#### *Штамповка взрывом.*

Особенности процесса "П-В" (прокатка-волочение). Экономичность процесса производства. Использование ультразвука и обработке металлов давлением; роль ультразвуковых колебаний; их экономичность и перспективность.

#### **Оборудование цехов ОМД.**

*Назначение и конструкция узлов и механизмов главной линии прокатного стана.*

Рабочие клетки. Определение прокатного стана. Типы и назначения машин и агрегатов прокатных цехов. Основные элементы главной линии прокатного стана и их назначения. Общее устройство рабочих клеток. Классификация рабочих клеток по числу и расположению валков. Назначение и типы прокатных валков. Основные элементы валков, выбор их размеров, нормативно-техническая документация на валки. Эксплуатация валков. Способы восстановления формы и размеров изношенных валков клеток «Дуо» и «Кварто».

#### *Подшипники прокатных валков, их назначение.*

Основные типы подшипников прокатных валков, область их приложения. Подшипники жидкостного трения (ПЖТ). Конструкция, принцип действия ПЖТ гидродинамического типа, их достоинства и недостатки. Подшипники качения, их типы, конструкция, область применения. Подушки подшипников качения. Посадка подшипников качения на шейку валка и в подушку.

*Станины рабочих клеток, их назначение, типы, конструкция, материал.*

Станины открытого и закрытого типа. Плитовины, их размеры и материал. Фундаментные болты.

Механизм для вертикальной установки валков, их назначения и классификация. Типы нажимных механизмов. Нажимные винты и гайки, материал для их изготовления. Расчет на прочность нажимных винта и гайки. Механизмы для уравнивания валков, их назначения и типы. Устройства для осевой установки валков, их назначения и типы, конструкция.

#### *Валковая арматура.*

Назначение и классификация валковой арматуры. Валковая арматура заготовочных и сортовых станов. Рациональные схемы размещения валковой арматуры сортовых станов, особенности ее эксплуатации. Влияние валковой арматуры на технико-экономические показатели работы сортовых и листовых станов.

#### *Привод валков рабочей клетки.*

Назначение и элементы привода прокатных валков. Шпиндели, их типы и конструкция. Шестерные клетки, их назначения, основные элементы, материал для изготовления. Основные типы и конструкция шестерных клеток. Смазка зацепления и подшипниковых узлов. Расчет на опрокидывание шестерных и рабочих клеток. Редукторы, их конструкция, назначение и типы. Конструкция редукторов, смазка.

Муфты главной линии рабочей клетки, их назначения, типы, конструкция, смазка. Преимущества и недостатки муфт разных типов.

#### *Многовалковые клетки.*

Назначение и типы многовалковых станов. Станины 20-ти валковых станов. Конструкция опорных валков. Нажимные устройства. Особенности конструкции шпинделей и шестерных клеток 20-ти валкового стана. Конструкция рабочих клеток планетарных станов.

#### *Клетки с вертикальными валками.*

Назначение клеток с вертикальными валками. Конструкция клеток. Повод вертикальных валков. Назначение и конструкция универсальных и универсальных балочных клеток. Узлы и детали повода вертикальных валков.

#### *Станы специального назначения.*

Назначение, принцип работы и конструкция рабочих клеток станов для прокатки колес, шаров, крупных резьб, ребристых труб. Конструкция рабочих клеток для изготовления зубчатых колес. Профилегибочные агрегаты.

#### *Механизмы для смены валков.*

Основные способы перевалки валков. Конструкция механизмов для изменения валков. Основные операции, выполняемые при перевалке валков. Системы комплексной перевалки клеток на непрерывных станов.

#### *Краны прокатных цехов.*

Простые грузоподъемные механизмы и машины. Мостовые электрические краны общего и специального назначения, их устройство, область применения. Канаты, блоки, барабаны, тормоза. Выбор канатов. Нормы отбраковывания канатов. Типы грузозахватных устройств. Крюки, клещевые и электромагнитные увлечения, поднимающие электромагниты, грейферы.

### *Машины для зачистки слитков и заготовок.*

Характеристика поверхностных дефектов слитков, заготовок и проката. Классификация средств зачистки. Ручные резаки огневой зачистки. Термофризерные машины. Машины огневой зачистки (МОЗ), их устройство и работа.

### *Машины для резки проката.*

Классификация ножниц, их назначение и основные типы. Ножницы с параллельными ножами. Определение усилия резки ножниц с параллельными ножами. Ножницы с наклонными ножами и их типы. Методика определения усилия резания. Дисковые ножницы. Летучие ножницы. Барабанные летучие ножницы, кривошипнорычажные планетарные летучие ножницы. Ножницы с гидравлическим пневмоприводом. Машины для сварки концов полос внахлест, стыкосварочные машины. Дисковые пилы.

### *Правильные машины и прессы.*

Принцип исправления упруго-пластичным знакопеременным изгибом. Назначение и классификация роликовых ЛПМ, конструкция ЛПМ. Назначение и классификация сортоправильных машин, их конструкция. Правильные прессы.

### *Машины для смотки полос и катанки.*

Назначение и классификация моталок. Роликобарабанные моталки для горячей полосы, их устройство и работа. Барабанные моталки для холодной полосы, их конструкция. Разматыватели, их назначение, типы и конструкция.

*Машины для маркировки, пакетирования, клеймовки проката и транспортировки.*

Назначение клеймовки и маркировки. Клеймители блюмов и слябов. Назначение и конструкция бунтовязальных машин. Машины для пакетирования бунтов. Листоукладчики, укладчики сортового проката. Машины для упаковки рулонов и пачек листов. Клеймители рельсов и крупносортовых профилей. Клеймители проката и обрезки. Машины для пакетирования сортового проката. Сливковозы, их типы, конструкция. Опрокидыватели, их назначения, устройство, принцип работы. Рольганги, их классификация по назначению, конструкция роликов. Типы повода рольгангов. Толкатели, сталкиватели, выталкиватели. Поворотные, подъемные, подъемно-качающиеся столы, их назначения, типы, конструкция.

Конвейеры. Их назначение и конструкция. Рельсовые и роликовые холодильники листовых и сортовых станов. Манипуляторы и кантователи, их классификация и назначение. Манипуляторы кантователи листовых и крупносортовых станов.

### *Машины для быстрого охлаждения и термообработки проката.*

Назначение и типы агрегатов для термической обработки проката. Машины для закалки головки рельсов. Агрегаты для термической обработки листов и полос. Закалочные прессы и роликовые закалочные машины. Агрегаты для термообработки рельсов. Поверхностная закалка головки рельсов по длине из печного нагрева.

### *Оборудование для производства литой заготовки.*

Классификация МНЛЗ. Принцип работы МНЛЗ. Особенности вертикальных и радиальных МНЛЗ.

*Оборудование для производства труб.*

Прошивные станы и прессы. Схемы рабочих клетей прошивных станов с боковой и торцевой выдачей гильзы. Назначение узлов и механизмов, которые входят в рабочие линии. Сравнительная характеристика схем.

Рабочая клеть прошивного стана. Конструкция и назначение основных деталей и механизмов рабочей клетки.

Вертикальные и горизонтальные прошивные прессы, их сравнительная характеристика. Преимущества гидравлических прошивных прессов в сравнении с механическими. Конструкция и назначение основных узлов гидравлических прошивных прессов.

*Оборудование для производства холоднодеформированных труб.*

*Оборудование травильных отделений.*

Конструкции травильных ванн. Ванны для обезжиривания, омеднения, фосфатирования, омыления. Механизированные и автоматизированные поточные линии. Конструкция сушильных камер.

Высокопроизводительные линии для заковки труб перед волочением, правки и обрезки концов. Использование роботов для заострения концов труб перед волочением.

### **Основы технологии процессов ОМД.**

*Сортамент продукции прокатного производства.*

Основные требования к готовым профилям. Повышение качества проката. Прогрессивные виды прокатных профилей. Определение размеров готового профиля и проверка в соответствии с ГОСТ и ТУ. Слитки. Их форма и размеры, масса. Дефекты слитков. Способы получения слитков. Преимущества литых блюмов.

*Подготовка металла к прокатке.*

Адьюстаж обжимно-заготовочных станов, его структура, оборудование, организация работ. Значение удаления поверхностных дефектов. Способы удаления поверхностных дефектов.

Нагрев металла перед прокаткой. Цель нагрева. Режимы нагрева стали. Температурные напряжения. Оптимальные температуры нагрева разных сталей, длительность нагрева. Графика нагрева металла. Оптимизация управления температурным режимом нагревательных колодцев (дифференцированный нагрев). Нагревательные устройства, которые применяются в прокатных цехах.

Охлаждение металла после прокатки. Назначение регулируемого охлаждения металла после прокатки. Режимы охлаждения. Выбор режима охлаждения для разных марок стали. Дефекты металла, связанные с его охлаждением.

*Основы калибровки прокатных валков.*

Суть и назначение калибровки валков. Классификация калибров. Элементы калибра. Нейтральная линия калибра. Диаметры валков. Изменение диаметра валков при переточках. Катающий диаметр и его определение. Расположение калибров на валках. Верхнее и нижнее давление. Особенности построения калибров. Прокатка на "минус".

Калибровка валков подготовительных клетей. Определения системы вытяжных калибров и их характеристика. Калибровка по системе ящичных калибров. Калибровка по системе "ромб-квадрат". Калибровка по системе "овал-квадрат". Калибровка по системе "шестигранник - квадрат". Калибровка по системе: "овал - ребровый овал". Калибровка по системе "овал-круг". Область применения, схема деформации, преимущества, недостатки. Методы расчета режимов обжатий. Чертеж калибров. Калибровка валков и прокатка арматурной стали.

*Производство блюмов и слябов.*

Сортамент обжимных станов. Расположение оборудования блюмингов и слябингов. Технология прокатки блюмов и слябов. Двухслитковая прокатка. Калибровка валков блюмингов. Методика расчета калибровки. Выполнение чертежа калибровки валков блюминга. Методика расчета режима обжатий блюмов и слябов. Методика расчета скоростного режима прокатки. Чертеж скоростных графиков прокатки. Перспективы усовершенствования производства полупродукта. Технология изготовления литых блюмов и слябов. Дефекты блюмов и слябов, их предупреждения.

*Производство заготовок.*

Сортамент заготовочных станов. Классификация заготовочных станов. Характеристика оборудования заготовочных станов НЗС 900/700/500. Технология прокатки заготовок. Калибровка валков НЗС. Дефекты заготовок и мероприятия по их предупреждения. Чертеж графика прокатки.

*Производство сортового проката.*

Сортамент сортовых станов. ГОСТы на продукцию. Исходный материал и подготовка его к прокатке. Классификация сортовых станов. Характеристика оборудования и его расположения на крупносортном стане 600 ПАО «АМК». Технологический процесс производства сортовой стали. Калибровка валков для прокатки сортовых профилей. Способы калибровки валков для прокатки квадратной, круглой и угловой стали. Чертеж чистовых калибров. Расчеты их размеров. Дефекты сортовых профилей. Методы контроля и способы предупреждения дефектов. Техничко-экономические показатели работы сортовых станов.

*Производство горячекатаной проволоки.*

Сортамент и ГОСТы на катанку. Исходные заготовки. Типы проволочных станов и их сравнительная характеристика. Технологический процесс прокатки катанки. Калибровка валков для прокатки катанки.

*Производство полос и штрипсов.*

Сортамент и ГОСТы на полосу и штрипсы. Их применение. Исходные заготовки. Типы станов. Технологический процесс прокатки. Калибровка полосовой стали. Способы прокатки в закрытых калибрах, на ступенчатых валках и гладкой бочке с применением ребровых калибров. Возможные дефекты при прокатке полос и штрипсов. Способы их устранения. Техничко-экономические показатели работы станов.

*Производство рельсов, балок и швеллеров.*

Сортамент рельсобалочных состояний. ГОСТы на продукцию. Исходный материал. Типы станов. Расположение оборудования современных рельсо-



балочных станов. Технология прокатывания рельсов и балок. Термообработка, обработка и испытание рельсов. Способы прокатки двутавровых балок. Особенности прокатки балок. Особенности деформации металла в балочных калибрах. Способы прокатывания швеллеров. Действительные и ложные фланцы. Способы прокатки рельсов. Тавровые калибры. Дефекты сложных фасонных профилей. Техничко-экономические показатели работы рельсобалочных станов.

*Производство горячекатаных толстых листов.*

Сортамент и ГОСТы на толстолистовую и тонколистовую сталь. Исходный материал. Типы станов для прокатки горячекатаных листов. Технология производства толстых листов. Производство двухслойных листов. Современные непрерывные станы и полунепрерывные станы для прокатки широких полос. Реверсивные станы с моталками в печах и планетарные станы. Устройства для уменьшения поперечной разнотолщинности полосы.

Схемы прокатки толстых листов. Расчет режима обжатия толстых листов на двухклетьевом толстолистовом стане. Скоростной режим прокатки толстых листов. Определение производительности стана. Дефекты листов. Причины возникновения и способы устранения.

*Производство холоднокатаной полосы.*

Сортамент и ГОСТы на холоднокатаную листовую сталь. Влияние холодной прокатки на структуру и свойства металла. Исходный материал и его подготовка к прокатыванию. Типы состояний, которые применяются для холодной прокатки полосы. Технологические процессы производства холоднокатаных тонких листов. Смазочно-охлаждающие жидкости, их назначения.

*Производство листов с покрытием.*

Потери металла в результате коррозии. Средства защиты металла от коррозии. Методы нанесения защитных покрытий. Лужение жести. Горячо и электролитическое лужение. Состав агрегатов. Цинкование тонкой полосы. Горячо и электролитическое цинкование. Состав оборудования и технологический процесс. Хромирование и никелирование, алюминирование листовой стали. Нанесение лаковых и полимерных покрытий на жель. Производство холоднокатаной специальной стали.

*Производство специальных видов проката.*

Производство железнодорожных колес и бандажей. Производство колец. Технология прокатки. Оборудование кольцепрокатных станов. Производство периодических профилей. Сортамент, область применения. Технологический процесс производства. Производство шаров.

*Производство бесшовных горячедеформированных труб.*

Сортамент труб и их применение. Классификация труб. Общие принципы получения бесшовных труб. Современные способы прокатки труб на прошивном, автоматическом, пилигримовом, непрерывном, раскатном, редуционном и калибровочном станах. Конструкция станов.

*Классификация способов получения сварных труб.*

Непрерывные агрегаты печной сварки труб. Непрерывные агрегаты электрической сварки труб и дуговым способом под слоем флюса.

*Производство холоднодеформированных труб.*

Сортамент труб и их применение. Станы для холодной прокатки труб. Основы процесса. Стали для получения холоднодеформированных труб.

Технологические основы волочения. Понятие о процессе волочения. Сортамент и способы волочения прутков и труб. Составление схем волочения. Технологический процесс производства продукции волочениям. Работа на волочильном состоянии. Смазывание при волочении. Особенности волочения труб из легированных сталей, бухтовое волочение. Непрерывное волочение прутков и труб. Расчет маршрутов волочения. Волочильный инструмент, его калибровка. Виды дефектов продукции, их предупреждения и устранения.

Обработка труб и контроль технологии производства труб. Обрезка и разрезка труб. Оборудование, которое используется для обрезки и разрезки. Гидравлическое испытание труб, его цель, суть и оборудование. Характеристика прессов для гидравлического испытания труб. Термическая обработка труб. Принятие и сдача продукции.

*Технологические основыковки и штамповки.*

Суть процессаковки. Область применения. Исходный материал. Основные операцииковки. Инструмент. Оборудование дляковки.

Горячая объемная штамповка. Суть процесса при работе на молотах и прессах. Общая схема технологического процесса. Вспомогательные и отделочные операции горячей объемной штамповки. Холодная штамповка. Суть процесса. Область применения. Исходный материал.

*Технологические основыпрессования.*

Сортамент прессуемых профилей, труб, типы прессовых агрегатов. Суть процесса прессования сплошных и полых профилей. Технологический процесс производства на прессовых агрегатах с вертикальным механическим и горизонтальным гидравлическим прессами. Особенности прессования труб из чугуна и особотолстостенных труб. Технологические масла, которые используются при изготовлении продукции прессованием.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АТТЕСТАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА (ПАЭ)**

ПАЭ проводится в форме тестирования. Для проведения тестирования формируются отдельные группы абитуриентов в порядке поступления (регистрации) документов. Список абитуриентов, допущенных к сдаче ПАЭ, формируется председателем отборочной комиссии факультета.

Для проведения тестирования профессиональной аттестационной комиссией предварительно готовятся тестовые задания согласно «Программы профессионального аттестационного экзамена». Программа ПАЭ обнаружится на официальном веб-сайте ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» и стендах приемной комиссии.

ПАЭ проводится в сроки, предусмотренные «Правилами приема в ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» в 2022 году».

На тестирование абитуриент должен явиться с паспортом, шариковой ручкой синего цвета и листом результатов вступительных экзаменов, который выдается секретарем отборочной комиссии факультета.

В начале ПАЭ абитуриент получает экзаменационное задание, которое содержит 12 тестовых заданий с множественными вариантами ответов по дисциплинам, которые указаны в программе собеседования. Одно тестовое задание содержит от 6 до 14 вариантов ответов, из них 50% правильных. Всего в экзаменационном задании 50 правильных ответов. Правильный ответ оценивается в 2 балла. Таким образом, максимальное количество баллов, которое может набрать абитуриент - 100. Ответы фиксируются в бланке «Письменной работы». Продолжительность тестирования составляет 60 минут. Пользоваться при тестировании печатными или электронными информационными средствами запрещается.

Результаты ПАЭ оцениваются по 100-бальной шкале по правилам, которые указаны в разделе «Критерии оценивания» данной программы. Уровень знаний поступающего по результатам тестирования заносится в ведомости и подтверждается подписями членов комиссии по проведению ПАЭ. Ведомость оформляется одновременно с листом результатов вступительных экзаменов поступающего и передается в приемную комиссию.

Абитуриент должен набрать не меньше 25 баллов. Это позволит абитуриенту принять участие в конкурсе при поступлении в Институт.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень подготовки	Требования уровня подготовки согласно критериям оценивания	Балл по стобальной шкале
«отлично»	Абитуриент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. В тестовых ответах допущено не более 10% ошибок.	90-100
«хорошо»	Абитуриент знает программный материал. В тестовых ответах допущено не более 35% ошибок.	74-89
«удовлетворительно»	Абитуриент знает только основной материал. В тестовых ответах допущено от 25% до 65% ошибок.	25-73
«неудовлетворительно»	Абитуриент не знает значительной части программного материала. В тестовых ответах допущено более 75% ошибок.	0-24

**Примечание.** Уровень подготовки «неудовлетворительно» является недостаточным для участия в конкурсе на зачисление.


## ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов / А.И. Целиков [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988.
2. Максимов Ю.Н. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1982.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента.- М., «Мир», 1972.
4. Цымбал В.П. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1986.
5. Михайлов А.М. «Литейное производство». М.: Машиностроение, – 1987.
6. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. / Розенгарт Ю.И. [и др.] - М.: Металлургия, 1985 — 303 с.
7. Яковлев Ю.Н. и др. Основы научных исследований в черной металлургии. – К., Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 205 с.
8. Металлургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Матрюков Б.С. и др. М.: Металлургия, 1986. – 426с.
9. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Металлургия, 1986. – 479с.
10. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М. Металлургия, 1988.
11. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Металлургия, 1988.
12. Шурхал В.Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
13. Владимиров Л. П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. - М., Металлургия, 1970.
14. Дорофеев В.Н. «Конструкция и проектирование доменных печей», Киев, УМК ВО,1991.
15. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна К., "Вища школа", 1988 – 351 с.
16. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование фабрик окускования и доменных цехов./ Гребеник В.М., Сторожик Д.А., Демьянец Л.А. и др. - К.: Вища школа, 1985. - 312 с.
17. Плискановский С.Т. и Полтавец В.В. «Оборудование и эксплуатация доменных печей», Днепропетровск, Пороги, 2004.
18. Фастовский М.Х., Дакалов Г.В., Носовский А.А Механическое и транспортное оборудование агломерационных фабрик - М.: Металлургия, 1983. 264 с.
19. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Шевченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев, "Вища школа", 1981.

20. Дорофеев В.Н., Должиков В.В., Чистяков В.Г. Теория и технология доменного процесса: Сб. задач.– Алчевск, ДонГТУ, 2005.
21. Конспект лекций по дисциплине "Теория и технология подготовки сырья". Ровенский И.И. ДГМИ, 2000 г.
22. Вегман Е.Ф. и др. Metallургия чугуна. М. Metallургия, 1978.
23. Шур А.Б. Теплообмен в доменной печи. Ч. 1: Уч. пособие .– Алчевск: ДонГТУ, 2006.
24. Кудрин В.А. Metallургия стали: Уч. для ВУЗов.- М.: Metallургия, 1989 .- С. 365 – 419.
25. Научные основы современных сталеплавильных процессов / А.В. Явойский, П.С. Харлашин, В.С. Волошин, Т.М. Чаудри.- Мариуполь, 2003.- 276 с.
26. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали.- Днепрпетровск: Системные технологии, 2000.- 190 с.
27. Сталеплавильне виробництво. Навч. посібник / В.І. Баптизманський, Б.М. Бойченко, О. Г. Величко та ін. –К.: ІЗМН, 1996.- С. 92-223.
28. Metallургия стали: Уч. для вузов./ под ред.. В.И. Явойского и Ю.В. Кряковского// М.: Metallургия, 1983.- 583 с.
29. Бигеев А.М. Metallургия стали. – М.: Metallургия, 1988. – 440 с.
30. Ойкс Г.Н., Иоффе Х.М. «Производство стали. Расчеты».
31. Манцев А.Р. «Мартеновские печи». Атлас.
32. Михайлов А.М. «Литейное производство». М.: Машиностроение, – 1987.
33. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. Розенгарт Ю.И, [и др.] М.: Metallургия, 1985. —303 с.
34. Metallургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Матрюков Б.С. и др. М.: Metallургия, 1986.– 426с.
35. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Metallургия, 1986. – 479с.
36. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. - М., Metallургия, 1988.
37. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Metallургия, 1988.
38. Шурхал В.Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
39. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов: Уч. пособие. – Киев-Донецк: “Вища школа”, 1979. – 276 с.
40. Борнацкий И.И. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. – М.: Metallургия, 1974, 319 с.
41. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. - Киев-Донецк: “Вища школа”, 1978. – 287 с.
42. Куприн А.П. и др. Основы теории прокатки. - М.: Metallургия, 1982.
43. Громов Н.Г. Теория обработки металлов давлением. М.: Metallургия, 1978.

44. Б.А.Кузьмин и др. Металлургия, металловедение и конструкционные материалы. М.: Высшая школа, 1984.
45. Ю.М.Лахтин. Металловедение и термическая обработка.
46. Королев А.А. Механическое и транспортное оборудование прокатных и трубных цехов. М.: Металлургия, 1987.
47. Целиков А.И. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. - М.: Металлургия, 1988.
48. Бахтинов В.Б. Прокатное производство, М., Металлургия, 1987г.
49. Коновалов, Ю.В. Металлургия. Учебное пособие в 3 кн. К.2. Металловедение и основы термической обработки металлов. Теоретические основы обработки металлов давлением. Сортамент прокатной продукции. Производство заготовок. Листопрокатное производство / Ю.В. Коновалов, А.А. Минаев. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. – 527 с.
50. Коновалов, Ю.В. Металлургия. Учебное пособие в 3 кн. К.3. Сортопрокатное производство. Дефекты слитков, заготовок, листового и сортового проката, их контроль и способы предупреждения. Производство специальных видов проката, труб и биметаллов. Валки прокатных станов. Волочение, пресование, ковка и штамповка металла / Ю.В. Коновалов, А.А. Минаев. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2013. – 603 с.
51. Рудской, А.И. Теория и технология прокатного производства. Учебное пособие / А.И. Рудской, В.А. Лунев. - СПб: Наука, 2008. – 527 с.
52. Чекмарев, А.П. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов / А.П. Чекмарев, М.С. Мутьев, Р.А. Машковцев.- М.: Металлургия, 1971. - 512 с.
53. Полухин, П.И. Прокатное производство: Учебник для вузов. 3-е издание. / Полухин П.И., Федосов Н.М., Королев А.А. и др. - М.: Металлургия, 1982. - 696 с.
54. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов / В.К. Смирнов, В.А. Шилов, Ю.В. Инатович. - М.: Металлургия, 1987. - 368 с.
55. Клименко, В.М. Технология прокатного производства: Учебное пособие / А.М.Онищенко, А.А.Минаев, В.С.Горелик. - К.: Выща шк., 1989. – 311 с.

СОГЛАСОВАНО И ОДОБРЕНО

  
С. В. Куберский

Протокол заседания кафедры МЧМ от 21.02.2022 №8