

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР  
ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Кафедра «Металлургия стали и сплавов»

Кафедра «Обработка металлов давлением»

Кафедра «Цветная металлургия и конструкционные материалы»

Кафедра «Техническая теплофизика»

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Образовательный уровень «Магистр»

Направление подготовки 22.04.02 «Металлургия»

Приём 2021 года

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний по специальности образовательного уровня «магистр» направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» разработана на основе следующих документов:

- государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»;
- рабочих учебных планов подготовки бакалавров указанного направления.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ, ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И ВОПРОСОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

### Раздел 1 – Metallургия чугуна.

Общая характеристика схемы производства чугуна и стали. Классификация железных, марганцевых руд и флюсов. Запасы руд чёрных металлов, основные месторождения. Промышленно-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых.

Общая характеристика технологии механической обработки полезных ископаемых. Способы дробления, измельчения и грохочения руды, применяемое оборудование. Способы обогащения, применяемое оборудование. Обжиг руд чёрных металлов. Общая характеристика методов окускования. Сущность и классификация процессов окускования. Брикетирование, область применения, виды брикетов. Технологическая схема брикетирования. Виды связующих, прессовое оборудование. Metallургические свойства брикетов.

Производство окатышей. Перспективы развития, область применения, виды окатышей. Технологическая схема производства окатышей. Оборудование обжиговых цехов, температурно-тепловой режим обжига. Химико-минералогические превращения при обжиге окатышей. Metallургические свойства окатышей.

Агломерационное производство. Перспективы развития, область применения, виды агломерата. Технологическая схема производства агломерата. Оборудование агломерационных фабрик, температурно-тепловой агломерации. Химико-минералогические превращения при производстве агломерата. Metallургические свойства агломерата.

История возникновения доменного процесса. Перспективы доменного процесса в 21 веке. Технологическая схема производства чугуна. Профиль доменной печи. Основные элементы конструкции доменной печи. Структура внутреннего пространства доменной печи. Загрузка шихтовых материалов в печь, дутьё, противоток шихтовых материалов и газов. Образование металла и шлака. Выпуск продуктов плавки.

Основы теории и технологии производства чугуна. Классификация чугунов. Физико-химические превращения в пространстве доменной печи. Материальный и тепловой баланс доменной плавки. Техничко-экономические показатели доменной плавки и методы её интенсификации.

Классификация процессов бескоксовой металлургии. Развитие бескоксовой металлургии и перспективы её развития в 21 веке. Использование продукции бескоксовой металлургии в metallургических процессах.

**Рекомендуемая литература:** [1-4]

### Раздел 2 – Metallургия стали.

Классификация сталеплавильных процессов. Подовые и конвертерные процессы. Электросталеплавильный процесс. Методы специальной металлургии. Современные тенденции развития сталеплавильных технологий. Классификация сталей. Шихтовые материалы сталеплавильного производства.

Конверторные процессы. Кислородно-конвертерный процесс. Основы технологии кислородно-конвертерной плавки. Производство стали в кислородных конверторах донного и комбинированного дутья.

Мартеновский процесс: особенности плавки стали в мартеновской печи, варианты мартеновского процесса, принцип регенерации тепла и топливо для мартеновских печей. Периоды мартеновской плавки. Технология плавки в основной мартеновской печи на скрап-рудным процессе. Кислый мартеновский процесс. Требования к шихте и топливу. Ход плавки в кислой мартеновской печи. Интенсификация мартеновского процесса. Производство стали в двухванных сталеплавильных агрегатах.

Электросталеплавильный процесс. Методы выплавки стали в ДСП. Особенности выплавки стали в сверхмощных ДСП. Методы интенсификации плавки в ДСП. Особенности выплавки стали в кислых ДСП. Особенности выплавки легированных сталей в ДСП.

Внепечная обработка стали. Технологические задачи, которые решают при внепечной обработке. Методы внепечной обработки стали. Доведение стали на агрегате ковш-печь. Вакуумирование стали.

Способы разлива стали. Оборудование и организация разлива стали в слитки. Разливка стали на МНРС. Особенности разлива легированных сталей. Гидродинамические процессы, которые происходят в сталеразливочном ковше и при наполнении изложниц и кристаллизаторов. Процессы, происходящие при выпуске металла из печи.

Взаимодействие жидкого металла с огнеупорным материалом сталеразливочных стаканов.

Теплофизика слитка. Теплофизические процессы, происходящие во время кристаллизации слитка. Переохлаждение, кристаллизация и формирования кристаллической структуры, усадочные явления и их последствия. Кристаллизация с газообразованием. Формирование основных структурных зон слитков спокойной стали.

Ликвационные процессы при кристаллизации слитков. Химическая и физическая неоднородность в стальных слитках различных типов.

**Рекомендуемая литература:** [4-8]

### **Раздел 3 – Металлургия цветных металлов.**

Классификация цветных металлов.

Металлургия алюминия. Виды алюминиевых руд, их состав и месторождения. Способы производства глинозема. Производство глинозема способом Байера. Получение первичного алюминия методом электролиза кремисто-глиноземистых расплавов. Рафинирование алюминия: отстаивание, продувка газами, трехслойный способ, зонная плавка. Маркировка алюминия и его сплавов

Металлургия магния. Сырье и его подготовка для получения магния электролизом. Получение магния методом электролиза расплавленных солей. Рафинирование магния. Маркировка магния и его сплавов.

Металлургия титана. Виды титановых руд, их состав и месторождения. Производство чистого тетрахлорида титана. Получение губчатого титана методом магниетермического восстановления тетрахлорида титана ( $TiCl_4$ ). Рафинирование титана. Способы получения товарных слитков титана. Маркировка титановой губки, титана и его сплавов.

Металлургия меди. Сырье для производства меди и его подготовка к металлургической переработке. Окислительный обжиг медных концентратов. Выплавка штейна в шахтных, отражательных и электрических печах. Конвертирование медных штейнов. Огневое и электролитическое рафинирование меди. Гидрометаллургия меди: кучное и подземное выщелачивание бедных руд, цементация, электролиз. Маркировка меди и её сплавов.

Металлургия никеля. Сырье для производства никеля и его подготовка к металлургической переработке. Переработка окисленных и сульфидных руд. Электролитическое рафинирование никеля. Получение карбонильного никеля.

**Рекомендуемая литература:** [9-11]

### **Раздел 4 – Обработка металлов давлением.**

Основные виды обработки металлов давлением: определения и отличительные признаки. Технологические схемы производства проката в их развитии.

Строение металлов. Понятие о прочности и пластичности. Виды деформации. Диаграмма растяжения образцов. Прочность и пластичность металлов, показатели их характеризующие. Простейший механизм пластической деформации моно- и поликристалла. Образование текстуры. Холодная и горячая деформация металлов, явления их сопровождающие. Основные законы пластической деформации.

Продольная прокатка: основные отличительные признаки. Очаг деформации при продольной прокатке. Основные параметры очага деформации и зависимость между ними. Частный, средний и суммарный коэффициент вытяжки. Понятие о смещенном объеме.

Внешнее трение при прокатке. Закон трения Амонтона-Кулона. Коэффициент и угол трения. Уровень значений коэффициента трения при различных случаях прокатки. Зависимость коэффициента трения от условий прокатки и формулы для его определения. Экспериментальные методы определения коэффициента трения.

Условия начального захвата металла валками. Неустановившаяся и установившаяся стадии прокатки. Условия захвата металла валками в установившемся процессе прокатки.

Опережение при продольной прокатке. Зависимость опережения от условий прокатки. Методы и формулы для определения опережения. Как изменяется окружная скорость валков и металла в очаге деформации. Скорость прокатки и скорость деформации.

Уширение при продольной прокатке. Виды уширения при продольной прокатке. Формулы для определения уширения. Зависимость уширения от условий прокатки.

Сила прокатки, способы ее определения. Момент, мощность прокатки и мощность двигателя. Способы определения момента, мощности прокатки и мощности двигателя.

Сортамент прокатной продукции. Основные понятия и определения. Классификация прокатной продукции. Стандартизация прокатной продукции. Сортамент сортовых профилей, их классификация. Сортамент листовой продукции, ее классификация. Сортамент труб, их классификация. Прочие виды проката. Простые профили проката: определение, основные виды. Фасонные профили проката: определение, основные виды.

Оборудование станов продольной прокатки: основные понятия и определения. Классификация станов продольной прокатки: по режиму работы и назначению; по количеству и расположению валков в клетке и клетках в стане. Рабочая клетка стана продольной прокатки, ее составные элементы: станины, прокатные валки, механизмы установки и регулировки валков. Валковая арматура клеток станов продольной прокатки. Главная линия стана продольной прокатки. Соединительные устройства. Вспомогательное оборудование прокатных станов.

Калибровка прокатных валков: основные понятия и определения. Элементы калибра. Давление и пружина валков. Выпуск калибра и его назначение. Зазор между валками и его назначение. Классификация калибров валков. Система ящичных калибров: назначение, преимущества и недостатки. Система калибров ромб – квадрат: назначение, преимущества и недостатки. Система калибров овал – квадрат: назначение, преимущества и недостатки. Общие положения расчета калибровки прокатных валков. Схема калибровки круглых и квадратных профилей. Особенности калибровки фасонных профилей.

Технологические схемы производства проката из обычного и непрерывнолитого слитка. Исходные материалы. Подготовка исходных материалов к прокатке. Температурный режим нагрева и прокатки металла. Технология прокатки на заготовочных станах различного типа. Технология производства проката на рельсобалочных станах. Производство сортового проката. Производство катанки. Производство толстых листов: типы станов, сортамент, технология. Производство тонких горячекатаных полос: типы станов, сортамент, технология. Производство холоднокатаной полосовой стали: типы станов, сортамент, технология. Техничко-экономические показатели прокатного производства.

Дефекты проката. Классификация дефектов по происхождению. Поверхностные дефекты сталеплавильного происхождения. Внутренние дефекты слитка. Дефекты прокатного происхождения. Дефекты нагрева металла. Основные дефекты прокатки, причины происхождения. Дефекты отделки проката. Прочие дефекты.

Способы производства гнутых профилей, их преимущества по сравнению с горячекатаными.

Основные отличия процессов профилирования гнутых профилей и горячей прокатки. Технологические схемы производства гнутых профилей проката.

Волочение металлов: сущность процесса, сортамент изделий. Волока и ее элементы. Способы волочения полых изделий. Волочильные станы. Основные технологические операции при волочении металлов.

Производство труб: классификация по способу производства. Производство бесшовных труб: сортамент, технологические схемы. Трубопрокатный комплекс: прошивные трубные станы; раскатные трубные станы; отделочные трубные станы. Производство сварных труб: сортамент, технология.

Прессование металлов: сущность процесса, сортамент изделий. Способы прессования, преимущества и недостатки. Технология и оборудование для прессования.

Кузнечно-штамповочное производство: сортамент изделий, основные преимущества и недостатки процесса. Технология и оборудование кузнечно-штамповочного производства.

**Рекомендуемая литература:** [12-16]

## **Раздел 5 – Теплотехника**

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроцессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроцессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Конвективный тепло- и массоперенос. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Основы теории пограничного слоя.

Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана-Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Собственное интегральное излучение твердых тел. Спектр излучения твердых тел. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.

Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания. Самовоспламенение твердого топлива. Нормальное горение.

Промышленные огнетехнические процессы и установки. Теплотехническая классификация технологических процессов. Материальные и тепловые балансы технологических процессов. Уравнения теплового баланса и система КПД технологического процесса.

Тепловые и технологические схемы топливных печей. Тепловые схемы печей с регенеративным теплоиспользованием и внешним технологическим теплоиспользованием. Тепловые схемы печей многоцелевого назначения. Принципиальные особенности тепловых схем и критерии их энергетического совершенствования. Теплотехнические принципы (методы) оформления технологических процессов, их классификация и особенности.

Движение газов и внешний тепло и массообмен в рабочей камере с открытым и изолированным источниками тепла. Методы расчета результирующего теплового и массового потоков. Расчет времени тепловой обработки "тонких" тел. Внутренний теплообмен. Методы расчета продолжительности нагрева "массивных" тел. Температурные режимы тепловой обработки массивных тел.

Перспективы развития топливных печей. Безотходная технология как основа технического прогресса теплотехнологических процессов. Энергетика технологии как база технической реализации новых технологических процессов и безотходных систем. Новые источники энергии, рациональные тепловые схемы. Теплотехнические принципы и конструктивные схемы.

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий

для генерации тепла и электроэнергии. Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями.

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников.

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях.

**Рекомендуемая литература:** [17-20]

### 3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Объектом контроля знаний студентов являются результаты выполнения письменных заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет для вступительных испытаний по специальности образовательного уровня «магистр» направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» содержит 3 задания различного уровня сложности.

Каждому заданию билета присваивается определенное количество баллов в соответствии со значимостью каждого задания в общем ответе билета (табл. 1).

Таблица 1 - Структура экзаменационного билета

№ задания	Характер задания	Значимость вопроса в задании, балл	Значимость задания, балл
1.	Задание содержит 5 тестовых вопросов	6	30
2.	Задание содержит 4 задачи	10	40
3.	Задание содержит 2 задачи	15	30
ВСЕГО:			100

Первое задание содержит 5 тестовых вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 6 баллов.

Второе задание содержит 4 задачи. Каждое правильное решение задачи оценивается в 10 баллов. Оценка ответа в 8 баллов выставляется при полном и обоснованном решении задачи и отдельных несущественных недостатках (например, неточности количественного результата). Оценка ответа в 5 баллов выставляется при неполном решении задачи. Оценка ответа в 3 балла выставляется при наличии существенных ошибок и общем правильном ходе решения. При отсутствии единиц измерения в промежуточных и результирующих вычислениях снимается по одному баллу. Оценка в 0 баллов выставляется при отсутствии решения задачи.

Третье задание содержит 2 задачи. Правильное решение задачи оценивается в 15 баллов. Оценка ответа на 12 баллов выставляется при полном и обоснованном решении задачи и отдельных несущественных недостатках в формулировках. Оценка ответа на 10 баллов выставляется при неполном решении задачи. Оценка ответа на 5 баллов выставляется при решении задачи с существенными ошибками. При отсутствии единиц измерения в промежуточных и результирующих вычислениях снимается по одному баллу. Оценка в 0 баллов выставляется в случае отсутствия решения задачи и неудовлетворительном решении.

По сумме баллов, набранных по билету, выставляется общая оценка.

Знания студентов оцениваются по 100 - балльной шкале. Считается, что студент положительно сдал экзамен, если количество баллов составляет 60 - 100.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Металлургия чугуна: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / Под редакцией Ю.С. Юсфина. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. - 774 с
2. Познание процессов и развитие технологии доменной плавки [Электронный ресурс] : коллективный труд второго международного симпозиума / НАН Украины. Институт черной металлургии ; НАН Украины, Ин-т черной металлургии ; под науч. ред. И.Г. Товаровского. - 13 Мб. - Днепропетровск : Журфонд, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5169.pdf>
3. Экстракция черных металлов из природного и техногенного сырья. Доменный процесс / В.Н. Андронов. - Донецк: Норд-Пресс, 2009. - 377с.
4. Мищенко, И.М. Технология подготовки сырья для доменной плавки [Электронный ресурс] : курс лекций / И. М. Мищенко, Я. Ю. Асламова. - 7 Мб. - Донецк : ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.org/books/cd1763.pdf>
5. Металлургия: учебное пособие: в 3 кн. К. 1. Производство чугуна, железа, стали и ферросплавов / Ю.В. Коновалов, А.А. Гроянский, С.Н. Тимошенко. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2011. – 431с.
6. Поволоцкий Д. Я. Основы технологии производства стали: Учебное пособие для вузов. - Челябинск; Изд-во ЮУрГУ. - 2004. - 202 с.
7. Бойченко Б.М., Охотский В.Б., Харлашин П.С. Конвертерное производство стали: теория, технология, качество стали, конструкции агрегатов, рециркуляция материалов и экология: Учебник. - Днепропетровск: РВА "Днипро-ВАЛ", 2006. - 454 с
8. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки / Д. А. Дюдкин, В. В. Кисиленко. - М.: Теплотехник, 2008. - 528 с.
9. Рябов А.В., Чуманов И. В., Шишимиров М. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах. - М., Теплотехник, 2007. - 189 с.
10. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - 442 с.
11. Колобов Г.А. Металлургия цветных металлов. - Донецк: ДонНТУ, 2007.- 310 с.
12. Москвитин В.И., Николаев И.В., Фомин Б.А. Металлургия лёгких металлов: учебник для вузов. М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 413 с.
13. Суворов И.К. Обработка металлов давлением. - М.: Металлургия, 1980. - 382 с.
14. Долженков Ф.Е. Обработка металлов давлением.- Донецк, ДонНТУ, 2005. – 78с.
15. 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. – 496с.
16. 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, прессование, ковка и штамповка металла / Ю.В. Коновалов, А.А. Минаев – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2013. – 603с.
17. Рудской А.И., Лунев В.А. Теория и технология прокатного производства.- Учебное пособие. — СПб.: Наука, 2005. - 540 с.
18. Теплотехника : учебник для вузов / А. М. Архаров [и др.] ; А.М. Архаров, С.И. Исаев, И.А. Кожинов и др. ; Под общ. ред. В.И. Крутова. - М.: Машиностроение, 1986. - 419 с.
19. Теплотехника. Под ред. Сушкина И.Н. - М.: Металлургия, 1981. - 479 с.
20. Теплотехника металлургического производства: учебное пособие для вузов : В 2 т. / Под науч. ред. В.А. Кривандина. - М.: МИСИС, 2002. Т.1: Теоретические основы / В.А. Кривандин, В.А. Арутюнов, В.В. Белоусов и др. - 2002. - 608 с. Т.2: Конструкция и работа печей / В.А. Кривандин, В.В.Белоусов, Г.С. Сборщиков и др. - 2002. - 736 с.
21. Глинков М.А., Глинков Г.М. Общая теория тепловой работы печей. Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1990. - 232 с.