

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Кафедра «Металлургические технологии и материаловедение»  
Кафедра «Техническая теплофизика»

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
Образовательный уровень «Магистр»  
Направление подготовки 22.04.02 «Металлургия»

Донецк – 2026

## 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 бескоксковой металлургии. Развитие бескоксковой металлургии и перспективы её развития в 21 веке. Использование продукции бескоксковой 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 клетей в стане. Рабочая клетка стана продольной прокатки, ее составные элементы: станины, прокатные валки, механизмы установки и регулировки валков. Валковая арматура клетей 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:** [17-22]

## ЛИТЕРАТУРА

1. Metallurgy of cast iron: Textbook for universities. 3rd ed., revised and supplemented. / Under the editorship of Yu.S. Yushina. - M.: IKC «Academkniga», 2004. - 774 p.
2. Understanding processes and development of technology of blast furnace ironmaking [Electronic resource] : collective work of the second international symposium / NAN of Ukraine. Institute of Iron and Steel Industry ; NAN of Ukraine, Institute of Iron and Steel Industry ; under the scientific supervision of I.G. Tovarovsky. - 13 Mb. - Dnepropetrovsk : Zhurfond, 2016. - 1 file. - System requirements: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5169.pdf>
3. Extraction of black metals from natural and technogenic raw materials. Blast furnace process / V.N. Andronov. - Donetsk: Nord-Press, 2009. - 377 p.
4. Mishchenko, I.M. Technology of preparation of raw materials for blast furnace ironmaking [Electronic resource] : course of lectures / I. M. Mishchenko, Ya. Yu. Aslamova. - 7 Mb. - Donetsk : GBUZ "DonNTU", 2013. - 1 file. - System requirements: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/cd1763.pdf>
5. Metallurgy: a textbook: in 3 vols. Vol. 1. Production of cast iron, steel and ferrous alloys / Yu.V. Kononov, A.A. Trojanskiy, S.N. Timoshenko. - Donetsk: GBUZ «DonNTU», 2011. - 431 p.
6. Povolotskiy D. Ya. Fundamentals of technology of steel production: a textbook for universities. - Chelyabinsk; Izd-vo YUUrGU. - 2004. - 202 p.
7. Boychenko B.M., Ohotkiy V.B., Harlashin P.S. Converter production of steel: theory, technology, quality of steel, construction of converters, recycling of materials and ecology: a textbook. - Dnepropetrovsk: RVA "Dnipro-VAL", 2006. - 454 p.
8. Processes of casting, ladle treatment and continuous casting / D. A. Dyudkin, V. V. Kisilenko. - M.: Teplotehnik, 2008. - 528 p.
9. Ryabov A.V., Chumanov I. V., Shishimirov M. V. Modern methods of casting of steel in arc furnaces. - M., Teplotehnik, 2007. - 189 p.
10. Utkin N.I. Production of special steels. - M.: Intermet Inzhiniring, 2004. - 442 p.
11. Kolobov G.A. Metallurgy of special steels. - Donetsk: DonNTU, 2007. - 310 p.
12. Moskvitin V.I., Nikolaev I.V., Fomin B.A. Metallurgy of light metals: a textbook for universities. M.: Intermet Inzhiniring, 2005. - 413 p.
13. Kiselev V.V. Theory and technology of metal processing by pressure: a textbook for students of educational institutions of higher professional education / V.V. Kiselev, V.E. Goncharov, S.V. Zakarlyuka. - Donetsk: GOUVPO "DONNTU", 2019. - 359 p.
14. Dolzhenkov F.E. Processing of metals by pressure. - Donetsk, DonNTU, 2005. - 78 p.
15. Metallurgy: a textbook in 3 vols. Vol. 2. Metallography and fundamentals of thermal processing of metals. Theoretical fundamentals of processing of metals by pressure. Assortment of rolled products. Production of blanks, sheet rolling production / Yu.V. Kononov, A.A. Minaev. - Donetsk: GBUZ «DonNTU», 2012. - 496 p.
16. Metallurgy: a textbook in 3 vols. Vol. 3. Sheet rolling production. Defects of castings, blanks, sheet and strip rolling, their control and methods of prevention. Production of special types of rolling, pipes and bimetallics. Rolling of special types of rolling, pipes and bimetallics. Drawing, pressing, forging and stamping of metal / Yu.V. Kononov, A.A. Minaev - Donetsk: GBUZ «DonNTU», 2013. - 603 p.
17. Technical thermodynamics : a textbook / V. V. Karnaux, A. B. Biryukov, K. A. Rzhisik, A. N. Lebedev. - Moscow ; Volga : Infra-Ingenieria, 2022. - 500 p.
18. Heat engineering : a textbook for universities / A. M. Arkharov [и др.] ; A.M. Arkharov, S.I. Isaev, I.A. Kozhinov и др. ; Под общ. ред. В.И. Крутова. - М.: Машиностроение, 1986. - 419 p.
19. Heat engineering. Under the supervision of I.N. Sushkina. - M.: Metallurgy, 1981. - 479 p.

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.
22. Вторичные энергоресурсы и энергосберегающие технологии в промышленности : учебное пособие / Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиёв, Т. Г. Олешкевич. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 196 с.