МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании ученого совета
инженерно-технического института
«30» марта 2022 г.,
дата утверждения
протокол № 9
директор института (факультета)



_____ / Кожевников А.В.
(подпись) ФИО

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Уровень образования:

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

(высшее образование – бакалавриат; высшее образование – специалитет, магистратура; высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

Шифр и наименование группы научных специальностей:

2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия

(шифр и наименование группы научных специальности в соответствии с номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемым Приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 118 от 24.02.2021 г)

Шифр и наименование научной специальности:

2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов

г. Череповец, 2022 год

Общие сведения о программе

Программа вступительных испытаний составлена на основе Федеральных государственных требований по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)

Программа вступительных испытаний рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры

МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

наименование кафедры

от 28.03.2022 г., протокол № 7.

Сведения о разработчике(ах) программы:

КОЖЕВНИКОВА И.А., Д.Т.Н., ДОЦЕНТ, ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ММиТО

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

1 ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания проводятся в устной форме.

Критерии оценивания ответа поступающего:

Показатели сформированности уровня знаний, умений, навыков	**Критерии оценивания ответов поступающих**			
	Оценка «неудовлетвори-тельно», 54 балла и ниже	**Оценка «удовлетворительно», 55-69 баллов**	**Оценка «хорошо», 70-84 балла**	**Оценка «отлично», 85-100 баллов**
Знание основных определений и категорий, владение понятийным аппаратом в области теории и технологии получения черных металлов.	Не знает основные определения и категории, не владеет понятийным аппаратом в области теории и технологии получения черных металлов.	Не достаточно четко знает и владеет понятийным аппаратом в области теории и технологии получения черных металлов.	Знает основные определения и категории, владеет понятийным аппаратом в области теории и технологии получения черных металлов.	Уверенно использует в деятельности понятийный аппарат в области теории и технологии получения черных металлов.
Умение рассчитывать основные технологические процессы получения черных металлов; связывать процессы и объекты металлургичес-кого производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.	Не способен самостоятельно рассчитать технологические процессы, установить связь процессов и объектов металлургичес-кого производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.	Испытывает затруднения при расчете технологических процессов, при установлении связи процессов и объектов металлургического производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.	Умеет рассчитывать технологичес-кие процессы, устанавливать связь процессов и объектов металлурги-ческого производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.	Имеет опыт расчета технологи-ческих процессов; установлени я связи процессов и объектов металлурги-ческого производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.
Владение навыками применения теоретических основ для решения технологических задач, в том числе для совершенствова-ния	Не владеет навыками применения теоретических основ для решения технологических задач, в том числе для совершенствова-ния	Испытывает трудности при применении теоретических основ для решения технологических задач, в том числе для совершенствования технологических процессов.	Демонстрируе-т умение применять теоретические основы для решения технологичес-ких задач, в том числе для совершенст-вования	Уверенно демонстри-рует и имеет опыт применения теоретичес-ких основ для решения технологи-ческих задач, в том числе

Показатели сформированности уровня знаний, умений, навыков	Критерии оценивания ответов поступающих			
	Оценка «неудовлетвори-тельно», 54 балла и ниже	**Оценка «удовлетворительно», 55-69 баллов**	**Оценка «хорошо», 70-84 балла**	**Оценка «отлично», 85-100 баллов**
технологических процессов.	технологических процессов.		технологичес-ких процессов.	для совершенст-вования технологи-ческих процессов.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Специалисты, магистры, поступающие в аспирантуру по научной специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов должны обладать глубокими знаниями в области теории и технологии процессов обогащения и переработки минерального и техногенного сырья с получением полупродукта, производства и обработки черных металлов, а также навыками решения практических задач по расчету параметров оборудования и режимов его работы в этой области.

В соответствии с этими требованиями поступающий в аспирантуру должен:

- Знать технологические процессы получения черных металлов, возможные нарушения технологии, контролируемые нормы расхода сырья и сопутствующих материалов.
- Уметь рассчитывать основные технологические процессы получения черных металлов, связывать технологические процессы и объекты металлургического производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов.
- Иметь навыки применения теоретических основ для решения технологических задач, в том числе для совершенствования технологических процессов.

Примерные вопросы для вступительного экзамена в аспирантуру

1. *Теория и технология окускования железных руд.*

1.1 Смешивание шихты.

1.2 Окомкование шихты.

1.3 Загрузка шихты на агломашины.
1.4 Зажигание аглошихиты.
1.5 Спекание аглошихты.
1.6 Дробление аглоспека.
1.7 Охлаждение агломерата.
1.8 Технико-экономические показатели аглопроизводства.
1.9 Производство окатышей.

2. *Теория и технология производства чугуна*.
   2.1 Горение топлива на фурмах.
   2.2 Теплообмен в печи.
   2.3 Восстановление железа и образование чугуна.
   2.4 Поведение шихтовых материалов.
   2.5 Образование шлака.
   2.6 Поведение примесей.
   2.7 Движение газов, материалов и продуктов плавки.
   2.8 Балансы плавки.
   2.9 Параметры доменной плавки.
   2.10 Совершенствование технологии доменной плавки.
   2.11 Неустановившийся режим и расстройства хода плавки.

3. *Теория и технология выплавки стали.*
   3.1 Устройство кислородного конвертера. Кислородная фурма и аэродинамика кислородной струи.
   3.2 Технология выплавки стали в современных кислородных конвертерах с применением верхнего дутья. Дутьевой и шлаковый режимы.
   3.3 Взаимодействие газовой струи с ванной. Структура реакционной зоны.
   3.4 Перемешивание и массоперенос в конвертерной ванне и связанные с ним явления.
   3.5 Механизм окислительных процессов при продувке ванны кислородом.
   3.6 Поведение примесей при продувке чугуна кислородом.
   3.7 Выносы, выбросы и образование бурого дыма.
   3.8 Типы электропечей и их применение.
   3.9 Плавка стали в дуговой сталеплавильной печи.

3.10 Специальная электрометаллургия.

3.11 Производство ферросплавов.

4. *Внепечная металлургия*

4.1 Задачи внепечной обработки стали. Классификация способов внепечной обработки стали.

4.2 Обработка стали синтетическими шлаками. Физико-химические основы рафинирования стали синтетическими шлаками. Состав и свойства синтетических шлаков.

4.3 Продувка металла инертными газами. Способы продувки и их особенности. Гидродинамика и массоперенос в ковше.

4.4 Инжекционная обработка металла в ковше порошкообразными материалами. Применяемые материалы и особенности их взаимодействия с металлом.

4.5 Механизм удаления растворенных газов из стали при вакуумировании. Способы вакуумирования стали. Раскисление углеродом под вакуумом. Вакуумное обезуглероживание. Дегазация стали. Удаление неметаллических включений.

4.6 Способы и установки для комбинированной обработки стали в ковше. Установка доводки металла и установка печь-ковш. Внепечная обработка на нескольких агрегатах.

4.7 Обработка стали на МНЛЗ в промковше и кристаллизаторе. Защита металла от вторичного окисления и фильтрация.

4.8 возможности внепечной обработки стали для производства специальных сталей.

5. *Теория и технология разливки стали.*

5.1 Теоретические основы кристаллизации и затвердевания металлов.

5.2 Затвердевание слитков из чистых металлов.

5.3 Затвердевание слитков из сплавов.

5.4 Формирование химической неоднородности в слитках.

5.5 Усадочные процессы в слитках.

5.6 Разливка стали в изложницы.

5.7 Непрерывная разливка стали.

6. *Оборудование металлургических цехов.*

6.1 Оборудование для подготовки шихты для спекания.

6.2 Основное оборудование коксовых печей.

6.3 Машины для дробления и измельчения агломерационных материалов.

6.4 Грохоты, питатели и дозаторы, ленточные конвейеры.

6.5 Барабанные и чашечные смесители.

6.6 Конвейерные агломерационные машины.

6.7 Оборудование системы подачи шихтовых материалов к скиповому подъемнику.

6.8 Оборудование загрузки шихты в доменную печь.

6.9 Оборудование колошникового устройства.

6.10 Оборудование литейного двора.

6.11 Конструкции конвертеров.

6.12 Конструкции электрических печей.

6.13 Оборудование для разливки стали в слитки.

6.14 Конструкции узлов МНЛЗ.

Примечание:

При проведении вступительного экзамена, помимо вопросов, указанных выше, комиссия задает поступающему вопросы, относящиеся к будущей теме его кандидатской диссертации, чтобы выяснить его компетентность в научной проблеме, намеченной к решению. Качество ответов именно на эти вопросы является решающими для оценки за вступительный экзамен

Список литературы

Основная литература

1. Миронов Г.В. Проектирование цехов и инвестиционно-строительный менеджмент в металлургии: учебник для вузов / Г.В. Миронов, С.П. Буркин, под ред. С.С. Набойченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ИЦ "Академия", 2010. – 607 с.
2. Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений. М.: Изд. центр "Академия", 2008, 320 с.
3. Брагина В.И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых: учебное пособие. –Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 152 с.

4. Авдохин В.М. Обогащение углей: учебник: в 2-х т. Т. 1. Процессы и машины. – М.: Горная книга, 2012. –424 с.
5. Основы получения отливок из сплавов на основе железа: учебное пособие / А.И. Булгакова, Т.Р. Гильманшина, В.Н. Баранов, Т.Н. Степанова. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 220 с.
6. Вальтер А.И. Основы литейного производства: учебник / А.И. Вальтер, А.А. Протопопов. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 333 с.
7. Степанов А.Т. Теория и технология выплавки стали в конвертерах: курс лекций. – Череповец: ФГБОУ ВПО ЧГУ, 2013. – 73 с.
8. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. – Москва: Мир: Издательство АСТ, 2003. – 528 с.
9. Рябов А.В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах: учебное пособие для вузов / А.В. Рябов, И.В. Чуманов, М.В. Шишимиров. – Москва: Теплотехник, 2007. – 188 с.
10. Мирзоев Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов: учебное пособие / Р.А.Мирзоев, А.Д. Давыдов. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2013. – 382с.
11. Валуев Д.В. Внепечные и ковшовые процессы обработки стали в металлургии: учебное пособие / Д.В. Валуев. – 2-е изд., испр. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 202 с.
12. Загиров Н.Н. Основы расчетов процессов получения длинномерных металлоизделий методами обработки металлов давлением: учебное пособие / Н.Н. Загиров, И.Л. Константинов. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 312 с.
13. Булгакова А.И. Основы получения отливок из сплавов на основе железа: учебное пособие / А.И. Булгакова, Т.Р. Гильманшина, В.Н. Баранов, Т.Н. Степанова. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 220 с.

Дополнительная литература

1. Лукашкин, Н.Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: учебное пособие для вузов / Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Якушев А.М. – Москва: ИКЦ "Академкнига", 2003. – 456 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х т.: учебник для вузов. Том 1. Машины и агрегаты доменных цехов / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребеник и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1987. – 439 с.

3. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х т.: учебник для вузов. Том 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребеник и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1988. – 432 с.
4. Машины и агрегаты металлургических заводов: В 3-х т.: учебник для вузов. Том 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката / Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1988. – 680 с.
5. Коннова Н.И. Теория и практика современной сепарации в тяжелых средах. Моделирование результатов тяжелосредного обогащения / Н.И. Коннова, С.В. Килин. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013. –118 с.
6. Сырье для черной металлургии: справочник в двух томах. Т.1: Производство окускованного сырья для черной металлургии (сырье, технологии, оборудование, метрология) / Ладыгичев М.Г., Чижикова В.М., Лобанов В.И. и др.; под ред. В.М. Чижиковой. – Москва: Машиностроение-1, 2001. – 895 с.
7. Металлургия чугуна: учебник для вузов / Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др. – 2-е изд., перераб.и доп. – Москва: Металлургия, 1989. – 512 с.
8. Кожевников И.Ю. Окускование и основы металлургии: учебник для вузов / И.Ю. Кожевников, Б.М. Равич. – Москва: Металлургия, 1991. – 303 с.
9. Теория и технология доменной плавки: расчет доменной шихты: учебно-методическое пособие; сост. Н.Н. Суворин. – Череповец: ФГБОУ ВПО ЧГУ, 2011. – 86 с.
10. Дюдкин Д.А. Производство стали: справочное издание. Т.1: Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. – Москва: Теплотехник, 2008. – 528 с.
11. В.И. Явойский, Ю.В. Кряковский, В.П. Григорьев и др. Металлургия стали. Учебник для ВУЗов. – М.: Металлургия, 1983. – 583 с.
12. Гарост А.И. Железоуглеродистые сплавы: структурообразование и свойства / А.И. Гарост; под ред. А.В. Волченко. – Минск: Белорусская наука, 2010. – 252 с.
13. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Современная технология производства стали. – Москва, Теплотехник, 2007. – 528 с.
14. Арсентьев П.П. Конвертерный процесс с донным дутьем / П.П. Арсентьев, М.П. Квитко. – Москва: Металлургия, 1983. – 128 с.

15. Протасов А.В. Оборудование для внепечной обработки стали / Протасов А.В., Пасечник Н.В., Сивак Б.А. – Москва: Интермет Инжиниринг, 2010. – 413 с.
16. Калягин Ю.А. Тепловые процессы в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок: монография / Калягин Ю.А., Лукин С.В., Бормосов Н.А.; научн. ред. Н.И. Шестаков. – Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2005. – 168 с.
17. Лукин С.В. Тепловые процессы при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок: монография / С. В. Лукин. – Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2008. – 418 с.