

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»**

(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор ИММиМ  
Савинов А. С.  
05. 12. 2022 г.



**ПРОГРАММА**

вступительного испытания по спецдисциплине

**Направление 22.06.01 Технологии материалов**

**2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов**

Магнитогорск – 2022 г.

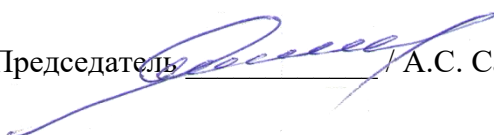
Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части направления подготовки 22.04.02 Metallurgy.

Составители:

Профессор кафедры металлургии и химических технологий, д-р техн. наук Бигеев В. А.  
Профессор кафедры металлургии и химических технологий, д-р техн. наук Сибагатуллин С. К.  
Профессор кафедры металлургии и химических технологий, д-р техн. наук Столяров А. М.

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалов обработки

«5» декабря 2022 г., протокол № 3.

Председатель  / А.С. Савинов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой металлургии и химических технологий, д-р техн. наук, доцент

 / А. С. Харченко /

## **1. Правила проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена по спецдисциплине устно на русском языке.

Целью вступительного испытания является отбор наиболее подготовленных кандидатов на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, определение способности соискателей освоить выбранную программу, а также выявление подготовленности поступающих к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Вступительное испытание проводится в *очном формате*.

На прохождение вступительного испытания поступающему отводится *90 минут*.

Вступительное испытание включает в себя:

1. экзамен по спецдисциплине;
2. собеседование по портфолио поступающего.

Собеседование по портфолио (при наличии портфолио) осуществляется по представленным документам, подтверждающие наличие индивидуальных достижений в научно-исследовательской, инженерно-технической, изобретательской областях, учитываемых при приеме на обучение.

Поступающий однократно в полном объеме не позднее дня завершения приема документов представляет документы, подтверждающие индивидуальные достижения. Перечень и порядок учета индивидуальных достижений, утверждены в Правилах приема организации.

Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения - 30 баллов. Баллы поступающих, начисляемые за индивидуальные достижения при приеме на программы аспирантуры, включаются в сумму конкурсных баллов.

Результаты оценки индивидуальных достижений для лиц, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, размещаются на официальном сайте МГТУ им. Г.И.Носова.

## **2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания по спецдисциплине в аспирантуру**

- 1.1. Теория процессов производства чугуна.
- 1.2. Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали.
- 1.3. Теория разливки и кристаллизации стали.

## **3. Содержание учебных дисциплин**

### **2.1. «Теория процессов производства чугуна»**

1. Сырьевые материалы доменной плавки, требования к качеству.
2. Подготовка железных руд к доменной плавке.
3. Твердое топливо доменной плавки, производство кокса.
4. Профиль доменной печи.
5. Выпуск и разделение жидких продуктов плавки.
6. Загрузка шихтовых материалов в доменную печь.
7. Загрузочные устройства.
8. Подача и нагрев дутья.
9. Процессы в горне доменной печи
10. Восстановление примесей чугуна: марганца, кремния, фосфора, ванадия и титана, микропримесей.
11. Образование чугуна.
12. Виды чугунов, выплавляемых в доменных печах.

13. Образование шлака. Роль шлака в доменной плавке. Свойства шлака.
14. Поведение серы в доменной плавке.
15. Основная реакция десульфурации в горне печи и внедоменная десульфурация.
16. Теплообмен в доменной печи.

Литература для подготовки:

1. Ваганов А.И., Прохоров И.Е. Расчёт доменной шихты упрощённым методом. Методические указания. Магнитогорск: МГТУ, 2002.
2. Кропотов В.К., Дружков В.Г. Расчёт профиля доменной печи. Методические указания. Магнитогорск: МГМА, 1998.
3. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И. Окружное распределение материалов на колошнике доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: МГТУ, 2000.
4. Ефименко Г. Г., Гиммельфарб А. А., Левченко В. Е. Metallurgy чугуна. Киев: Высшая школа, 1987.
5. Производство агломерата и окатышей. Справочник под ред. докт. техн. наук Ю.С.Юсфина). М.: Metallurgy, 1984.
6. Ваганов А.И., Стефанович М.А., Сысоев Н.П. Движение и распределение газов в доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: МГМИ, 1994.
7. Ваганов А.И. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996
8. Дружков В. Г. Определение вертикального давления материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвисяния шихты в доменных печах. Инструкция. Магнитогорск. МГМА. 1996.
9. Кропотов В.К. Движение материалов и газов в фурменных очагах доменной печи. Магнитогорск: МГТУ, 1998.
10. Кропотов В.К. Изучение давления шихты на жидкие продукты плавки. Магнитогорск: МГМА, 1996.
11. Стефанович М.А., Неясов А.Г. Изучение коллекции образцов сырых материалов и продуктов доменной плавки. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.
12. Неясов А.Г. Изучение основных закономерностей процесса агломерации. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.
13. Неясов А.Г. Изучение процесса получения сырых окатышей. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.

## 2.2. «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали»

1. Теоретические основы конвертерных процессов.
2. Классическая технология кислородно-конвертерной плавки.
3. Варианты кислородно-конвертерного процесса.
4. Кислородно-конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой.
5. Теоретические основы подовых процессов.
6. Скрап-рудный мартеновский процесс.
7. Разновидности и варианты мартеновского процесса.
8. Выплавка стали в двухванных печах
9. Классификация электрических сталеплавильных печей.
10. Свойства электрической дуги.
11. Конструкция дуговых электропечей.
12. Шихтовые материалы для выплавки стали в дуговых печах.
13. «Классическая» технология плавки.
14. Плавка методом переплава.
15. Современная технология плавки в мощных ДСП.
16. Способы специальной электрометаллургии стали.

17. Принципы и технологии вакуумно-дугового, вакуумно-индукционного и электрошлакового переплава.
18. Значение и области применения ферросплавов.
19. Классификация ферросплавов по ведущим элементам, способам восстановления и применяемым агрегатам.
20. Конструкция шахтных электродуговых печей. Особенности самоспекающихся электродов.
21. Ковшовая обработка чугуна.
22. Внеагрегатное вакуумирование стали.
23. Внеагрегатная обработка стали нейтральными газами и модификаторами.
24. Обработка стали в ковше жидким синтетическим шлаком, шлакообразующими твердыми смесями и металлическими порошками.

Литература для подготовки:

1. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Изд. 3-е. – Магнитогорск: МГТУ, 2000.- 544 с.
2. Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский Л.Е. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учебник. – М.: МИСиС, 1995.- 512 с.
3. Поволоцкий Д.Я. Основы технологии производства стали. Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮурГУ, 2000.- 189 с.
4. Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарёв А.Ф. Внепечная обработка стали. : Учебник для вузов.- М.: МИСИС, 2005. - 256 с.
5. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства. /В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров, Л.Е. Никольский.: Учебник для вузов.- М.:МИСИС, 2003. – 512 с.
7. Афонин С.З. Сталеплавильное производство России и конкурентоспособность металлопродукции // Металлург.- 2002.- № 11.- С. 4-6.
8. Совершенствование конвертерного производства стали в ОАО “ММК” / Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Сарычев, Ю.А. Бодяев, О.А. Николаев // Сталь.- 2002.- № 1.- С. 12-14.
9. Исследование структуры и параметров реакционных зон при верхней продувке применительно к проектированию многоцелевых конвертерных фурм / Е.В. Протопопов, А.Г. Чернятевич, Д.А. Лаврик, Е.Л. Мастеровенко // Известия вузов. Черная металлургия.- 2002.- № 12.- С. 16-21.
10. Особенности технологии выплавки конвертерной стали в ОАО ММК / Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Коротких, А.Ф. Сарычев, О.А. Николаев, А.Д. Носов // Сталь.- 1999.- № 11.- С. 18-19.
11. Лопухов Г.А. Новости черной металлургии за рубежом. – М.: Чермет-информация, 1998.- С. 30-46.
12. 19. Марочник стали и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.: Под общей ред. А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.
13. Тахаутдинов Р.С. Производство стали в кислородно – конвертерном цехе Магнитогорского металлургического комбината. – Магнитогорск: Дом Печати, 2001.- 148 с.
14. Колесников Ю.А., Столяров А.М. Расчет плавки стали в конвертере с комбинированной подачей дутья. – Магнитогорск: МГТУ, 2000.- 36 с.
15. Колесников Ю.А., Столяров А.М. Определение основных параметров технологии плавки стали в конвертере с верхней подачей дутья. – Магнитогорск: МГМА, 1996.- 38 с.
16. Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В. Колпаков, Р.В. Старов, В.В. Смоктий и др. Под общей ред. С.В. Колпакова. – М.: Машиностроение, 1991.- 464 с.
17. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. – М.: Металлургия, 1991.- 176 с.

18. Совершенствование технологии внепечной обработки конвертерной стали / А.Ф. Сарычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
19. Установка циркуляционного вакуумирования по способу КТВ на заводе фирмы ERDEMIR TAS, турция/ И.Гель, С. Чапар, Т. Айхерт, А. Куббе// Черные металлы. – 1999. - май. – С. 29-35.
20. Развитие процессов циркуляционного вакуумирования / Н. Лякишев, А. Ша-лимов // Национальная металлургия. –2002. - №5. – С. 66 – 70.
21. О некоторых аспектах эксплуатации вакуумных установок ОАО ММК/ А.Ф. Сарычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
22. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали - М.: Металлургия, 1992. - 336 с.
23. Кнюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 1. Термодинамические и кинетические закономерности. Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1973. - 312 с.
24. Кнюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 2. Основы и технология ковшевой металлургии: Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1984. - 414 с.
25. Внепечное вакуумирование стали / А.Н. Морозов, М.М. Стрекаловский, Г.И. Чернов и др.- М.: Металлургия, 1975. - 287 с.
26. Рафинирование стали инертным газом / К.П. Баканов, И.П. Бармотин, Н.Н. Власов и др..- М.: Металлургия, 1975. - 230 с.
27. Рафинирование стали синтетическим шлаком / С.Г. Войнов, А.Г. Шалимов, Л.Ф.Косой и др.- М.: Металлургия, 1970. - 463 с.
28. Соколов Г.А. Внепечное рафинирование стали.- М.: Металлургия, 1977. - 206 с.
29. Кудрин В.А., Парма В. Технология получения качественной стали.- М.: Металлургия, 1984. - 320 с.
30. Смирнов Н.А., Кудрин В.А. Рафинирование стали продувкой порошками в печи и ковше.- М.: Металлургия, 1986 (Проблемы сталеплавильного производства). - 168 с.
31. Якушев А.М. Справочник конвертерщика.- Челябинск: Металлургия, 1990. - 448 с.

### 3.3. «Теория разливки и кристаллизации стали».

1. Теория затвердевания стальных слитков и непрерывнолитых заготовок.
2. Тепловые процессы при кристаллизации стальных слитков и непрерывнолитых заготовок.
3. Основы теории кристаллизации расплавов.
4. Строение непрерывнолитых заготовок и слабов.
5. Технологическое оборудование для разливки стали.
6. Непрерывная разливка стали.
7. Машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ): основные типы, компоновочные схемы, конструкции основных агрегатов.
8. Дефекты непрерывнолитых заготовок: поверхностные, гнездообразные и осевые трещины, пояса, осевая и точечная неоднородность пузыри, шлаковые включения.
9. Влияние состояния МНЛЗ и параметров разливки на развитие дефектов. Способы предупреждения и устранения дефектов.

#### Литература для подготовки:

1. Бигеев В.А., Столяров А.М., Валиахметов А.Х. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе: учеб. пособие/ Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 308 с.
2. Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: учеб. пособие/ Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 308 с.
3. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Непрерывная разливка стали. Часть первая. Конструкция и оборудование МНЛЗ: Учебное пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 154 с.

4. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технология непрерывной разливки стали: Учебное пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – 78 с.

5. Столяров А.М., Мошкунов В.В., Казаков А.С. Мягкое обжатие слябов при разливке трубной стали на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 116 с.

#### 4. Шкала оценивания вступительного испытания (один вопрос)

| Балл                     | Характеристика ответа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| максимальный<br>(100/90) | 1. Ответ на поставленный вопрос в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.<br>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности.<br>3. Делаются обоснованные выводы.<br>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.<br>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.                                                                                     |
| 89/60                    | 1. Ответ на поставленный вопрос в билете излагаются систематизировано и последовательно.<br>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.<br>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.<br>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.<br>5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности. |
| 59/30                    | 1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.<br>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.<br>3. Имеются затруднения с выводами.<br>4. Определения и понятия даны не чётко.<br>5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.                                                                                                                                                                |
| 29/0                     | 1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.<br>2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.<br>3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.                                                                                                                                                                                                                         |

Минимальное количество баллов успешного прохождения вступительного испытания 30 баллов.

По результатам проведенного собеседования по портфолио оформляется лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего, подписанный в соответствующем порядке экзаменационной комиссией.

## 5. Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»**  
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель комиссии  
зав. каф. МиХТ  
\_\_\_\_\_ /Харченко А.С./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

вступительного испытания

*Экзамен по спецдисциплине  
по научной специальности*

2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов

1. Сырьевые материалы доменной плавки, требования к качеству (5 баллов).
2. Классическая технология кислородно-конвертерной плавки (5 баллов).
3. Дефекты непрерывнолитых заготовок (5 баллов).

Разработано:

\_\_\_\_\_ / В. А. Бигеев/

\_\_\_\_\_ / С. К. Сибагатуллин/

\_\_\_\_\_ / А. М. Столяров/

# **Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего**

ФИО поступающего

наименование образовательной программы

| №  | Наименование индивидуального достижения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений                                                                                                                                                                                                | Баллы       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1  | Наличие документа об образовании и о квалификации, удостоверяющего образование соответствующего уровня, с отличием                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | копия документа об образовании и о квалификации, удостоверяющая образование соответствующего уровня, с отличием                                                                                                                                                          | 4           |
|    | Наличие научных публикаций (тематика публикации должна соответствовать научной специальности аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе):                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          | не более 10 |
| 2  | научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | распечатанная копия страницы официального Интернет-ресурса базы данных, индексирующей работу (например, Scopus.com, e-library.ru), на которой отображены сведения о публикации (авторы, выходные данные, название работы) и об индексирующей ее базе (РИНЦ, Scopus, Wos) | 10          |
| 3  | научная статья в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5           |
| 4  | научная статья в журналах индексируемые в РИНЦ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2           |
|    | Наличие охранных документов:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          | не более 5  |
| 5  | патент на изобретение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | копия охранного документа с указанием авторов                                                                                                                                                                                                                            | 5           |
| 6  | патент на полезную модель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3           |
| 7  | свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ/базы данных (ФИПС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2           |
| 8  | Участие в составе научной группы при выполнении научных проектов, грантов, договоров научно-исследовательских работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | копия документов, подтверждающих указанный статус                                                                                                                                                                                                                        | не более 5  |
|    | за каждое достижение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2           |
| 9  | Участие в международных и всероссийских конференциях и (или) публикации в материалах международных и всероссийских конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, по итогам конференций, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации (докладов, направление секции конференции) должна соответствовать программе аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе | копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов и выходными данными сборника (журнала) по материалам конференции и (или) сертификат участника конференции                                                                                 | не более 3  |
|    | за конференцию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1           |
| 10 | Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру                                                                                                                                                                                                                                            | копия диплома                                                                                                                                                                                                                                                            | не более 3  |
|    | за диплом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1           |
|    | Сумма баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | не более 30                                                                                                                                                                                                                                                              |             |