

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д. Асенчик

05.12. 2019

Регистрационный № УД -33- 70 /уч.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

- 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка
(по направлениям)»
направление специальности
1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка
(металлургия)»
специализации
1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2013; учебных планов
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01
«Металлургическое производство и материалобработка (по
направлениям)» рег.№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013; рег. № I 42-1-15.1/уч. от
11.02.2016.

СОСТАВИТЕЛИ:

Бобарикин Юрий Леонидович, заведующий кафедрой «Металлургия и
литейное производство» доцент, к.т.н.;

Жаранов Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры
«Металлургия и литейное производство», м.т.н.;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кроль Дмитрий Григорьевич, декан заочного факультета, к.ф.-м. н., доцент
Титов Михаил Игоревич, ведущий инженер-технолог прокатного отдела
технического управления ОАО «БМЗ»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»
(протокол № 12 от 06.11.2019)

Научно-методическим советом механико-технологического факультета
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 11.11.2019)

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 2 от 03.12.2019).

Регистрационный номер МТФ УД 081-19/уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В соответствии с Положением о государственных экзаменационных комиссиях высших учебных заведений Республики Беларусь Государственный экзамен по специальности является итоговой аттестацией студентов перед защитой дипломных проектов (работ) при подготовке специалистов с высшим образованием. Итоговая аттестация студентов при освоении образовательных программ по специальности 1–42 01 01 Metallургическое производство и материалобработка (по направлениям) проводится в форме государственного экзамена по специальности и специализациям, а также защиты дипломного проекта.

Государственная итоговая аттестация осуществляется с целью установления уровня подготовленности выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2013 и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Metallургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег.№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013; рег. № I 42-1-15.1/уч. от 11.02.2016.

Целью государственной итоговой аттестации является определение практической и теоретической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, которые по своему содержанию соответствуют основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки.

В процессе сдачи государственного экзамена студенты демонстрируют уровень формирования и развития у них социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности. Также, при ответе, выявляется и демонстрируется уровень профессиональных компетенций для работы в области металлургического и литейного производства.

Содержание тематики вопросов программы государственного экзамена в целом соответствует указанным задачам.

Итоговая аттестация осуществляется государственной экзаменационной комиссией. К итоговой аттестации допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план и учебные программы.

При подготовке к итоговой аттестации формируются или развиваются компетенции, составляющие основу образовательного стандарта по предметам специальности.

Требования к государственному экзамену. Государственный экзамен проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Программа государственного экзамена разрабатывается учреждением

высшего образования в соответствии с Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

Цель проведения экзамена – подтверждение студентами специальных знаний и практических навыков для последующего присвоения соответствующих квалификаций.

К задачам итоговой аттестации относится оценка способности и умения выпускников:

- самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, опираясь на полученные знания, умения и сформированные навыки;
- профессионально излагать специальную информацию;
- научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

В Государственный экзамен по специализации 1–42 01 01–01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» включены следующие дисциплины:

- 1) Охрана труда;
- 2) Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов;
- 3) Внепечная обработка сплавов;
- 4) Теория и технология разливки сплавов;
- 5) Технологическое оборудование металлургических цехов.

К государственному экзамену допускаются обучающиеся, не имеющие академических задолженностей и в полном объёме выполнившие учебный план или индивидуальный план по образовательной программе высшего образования.

Для разработки экзаменационных материалов и программы подготовки студентов к государственному экзамену по специальности создаётся рабочая группа из преподавателей дисциплин, которые выносятся на государственный экзамен. В экзаменационные материалы могут включаются теоретические вопросы, задачи, тесты, деловые ситуации и другие виды заданий, позволяющие осуществить контроль результатов учебной деятельности выпускника по ряду дисциплин учебного плана в соответствии с квалификационными требованиями к специалисту. Экзаменационные материалы и программа подготовки студентов к государственному экзамену по специальности рассматриваются на заседании кафедры. Программа подготовки доводится до сведения студентов не позднее чем за два месяца до начала государственного экзамена по специальности.

Государственный экзамен по специальности проводится по дисциплинам профессионального компонента учебного плана специальности.

Перед государственным экзаменом проводятся обязательные консультации обучающихся по программе государственного экзамена.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН

1. Наименование тем и их содержание по дисциплине «Охрана труда»:

1.1 Правовые и организационные вопросы охраны труда.

Основы государственной политики в области охраны труда. Правовые и организационные вопросы «Охраны труда». Основные понятия и термины.

1.2 Отражение вопросов труда в основных законодательных актах.

Обязанности нанимателя в области охраны труда. Контроль в области охраны труда. Система управления охраной труда на предприятии. Правила безопасности и нормы производственной санитарии.

1.3 Организация охраны труда на предприятии.

Обязанности и ответственность инженерно-технических работников в области охраны труда. Ответственность за нарушения правил и законов об охране труда. Производственные опасности и профессиональные вредности.

1.4 Микроклимат производственных помещений и оздоровление воздушной среды.

Параметры микроклимата их совместное действие на организм человека. Загрязнение воздушной среды производственных площадей металлургического предприятия. Метеорологические условия производственных помещений. Нормирование параметров микроклимата.

1.5 Воздушная среда металлургических производств.

Нормирование содержания вредных веществ в воздухе. Организация воздухообмена в производственных помещениях. Методика расчёта воздухообмена и систем вентиляции для производственных помещений.

1.6 Освещение производственных площадей металлургических предприятий.

Характеристика освещения. Естественное, искусственное и совмещённое освещение. Нормирование освещения. Выбор систем освещения при проектировании предприятий.

1.7 Шум на производстве. Вредное воздействие шума

Шум, его характеристики. Классификация шумов. Вредное воздействие шума на человека. Источники шума в металлургических цехах, его нормирование и мероприятия по снижению и устранению вредных воздействий шума.

1.8 Ультразвук.

Источники ультразвука, нормирование, методы защиты и контроля.

1.9 Вибрация и её характеристики.

Вредное воздействие вибрации на человека. Источники вибрации в прокатных и метизных цехах, нормирование и методы борьбы с вибрацией.

1. 10 Механические опасности.

Общие положения и классификация механических опасностей. Методы и средства защиты от механических опасностей. Движущиеся и падающие объекты.

1.11 Охрана труда при эксплуатации подъёмно-транспортного оборудования.

Безопасная эксплуатация подъёмно-транспортного оборудования. Безопасная эксплуатация грузоподъёмных машин. Конвейерный транспорт. Безопасность при строительстве и реконструкции металлургических предприятий.

1.12 Сосуды, работающие под давлением.

Общие требования по безопасной эксплуатации. Способы контроля и методы автоматизации в обеспечении безопасности. Требования к баллонам для хранения и транспортировки сжиженных и сжатых газов

1.13 Охрана труда при эксплуатации агрегатов вакуумной обработки.

Безопасность вакуумных установок и систем вакуумирования.

1.14 Электробезопасность.

Общие положения. Действие электрического тока на организм человека. Источники возможного поражения электротоком в металлургических цехах. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током

1.15 Защита от поражения электрическим током.

Причины поражения электрическим током и факторы, влияющие на степень поражения. Мероприятия по защите от электротравматизма. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Меры защиты от поражения электрическим током

1.16 Пожарная безопасность на металлургических предприятиях.

Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленных предприятий Основы пожарной безопасности. Организация службы пожарной охраны на металлургических предприятиях.

1.17 Пожаротушение.

Теоретические основы горения и показатели пожарной опасности веществ. Способы прекращения горения. Средства и способы тушения пожаров.

1.18 Безопасность технологических процессов и эксплуатации оборудования в металлургическом производстве.

Специфические опасности, возникающие при эксплуатации металлургического оборудования. Принципы и методы обеспечения безопасности. Методы и средства защиты человека.

1.19 Средства индивидуальной защиты.

Общие положения. Классификация средств индивидуальной защиты. Характеристика средств индивидуальной защиты по классам.

1.20 Требования безопасности к устройству и содержанию промышленных предприятий и цехов.

Санитарная классификация предприятий. Санитарно-защитная зона. Требования безопасности к устройству помещений цехов

1.21 Охрана окружающей среды.

Охрана атмосферы. Охрана водных ресурсов. Архитектурно-планировочные мероприятия по охране окружающей среды при проектировании, строительстве и реконструкции металлургических предприятий с прокатным и метизным производством.

1.22 Требования безопасности к технологическим процессам подготовки шихты.

Источники опасности при разгрузке, хранении, разделке и дозировании шихтовых материалов.

1.23 Требования безопасности к технологическим процессам плавки металлов.

Виды опасных факторов и способы предотвращения производственного травматизма при плавке и внепечной обработке металла.

1.24 Техника безопасности при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Аварийные ситуации и возможные неполадки в процессе непрерывной разливки стали на МНЛЗ. Решение проблем экологии и окружающей среды при разливке чёрных и цветных металлов.

1.25 Охрана труда при работе на персональных компьютерах.

Характеристика вредных и опасных производственных факторов. Обеспечение санитарно-гигиенических условий безопасности работы на персональных компьютерах, эргономические требования к рабочему месту

2. Наименование тем и их содержание по дисциплине «Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов»:

2.1 Основы плавки стали в электрических печах

Общая схема сталеплавильного процесса. Физико-химические основы плавки стали в электрических печах. Термодинамические характеристики процесса электроплавки стали. Состав фаз. Характеристики равновесного состояния.

2.2 Кинетика металлургических процессов.

Диффузионные процессы. Работа перемешивания металла. Кинетика десульфурации и раскисления. Удаление кислорода, водорода и азота путём диффузии.

2.3 Строение и свойства жидкого железа и его сплавов.

Природа и свойства жидких сплавов железа. Химическая активность примесей в жидком железе. Вязкость. Диффузия. Поверхностное натяжение. Адсорбция Межфазное натяжение.

2.4 Шлаки сталеплавильных процессов.

Теория жидких шлаков. Состав шлаков и основные диаграммы шлаковых систем. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Химическое средство в системе «металл-шлак».

2.5 Особенности протекания окислительных процессов в электропечах.

Окисление углерода. Окисление и восстановление кремния. Окисление и восстановление марганца. Особенности протекания окислительных процессов в электропечах. Окисление и восстановление хрома. Окисление вольфрама. Окисление фосфора.

2.6 Десульфурация стали.

Сера в стали. Распределение серы между металлом и шлаком. Влияние состава металла на десульфурацию стали. Внепечная десульфурация.

2.7 Раскисление стали.

Цель и методы раскисления. Сущность глубинного и диффузионного способов раскисления стали. Продукты раскисления стали и их удаление. Взаимодействие раскислителей с кислородом. Раскисление шлаком. Окисные неметаллические включения в стали.

2.8 Газы в стали.

Газы в стали, источники их поступления, растворимость и влияние на свойства стали. Растворение водорода Растворение азота. Растворение кислорода. Механизм поступления кислорода из газовой фазы в металл при сталеплавильных процессах. Удаление газов из металла.

2.9 Производство стали в дуговых печах.

Шихтовые материалы и загрузка печи. Период плавления. Окислительный период. Восстановительный период (доводка плавки).

2.10 Способы выплавки стали в основных дуговых печах.

Выплавка углеродистых сталей в основных электропечах. Выплавка легированных сталей в основных электропечах. Материальный и тепловой балансы плавки стали в основной дуговой печи. Выплавка стали в кислых дуговых печах.

2.11 Производство стали в индукционных печах и установках для переплава.

Индукционные печи. Выплавка стали в открытых и вакуумных индукционных печах. Выплавка металла в установках для переплава.

2.12 Материальный баланс плавки.

Определение количества элементов, удаляющихся из металлошихты
Определение угара элементов металлического лома
Определение суммарного угара элементов металлошихты. Расчёт количества раскислителей и легирующих материалов

2.13 Тепловой баланс плавки.

Приход тепла. Расход тепла. Электрическая дуга как источник тепловой энергии. Дуга постоянного и переменного токов. Горение дуги в вакууме. Теплообмен в рабочем пространстве печей. Основные параметры рабочего пространства сталеплавильных печей.

2.14 Выплавка конструкционной стали в электродуговых печах.

Свойства и дефекты конструкционной стали. Особенности технологии выплавки конструкционных сталей. Уровень требований по качеству.

2.15 Выплавка шарикоподшипниковой стали.

Свойства и дефекты шарикоподшипниковой стали. Технология плавки и её ключевые особенности.

2.16 Выплавка электротехнической стали.

Свойства и дефекты электротехнической стали Технология плавки.

2.17 Выплавка нержавеющей и жаропрочной стали.

Свойства и дефекты нержавеющей и жаропрочной стали

2.18 ЭлектрOMETаллургические печи для производства ферросплавов.

Классификация электрOMETаллургических печей. Конструкция ферросплавных печей. Электроды. Электрооборудование и размеры рабочего пространства ферросплавных печей.

2.19 Производство ферросилиция

Кремний и его сплавы с железом. Физико-химические условия получения ферросилиция. Шихтовые материалы. Технология плавки. Техно-экономические показатели.

2.20 Производство силикокальция.

Физико-химические условия получения силикокальция. Технология плавки.

2.21 Производство ферромарганца.

Марганец и его сплавы с железом. Марганцевые руды и их подготовка к плавке. **Производство углеродистого ферромарганца.**

2.22 Производство силикомарганца.

Производство средне- и малоуглеродистого ферромарганца. Производство металлического марганца.

2.23 Производство феррохрома.

Хром и его сплавы с железом. Хромовые руды и их подготовка к плавке. Производство углеродистого феррохрома. Производство среднеуглеродистого феррохрома. Производство малоуглеродистого и безуглеродистого феррохрома. Алюминотермическое производство хрома и его сплавов.

2.24 Производство ферровольфрама, ферромolibдена и феррованадия.

Вольфрам и его сплавы с железом. Технология плавки. Молибден и его сплавы с железом. Сырые материалы и подготовка их к плавке. Технология плавки. Ванадий и его сплавы с железом. Технология производства.

2.25 Производство ферротитана и ферробора. Экзотермические ферросплавы.

Титан и его сплавы с железом. Технология производства. Сплавы бора с железом. Технология производства. Экзотермические ферросплавы.

3. Наименование тем и их содержание по дисциплине «Внепечная обработка сплавов»:

3.1 Роль внепечной обработки в современных металлургических процессах.

Подготовка плавки к внепечной обработке. Основные цели внепечной обработки и оборудование (аппараты) для их осуществления. Процессы внепечной обработки стали (ВОС).

3.2 Цели и задачи внепечной обработки.

Пути и способы внепечной обработки. Основные методы. Сравнительная характеристика основных способов обработки стали, преимущества и недостатки.

3.3 Внепечная обработка. Основные технологические приёмы.

Технологические приёмы внепечной обработки. Внепечная обработка и качество используемой металлошихты. Распространение внепечной обработки стали.

3.4 Основные процессы, реализуемые при внепечной обработке.

Выравнивание температуры и химического состава металла в объёме ковша. Глубокое обезуглероживание. Углеродное раскисление. Дегазация. Десульфурация. Изменение формы (модификация) оксидных и сульфидных включений.

3.5 Раскисление и легирование стали в процессах внепечной обработки.

Методы раскисления и легирования металла. Раскисление комплексными сплавами. Щёлочноземельные металлы. Редкоземельные металлы.

3.6 Основные способы обработки металла вакуумом

Вакуумирование стали в струе. Пульсационное перемешивание. Преимущества и недостатки.

3.7 Порционное вакуумирование.

Преимущества и недостатки. Применяемое оборудование и технологии. Цели и задачи порционного вакуумирования.

3.8 Циркуляционное вакуумирование.

Применяемое оборудование и технологии. Цели и задачи циркуляционного вакуумирования. Преимущества и недостатки.

3.9 Способы получения вакуума.

Характеристики, способы получения вакуума. Вакуумные насосы. Основные параметры. Механические вакуумные насосы. Характеристики и принцип действия. Пароструйные насосы. Разновидности. Принцип действия.

3.10 Физико-химические процессы вакуумирования

Термодинамика обезуглероживания и раскисления в вакууме. Удаление неметаллических включений. Механизм и кинетика углеродного раскисления и дегазации стали.

3.11 Продувка стали инертным газом

Технология продувки и оборудования Гидродинамика ванны. Влияние продувки на качество стали. Защита поверхности металла при продувке.

3.12 Перемешивание металла в процессах внепечной обработки.

Способы интенсификации перемешивания расплава за счёт вдувания инертных газов (азот аргон) или ЭМП металла. Особенности конструкций подачи инертных газов через фурму или огнеупорные блоки в днище ковша, недостатки и преимущества.

3.13 Аргонно-кислородное рафинирование.

Область применения. Оборудование. Ход процесса аргонно-кислородного рафинирования.

3.14 Получение стали со сверхнизким содержанием углерода.

Ультранизкое содержание углерода и новый класс стали. Технология обезуглероживания. Применяемое оборудование. Минимизация содержания примесей. Производство конструкционной стали Производство нержавеющей стали.

3.15 Внепечная обработка на установках непрерывной разливки стали.

Промежуточный ковш как агрегат для внепечной обработки жидкой стали. Фильтрация неметаллических включений. Конструкция и ёмкость промежуточных ковшей. Шлаки и флюсы в промежуточном ковше.

3.16 Обработка порошкообразными материалами.

Цели продувки металла порошками. Вдувание кальцийсодержащих материалов. Внепечная десульфурация стали. Ресульфурация стали после продувки порошками в ковше.

3.17 Технология внепечной обработки сплавов порошками.

Подготовка порошков и введение их в металл. Регламентация содержания азота в стали. Способы введения кальция. Расход материалов, продолжительность обработки и качество стали. Методы введения порошков в металл.

3.18 Внепечная обработка расплавов порошковыми проволоками.

Технологические и конструктивные параметры процесса обработки расплава. Оборудование для ввода проволоки в расплав. Микролегирование и доводка по химическому составу. Улучшение механических свойств.

3.19 Использование синтетических шлаков для внепечной обработки

Сущность обработки жидкой стали синтетическими шлаками. Выбор состава шлаков. Физические свойства синтетических шлаков и эффективность обработки сталей.

3.20 Обработка стали кальцийсодержащими реагентами.

Технологические аспекты внепечного рафинирования стали с применением кальция. Комплексное воздействие кальция на свойства жидкой и твердой стали. Внепечная обработка стали порошковой, наполненной силикокальцием, проволокой.

3.21 Комбинированные (комплексные) методы внепечной обработки

Агрегаты для внепечной обработки стали. Технологические схемы обработки. Удаление примесей цветных металлов. Агрегаты внепечной обработки на постоянном токе.

3.22 Получение стали на агрегате «ковш-печь»

Классификация агрегатов ковш-печь в зависимости от условий производства. Технологический комплекс внепечной обработки стали: агрегат «ковш-печь – вакууматор». Технологическое оборудование агрегата «ковш-печь». Конструктивные особенности агрегата «ковш-печь».

3.23 Рафинировочный шлак агрегата «ковш-печь»

Требования, предъявляемые к рафинировочному шлаку. Особенности формирования рафинировочных шлаков. Химический состав рафинировочного шлака. Скорость формирования рафинировочного шлака, его десульфуризирующая способность, оптимальное количество шлакообразующих компонентов, и оптимальная толщина шлакового слоя.

3.24 Способы нагрева металла на агрегатах внепечной обработки.

Методы нагрева металла. Электродуговой нагрев. Химический нагрев. Нагрев металла в «печи-ковше». Устройство «печи-ковша» с электродуговым нагревом переменным или постоянным током, недостатки и преимущества способа.

3.25 Внепечная обработка и проблемы экологии.

Минимизация экологического ущерба. Качество металлопродукции и экология. Влияние внепечной обработки на решение проблемы охраны природы. Комплексный подход к решению экологических проблем при внепечной обработке.

4. Наименование тем и их содержание по дисциплине «Теория и технология разливки сплавов»:

4.1 Цели и задачи разливки и кристаллизации стали и сплавов.

Место и роль разливки в общем технологическом цикле производства стали. Строение слитков и заготовок из различных сплавов. Краткая характеристика основных методов разливки. Оборудование для разливки стали. Непрерывная разливка стали. Типы МНЛЗ, их классификация, достоинства и недостатки. Сравнительная оценка технико-экономических показателей непрерывной разливки и разливки стали в изложницы.

4.2 Кристаллизация металлов и сплавов.

Структура и свойства жидкой стали и сплавов. Отвод теплоты кристаллизации. Рост и форма кристаллов. Термодинамика процессов роста и формообразования металла. Дендритная кристаллизация. Причины, обуславливающие появление дендритов и прекращение их роста. Рекристаллизация дендритов при последующем охлаждении. Значение проблем кристаллизации и разливки для получения высококачественного металла.

4.3 Теплообмен в процессах отливки и формирования слитка.

Теплофизические процессы при кристаллизации и затвердевании. Влияние конвективных потоков на формирование слитка. Определение температурного поля в затвердевающем слитке. Теплопередача от слитка к изложнице или кристаллизатору, изменение температуры на поверхности слитка и на внутренней части изложницы. Теплофизические условия формирования кристаллических зон слитка. Температурные напряжения в слитках.

4.4 Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Модификаторы.

Усадка. Усадочные явления. Линейная и объёмная усадка. Формы проявления усадочных дефектов. Влияние условий кристаллизации на размеры кристаллов. Кинетика образования центров новых фаз. Классификация модификаторов. Модифицирование металла модификаторами I, II и III рода. Модифицирование стали микрохолодильниками и комплексными сплавами.

4.5 Структура литого металла. Перераспределение примесей при кристаллизации.

Формирование структуры слитка спокойной, полуспокойной и кипящей стали. Двухфазная зона. Фронт и скорость процессов кристаллизации. Зоны структурной неоднородности. Факторы, влияющие на развитие структурной неоднородности. Динамика перемещения и дробления кристаллов. Гравитационное перемещение металла в двухфазной зоне.

4.6 Ликвация.

Ликвационные дефекты. Сегрегация. Методы борьбы с ликвацией. Химическая неоднородность слитков. Общая и краевая ликвация. Меры борьбы с ликвационными дефектами. Ликвация примесей при развитии химической неоднородности. Фильтрационный массоперенос ликвирующих примесей. Влияние конвективных потоков на зональную ликвацию. Влияние скорости кристаллизации на химическую неоднородность.

4.7 Дефекты физического строения стальных слитков.

Причины их появления и способы устранения. Неметаллические включения в стальных слитках. Влияние неметаллических включений на разрушение сплавов. Удаление оксидных включений из стали. Распределение включений в слитке. Формирование неметаллических включений при кристаллизации стали. Оксидные включения в слитке. Сульфидные включения в слитке.

4.8 Технологические основы разливки стали.

Методы разливки стали. Выбор оптимальной температуры и скорости разливки стали. Разливка сверху. Сифонная разливка. Достоинства и недостатки. Истечение струи металла из ковша через стаканы различного сечения. Распространение затопленных струй. Кавитационные потоки. Механизм захвата воздуха струёй металла.

4.9 Современное состояние, преимущества и недостатки процесса непрерывной разливки.

История возникновения и сущность непрерывной разливки металлов. Современное состояние технологии непрерывной разливки стали на блюмы и сортовые заготовки. Современное состояние технологии непрерывной разливки стали на слябы. Современное состояние технологии непрерывного литья круглых заготовок.

4.10 Классификация МНЛЗ, конструкция и назначение их основных узлов.

Сталеразливочные стенды. Тележка промежуточного ковша. Промежуточный ковш. Особенности конструкции промежуточного ковша. Футеровка промежуточного ковша. Устройства для дозированной подачи металла в кристаллизаторы и защиты от взаимодействия с атмосферой.

4.11 Оборудование МНЛЗ и устройство отделений непрерывной разливки стали.

Технологические схемы существующих машин непрерывной разливки стали. Стенды сталеразливочных и промежуточных ковшей. Конструкция, работа. Типы и конструкция кристаллизаторов, механизмы их качания и система смазки. Зона вторичного охлаждения и особенности её конструкции

4.12 Кристаллизатор. Назначение и основные типы кристаллизаторов.

Конструкция и основные параметры работы кристаллизаторов сортовых МНЛЗ. Механизм качания кристаллизатора. Назначение и особенности качания кристаллизаторов. Основные схемы и устройство механизма возвратно-поступательного качания кристаллизатора. Оптимизация параметров движения кристаллизатора. Влияние динамических воздействий на формирование непрерывнолитых заготовок.

4.13 Основы технологии непрерывной разливки.

Подготовка кристаллизатора и запуск ручья. Температурно-скоростной режим разливки. Разливка стали методом «плавка на плавку». Защита металла от вторичного окисления. Непрерывная разливка стали под давлением.

4.14 Зона вторичного охлаждения.

Охлаждение слитка в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ. Вторичное охлаждение заготовок непрерывной разливки стали, достоинства и недостатки различных систем. Поддерживающие устройства слябовых МНЛЗ. Конструкции поддерживающих устройств блюмовых и сортовых машин. Тянуще-правильная машина. Затравка и устройства для её перемещения. Система разделения заготовок на мерные длины.

4.15 Защита металла от вторичного окисления.

Защита металла от вторичного окисления. Непрерывная разливка стали под давлением. Виды смазок и защитных покрытий. Подготовка к разливке. Металлургические смеси в процессах непрерывного литья. Разливка стали под шлаками и защитными покрытиями.

4.16 Структура, дефекты и качество непрерывного слитка.

Кристаллическая структура, параметры двухфазного состояния и химическая неоднородность непрерывнолитого слитка. Особенности строения непрерывного слитка. Интенсивность теплоотвода и параметры зоны двухфазного состояния непрерывного слитка. Химическая неоднородность слитка. Зональная ликвация. Система электромагнитного перемешивания металла. Взаимодействие струи металла с воздухом при непрерывном литье.

4.17 Оценка качества и характеристика основных дефектов непрерывнолитой заготовки.

Основные дефекты НЛЗ. Дефекты профиля НЛЗ Дефекты поверхности НЛЗ. Дефекты внутренней структуры НЛЗ Трещины, образующиеся при кристаллизации и охлаждении. Механизм образования поперечных и продольных трещин. Внутренние межкристаллитные трещины. Меры борьбы с трещинами. Взаимосвязь и основные отличия дефектов сталеплавильного и прокатного производства.

4.18 Влияние технологических факторов и конструктивных параметров установки непрерывного литья на выход годного и качество заготовки.

Технологические особенности непрерывной разливки стали различных марок. Особенности формирования структуры заготовки МНЛЗ. Специфичные дефекты металла, меры борьбы с ними. Видоизменение их при обработке металла давлением. Влияние вредных примесей на качество стальной заготовки.

4.19 Технология непрерывной разливки стали.

Требования к металлу, предназначенному для разливки на МНЛЗ. Температура металла при разливке стали на МНЛЗ. Подготовка МНЛЗ к разливке стали. Разливка стали на МНЛЗ. Окончание процесса разливки стали и приёмка металла. Температурно-скоростной режим разливки. Защита металла в процессе непрерывной разливки. Совершенствование технологии непрерывной разливки.

4.20 Способы воздействия на качество непрерывнолитой заготовки.

Фильтрация стали (основы теории и технологии). Электромагнитное перемешивание и торможение. Воздействие ультразвуком. Воздействие вибрацией. Искусственные холодильники и модификаторы.

4.21 Особенности разливки различных марок сталей.

Особенности разливки обычной спокойной и кипящей стали. Сталь с содержанием углерода до 0,12 % и незначительным количеством Si и Al. Сталь,

раскисленная Si. Стали, раскисленные Al-Si или Al. Перитектические и легированные В-Ti стали для холодной высадки Автоматная сталь. Высокоуглеродистые стали.

4.22 Специальные способы разливки.

Разливка с продольной резкой заготовки. Отливка фигурных и полых заготовок. Разливка стали под регулируемым давлением. Совмещённые процессы литья и прокатки заготовок. Перспективы развития непрерывной разливки на тонкие слябы и полосу.

4.23 Литейно-прокатные агрегаты.

Эффективность литейно-прокатных агрегатов (ЛПА). Мягкое обжатие не затвердевших заготовок. Температурный режим литья и прокатки в ЛПА. Различные типы литейно-прокатных агрегатов.

4.24 Перспективные направления развития непрерывной разливки стали.

Горизонтальная непрерывная разливка. Совмещение непрерывной разливки с обработкой давлением. Отливка тонких слябов, профильных заготовок. Ковочная технология в ресурсосберегающем металлургическом производстве. Отливка круглых заготовок сплошного и полого сечения Автоматизация процесса непрерывной разливки.

4.25 Разливка ферросплавов.

Технологические основы разливки ферросплавов. Методы разливки ферросплавов. Отливка ферросплавов в изложницы различных типов. Послойная разливка. Машинная разливка ферросплавов. Грануляция.

5. Наименование тем и их содержание по дисциплине

«Технологическое оборудование металлургических цехов»:

5.1 Доменные печи. Оборудование доменных цехов.

Принцип работы. Конструкция доменной печи и её основные элементы. Вспомогательное оборудование.

5.2 Процессы и установки бескоксовой металлургии железа.

Альтернативные процессы получения чугуна и стали. Способы восстановления. Процессы твердофазного восстановления. Процессы жидкофазного восстановления.

5.3 Состояние и перспективы кислородно-конвертерного процесса.

Развитие кислородно-конвертерного производства стали. Повышение производительности конвертеров. Особенности внепечной обработки металла в конвертерных цехах.

5.4 Машины и агрегаты кислородно-конвертерных цехов.

Разновидности кислородно-конвертерного процесса производства стали. Устройство кислородных конвертеров и их узлов. Конструкции кислородных конвертеров. Приводы.

5.5 Машины и агрегаты для подготовки материалов к сталеплавильному переделу.

Общие сведения о способах переработки лома. Машины и агрегаты для дробления стружки. Ломоперерабатывающее оборудование. Оборудование для сортировки лома.

5.6 Установки и оборудование предварительного подогрева шихты.

Предварительный подогрев шихты. Общие принципы. Виды источников энергии на предварительный подогрев, параметры процесса. Схемы установок. Эффективность подогрева и вопросы экологии.

5.7 Сталеплавильные цеха и организация их работы.

Особенности организации работы. Основные отделения сталеплавильного цеха. Устройство и оборудование электросталеплавильных цехов. Автоматизация. Экология.

5.8 Оборудование электросталеплавильных цехов.

Конструкция электропечей и их механизмов. Конструкция корпуса и сводового кольца. Конструкции электрододержателей. Устройство механизмов зажима и перемещения электродов. Устройство механизмов наклона, поворота и перемещения корпуса и свода печей.

5.9 Грузоподъемное и транспортное оборудование.

Грузозахватные устройства шихтовых кранов. Ленточные конвейеры. Крановые завалочные машины. Машины для загрузки электропечей шлакообразующими материалами.

5.10 Дуговые сталеплавильные печи.

Конструкция, технологический процесс, этапы плавки, энергетический баланс. Выбор мощности печного трансформатора.

5.11 Современное состояние и перспективы развития дуговых сталеплавильных печей.

Дуговые печи переменного и постоянного тока. Варианты конструктивного исполнения дуговых электропечей. Преимущества и недостатки выплавки стали в дуговых печах.

5.12 Электроснабжение дуговых сталеплавильных печей.

Электрическая схема дуговой печи. Электрическое оборудование печи. Электрод графитированный. Устройство короткой сети.

5.13 Элементы конструкции дуговых сталеплавильных печей.

Кожух печи. Водоохлаждаемые панели. Водоохлаждаемый свод. Экономайзеры. Механизм наклона печи. Механизм подъема и поворота свода. Механизм зажима электродов. Механизм перемещения электродов.

5.14 Футеровка дуговых сталеплавильных печей.

Конструкция футеровки дуговых сталеплавильных печей. Служба футеровки и особенности её эксплуатации. Монолитная футеровка дуговых печей. Водоохлаждаемые элементы футеровки.

5.15 Электрические печи сопротивления.

Классификация, области применения и характерные типы электрических печей сопротивления. Конструкции печей сопротивления периодического и непрерывного действия. Основные элементы электрической печи сопротивления.

5.16 Расчёт нагревательных элементов печей сопротивления.

Материалы, применяемые в электротермии. Требования, предъявляемые к материалам печей сопротивления. Материал и конструктивное исполнение нагревательных элементов. Режим работы, энергетический баланс и схема теплового расчёта печи.

5.17 Вакуумные дуговые печи.

Область применения, конструкции, процесс наплавления слитка, энергетический баланс и рациональная эксплуатация, электрооборудование, источники питания и системы автоматического управления.

5.18 Установки электрошлакового переплава.

Рабочий процесс, области применения, конструкции, электрооборудование. Установки электрошлакового переплава специального назначения.

5.19 Плазменные дуговые установки.

Принцип действия и области применения плазменного нагрева. Технические средства повышения температуры электрических дуг. Устройство и рабочий процесс плазмотрона. Плазменные плавильные печи.

5.20 Индукционные печи и установки

Физические основы и энергетические характеристики индукционных установок. Классификация и область применения. Преимущества индукционного нагрева.

5.21 Индукционные канальные печи.

Принцип действия, конструкция основных элементов канальных печей, режимы работы и технико-экономические показатели; методы рациональной эксплуатации.

5.22 Индукционные тигельные печи.

Принцип действия, конструкции, оптимальная частота, технико-экономические показатели. Сравнение тигельных и канальных печей.

5.23 Электрическое оборудование индукционных плавильных установок.

Электropечные трансформаторы, конденсаторные батареи, регулятор электрического режима, Режим работы, регулирование нагрузки, компенсация реактивной мощности, экономия электроэнергии.

5.24 Электронно-лучевая плавка.

Общая характеристика электронно-лучевой плавки. Формирование электронного пучка. Конструкция установок электронно-лучевой плавки. Технология электронно-лучевой плавки.

5.25 Печи для производства ферросплавов.

Производство ферросплавов. Конструкция ферросплавных печей. Типы ферросплавных печей.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. По дисциплине «Охрана труда»:

1.1. Основная литература

1. Лазаренков А.М. Охрана труда. Учебник. – Мн.: БНТУ, 2004. – 497 с.
2. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении: Учебник. – М.: Высшая школа, 1980.
3. Охрана труда в машиностроении /Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
4. Справочная книга по охране труда в машиностроении /Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др. под общей редакцией О.Н. Русакова – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.
5. Вашко, И.М. Охрана труда: ответы на экзаменационные вопросы : / И.М. Вашко. – Минск : Тетралит, 2014. – 208 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572251> (дата обращения: 24.02.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-7067-78-7. – Текст : электронный.

1.2 Дополнительная литература

1. Безопасность производственных процессов: Справочник /Под общей редакцией С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985.
2. Бацукова, Н.Л. Условия труда работников металлургических производств / Н.Л. Бацукова // Охрана труда. – 2019. – № 10. – С. 54–63.
3. Охрана труда: Учебное пособие для студентов естеств. факультетов вузов/ сост. В.В. Милохов, Е.М. Егоров, А.А. Акимов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983.
4. Борьба с шумом на производстве: Справочник /Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Шайдров А.А., Русак О.Н. Теоретические основы организации безопасности труда. – Кишинев: Штиинца, 1980.
6. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Книрринг, Ю.Б. Оболенцев, Р.И. Берим, В.М. Крючков. – Л.: Энергия, 1976.
8. Савенко, П.П. Охрана труда / П.П. Савенко. – Москва : Лаборатория книги, 2012. – 108 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141542> (дата обращения: 24.02.2020). – ISBN 978-5-504-00076-3. – Текст : электронный.

1.3 Учебно-методические материалы

1. Охрана труда [Электронный ресурс]: курс лекций для студентов специальности 1–36 02 01 «Машины и технология литейного производства» дневной и заочной форм обучения/ сост.: О.В. Герасимова; каф. «Машины и технология литейного производства». – Гомель: ГГТУ, 2008. – 117 с. – Систем.

требования: 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше.
– Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана. М/УК 6 эл.

2. Охрана труда: лаборатор. практикум для студентов специальности 1–36 02 01 «Машины и технология литейного производства» днев. и заоч. Форм обучения/ Герасимова О.В. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 65 с. М/УК 3960

2. По дисциплине «Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов»:

2.1. Основная литература

1. Кривандин В.А. Металлургические печи: учеб. пособие для вузов / В.А. Кривандин, Б.Л. Марков; под общ. ред. В.А. Кривандина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Metallurgiya, 1977. – 463 с. : ил.
2. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов / В.А. Кудрин. – Москва: Мир: АСТ, 2003. – 527 с. : ил. – (Учебник для вузов).
3. Кньюппель Раскисление и вакуумная обработка стали: Основы и технология ковшовой металлургии / Г. Кньюппель; пёр. с нем. Г.Н. Еланского. – Москва: Metallurgiya, 1984. – 414 с.: ил.
4. Воскобойников В.Г.. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Metallurgiya, 2000. – 768 с. : ил.
5. Машины и агрегаты металлургических заводов: в 3 т.: учебник для металлург. и машиностроит. спец. вузов. Т.1 : Машины и агрегаты доменных цехов / А.И. Целиков и др. – Москва: Metallurgiya, 1976. – 416 с. : ил.
6. Ульянов, В.А. Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей : учебное пособие: / В.А. Ульянов, М.А. Ларин, В.Н. Гуцин. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 153 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564327> (дата обращения: 24.02.2020). – Библиогр.: с. 108. – ISBN 978-5-9729-0350-4.

2.2. Дополнительная учебная и научная литература

1. Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов: учебное пособие для вузов / Л.Е. Никольский, И.Ю. Зинуров. – Москва: Metallurgiya, 1993. – 272 с. : ил.
2. Тимофеева, А.С. Теплофизика металлургических процессов: учебное пособие для вузов / А.С. Тимофеева, В.В. Федина; под ред. А.С. Тимофеевой. – 2-е изд. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 135 с
3. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: учеб. для вузов / В.П. Григорьев [и др.]. – Москва: МИСИС, 1995. – 512 с.
4. Расчёт мощности и параметров электросталеплавильных печей: учеб. пособие для вузов / А.В. Егоров. – Москва: МИСИС, 2000. – 272 с. : ил.

5. Теплотехнические расчёты металлургических печей: учеб. пособие для вузов / под ред. А.С. Телегина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1982. – 358 с. : ил.
6. Металлургические печи: атлас: учеб. пособие для вузов / В.И. Миткалинский [и др.]. – Москва: Металлургия, 1987. – 384 с. : ил.
7. Борд, Н.Ю. Термодинамические расчеты в практике конструирования и применения сварочных материалов / Н.Ю. Борд, К.Е. Белявин, В.К. Шелег. – Минск : Белорусская наука, 2006. – 172 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90211> (дата обращения: 24.02.2020). – ISBN 985-08-0746-6. – Текст : электронный.

2.3 Учебно-методические материалы

1. Методические указания «Металлургическое оборудование литейных цехов» к контрольным работам по одноимённому курсу для студентов специальности 1–36 02 01 «Машины и технология литейного производства» дневной и заочной форм обучения / Л.Е. Ровин; Каф. «Машины и технология литейного производства». – Гомель: ГГТУ, 2007. – 24 с. (м/ук № 3487)

3. По дисциплине «Внепечная обработка сплавов»:

3.1. Основная литература

1. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства / Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский А.В. – М.: "МИСИС", 1995. -512 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов: Учебник /Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. В 3-х т., т.1 - 2-е изд. – М.: Металлургия, 1976.-416 с.
3. Воскобойников В.Г. Общая металлургия /Воскобойников В.Г., Кудрин В. С, Якушев А.М. – М.: Металлургия, 1998. – 768 с.
4. Огнеупоры для вакуумных металлургических агрегатов /Карклит А.К., Орлов В.А., Соколов А.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 143 с.
5. Никифоров, В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов : учебник для техникумов / В.М. Никифоров. – 10-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Политехника, 2015. – 383 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447617> (дата обращения: 24.02.2020). – ISBN 978-5-7325-0959-5. – Текст : электронный.

3.2. Дополнительная учебная и научная литература

1. Внепечная вакуумная металлургия стали /Новик Л.М. – М.: Наука, 1996. – 188 с.
2. Технология получения качественной стали /Кудрин В.А., Парма В. – М.: Металлургия, 1984. – 320 с.
3. Десорбция газа из жидкого металла в вакууме /Бурцев В.Т. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.

4. Взаимодействие водорода с металлами /Агеев В.Н., Бекман И.Н., Бурмистрова О.П. и др. – М.: Наука, 1987. – 296 с.
5. Газы в стали и качество металла /Лузган В.П., Явойский В.И. – М.: Metallurgy, 1983. – 230 с.
6. Теория металлургических процессов /Попель С.И. – М.: Metallurgy, 1986. – 462 с.
7. Инжекционная металлургия /Кудрин В.А. – М.: Metallurgy, 1990. – 400 с.
8. Внепечная обработка стали /Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. – М.: "МИСИС", 1995. – 256 с.
9. Вакуумные дуговые печи /Волохонский Л.А. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.
11. Выплавка низкоуглеродной электротехнической стали/ Синельников В.А., Иванов Б.С. – М.: Metallurgy, 1991. – 144 с.
12. Дефекты стали /Новокщенова С.М., Виноград М.И., Клынин Б.А. и др. – М.: Metallurgy, 1984. – 199 с.
13. Контроль и автоматизация металлургических процессов и печей /Косырев А.И. и др. – М.: Metallurgy, 1989. – 352 с.
14. Металлургия стали: Учебник /Явойский В.И., Кряковский Ю.В., Григорьев В.П. и др. Под ред. В.И. Явойского, Ю.В. Кряковского. – М.: Metallurgy, 1983. -584 с.
15. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали /Гольдштейн Я.Е., Мизин В.Г. – М.: Metallurgy, 1986. – 272 с.
16. Оборудование и конструкция сталеплавильных агрегатов и цехов. Ю.М. Нечкин, В.П. Григорьев. Учебное пособие по практическим занятиям. М.: 1986.
17. Плавка и внепечная обработка чугуна для отливок /Ващенко К.И., Шумихин В.С. – Киев: Выцашк., 1992. -227 с.
18. Применение ЭВМ для термодинамических расчётов металлургических процессов /Синяев Г.Б., Ватолин Н.А., Трусов Б.Г., Моисеев Г.К. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
19. Раскисление металлов /Куликов И.С. – М.: Metallurgy, 1975. – 504 с.
20. Свойства металлических расплавов /Островский О.И., Григорян В.А., Вишкарев А.Ф. – М.: Metallurgy, 1988. – 303 с.
21. Современное производство стали в дуговых печах /Морозов А.Н. – М.: Metallurgy, 1987. – 175 с.
22. Строение, физика и химия металлургических расплавов /Филлипов Е. С – М.: Metallurgy, 1995. -305 с.
23. Структура и свойства огнеупоров /Стрелов К. К, – М.: Metallurgy, 1982. – 208 с.
24. Раскисление стали и модифицирование неметаллических включений /Ицкович Г.М. – М.: Metallurgy, 1981. – 296 с.
25. Расчёт откачных систем вакуумных металлургических установок. Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию профессор Линчевский Б.В.М.: 1997 г.
26. Строение и свойства жидкого металла – технология – качество /Еланский Г.Н., Кудрин В.А. – М.: Metallurgy, 1984. – 239 с.

27. Обработка металла инертными газами. /Ойкс Г., Н., Степанов А.В., Мелихов П.И., Баяринова А.П., Култыгин В. С, Косырев Л.К., Виноградова Л.В. Изд-во «Металлургии, 1969, с. 12.
28. Рафинирование стали инертным газом. Баканов К-П., Бармотин И.П., Власов Н.Н., Герасимов Ю.В., Каблуковский А.Ф., Косырев Л. К-, Ойкс Г.Н., Сидоров Н.В., Тулин Н.А., Филатов С К-, Чернов Г.И., Чехомов О.М., М., «Металлургия», 1975. – 232 с.
29. Теория и технология электрометаллургических процессов /Борисоглебский Ю.В., Ветюков М.М., Москвитин В.И., Школьников С.Н. – М.: Metallurgy, 1994. – 240 с.
30. Теория металлургических процессов /Линчевский Б.В. – М.: Metallurgy, 1995. – 352 с.
31. Теория металлургических процессов: Учебник /Рыжонков Д.И., Арсентьев П.П., Яковлев В.В. и др. – М.: Metallurgy, 1989. – 391 с.
32. Теплофизика металлургических процессов: Учебник /Мастрюков Б. С – М.: "МИСИС", 1996. – 267 с.
33. Термодинамика и кинетика взаимодействия газов с жидкими металлами /Линчевский Б.В. – М.: Metallurgy, 1986. – 222 с.
34. Термодинамика сплавов железа /Могутнов Б.М., Томилин И.А., Шварцман Л.А. – М.: Metallurgy, 1984. – 208 с.
35. Техника металлургического эксперимента / Линчевский Б.В., 1992. – 240 с.
36. Физико-химические методы исследования металлургических процессов: Учебник /Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Крашенников М.Г. и др. – М.: Metallurgy, 1988. – 511 с.
37. Физико-химические основы рационального легирования сталей и сплавов / Ершов Г. С, Бычков Ю.Б. – М.: Metallurgy, 1982. – 360 с.
38. Чёрная металлургия: состояние и перспективы /Поляков В.В., Шевцов А. З. – М.: АО "Черметинформация", 1998. – 395 с.
39. Шлаки для рафинирования металла. Динамика свойств системы $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaF}_2$ / Жмойдин Г.И., Чаттерджи А.К. – М.: Metallurgy, 1986. – 205 с.
40. Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. М.: Metallurgy, 1987. 272 с.
41. Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. Внепечная обработка стали. М.: МИСИС, 1995. – 256 с.
42. Кац Я.Л. Энергетическая эффективность нагрева стали
43. Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах. – Челябинск: Metallurgy, 1987. 175 с.
44. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Ч. II. Основы и технология ковшевой металлургии. М.: Metallurgy, 1984. 414 с.
45. Смирнов Н.А. // Сталь, № 2, 1997. с. 30–32.
46. Поволоцкий Д.Я. Устройство и работа сверхмощных ДСП. М.: Metallurgy, 1990. 176 с.
47. Бокарев С.П., Кондратюк В.А., Зубков А.И. и др. // Сталь, № 7, 2000. с. 16–18.

48. Гонтарук Е.И., Красильников В.О., Лехтман А.А. и др. // Сталь, № 7, 2000. с. 58–61.
49. Трахимович В.И., Шалимов А.Г. Использование железа прямого восстановления при выплавке стали. М.: Metallurgy. 1982. – 247 с.
50. Клачков А.А., Красильников В.О., Фомин В.И. и др. // Электromеталлургия, № 4, 1999. с. 30–32.
51. Новик Л.М. Внепечная вакуумная металлургия стали. М. Наука. 1986, 188 с.
52. Великин Б.А., Карклит А.К. Футеровка сталеразливочных ковшей. М.: Metallurgy, 1990. 248 с.
53. Егоров А.В. Электроплавильные печи чёрной металлургии. М.: Metallurgy, 1985. 280 с.
54. Carlson G. Instrumentation for Ladle Metallurgy Control Review, Scaninject. Conf. IV, Lulea, Sweden, 11–13 Juni 1986.
55. Гитгарц Д.А. Автоматизация плавильных электропечей с применением микро-ЭВМ. М.: Энергоатомиздат, 1984. 136 с.
56. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос. М.: Metallurgy, 1995. 400 с.
57. Макаров А.Н., Свенчанский А.Д. Оптимальные тепловые режимы дуговых печей. М.: Энергоатомиздат, 1992. – 96 с.
58. Макаров А.Н. Теплообмен в дуговых сталеплавильных печах. Тверь: ТГТУ, 1998. – 184 с.
59. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. М.: Metallurgy, 1990. 239 с.
60. Еланский Г.Н., Кудрин В.А. Строение и свойства жидкого металла – технология – качество. М.: Metallurgy, 1984. 238 с.
61. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высшая школа, 1988. 239 с.

4. По дисциплине «Теория и технология разлики сплавов»:

4.1. Основная литература

1. Автоматизация металлургических печей [Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Теплотехника и автоматизация металлург. печей] /под ред. О.М. Блинова Блинов О.М. – Москва: Metallurgy, 1975. -376 с
2. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства. Учебн. для вузов / В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров, Л.Е. Никольский. – М.: МИСИС, 1995. – 512 с.
3. Манохин А.И. Получение однородной стали. – М.: Metallurgy, 1978. – 224 с.
4. Габелая, Д.И. Теплофизические основы технологии непрерывной разлики стали : монография / Д.И. Габелая, З.К. Кабаков, Ю.В. Грибкова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 401 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа:

по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564302> (дата обращения: 24.02.2020). – Библиогр.: с. 367 - 389. – ISBN 978-5-9729-0348-1.

5. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3 х томах. т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебн. для вузов / А.И. Целиков, и др. – 2 е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. – С .191–252.

4.2. Дополнительная учебная и научная литература

1. Арутюнов В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / под науч. ред. В.А. Арутюнова: учебник для вузов Бухмиров В.В. – Москва: Металлургия, 1990. -238 с.

2. Дюдкин Д.А. Качество непрерывной стальной заготовки. – К.: Техника, 1988. – 253 с.

3. Сталь на рубеже столетий / Под научн. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСиС, 2001. – 664 с.

4. Шульте Ю.А. Неметаллические включения в электростали. – М.: Металлургия, 1964. – 207 с; ил.

5. Ефимов В.А., Осипов В.П., Гребенюк В.П. Пути усовершенствования разливки стали. – М.: Металлургиздат, 1963. – 184 с; ил.

6. Карклит А.К., Борисовский Е.С. Химия высокотемпературных материалов. – Л.: Наука, 1967. – С. 208–213.

7. Норманн Д., Нахтриб Х. Жидкие металлы и их затвердевание: Пёр. с англ. – М.; Металлургиздат, 1962. – С. 64–73.

8. Лейтес А.В. Защита стали в процессе непрерывной разливки. – М.: Металлургия, 1984. – 200 с.

9. Особенности литой структуры непрерывнолитых слитков крупного прямоугольного сечения // В.М. Паршин, Е.А. Казачков, А.И. Кониенко и др. // Изв. вузов. Чёрная металлургия. – 1987. – № 11. – С. 43–47.

10. Краснов Б.И., Евтеев Д.П. Оптимизация режима кристаллизации слитка на машинах непрерывного литья заготовок // Сталь. – 1974. – № 10. – С. 7.

11. Рудой Л.С. Непрерывная разливка стали. – К.: Вища школа, 1991. – 84 с.

12. Евтеев Д.П., Колыбалов И.Н. Непрерывное литьё стали. – М.: Металлургия, 1984. – 200 с.

13. Теория и практика непрерывного литья заготовок / А.Н. Смирнов, А.Я. Глазков, В.Л. Пилюшенко и др. – Донецк: ДонГТУ, 2000. – 371 с.

14. Огурцов А.П., Гресс А.В. Непрерывное литьё стали. – Днепро-петровск: Системные технологии, 2002. – 675 с.

15. Самойлович Ю.А. Формирование слитка. – М.: Металлургия, 1977. – 160 с.

16. Методика расчёта режима вторичного охлаждения непрерывно-литых слитков / В.И. Лебедев, В.М. Паршин, Д.П. Евтеев и др. // Сталь. – 1982. – № 3. – С. 26–28.

17. Физико-химические расчёты электросталеплавильных процессов: Учеб. пособие для вузов / В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, А.Г. Пономаренко и др. – М.: Металлургия, 1989. – 288 с.

5. По дисциплине «Технологическое оборудование металлургических цехов»:

5.1. Основная литература

1. Металлургические печи: учеб. пособие для вузов / В.А. Кривандин, Б.Л. Марков; под общ. ред. В.А. Кривандина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1977. – 463 с. : ил.
2. Расчёт мощности и параметров электроплавильных печей: учеб. пособие для вузов / А.В. Егоров. – Москва: МИСИС, 2000. – 272 с. : ил.
3. Теплотехнические расчёты металлургических печей: учеб. пособие для вузов / под ред. А.С. Телегина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1982. – 358 с. : ил.
4. Рудой Л.С. Непрерывная разливка стали. – К.: Вища школа, 1991. – 84 с.
5. Евтеев Д.П., Колыбалов И.Н. Непрерывное литьё стали. – М.: Металлургия, 1984. – 200 с.
6. Теория и практика непрерывного литья заготовок / А.Н. Смирнов, А.Я. Глазков, В.Л. Пилюшенко и др. – Донецк: ДонГТУ, 2000. – 371 с.
7. Огурцов А.П., Гресс А.В. Непрерывное литьё стали. – Днепро-петровск: Системные технологии, 2002. – 675 с.
8. Металлургические печи: атлас: учеб. пособие для вузов / В.И. Миткалинный [и др.]. – Москва: Металлургия, 1987. – 384 с. : ил.
9. Брезе, В.А. Системы технологий отраслей экономики : учебное пособие / В.А. Брезе, О.Э. Брезе ; ред. И.Н. Журина. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2012. – 318 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141515> (дата обращения: 24.02.2020). – ISBN 978-5-89289-730-3. – Текст : электронный.

5.2. Дополнительная учебная и научная литература

1. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов: учебник / Л.И. Леви, Л.М. Мариенбах. – Москва: Машиностроение, 1970. – 496 с. : ил.
10. Расчёт машин и механизмов автоматических линий литейного производства / А.И. Горский. – Москва: Машиностроение, 1978. – 551 с. : ил. – Библиогр.: с. 544–549.
11. Иванченко Ф.И., Павленко В.А. Механическое оборудование сталеплавильных цехов – М.: Металлургия, 1986. -326 с.
12. Сапко А.И. Механическое и подъёмно-транспортное оборудование электрометаллургических цехов – М.: Металлургия, 1978, -326с

5.3 Учебно-методические материалы

1. Жаранов, В.А. Технологическое оборудование металлургических цехов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. спец. 1–42 01 01 "Металлургическое пр-во и материалобработка

(по направлениям)«, направление 1–42 01 01–01 02 »Электрометаллургия чёрных и цветных металлов" / В.В. Жаранов; каф. «Металлургия и технология обработки материалов». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2017.

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу для Государственного экзамена по специальности для студентов специальности 1–42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности: 1–42 01 01–01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализация: 1–42 01 01–01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

Программа для Государственного экзамена по специальности 1–42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности: 1–42 01 01–01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализация: 1–42 01 01–01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» разработана в соответствии со стандартом ОСВО 1-42 01 01-2013 и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег.№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013; рег. № I 42-1-15.1/уч. от 11.02.2016.

В настоящий момент получение высшего инженерного технического образования невозможно без высокого уровня профессионального мастерства и хорошего качества знаний выпускников в области фундаментальных и инновационных процессов металлургического производства

В соответствии с программой подготовки специалистов, в процессе обучения происходит:

- формирование и развитие социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;

- формирование профессиональных компетенций для работы в области металлургического и литейного производства.

Содержание тематики вопросов программы государственного экзамена в целом соответствует указанным задачам.

Практически все вопросы, включённые в программу государственного экзамена по специальности, имеют комплексный, развёрнутый характер и позволяют при ответе выявить глубину и фундаментальность знаний и навыков студентов. В содержании вопросов государственного экзамена особый акцент сделан на темы, связанные с процессами в выпечной обработки и непрерывной

разливки, в контексте применения современных технологий и процессов автоматизации производства.

Предусмотренный программой перечень тем и их содержание по указанным дисциплинам, позволит в полной мере, оценить итоговую подготовку студентов перед защитой дипломных проектов при подготовке специалистов с высшим образованием специализации 1–42 01 01–01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов». Учебная программа дополнена актуальным перечнем основной и дополнительной литературы.

Считаю возможным рекомендовать данную программу по государственному экзамену к утверждению.

РЕЦЕНЗЕНТ

Декан заочного факультета
к.ф.-м. н., доцент

Кроль
Дмитрий Григорьевич

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу для Государственного экзамена по специальности для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности: 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализация: 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

Программа для Государственного экзамена по специальности специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности: 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализация: 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» разработана в соответствии со стандартом ОСВО 1-42 01 01-2013 и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег.№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013; рег. № I 42-1-15.1/уч. от 11.02.2016.

В металлургии XXI-го века наблюдается качественный рост использования электрических печей, металлургических процессов и способов специальной электрометаллургии. В современных условиях развития промышленности в Республике Беларусь, актуальность электроплавки и процессов электрометаллургии значительно возрастает в связи со строительством и перспективным вводом в эксплуатацию БелАЭС. Несомненно, что объёмы и качество металлургической отрасли в нашей стране будут динамично развиваться в ближайшие десятилетия.

Реалии металлургического производства требуют от инженеров навыков не только эксплуатации электропечей, но знаний и возможностей в области реконструкции, реновации и внедрении инновационных методов на практике.

Соответственно, структура и содержание подготовки инженеров-металлургов должны полностью отвечать реалиям производственной деятельности. Они должны быть современными и одновременно, владеть фундаментальными дисциплинами в контексте металлургических производственных технологий и смежных отраслей.

В программе представлен большой объём тем и вопросов, достаточно полно перекрывающих по содержанию практически все вопросы электрометаллургии. Большой упор в программе сделан на темы, касающиеся тех технологий и процессов, которые в настоящий момент являются актуальными для флагмана отечественной металлургии – ОАО «Белорусский металлургический завод». Вопросы и полностью приведены тем, касающиеся электроплавки стали, ферросплавов и их производства, внепечной обработки, энергосбережения и непрерывной разливки.

Вопросы приведены в комплексе. Каждый вопрос по сути охватывает значительный отраслевой раздел. Это позволяет при оценке уровня ответа комиссией более объективно подходить к компетентности выпускника и степени его готовности к работе в реальном производстве.

Также несомненно, что, одним из важнейших аспектов качественной подготовки современного инженера являются глубокие знания и владение навыками обеспечения безопасного производства. В разделе «Охрана труда» в развёрнутом виде приведены практически все основные вопросы, которые устанавливают нормы и правила безопасного производства на металлургических заводах в актуальных

В программе предложено достаточно полное информационно-методическое обеспечение, которое может быть успешно использовано как при аудиторной, так и при самостоятельной работе студентов в процессе подготовки к сдаче государственного экзамена. Приведён список основной и дополнительной литературы. Содержание учебной программы соответствует государственному стандарту и учебному плану специальности специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» .

Считаю возможным рекомендовать данную программу по государственному экзамену к утверждению.

РЕЦЕНЗЕНТ

**ведущий инженер-технолог
прокатного отдела технического
управления ОАО «БМЗ»**

**Титов
Михаил
Игоревич**

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого