

**Министерство образования и молодежной политики
Свердловской области**

ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»



Служба огнеупоров в черной металлургии

**Методические указания и контрольные задания для студентов – заочников
образовательных учреждений среднего профессионального образования по
специальности 18.02.05**

**«Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и
изделий»**

**Богданович
2022**

Утверждено
методическим советом
ГАПОУ СО «БПТ»

Протокол № 2
от «18» ноября 2022 г.

Составитель:

Озорнина И.А., преподаватель специальных дисциплин ГАПОУ СО «БПТ» высшей квалификационной категории.

Методическое пособие составлено для студентов-заочников средних профессиональных образовательных учреждений для специальности 18.02.05 «Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий». Цель данной работы – помочь будущим специалистам сформировать знания в области условий службы огнеупорных изделий и материалов в агрегатах черной металлургии и закрепить навыки (профессиональные компетенции) по практическому анализу состояния футеровки металлургических агрегатов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
1.1 Примерный тематический план	5
2. ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
Раздел 1 Служба огнеупоров в доменном производстве.	6
Тема 1.1. Служба огнеупоров в футеровке доменной печи.	6
Тема 1.2. Служба огнеупоров в воздухонагревателе.	6
Тема 1.3. Служба огнеупоров в коксовой печи и чугуновозных ковшах.	6
Раздел 2 Служба огнеупоров в сталеплавильном производстве	7
Тема 2.1 Служба огнеупоров в футеровке мартеновской печи и регенераторе.	7
Тема 2.2 Служба огнеупоров в футеровке кислородного конвертера.	7
Тема 2.3 Служба огнеупоров в футеровке электродуговой печи.	7
Раздел 3 Служба огнеупоров в установках разливки стали	8
Тема 3.1. Служба огнеупоров в футеровке сталеразливочного ковша.	8
Тема 3.2. Служба огнеупоров при сифонной разливке стали.	8
Тема 3.3. Служба огнеупоров при непрерывной разливке стали.	9
Раздел 4 Служба огнеупоров в установках для обработки стали	10
Тема 4.1 Служба огнеупоров в вакуумных установках.	10
Тема 4.2 Служба огнеупоров при продувке стали.	10
3 ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	12
4 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	14
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	15

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа учебной дисциплины «Служба огнеупоров в черной металлургии» является вариативной частью основной профессиональной образовательной программы по специальности СПО 18.02.05 – Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий базовой подготовки.

Учебная программа дисциплины определяет общий объем знаний, который подлежит обязательному усвоению студентами. Программой предусматривается изучение вопросов службы огнеупоров в теплотехнических агрегатах черной металлургии. Учебная программа Дисциплина «Служба огнеупоров в черной металлургии» является вариативной общепрофессиональной дисциплиной профессионального цикла основной профессиональной образовательной программы.

Данная дисциплина находится в тесной взаимосвязи с общеобразовательными общепрофессиональными («Физическая химия», «Химия кремния»), и профессиональным модулем ПМ 03 «Ведение технологического процесса», др. профессиональными модулями.

Программой предусматривается проведение практических занятий, необходимых для закрепления теоретических знаний. При изучении дисциплины студенты выполняют контрольную работу.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- анализировать состояние футеровки металлургических агрегатов в процессе службы огнеупора;
- устанавливать требования к огнеупорам для футеровки;
- выбирать огнеупоры для футеровки металлургических агрегатов в соответствии с характером агрессивной среды;
- определять пути повышения срока службы футеровки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- значение, устройство и принцип действия металлургических агрегатов;
- служебные свойства огнеупоров в зависимости от условий эксплуатации;
- действие разрушающих факторов на футеровку агрегатов;
- факторы, влияющие на разрушение огнеупорной футеровки в металлургических агрегатах.

1 ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Тематический план учебной дисциплины

Наименования разделов и тем	Количество часов		
	Всего	Лекцион.	В том числе лабораторных и практических занятий
Раздел 1 Служба огнеупоров в доменном производстве	5		
1.1 Служба огнеупоров в футеровке доменной печи	2	2	
1.2 Служба огнеупоров в воздухонагревателе	1	1	
1.3 Служба огнеупоров в коксовых печах и чугуновозных ковшах.	2	1	1
Раздел 2 Служба огнеупоров в сталеплавильном производстве	5		
2.1 Служба огнеупоров в футеровке мартеновской печи и регинераторе.	2	2	
2.2 Служба огнеупоров в футеровке кислородного конвертера.	1	1	
2.3 Служба огнеупоров в футеровке электродуговой печи.	2	1	1
Раздел 3 Служба огнеупоров в установках разливки стали	6		
3.1 Служба огнеупоров в футеровке сталеразливочного ковша.	2	2	
3.2 Служба огнеупоров при сифонной разливке стали	1	1	
3.3 Служба огнеупоров при непрерывной разливке стали	3	2	1
Раздел 4 Служба огнеупоров в установках для обработки стали	2		
4.1 Служба огнеупоров в вакуумных установках.	0,5	0,5	
4.2 Служба огнеупоров при продувке стали	1,5	0,5	1
ИТОГО	18	14	4

2 ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1 Служба огнеупоров в доменном производстве.

Тема 1.1. Служба огнеупоров в футеровке доменной печи.

Назначение, устройство и принцип действия доменной печи.

Действие разрушающих факторов на футеровку доменных печей. Требования к огнеупорам для футеровки. Огнеупоры для футеровки. Пути повышения срока службы футеровки.

Тема 1.2. Служба огнеупоров в воздухонагревателе.

Назначение, устройство и принцип действия воздухонагревателя. Действие разрушающих факторов на насадку воздухонагревателей. Требования к огнеупорам для насадки. Огнеупоры для насадки. Пути повышения срока службы насадки.

Тема 1.3. Служба огнеупоров в коксовой печи и чугуновозных ковшах.

Назначение, устройство и принцип действия коксовой печи и чугуновозных ковшей. Действие разрушающих факторов на кладку коксовых печей и футеровку чугуновозных ковшей. Требования к огнеупорам для кладки коксовых печей и футеровки чугуновозных ковшей. Огнеупоры для коксовых печей и чугуновозных ковшей. Пути повышения срока службы кладки коксовых печей и футеровки чугуновозных ковшей.

Практическое занятие 1 Анализ состояния футеровки агрегатов доменного производства в процессе службы.

Методические указания по изучению раздела

Изучение раздела следует начать с ознакомления с назначением, устройством и принципом действия металлургических агрегатов доменного производства. Для этого необходимо воспользоваться имеющейся в библиотеке литературой по металлургии черных металлов. Далее, учитывая особенности работы агрегатов, определяется перечень разрушающих факторов, сокращающих срок службы огнеупорных футеровок. Исходя из имеющегося перечня факторов, проводится набор необходимых для данных условий службы характеристик огнеупоров, а по ним выбор самих огнеупоров. Предлагаемые мероприятия по повышению срока службы футеровок позволят продлить срок их эксплуатации. Эти мероприятия касаются как предприятий-изготовителей огнеупоров, так и предприятий потребителей.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое назначение имеют агрегаты доменного производства?

2. Какие из агрегатов работают в непрерывном режиме, а какие в периодическом?
3. Какие факторы службы разрушают футеровку доменных печей?
4. Какие факторы разрушают насадку воздухонагревателей?
5. Какие факторы разрушают кладку коксовых печей?
6. Какие факторы разрушают футеровку чугуновозных ковшей?
7. Какими должны быть огнеупоры для доменных печей?
8. Какими должны быть огнеупоры для воздухонагревателей?
9. Какими должны быть огнеупоры для коксовых печей?
10. Какими должны быть огнеупоры для чугуновозных ковшей?
11. Какие огнеупоры используются для футеровки агрегатов доменного производства?
12. Каковы задачи заводов-изготовителей по повышению срока службы огнеупоров?
13. Каковы задачи заводов потребителей по повышению срока службы огнеупоров?

Раздел 2 Служба огнеупоров в сталеплавильном производстве

Тема 2.1 Служба огнеупоров в футеровке мартеновской печи и регенераторе.

Назначение, устройство и принцип действия мартеновской печи. Действие разрушающих факторов на футеровку мартеновских печей. Требования к огнеупорам для футеровки. Огнеупоры для футеровки. Пути повышения срока службы футеровки.

Назначение, устройство и принцип действия регенератора. Действие разрушающих факторов на насадку регенераторов. Требования к огнеупорам для насадки. Огнеупоры для насадки. Пути повышения срока службы насадки.

Тема 2.2 Служба огнеупоров в футеровке кислородного конвертера.

Назначение, устройство и принцип действия кислородного конвертера. Действие разрушающих факторов на футеровку кислородных конвертеров. Требования к огнеупорам для футеровки. Огнеупоры для футеровки. Пути повышения срока службы футеровки.

Тема 2.3 Служба огнеупоров в футеровке электродуговой печи.

Назначение, устройство и принцип действия электродуговой печи. Действие разрушающих факторов на футеровку электродуговых печей. Требования к огнеупорам для футеровки. Огнеупоры для футеровки. Пути повышения срока службы футеровки.

Практическое занятие 2_Анализ состояния футеровки сталеплавильных агрегатов в процессе службы.

Методические указания по изучению раздела

Необходимо, прежде всего, усвоить назначение, устройство и принцип действия мартеновской печи совместно с регенератором, а также конвертера и электродуговой печи. Эти вопросы лучше всего изучить, используя литературу по металлургии черных металлов. Далее следует установить воздействие разрушающих факторов на футеровку этих агрегатов и определить основные показатели огнеупорных изделий, применяемых для футеровки. При подборе огнеупорных материалов для мартеновских и электродуговых печей следует обратить внимание на основные элементы футеровки – свод и подину. Учитывая, что свод и подина этих печей работают при воздействии одних и тех же разрушающих факторах, для кладки этих элементов используют одни и те же огнеупоры. При выборе огнеупоров для футеровки кислородного конвертера надо обратить внимание на использование углеродсодержащих изделий. Мероприятия технологического (на предприятиях-изготовителях), организационного и эксплуатационного (на предприятиях-потребителях) характера позволяет увеличивать срок службы футеровок.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково назначение мартеновской печи, кислородного конвертера, электродуговой печи?
2. Каково назначение регенератора мартеновской печи?
3. Почему кислородный конвертер не является печью?
4. Какие факторы разрушают своды мартеновских и электродуговых печей?
5. Какие факторы разрушают подину мартеновских и электродуговых печей?
6. Какие факторы разрушают футеровку кислородного конвертера?
7. Какими свойствами должны обладать изделия для сводов печей?
8. Какими свойствами должны обладать изделия для подин печей?
9. Какими свойствами должны обладать изделия для кислородных конвертеров?
10. Какие мероприятия позволяют увеличить срок службы футеровки сталеплавильных агрегатов?

Раздел 3 Служба огнеупоров в установках разливки стали

Тема 3.1. Служба огнеупоров в футеровке сталеразливочного ковша.

Назначение, устройство и использование сталеразливочного ковша при разливке стали. Разрушающие факторы и их действие на футеровку ковшей.

Требование к огнеупорам на футеровку ковшей. Огнеупоры для футеровки: формованные и неформованные. Способы изготовления футеровок. Мероприятия по повышению срока службы футеровки.

Тема 3.2. Служба огнеупоров при сифонной разливке стали.

Понятие о сифонной разливке стали. Конструкция сифонного канала, виды изделий, составляющих канал. Сборка канала, его проверка, подготовка и

использование при разливке стали. Недостатки сифонной разливки. Действия разрушающих факторов на изделия сифонного канала. Требования к изделиям для сифонной разливки. Выбор огнеупоров для разливки. Пути повышения надежности сифонного канала при разливке стали. Условия службы стопорных изделий, пробок и стаканов при сифонной разливке. Пути увеличения срока и эксплуатации.

Тема 3.3. Служба огнеупоров при непрерывной разливке стали.

Понятие о непрерывной разливке стали. Назначение, устройство и принцип действия машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Достоинства непрерывной разливки по сравнению с сифонной. Действие разрушающих факторов на огнеупоры, используемые при разливке. Требования к изделиям для непрерывной разливки. Выбор огнеупоров для условий непрерывной разливки.

Совершенствование конструкции основных узлов с целью повышения эффективности способа разливки стали: шиберного затвора, стопора-моноблока-стакана.

Практическое занятие 3_ Анализ состояния огнеупоров в условиях сифонной и непрерывной разливки стали.

Методические указания по изучению раздела

В первую очередь следует ознакомиться с конструкцией ковшей – сталеразливочного и промежуточного, сифонного канала, стопорного устройства, шиберного затвора, а также их роли при разливке стали. Важным является вопрос сравнительного анализа сифонной и непрерывной разливки. Уяснение принципа работы сталеразливочных устройств позволяет сделать выбор основных качественных характеристик используемых огнеупоров (набора свойств). Причем, к огнеупорам для установок непрерывной разливки предъявляются более высокие требования. В настоящее время традиционно для сифонной разливки используются шамотные изделия, а для изготовления изделий для МНЛЗ применяются в основном исходные материалы, получаемые искусственным путем - оксиды, бескислородные соединения. Ввиду того, что сифонная разливка до сих пор используется в металлургии, необходимо предложить мероприятия по повышению надежности сифонного канала. Для изучения раздела следует использовать литературу по металлургии черных металлов и службе огнеупоров. (см. список литературы).

Вопросы для самоконтроля

1. Что собой представляет сифонная разливка стали?
2. Что собой представляет непрерывная разливка стали?
3. Какие изделия используются для сборки сифонного канала?
4. Как производится сборка и подготовка сифонного канала к разливке?
5. Почему сифонный канал используется только однократно?
6. Какие основные узлы, детали используются в конструкции МНЛЗ?
7. Какие ковши используются при разливке?
8. Как устроен стопор?

9. Как устроен шиберный затвор?
10. Каким основным свойством обладают изделия для разливки стали?
11. Каковы недостатки сифонной разливки?
12. Каковы достоинства непрерывной разливки?

Раздел 4 Служба огнеупоров в установках для обработки стали

Тема 4.1 Служба огнеупоров в вакуумных установках.

Назначение, устройство и принцип действия установок циркуляционного и порционного вакуумирования стали. Основные факторы износа футеровки вакуумкамер установок. Требования к огнеупорам для вакуумных установок. Выбор огнеупоров для вакуумных установок. Мероприятия по увеличению срока службы изделий в установках вакуумирования стали.

Тема 4.2 Служба огнеупоров при продувке стали.

Назначение процесса продувки стали инертными газами. Конструкции продувочных устройств (фурм, пробок). Условия службы изделий при продувке стали. Требования, предъявляемые к изделиям. Выбор материалов для изготовления изделий. Пути повышения срока службы изделий продувки стали.

Практическое занятие 4__Анализ состояния огнеупоров в условиях вакуумирования стали и продувки ее инертными газами.

Методические указания по изучению раздела

Устройства для вакуумирования стали и продувки ее инертными газами относятся к числу необходимых в производстве стали, их использование позволяет существенно улучшить качество стали. Уяснение устройства и их работы облегчает задачу по подбору материалов и изделий, необходимых для конкретных условий службы.

Мероприятия, которые необходимо предложить для повышения эффективности обработки стали, должны включать в себя способы повышения качества изделий и пути их наиболее рационального использования.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково назначение вакуумных установок?
2. Для чего используется продувка стали инертными газами?
3. Чем отличаются установки для циркуляционного и порционного вакуумирования?
4. Как изготавливают изделия для продувки?
5. В каких условиях работает футеровка вакуумкамер?
6. Какими свойствами должны обладать изделия для вакуумирования и продувки.

7. Какие материалы применяются для изготовления изделий?
8. Как можно повысить срок службы изделий?

3 ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется студентом согласно вариантам, приведенным в таблице 1 и перечисленным заданиям 1,2,3,4.

Задание 1. Отметить факторы разрушения футеровки металлургического агрегата. Описать их воздействие на футеровку, перечислить виды разрушения футеровки.

Задание 2. Указать требования, предъявляемые к огнеупорам для футеровки металлургического агрегата. Перечислить и обосновать.

Задание 3. Назвать огнеупоры, используемые для футеровки металлургического агрегата. Благодаря каким свойствам огнеупоров возможно их использование?

Задание 4. Отметить мероприятия по увеличению срока службы футеровки.

Таблица 1 Исходные данные к заданиям 1,2,3,4

Вариант	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4
1	Шахта доменной печи	Коксовая печь	Подина электродуговой печи	Стопор-моноблок и удлиненный стакан
2	Распар и заплечики доменной печи	Свод мартеновской печи	Сталеразливочный ковш	Продувочная пробка
3	Горн и лещадь дом. печи	Подина мартеновской печи	стопор	Промежуточный ковш
4	Насадка воздухонагревателя	Кислородный конвертер	Пробка и стакан	Вакуумная камера циркуляционной установки
5	Чугуновозный ковш грушевидного типа	Насадка регенератора	Сифонный канал	Вакуумная камера порционной установки
6	Чугуновозный ковш миксерного типа	Свод электродуговой печи	Шиберный затвор	Шахта доменной печи
7	Коксовая печь	Подина электродуговой печи	Стопор-моноблок-удлиненный стакан	Распар и заплечики доменной печи
8	Свод мартеновской печи	Сталеразливочный ковш	Продувочная пробка	Горн и лещадь доменной печи
9	Подина мартеновской печи	стопор	Промежуточный ковш	Насадка воздухонагревателя
10	Насадка регенератора	Пробка и стакан	Вакуумная камера циркуляционная установки	Чугуновозный ковш грушевидного типа
11	Кислородный	Сифонный канал	Вакуумная камера	Чугуновозный

	конвертер		порционной установки	ковш миксерного типа
12	Свод электродуговой печи	Шиберный затвор	Шахта домен. печи	Коксовая печь
13	Подина электродуговой печи	Стопор-моноблок-удлиненный стакан	Распар и заплечики доменной печи	Свод мартеновской печи
14	Сталеразливочный ковш	Продувочная пробка	Горн и лещадь дом. печи	Подина мартеновской печи
15	стопор	Промежуточный ковш	Насадка воздухонагревателя	Кислородный конвертер
16	Пробка и стакан	Вакуумная камера циркуляционной установки	Чугуновозный ковш грушевидного типа	Насадка регенератора
17	Сифонный канал	Вакуумная камера порционной установки	Чугуновозный ковш миксерного типа	Свод электродуговой печи
18	Шиберный затвор	Шахта домен. печи	Коксовая печь	Подина электродуговой печи
19	Стопор-моноблок-удлиненный стакан	Распар и заплечики доменной печи	Свод мартеновской печи	Сталеразливочный ковш
20	Промежуточный ковш	Горн и лещадь дом. печи	Подина мартеновской печи	стопор
21	Продувочная пробка	Насадка воздухонагревателя	Кислородный конвертер	Сифонный канал
22	Вакуумная камера циркуляционной установки	Чугуновозный ковш грушевидного типа	Насадка регенератора	Пробка и стакан
23	Вакуумная камера порцион. установки	Чугуновозный ковш миксерного типа	Свод электродуговой печи	Шиберный затвор

4 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Наименование практических занятий	Количество часов
1 Анализ состояния футеровки металлургических агрегатов доменного производства в процессе службы	1
2 Анализ состояния футеровки сталеплавильных агрегатов в процессе службы	1
3 Анализ состояния огнеупоров в условиях сифонной и непрерывной разливке стали.	1
4 Анализ состояния огнеупоров в условиях вакуумирования стали и продувки ее инертными газами.	1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Земляной К.Г., Кашеев И.Д. Производство огнеупоров: Учебное пособие / К.Г.Земляной, И.Д. Кашеев, - СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 342с. – ISBN 978-5-507-45001-5. Форма доступа: www.e.lanbook.com. ЭБС ЛАНЬ – Текст: электронный.
2. Кашеев И.Д. Производство огнеупоров: методическое издание / И.Д. Кашеев, З.Г.Пономаренко, М.Г.Ладыгичев и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2022.-348 с.
3. Кашеев И.Д., Производство огнеупоров: Учебное пособие / И.Д. Кашеев, К.Г.Земляной - СПб: Издательство «Лань», 2017. -344с.
4. Кашеев И.Д., Земляной К.Г. Производство огнеупоров: Учебное пособие / И.Д. Кашеев, К.Г.Земляной - СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 342с. – ISBN 978-5-8114-2629-4. – Текст: непосредственный.
5. Кашеев И.Д., Технология неформованных огнеупоров: Монография /И.Д. Кашеев, К.Г.Земляной – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия,2022. - .424 с.

Электронные ресурсы

1. Земляной К.Г., Кашеев И.Д. Производство огнеупоров: Учебное пособие / К.Г.Земляной, И.Д. Кашеев, - СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 342с. – ISBN 978-5-507-45001-5. Форма доступа: www.e.lanbook.com. ЭБС ЛАНЬ – Текст: электронный.
2. <http://koapp.narod.ru/russian.htm>
3. <http://www.zodchii.ws/>
4. <http://www.docnorma.ru> - Библиотека стандартов и нормативов