

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
А.С.Савинов  
«11» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Направление подготовки

22.03.02 Metallurgy

Профиль программы

Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования – бакалавриат  
Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

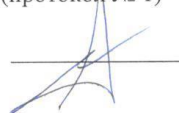
Metallurgy, machine building and materials processing  
Technologies of metallurgy and casting processes  
4  
8

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015г. №1427

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии металлургии и литейных процессов «31» августа 2017 (протокол № 1)

Зав. кафедрой



/ К. Н. Вдовин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалообработки «11» сентября 2017 (протокол № 1)

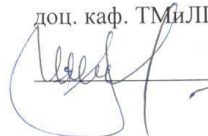
Председатель



/ А.С.Савинов /

Рабочая программа составлена:

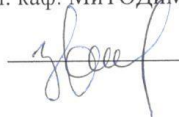
доц. каф. ТМиЛП, канд. техн. наук



/ И.В.Макарова /




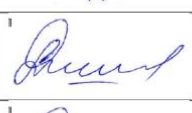
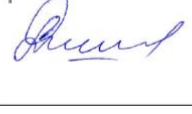
Рецензент:

ст. преп. каф. МиТОДиМ, канд. техн. наук,



/ Е.Ю. Звягина /

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел РПД (модуля)	Краткое содержание изменения/ дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Корректировка списка лицензионного обеспечения	№1 от 04.09.2018	
2	8	Корректировка списка литературы	№1 от 04.09.2018	
3	8	Корректировка списка лицензионного обеспечения	№5 от 31.10.2018	
4	3,4,6,7	Корректировка рабочей программы	№1 от 04.09.2019	
5	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	№1 от 31.08.2020	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Эксплуатация доменных печей» являются: формирование у обучающихся овладение представлениями, знаниями, умениями и навыками в соответствии с видом профессиональной деятельности: осуществление эксплуатации доменного оборудования, осуществление контроля технологического процесса выплавки чугуна в доменных печах; выполнение мероприятий по обеспечению качества чугуна в соответствии с требованием потребителя; организация эффективной работы доменных печей; проведение анализа эффективности и результативности работы доменных печей.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Эксплуатация доменных печей» является дисциплиной, входящей в дисциплины по выбору образовательной программы.

Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин:

- Математика;
- История металлургии / История техники;
- Начертательная геометрия и инженерная графика;
- Теория, технология и автоматизация доменного процесса / Выплавка стали в конвертерах.

Знания и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Эксплуатация доменных печей» будут необходимы при прохождении производственной–преддипломной практики, итоговой государственной аттестации, при подготовке и защите выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Эксплуатация доменных печей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-10 - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>– организацию технического контроля в доменном производстве;</li><li>– общие принципы работы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и прикладного программного обеспечения;</li><li>– принципы эксплуатации доменного оборудования;</li><li>– принципы коррекции хода доменного процесса</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>– использовать системы автоматического управления технологическим процессом;</li><li>– находить причины нарушений доменной технологии и пути их коррекции;</li><li>– оценивать состояние технологического процесса производства чугуна;</li><li>– осуществлять и корректировать технологический процесс производства чугуна</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методиками контроля доменного процесса;</li> <li>– методиками оценки состояния доменного процесса;</li> <li>– навыками управления и коррекции доменного процесса;</li> <li>– методиками осуществления технологического процесса производства чугуна</li> </ul>
<b>ПК-13 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– причины возможных аварий доменного процесса, планы их ликвидации;</li> <li>– взаимосвязь режима технологических процессов и качества продуктов плавки;</li> <li>– меры по обеспечению безопасности технологического процесса производства чугуна</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принимать технологические решения, позволяющие обеспечить безопасность доменного процесса;</li> <li>– определять возможность возникновения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>– принимать технологические решения при возникновении нарушений в технологическом процессе производства чугуна</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками устранения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>– способами определения возникновения аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>– методиками ликвидации последствий аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>– навыками обеспечения безопасности технологического процесса производства чугуна</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 122,1 акад. часов:
  - аудиторная – 117 акад. часов;
  - внеаудиторная – 5,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 94,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа
- курсовая работа.

Раздел /тема дисциплины	Полугодие	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1 Введение								
1.1 Схема управления основными производственными участками и службами доменного цеха	8	1	-	-	0,6	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
1.2 Функции сменного персонала доменной печи и цеха. Значение производственной и технологической дисциплины. Диспетчерская служба	8	1	-	-	0,6	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,2</b>			
2 Задувка доменной печи								
2.1 Приемка оборудования		1			4	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
2.2 Сушка воздухонагревателей и		1			4	Изучение теоретического	Устный опрос	ПК-10 – зув;

доменной печи					материала	(собеседование)	ПК-13 – зув;
2.3 Подготовка горна и чугуной лётки к первому выпуску чугуна.	1			4	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос (собеседование)	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
2.4 Состав шихты в задувочной и раздувочной периоды	1	4	2	4	Изучение теоретического материала Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №1	Выполнение контрольной работы №1 Защита лабораторной работы №1	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
2.5 Продолжительность раздувочного периода, возможные неполадки в работе печи и оборудования. Правила безопасной работы	2	4		4	Подготовка докладов по теме "Задувка доменной печи"	Представление презентаций по теме доклада	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>20</b>			
3 Выпуск и переработка продуктов плавки							
3.1 График и количество выпусков чугуна и шлака	1		8	4	Выполнение расчета "Расчет графика и количества выпусков для доменных печей различного объема"	Отчет по выполненному расчету	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
3.2 Подготовка к выпуску	1			4	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос (собеседование)	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
3.3 Выпуск чугуна и шлака	2	6/2		4	Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №2	Защита лабораторной работы №2	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
3.4 Неполадки при выпуске чугуна и шлака. Меры безопасности	1	4/2		4	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
3.5 Переработка продуктов плавки.	1			4	Изучение теоретического материала	Выполнение контрольной работы №2	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>10/4</b>	<b>8</b>	<b>20</b>			
4 Эксплуатация доменной печи и вспомогательных агрегатов							

4.1 Шихтоподача.		2		8/2	3	Выполнение расчета курсовой работы по теме " Расчет системы шихтоподачи доменных печей "	Отчет по выполнению расчета курсовой работы	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
4.2 Схема подачи дутья в доменную печь		2			3	Изучение теоретического материала	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
4.3 Устройство воздухонагревателей и принцип работы		2			3	Подготовка докладов по теме "Типы воздухонагревателей "	Представление презентации по теме доклада	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
4.4 Схема очистки колошникового газа		2		8/2	5	Изучение теоретического материала Выполнение расчета по курсовой работе по теме "Расчет системы газоочистки доменных печей "	Выполнение контрольной работы №3 Отчет по выполнению расчета курсовой работы	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
4.5 Система охлаждения доменной печи		2		2/2	1	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>		<b>10</b>	<b>-</b>	<b>18/6</b>	<b>15</b>			
5 Управление ходом доменной плавки								
5.1 Контроль и регулирование технологических параметров		2	6/2	8/6	6	Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №3. Выполнение практической работы "Оценка схода шихтовых материалов по показаниям КИП"	Защита лабораторной работы №3 Отчет по выполненной практической работе	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
5.2 Способы воздействия на ход печи.		2	6/4	4/2	6	Выполнение практических работ. Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №4. Выполнение курсовой работы по теме " Анализ работы доменных	Защита лабораторной работы №4 Отчет по выполнению расчета курсовой	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;



						печей по производственным данным КИП ". Изучение теоретического материала	работы Устный опрос	
5.3 Расстройства хода доменной плавки и способы их устранения		2	6/4	4/4	6	Изучение теоретического материала Выполнение курсовой работы по теме " Анализ работы доменных печей по производственным данным КИП ".	Выполнение контрольных работ №4,5 Отчет по выполнению расчета курсовой работы	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>18/10</b>	<b>16/12</b>	<b>18</b>			
6 . Остановка и пуск печи. Аварии								
6.1 Остановка печи: кратковременная, длительная и вынужденная		1			5	Поиск дополнительной информации по заданной теме.	Устный опрос	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
6.2 Выдувка и ремонт печи		2			5	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Выполнение контрольной работы №6	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
6.2 Пуск печи после остановки		1			5	Подготовка докладов по теме "Остановка доменной печи"	Представление презентаций по теме доклада	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
6.3 Основные виды аварий		2		1	5	Подготовка и оформление результатов лабораторной работы №5	Защита лабораторной работы №5	ПК-10 – зув; ПК-13 – зув;
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>		<b>1</b>	<b>20</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>36</b>	<b>36/14</b>	<b>45/18</b>	<b>94,2</b>		<b>Экзамен/ курсовая работа</b>	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Эксплуатация доменных печей» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного и интерактивного обучения.

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на практических занятиях.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Эксплуатация доменных печей», относятся: использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.); а также создание электронных продуктов (презентаций).

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Лекции проходят как форме информационных лекций, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда лекции проходят в виде проблемной лекции с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так проблемной и интерактивной образовательных технологий.

На лабораторных занятиях студенты закрепляют знания, полученные на лекционных парах. Также на лабораторных занятиях при работе на лабораторных моделях отрабатываются навыки эксплуатации доменного оборудования. Студентам предлагаются следующие виды лабораторных занятий:

1. Определение вертикального давления столба материалов на горизонте воздушных фурм в процессе задувки доменной печи
2. Процессы накопления и выпуска жидких продуктов доменной плавки.
3. Радиальное распределение материалов в доменной печи при загрузке конусным загрузочным устройством.
4. Окружное распределение шихтовых материалов в доменных печах при загрузке конусным загрузочным устройством.
5. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвешивания шихты в доменных печах.

Курсовая работа является логическим завершением лекционных, лабораторных и практических занятий, а также проверкой готовности студентов к дипломному проектированию. Студентам на выбор предлагается следующая тематика курсовых работ:

1. Расчет системы шихтоподачи доменных печей
2. Расчет системы газоочистки доменных печей
3. Анализ работы доменных печей по производственным данным КИП

Курсовая работа по тематике " Расчет системы шихтоподачи доменных печей " включает в себя выбор системы шихтоподачи (по результатам литературного обзора), расчет габаритного оборудования системы шихтоподачи (бункеров), расчет (при необходимости) габаритов колошникового подъемника, выполнение чертежа системы шихтоподачи по расчетным данным на ватмане формата А3, либо в программе компьютерного графического редактора.

Курсовая работа по тематике "Расчет системы газоочистки доменных печей" включает в себя выбор системы газоочистки (по результатам литературного обзора), расчет габаритного оборудования системы газоочистки (пылеуловителя, скруббера, трубы Вентури), расчет степени очистки газа, выполнение чертежа системы газоочистки по расчетным данным на ватмане формата А3, либо в программе компьютерного графического редактора.

Примеры расчета по теме курсовой работе расположен на образовательном портале. Ссылка: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=72467>

Курсовая работа по тематике "Анализ работы доменных печей по производственным данным КИП" включает в себя анализ данных КИП по работе доменных печей ПАО "ММК" по представленным диаграммам. Анализ проводится по результатам выполнения контрольной работы №5. Анализ должен быть проведен для протяженности работы доменных печей не менее одной недели. Результатом анализа должен быть отчет в выводе о наличии или отсутствии данных о расстройстве хода доменных печей. Если расстройство хода выявилось, должны быть указаны параметры, по которым было определено наличие или предрасположенность к расстройству хода. Также должны быть даны рекомендации по ликвидации самого расстройства хода и его последствий.

Примерные задания на выполнение курсовой работы представлено в приложении 1.

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для выполнения расчетов по эксплуатации оборудования доменной печи, для оценки умения использования производственных и технологических данных контроля работы доменной печи. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развернутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Эксплуатация доменных печей» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### **Примерные вопросы для устного опроса по изучаемым темам**

#### **Схема управления основными производственными участками и службами доменного цеха:**

1. Состав доменных цехов. Основное и вспомогательное оборудование.
2. Типы доменных цехов по взаимному расположению оборудования.
3. Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе блочного типа.
4. Особенности расположения оборудования относительно доменной печи в доменном цехе островного типа.
5. Службы доменных цехов.
6. Транспортные потоки доменного цеха.

#### **Функции сменного персонала доменной печи и цеха. Значение производственной и технологической дисциплины. Диспетчерская служба:**

1. Кто является сменным персоналом доменного цеха и печи.
2. Функции сменного персонала доменной печи и цеха.
3. Что такое производственная и технологическая дисциплина.
4. Функции диспетчерской службы доменного цеха.

#### **Задувка доменной печи:**

1. Определение задувки доменной печи.
2. Этапы задувки.
3. Функции и особенности приемки оборудования.
4. Функции и особенности сушка воздухонагревателей и доменной печи. Необходимая продолжительность сушки.
5. Функции и особенности подготовка горна к загрузке задувочной шихты.

#### **Выпуск и переработка продуктов плавки:**

1. Литейный двор доменной печи. Назначение.
2. Определение выпуска жидких продуктов плавки из горна доменной печи.
3. Подготовка к выпуску.
4. Открытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
5. Разделение чугуна и шлака на литейном дворе доменной печи. Схема.
6. Продолжительность выпуска. Особенности.
7. Закрытие чугунной летки. Используемое оборудование. Принцип работы.
8. Понятие графика выпуска жидких продуктов плавки.
9. Подготовка литейного двора к выпуску жидких продуктов плавки.
10. Возможные неполадки и аварийные ситуации при выпуске чугуна и шлака.

## 11. Способы переработки продуктов плавки.

### **Схема подачи дутья в доменную печь**

1. Оборудование для формирования горячего дутья
2. Состав доменного дутья.
3. Порядок расположения оборудования по формированию дутья.
4. Схема подачи дутья в доменную печь. Особенности работы оборудования.

### **Система охлаждения доменной печи**

1. Назначение и устройство системы охлаждения доменной печи.
2. Типы холодильников доменной печи.
3. Виды охлаждающих реагентов. Достоинства и недостатки.
4. Охлаждаемая и неохлаждаемая часть доменной печи.
5. Места установки различных типов холодильников.
6. Охлаждение лещади доменной печи. Особенности.

### **«Управление ходом доменной плавки»**

1. Понятие ровного хода доменной печи. Причины нарушения его.
2. Датчики, место расположения их для замера количества дутья и давления горячего дутья. Характер диаграмм при ровном ходе печи.
3. Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.
4. Расположение датчиков и места отбора импульса для замера температуры и давления колошниковога газа. Характерные диаграммы при ровном ходе печи и расстройтвах его.
5. Контроль уровня и очертаания поверхности засыпи.
6. Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.
7. Перечислить виды расстройтва хода доменной плавки. Подробно о загромождении горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
8. Перечислить виды расстройтва хода доменной плавки. Подробно о верхних подвисаниях: причины, признаки, методы предупреждения и устранения
9. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о периферийном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
10. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи. Подробно о канальном ходе: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.
11. Методы регулирования доменной плавкой “сверху”. Подробно о режиме загрузки: масса подачи, система, уровень засыпи.
12. Методы регулирования доменной плавки “сверху”. Подробно о регулировании рудной нагрузкой и регулировании окружного распределения “ВРШ”.
13. Перечислить методы регулирования хода доменной печи “сверху”. Подробно о новых способах регулирования: переменный уровень засыпи, ступенчатое открывание большого конуса, применение подвижных плит колошника
14. Перечислить методы регулирования доменной плавки “снизу”. Подробно о регулировании расходом дутья и соотношением природный газ- технологический кислород.
15. Нижние подвисания шихты. Причины, пути снижения их вероятности.
16. Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания  $CO_2$  по сечению колошника.
17. Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения температуры газа по сечению колошника

### **Остановка печи**

1. Принцип работы доменной печи
2. Необходимость кратковременных остановок доменных печей: примеры.
3. Необходимость длительных остановок доменных печей: примеры.
4. Необходимость вынужденных остановок доменных печей: примеры.

### **Примерные контрольные работы**

#### **Контрольная работа №1 «Задувка доменных печей»**

1. Задувка доменных печей. Последовательность операций.
2. Определение задувочных шихт доменных печей. Особенности. Необходимость использования специальных задувочных шихт.
3. Загрузка задувочных шихт по высоте доменной печи.
4. Собственно задувка. Особенности (температура и расход дутья, наличие дополнительного топливной добавки, влажность дутья).
5. Понятие раздувочного периода.
6. Первый выпуск жидких продуктов плавки. Особенности.
7. Продолжительность задувочного периода и выход печи на проектную мощность.

#### **Контрольная работа №2 «Выпуск и переработка продуктов плавки»**

1. Назначение и устройство чугуновой и шлаковой леток доменной печи.
2. Подготовка к выпуску жидких продуктов плавки.
3. Собственно выпуск жидких продуктов плавки.
4. Разделение чугуна и шлака на литейном дворе.
5. Закрытие чугуновой летки.
6. Принцип расчета рационального количества выпусков при известном  $\tau$  выпуска.
7. Способы переработки огненно-жидкого шлака.

#### **Контрольная работа №3 «Очистка колошникового газа»**

1. Схема очистки доменного газа. Подробно о грубой очистке. Аппараты, принцип действия.
2. Схема очистки доменного газа. Подробно о полутонкой очистке. Аппараты, принцип действия.
3. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия трубы Вентури.
4. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия электрофильтра.
5. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия рукавного.
6. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия дроссельной группы.
7. Схема очистки доменного газа. Подробно о тонкой очистке. Аппараты, принцип действия ГУБТ.

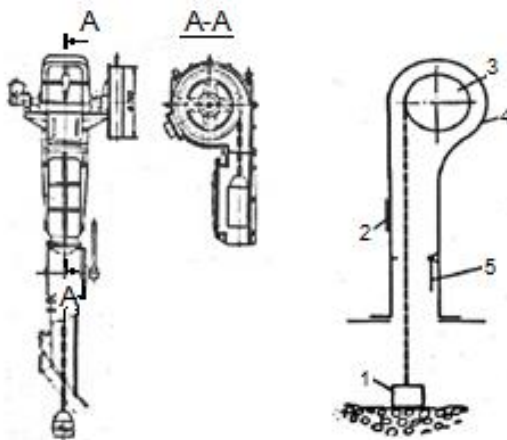
#### **Контрольная работа №4 «Оценка работы доменной печи»**

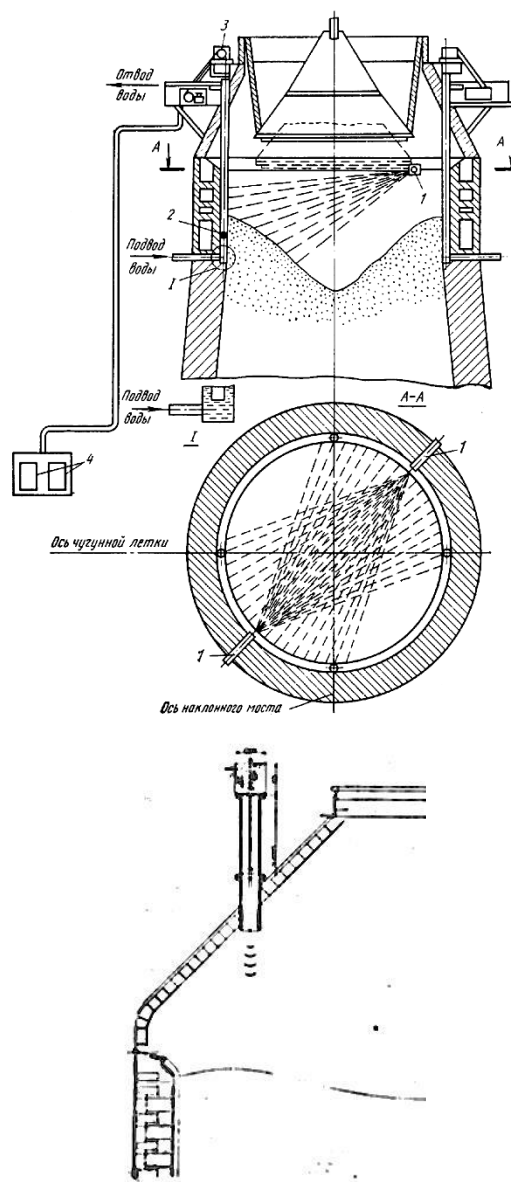
1. Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки.
2. Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки.
3. По данным КИП идет повышение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

4. По данным КИП идет понижение температуры колошникового газа. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
5. По данным КИП идет понижение содержания  $\text{CO}_2$  колошникового газа по периферии. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
6. По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
7. По данным КИП наблюдается падение содержания  $\text{CO}_2$  только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
8. По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходят темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
9. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
10. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
11. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
12. По анализу химического состава шлака наблюдается понижение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.
13. По анализу химического состава шлака наблюдается повышение основности его. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.

#### **Контрольная работа №5 «Практика ведения доменного процесса»**

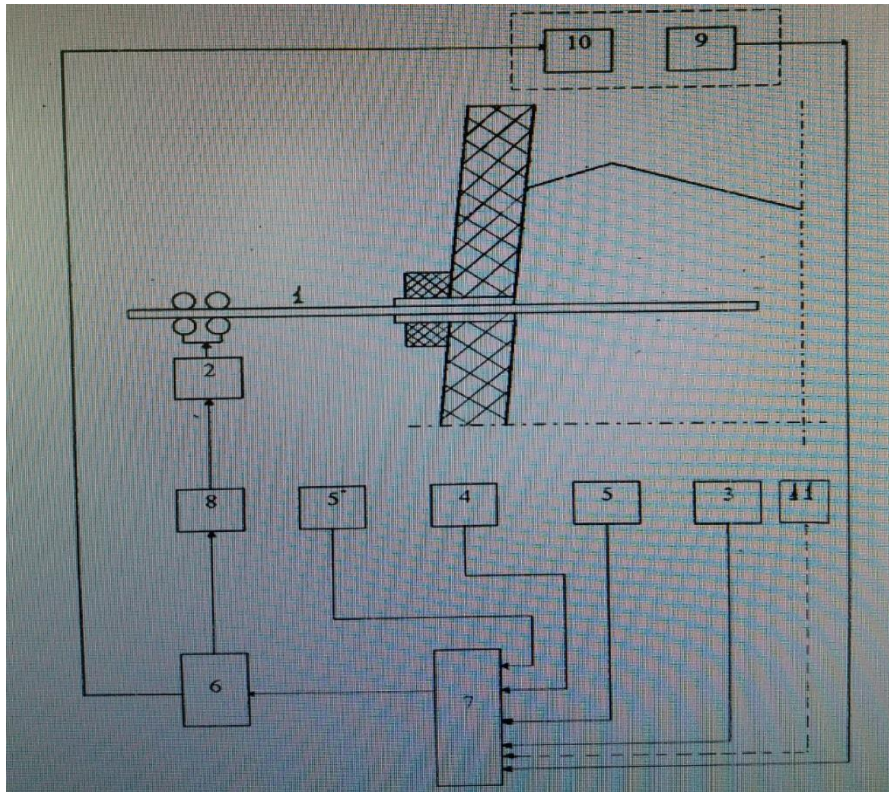
1. Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:



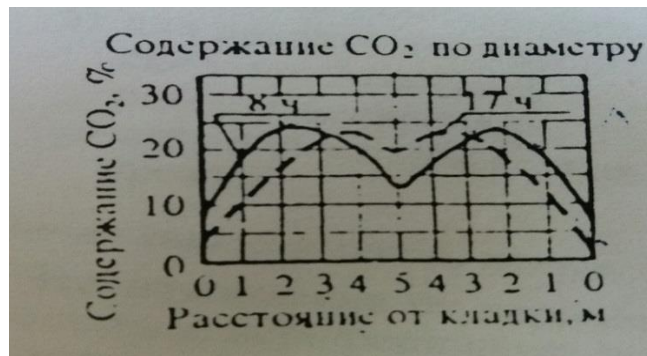
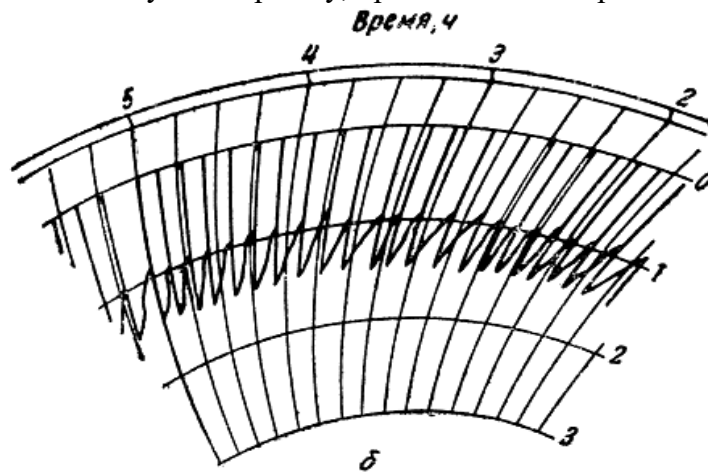


2. Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме

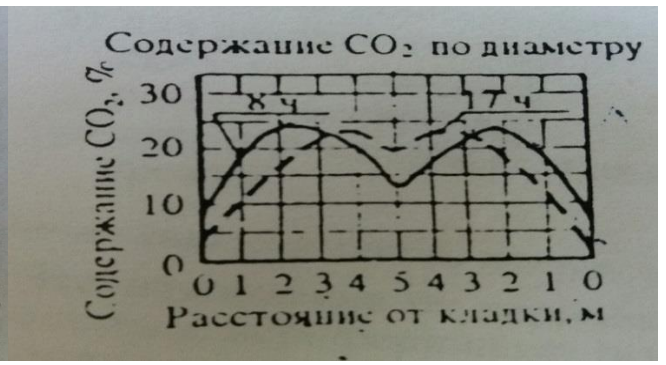
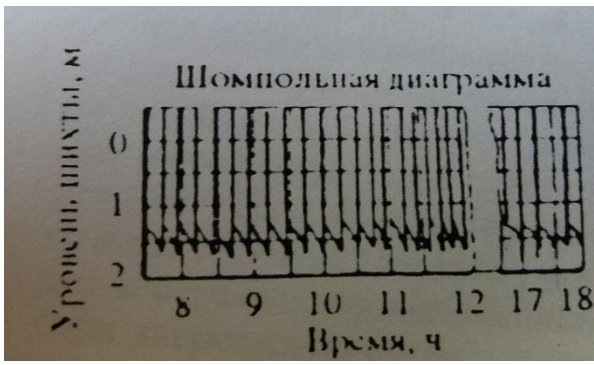


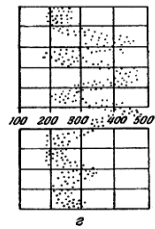
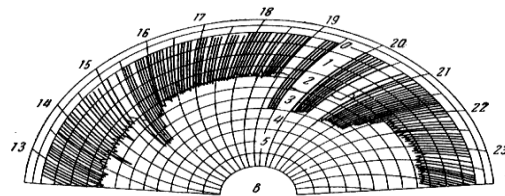
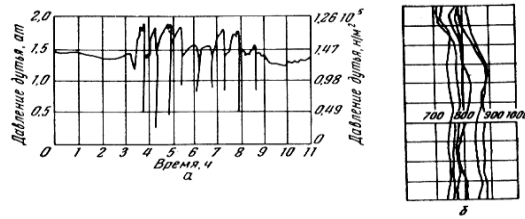


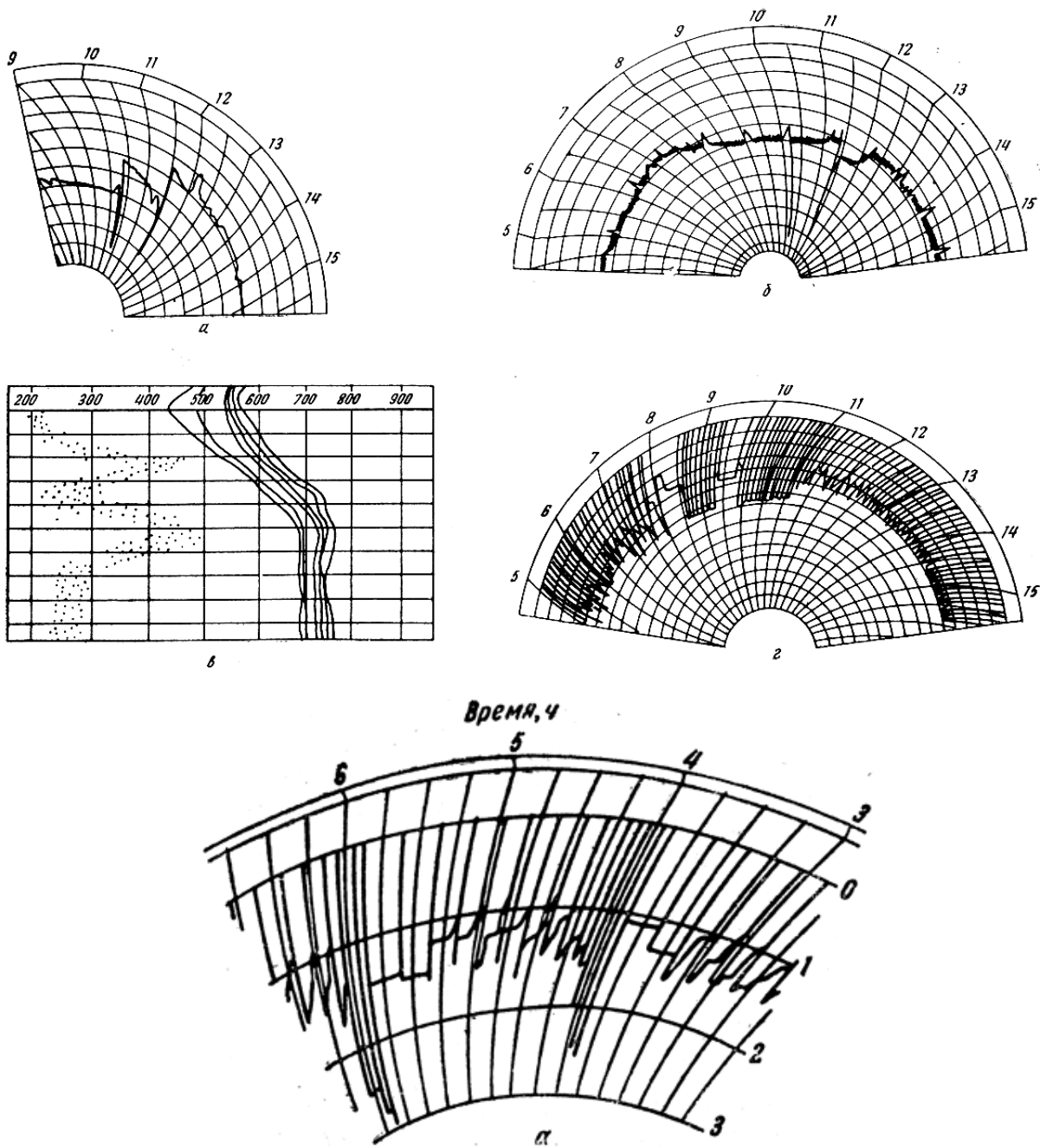
3. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения



4. По представленным диаграммам определить тип расстройства хода доменной печи







**Контрольная работа №6 «Технологические операции при эксплуатации доменных печей»**

1. Остановка печи для смены воздушной фурмы. Последовательность операций.
2. Особенности выдувки доменной печи перед ремонтом I разряда
3. Выпуск козлового чугуна из доменной печи.
4. Ремонт доменной печи II разряда.
5. Ремонт доменной печи III разряда.
6. Ремонт доменной печи I разряда.

**Примерное задание на выполнение расчета по теме "Расчет графика и количества выпусков для доменных печей различного объема "**

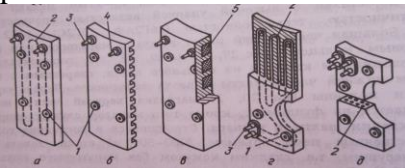
Исходные данные для расчета количества выпусков для печи №10 ПАО "ММК"

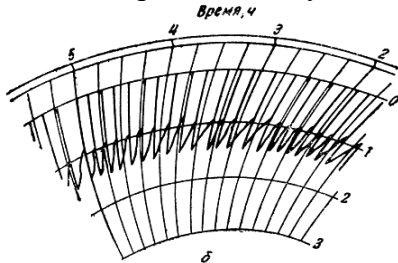
Доменная печь №	10
Производительность печи по чугуноу П, т/сут	5200
Выход шлака, кг/т	319
Диаметр горна $d_g$ , м	9,75
Высота горна $h$ , м:	3,6
Конструктивный размер $\alpha$	0,4
Порозность кокса $E$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	0,45

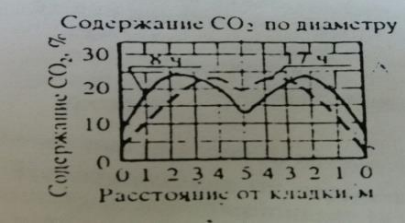
Пример расчета графика и количества выпусков для доменных печей различного объема представлен в приложении 2.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

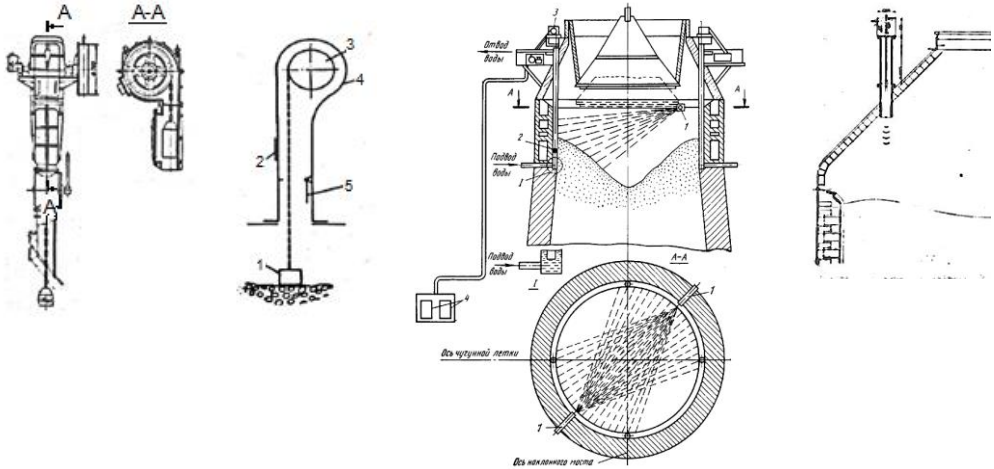
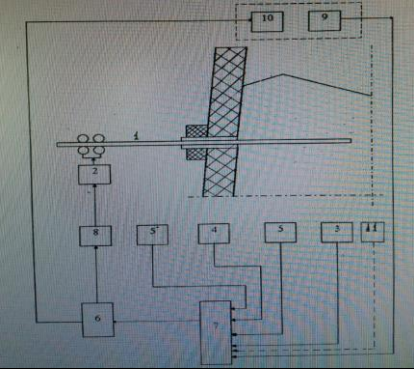
### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-10 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– организацию технического контроля в доменном производстве;</li> <li>– общие принципы работы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и прикладного программного обеспечения;</li> <li>– принципы эксплуатации доменного оборудования;</li> <li>– принципы коррекции хода доменного процесса</li> </ul>	<p>Примерные теоретические вопросы для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство и расположение основных датчиков для контроля за ходом доменного процесса.</li> <li>2. Задувка и раздувочный период работы доменной печи.</li> <li>3. Причины нарушения ровного хода.</li> <li>4. Оценка теплового состояния доменной печи, включая визуальную.</li> <li>5. Способы регулирования хода доменной печи «снизу».</li> <li>6. Способы регулирования доменной печи «сверху».</li> <li>7. Система охлаждения доменных печей.</li> <li>8. Остановка печи для смены воздушной фурмы.</li> <li>9. Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.</li> <li>10. Выдувка доменных печей перед ремонтами I, II и III разрядов.</li> <li>11. Назначение и устройство бункерной эстакады.</li> <li>12. Типы воздухонагревателей доменной печи. Принцип работы.</li> <li>13. План доменного цеха: состав комплекса печи и расположение печей.</li> <li>14. Литейный двор доменной печи. Назначение.</li> <li>15. Схема очистки доменного газа.</li> <li>16. Подача шихтовых материалов на колошник доменной печи.</li> <li>17. Определить тип эксплуатируемого оборудования. Описать принцип работы.</li> </ol> 

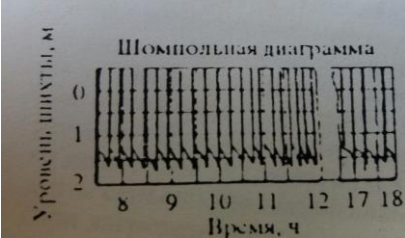
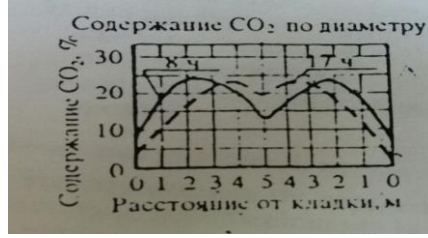




Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																		
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать системы автоматического управления технологическим процессом;</li> <li>- находить причины нарушений доменной технологии и пути их коррекции;</li> <li>- оценивать состояние технологического процесса производства чугуна;</li> <li>- осуществлять и корректировать технологический процесс производства чугуна</li> </ul>	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контроль работы печи по визуальным наблюдениям.</li> <li>2. Контроль уровня и очертания поверхности засыпи.</li> <li>3. Причины нижних подвисаний шихты. Пути снижения их вероятностей.</li> <li>4. Анализ работы доменной печи по диаграмме изменения содержания <math>CO_2</math> по сечению колошника.</li> <li>5. Оценка теплового состояния доменного процесса по химическому составу жидких продуктов плавки: по представленным химическим составам чугуна определить, при выплавке какого чугуна температурный уровень процесса был выше. <u>Дать развернутое объяснение.</u></li> </ol> <table border="1" data-bbox="1048 603 1834 719"> <thead> <tr> <th>Чугун</th> <th>Fe, %</th> <th>Si, %</th> <th>Mn, %</th> <th>P, %</th> <th>S, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>94</td> <td>0,60</td> <td>0,55</td> <td>0,07</td> <td>0,018</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>94</td> <td>0,50</td> <td>0,44</td> <td>0,07</td> <td>0,020</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Визуальная оценка теплового состояния доменного процесса по внешнему виду жидких продуктов плавки: по представленным образцам чугуна и шлака определить тепловой уровень процесса, при котором были выплавлены эти образцы.</li> <li>7. По данным КИП идет понижение температуры колошниковога газа. О чем это говорит? <u>Дать развернутое объяснение.</u></li> <li>8. По данным КИП идет понижение содержания <math>CO_2</math> колошниковога газа по периферии. О чем это говорит? <u>Дать развернутое объяснение.</u></li> <li>9. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Описать представленную диаграмму, принцип ее построения:</li> </ol>	Чугун	Fe, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %	1	94	0,60	0,55	0,07	0,018	2	94	0,50	0,44	0,07	0,020
Чугун	Fe, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %															
1	94	0,60	0,55	0,07	0,018															
2	94	0,50	0,44	0,07	0,020															

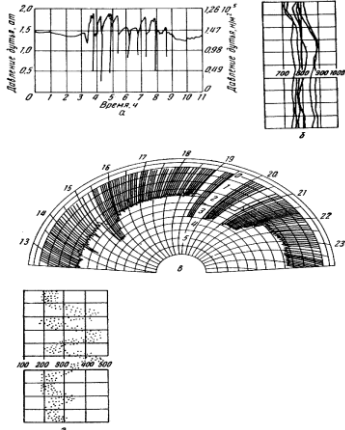
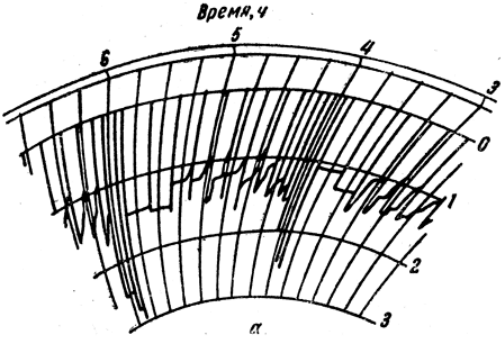
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>Содержание CO<sub>2</sub> по диаметру</p> <p>Содержание CO<sub>2</sub>, %</p> <p>Расстояние от кладки, м</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методиками контроля доменного процесса;</li> <li>– методиками оценки состояния доменного процесса;</li> <li>– навыками управления и коррекции доменного процесса;</li> <li>– методиками осуществления технологического процесса производства чугуна</li> </ul>	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По данным КИП наблюдается замедленное и неравномерное срабатывание подач. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>2. По данным КИП наблюдается падение содержания CO<sub>2</sub> только в одной точке колошника. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>3. По визуальным наблюдениям на фурмы стали приходят темные куски кокса. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>4. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания марганца в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>5. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания серы в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>6. По анализу химического состава чугуна наблюдается понижение содержания кремния в нем. О чем это говорит? Дать развернутое объяснение.</li> <li>7. Описать принцип действия представленного оборудования для контроля схода столба шихты на доменных печах:</li> </ol>

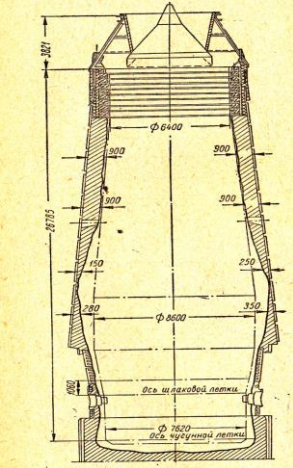
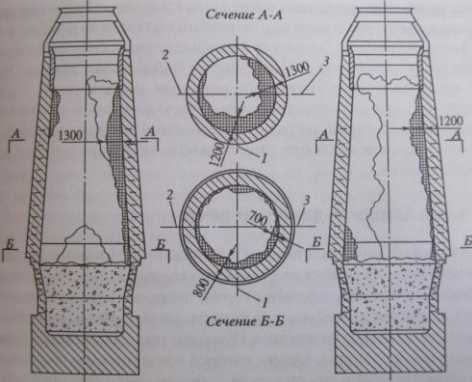


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="1003 719 2085 783">8. Описать принцип контроля схода шихтовых материалов по представленной схеме</p> 
ПК-13 - готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- причины возможных аварий доменного процесса, планы их ликвидации;</li> <li>- взаимосвязь режима</li> </ul>	<p>Примерные теоретические вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить виды расстройств хода доменной плавки.</li> <li>2. Перечислить виды нарушения газораспределения в доменной печи.</li> <li>3. Возникновение периферийного хода: причины, признаки, методы</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>технологических процессов и качества продуктов плавки;</p> <p>– меры по обеспечению безопасности технологического процесса производства чугуна</p>	<p>предупреждения и устранения.</p> <p>4. Возникновение осевого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>5. Возникновение канального хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>6. Возникновение горячего хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>7. Возникновение холодного хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>8. Возникновение тугого хода: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>9. Возникновение верхнего подвисяния: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>10. Возникновение нижнего подвисяния: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>11. Загромождение горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>12. Прорыв горна: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>13. Настыли: причины, признаки, методы предупреждения и устранения.</p> <p>14. Взаимосвязь теплового состояния доменного процесса и качества продуктов плавки.</p> <p>15. Меры безопасного ведения ремонтных работ.</p> <p>16. Меры безопасности при устранении нарушений работы доменных печей.</p> <p>17. Меры безопасности при выполнении горновых работ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принимать технологические решения, позволяющие обеспечить безопасность доменного процесса;</li> <li>– определять возможность возникновения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>– принимать технологические решения при возникновении нарушений в технологическом процессе производства чугуна</li> </ul>	<p>Примерные практические задания на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва.</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками устранения нарушений в технологическом процессе производства чугуна;</li> <li>– способами определения возникновения аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>– методиками ликвидации последствий аварий и нарушений доменного процесса;</li> <li>– навыками обеспечения безопасности технологического процесса производства чугуна</li> </ul>	<p>Примерные практические задания к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. По представленным диаграммам определить тип расстройтва хода доменной печи. Указать время наступления расстройтва. Определить технологические решения для устранения расстройтва</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>3. По представленной схеме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="994 715 1957 817">4. По представленной схеме определить тип возможного нарушения доменного процесса, методы ликвидации его последствий и меры безопасности при ликвидации последствий аварии</p>  <p data-bbox="994 1209 2083 1279">5. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1048 236 1397 485" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="994 491 2101 555">6. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p> <div data-bbox="1048 561 1415 817" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="994 823 2101 887">7. По представленной диаграмме определить тип возможной аварии и методы безопасной ликвидации ее последствий</p> <div data-bbox="1048 893 1415 1107" data-label="Figure"> </div>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Эксплуатация доменных печей» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Вопросы на экзамен берутся из вопросов по контрольным работам. При сдаче экзамена обучающийся должен продемонстрировать навыки и умения эксплуатации доменного оборудования, знания по вопросам анализа работы доменной печи в периоды с ровным ходом и его нарушением. Обучающийся должен показать умение определять вид нарушения хода доменной плавки по представленным диаграммам.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Эксплуатация доменных печей». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.



## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Шайнович, О.И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О.И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117401>
2. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

### б) Дополнительная литература:

1. Зиганшин, М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учебное пособие / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, А.М. Зиганшин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1681-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53696>.
2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106>

### в) Методические указания:

1. Контроль хода, организация и регулирование доменной плавки. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Эксплуатация доменных печей» / Дружков В.Г., Ваганов А.И., Сибатуллин С.К. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”, 2016, - 9 с.
2. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”. 2016. – 18 с.
3. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д. Распределение материалов по окружности в колошниковом пространстве доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”. 2016. – 15 с.
4. Кропотов В.К., Ваганов А.И., Коноплёв А.Д., Макарова И.В. Изучение распределения давления шихты в моделях. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Магнитогорск: ГОУ ВПО “МГТУ им. Г.И. Носова”, 2016. – 18 с.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

#### Интернет-ресурсы

- Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
- Поисковая система Академия Google (Google Scholar) – URL: <https://scholar.google.ru/>.
- Информационная система – Единое окно доступа к информационным системам – URL: <http://window.edu.ru/>.
- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <https://www1.fips.ru/>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий. Лаборатория доменного производства	Специализированная мебель Физические модели доменных печей Лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи
Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ)	Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель. Инструмент для профилактики лабораторных установок

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Задание на выполнение курсовой работы по дисциплине "Эксплуатация доменных печей"  
 Тема курсовой работы: " Расчет системы шихтоподачи доменных печей "

**1. Расчётная часть курсовой работы:**

- 1.1. Определение суточной потребности доменной печи в шихтовых материалах;
- 1.2. Выбор объёмно-планировочных решений по системе шихтоподачи;
- 1.3. Выбор и расчет параметров оборудования транспортной подачи материалов в шихтовые бункер
- 1.3. Расчет габаритных размеров и числа бункеров.
- 1.4. Расчет габаритов колошникового подъемника (при необходимости);

**2. Графическая часть курсовой работы:**

- 2.1. *На миллиметровке* или ватмане формата А3 выполнить эскиз вертикального разреза системы и план шихтоподачи.
- 2.2. Пояснительная записка и чертежи оформляются в соответствии с действующими стандартами.

**3. Исходные данные:**

Вариант 1

Полезный объём печи, м <sup>3</sup>	3200
КИПО	0,38
Расход на тонну чугуна, кг/т:	
кокса	440
агломерата	1160
окатышей	5700
известняка	52
добавок	9
Выход уловленной колошниковой пыли, кг/т	15
Содержание углерода в коксе, %	85
Содержание углерода в колошниковой пыли, %	14
Степень осаждения пыли в пылеуловителе, %	50
Содержание мелочи в агломерате, %	15
Содержание мелочи в металлургическом коксе, %	10

Вариант 2

Полезный объём печи, м <sup>3</sup>	2700
КИПО	0,43
Расход на тонну чугуна, кг/т:	
кокса	451
агломерата	1220
окатышей	460
известняка	80
добавок	20
Выход уловленной колошниковой пыли, кг/т	16
Содержание углерода в коксе, %	85
Содержание углерода в колошниковой пыли, %	15
Степень осаждения пыли в пылеуловителе, %	60
Содержание мелочи в агломерате, %	14
Содержание мелочи в металлургическом коксе, %	11

Задание на выполнение курсовой работы по дисциплине "Эксплуатация доменных печей"

Тема курсовой работы: " Расчет системы газоочистки доменных печей"

**1. Расчётная часть курсовой работы:**

- 1.1. Определение выхода колошникового газа;
- 1.2. Определение количества выносимой пыли из доменной печи;
- 1.3. Выбор планировочных решений по системе газоочистке;
- 1.4. расчет габаритных размеров оборудования газоочистки.

**2. Графическая часть курсовой работы:**

2.1. *На миллиметровке* или ватмане формата А3 выполнить эскиз вертикального разреза системы газоочистки.

2.2. Пояснительная записка и чертежи оформляются в соответствии с действующими стандартами.

**3. Исходные данные:**

Вариант 1

Давление газа на колошнике, ати	2,2
Температура колошникового газа, °С	185
Температура горячего дутья, °С	1300
Содержание O <sub>2</sub> в дутье, %	27
Выход газа, нм <sup>3</sup> /т чугуна	2000
Полезный объём печи, м <sup>3</sup>	3200
КИПО	0,38
Расход кокса на тонну чугуна, кг/т	440
Содержание железа в агломерате, %	58
Содержание железа в окатышах	65

Вариант 2

Давление газа на колошнике, ати	2,2
Температура колошникового газа, °С	130
Температура горячего дутья, °С	1200
Содержание O <sub>2</sub> в дутье, %	29
Выход газа, нм <sup>3</sup> /т чугуна	2050
Полезный объём печи, м <sup>3</sup>	2700
КИПО	0,40
Расход кокса на тонну чугуна, кг/т	443
Содержание железа в агломерате, %	56
Содержание железа в окатышах	63

Задание на выполнение курсовой работы по дисциплине "Эксплуатация доменных печей"

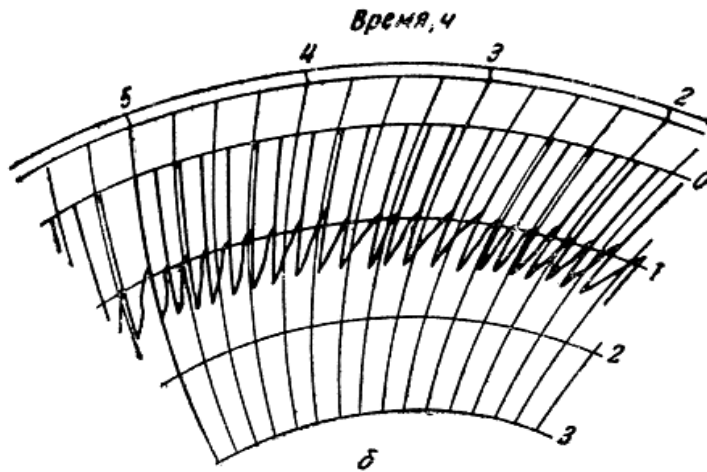
Тема курсовой работы: " Анализ работы доменных печей по производственным данным КИП "

1. Описание параметров и информации, используемой для оценки хода доменной плавки: показания комплекса технологических контрольно- измерительных приборов (КИП).
2. Описание данных технического контроля сырьевых материалов , топлива и продуктов плавки;
3. Описание результатов визуальных наблюдений за процессами в фурменных очагах, внешним видом и поведением чугуна и шлака при их выпусках из печи, внешним видом загружаемых железорудных материалов и кокса.
4. Указание технологических КИП, имеющиеся на доменной печи, их назначение.
5. Размещение мест отбора импульсов, первичных приборов-датчиков показать на

схемах.

6. Нарисовать характерные взаимосвязанные участки диаграмм технологических КИП: параметры дутьевого режима, перепады давления газов в печи, уровень и скорость схода столба шихты, выход, давление и температура колошникового газа, температура периферийных газов.
7. Провести анализ данных КИП по работе доменных печей ПАО "ММК" по представленным диаграммам.
8. Сделать вывод о ходе доменной печи: наличии или отсутствии данных о расстройстве хода доменной печи

Диаграммы на выполнение курсовой работы



Пример расчета графика и количества выпусков для доменных печей различного объема

Исходные данные для расчета количества выпусков для печи №10

Доменная печь №	10
Производительность печи по чугуна П, т/сут	5200
Выход шлака, кг/т	319
Диаметр горна $d_{г}$ , м	9,75
Высота горна $h_{г}$ , м:	3,6
Конструктивный размер $\alpha$	0,4
Порозность кокса $E$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	0,45

1 Расчет количества выпусков

Масса чугуна на выпуске:

$$M_{ч} = \frac{П}{n_{в}} = \frac{5200}{14} = 371,43 \frac{т}{\text{вып}} \quad (1)$$

Объем чугуна на выпуске будет равен:

$$V_{ч} = \frac{M_{ч}}{7} = \frac{371,43}{7} = 53,06 \text{ м}^3 \quad (2)$$

Масса шлака на выпуске, при переходе его на тонну чугуна 0,3 т/т.:

$$M_{ш} = M_{ч} \times 0,3 = 371,43 \times 0,3 = 111,43 \text{ т} \quad (3)$$

Объем шлака на выпуске:

$$V_{ш} = \frac{M_{ш}}{2} = \frac{111,43}{2} = 55,71 \text{ м}^3 \quad (4)$$

Расчет суммарного объема чугуна и шлака на выпуске рассчитываем по формуле:

$$V_{(ч+ш)} = V_{ч} + V_{ш} = 53,06 + 55,71 = 108,77 \text{ м}^3 \quad (5)$$

Высота слоев чугуна и шлака:

$$h_{(ч+ш)} = \frac{V_{(ч+ш)}}{S_{г} \times E} = \frac{108,77}{74,62 \times 0,45} = 3,24 \text{ м} \quad (6)$$

Сечение горна будет равным:

$$S_{г} = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{9,75^2 \times 3,14}{4} = 74,62 \text{ м}^2 \quad (7)$$

Расчет расстояния между осями чугунных леток и воздушных фурм:

$$h_{\phi} = h_{г} - \alpha = 3,6 - 0,4 = 3,2 \text{ м} \quad (8)$$

Объем горна определим по формуле:

$$V_{г} = \pi \times R_{г}^2 \times h_{г} = 3,14 \times 4,875^2 \times 3,6 = 268,65 \text{ м}^3 \quad (9)$$

Расчет объема шлака остающегося в горне:

$$V_{ш.ост.} = \frac{3 \times \pi \times \mu \times R_{г}^4}{8 \times K \times \tau_{ш}} = \frac{3 \times 3,14 \times 1 \times 4,875^4}{8 \times 0,68 \times 40} = 24,45 \text{ м}^3 \quad (10)$$

где:  $\mu$  - коэффициент шлакоотдачи (для условий горна доменной печи  $\mu = 1$ );

$\tau_{ш}$  - время выхода шлака, мин.;

K - Коэффициент фильтрации, равный 0,68.

Рассчитываем высоту шлака остающегося в горне:

$$h_{ш.ост.} = \frac{V_{ш.ост.}}{S_{г} \times \varepsilon} = \frac{24,45}{74,62 \times 0,45} = 0,73 \text{ м} \quad (11)$$

Высота чугуна и остающегося в горне после выпуска шлака:

$$h_{пр.пл.} = h_{(ч+ш)} + h_{ш.ост.} = 3,24 + 0,73 = 3,97 \text{ м} \quad (12)$$

Расчет степени заполнения горна

Фактическое отношение составит:

$$H_{\phi} = \frac{h_{пр.пл.}}{h_{\phi}} = \frac{3,97}{3,2} = 1,24 \quad (13)$$

Рассчитаем рациональное количество выпусков в зависимости от времени выпуска.

Объемную скорость накопления чугуна определим по формуле:

$$q_{ч}^H = \frac{\Pi}{7 \times 1440} = \frac{5200}{7 \times 1440} = 0,58 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \quad (14)$$

Объемную скорость накопления шлака рассчитаем по формуле:

$$q_{ш}^H = \frac{\text{Ш} \times \Pi}{2 \times 1000 \times 1440} = \frac{319 \times 5200}{2 \times 1000 \times 1440} = 0,52 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \quad (15)$$

Определяем высоту металлоприемника:

$$h_{м} = h_{z} \times h_{\phi.з.} - \alpha = 3,6 - 0,7 - 0,4 = 2,5 \text{ м} \quad (16)$$

где:  $h_{\phi.з.}$  - высота фурменной зоны - расстояние между горизонтами воздушных фурм и шлаковых леток,  $h_{\phi.з.} = 0,7$ .

Рациональное количество выпусков в сутки:

$$S_{z} h_{м} \varepsilon = (q_{ч}^H + q_{ш}^H) \frac{1440}{n_{\phi}} - (q_{ч}^H + q_{ш}^H) \tau_{\phi} + V_{ш.ост.} \quad (17)$$

Произведя расчет относительно числа выпусков ( $n_{\phi}$ ) получили:

$$n_{\phi} = \frac{1440 \times (q_{ч}^H + q_{ш}^H)}{S_{г} \times h_{м} \times \varepsilon + (q_{ч}^H + q_{ш}^H) \times \tau_{\phi} - V_{ш.ост.}}$$

Рациональное число выпусков составит:

$$n_{\phi} = \frac{1440 \times (0,58 + 0,52)}{74,62 \times 2,5 \times 0,45 + (0,58 + 0,52) \times 60 - 24,45} = 13$$

## 2 Расчет графика выпусков

График выпусков рассчитывается, исходя из количества выпусков чугуна из доменной печи в сутки.

По расчету (п.2.2) количество выпусков на доменной печи №10 ОАО «ММК» составило 13. Значит, приняв время выпуска, равное 60 минутам, и время между выпусками – 50 минут, получим следующий график выпусков:

- 1 выпуск – 00:00;
- 2 выпуск – 01:50;
- 3 выпуск – 03:40;
- 4 выпуск – 05:30;
- 5 выпуск – 07:20;
- 6 выпуск – 09:10;



7 выпуск – 11:00;  
8 выпуск – 12:50;  
9 выпуск – 14:40;  
10 выпуск – 16:30;  
11 выпуск – 18:20;  
12 выпуск – 20:10;  
13 выпуск – 22:00