

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**Южно-Уральский государственный технический колледж**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»**

для специальности

15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования

(по отраслям)

(базовая подготовка)

Челябинск, 2019

Методические рекомендации  
составлены в соответствии с  
программами учебной  
дисциплины «Технологическое  
оборудование» (базовая  
подготовка)

ОДОБРЕНО  
Предметной (цикловой)  
комиссией  
протокол №  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.

Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_/Н.В. Озорнина /

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по  
НМР  
\_\_\_\_\_Т.Ю.Крашкова  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2019г.

**Автор:** Ористова Т.В., преподаватель Южно-Уральского государственного технического  
колледжа

## АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

методических рекомендаций по выполнению практических работ по дисциплине «Технологическое оборудование» для студентов специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) (базовая подготовка), разработанных преподавателем ГБОУ СПО ЮУрГТК Ористойой Т.В.

Представленные методические рекомендации составлены в соответствии с программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование», разработанной на основании требований к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена и требований к умениям и знаниям по дисциплине «Технологическое оборудование» по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) (базовая подготовка), составленными в соответствии с требованиями работодателей к будущему специалисту.

Методические рекомендации разработаны для 13 практических работ и рассчитаны на 28 аудиторных часов. В каждом практическом занятии определены знания и умения студентов, которые будут сформированы в процессе выполнения работ и контрольные вопросы для проверки.

Методические рекомендации соответствуют уровню подготовки выпускников среднего профессионального образования по данной специальности, составлены в соответствии с требованиями работодателей к будущему специалисту и могут быть использованы для подготовки выпускников по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) (базовая подготовка).

Технический директор  
ЗАО «ВММ-2



Р.Г.Девальд

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование» (базовая подготовка) предназначены для обучающихся по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) углубленной подготовки.

Практические занятия являются важным элементом учебной дисциплины. В процессе выполнения практических работ, обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование».

Программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование» (базовая подготовка) предусмотрено выполнение 13 практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно – коммуникационные технологии для совершенствования в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ПК1.1 Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК1.2 Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК1.3 Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК1.4 Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их восстановления.

ПК1.5 Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК2.1 Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК2.2 Выбирать методы регулировки и накладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК2.3 Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК2.4 Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

ПК3.1 Участвовать в планировании работы структурного подразделения.

ПК3.2 Участвовать в организации работы структурного подразделения.

ПК3.3 Участвовать в руководстве работы структурного подразделения.

ПК3.4 Участвовать в анализе процесса и результатов работы подразделения, оценки экономической эффективности производственной деятельности.

**умений:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знаний:**

- назначение, область применения, устройство, принципы работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации;

Описание каждого практического занятия содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения задания знания, умения, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости - примеры выполнения заданий), варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

## **II. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

№ п/п	Вид, название и краткое содержание задания	Планируемые
----------	--	-------------

		часы на выполнение
1.	Практическое занятие №1 «Составление схемы устройства и работа насоса. Основные параметры работы насоса»	2
2.	Практическое занятие №2 «Составление схемы работы паровой котельной установки»	2
3.	Практическое занятие №3 «Чтение кинематических схем»	2
4.	Практическое занятие №4 «Определение параметров работы оборудования»	2
5.	Практическое занятие № 5 «Составление схемы устройства и принцип работы агломерационной машины»	2
6.	Практическое занятие № 6 «Составление схемы устройства доменной печи и определение параметров ее работы»	2
7.	Практическое занятие № 7 «Составление схемы устройства бункерной эстакады»	2
8.	Практическое занятие № 8 «Составление схемы устройства засыпного аппарата и определение параметров работы оборудования»	2
9	Практическое занятие № 9 «Составление схемы устройства и принцип работы пылеуловителей»	2
10	Практическое занятие № 10 «Составление схемы устройства и принцип работы электродуговой печи»	2

11	Практическое занятие № 11 «Составление схемы устройства и принцип работы МНЛЗ радиального типа»	2
12	Практическое занятие № 12 «Составление схемы оборудования главной линии прокатного стана»	2
13	Практическое занятие № 13 «Составление технологии подготовки и испытания машин»	4
	<b>Итого:</b>	<b>28</b>



### **III. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ**

#### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**Название практического занятия:** Составление схемы устройства и работа насоса. Основные параметры работы насоса.

**Цель работы:** Формирование умений по составлению схемы устройства поршневого насоса и определению принципа его работы.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации;

#### **Теоретический материал**

Насосами называются машины предназначенные для создания потока (перемещения) жидкостей.

Насосы применяют во всех отраслях промышленности. Они находят применение не только как самостоятельные машины или агрегаты, но и как узлы сложных машин и установок: станков, энергетических устройств, транспортных машин и т.д.

Рассмотрим устройство и принцип действия насосов на примере поршневых насосов.

Работа поршневого насоса основана на принципе вытеснения. Основными рабочими органами поршневого насоса (рисунок 1.1а) являются: цилиндр и поршень. Поршень перемещается в цилиндре в возвратно-поступательном движении.

В цилиндре перемещается поршень, жестко соединенный со штоком,

являющимся исполнительной частью приводного кривошипно-шатунного механизма.

При ходе поршня «вправо» полезный объем цилиндра, т. е. объем, заполняющийся жидкостью, увеличивается, вследствие чего, давление в нем уменьшается. Всасывающий клапан при этом поднимается, жидкость под действием внешнего давления на ее поверхности, чаще всего под атмосферным давлением, входит в цилиндр через сосуд, открытый обратный клапан и всасывающую трубу.

При ходе поршня «влево» жидкость, ранее вошедшая в цилиндр, выталкивается движущимся поршнем. Давление в цилиндре насоса при этом повышается, всасывающий клапан закрывается, а нагнетательный поднимается и жидкость из цилиндра поступает в нагнетательный трубопровод. Подача жидкости в нагнетательный трубопровод происходит вследствие вытеснения из цилиндра движущимся поршнем предварительно засосанной жидкости.

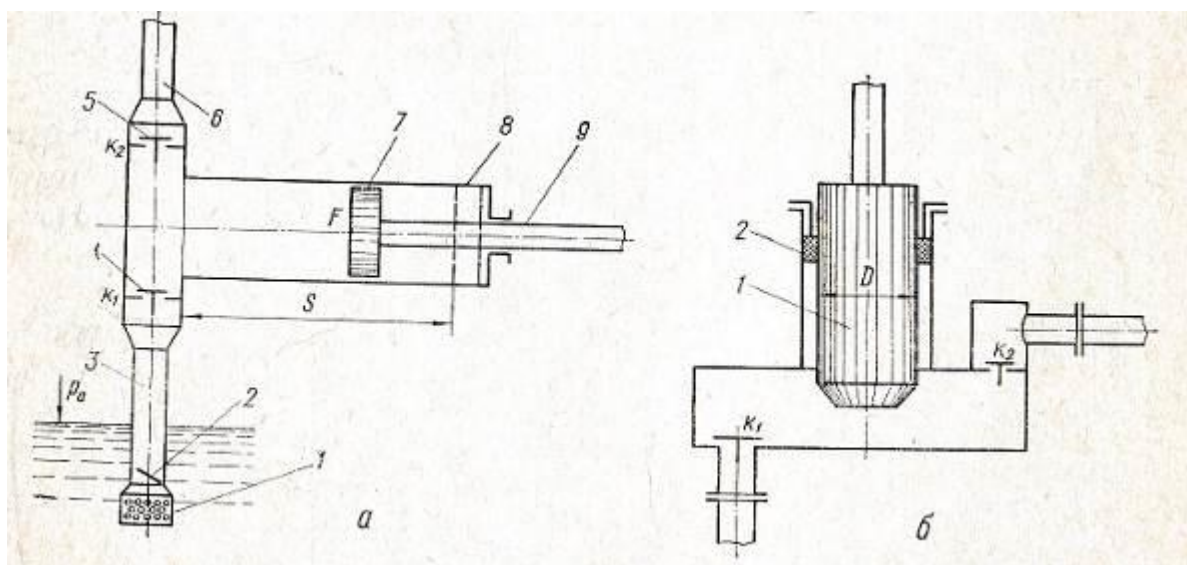


Рисунок 1.1 - схемы насоса с дисковым поршнем (а), плунжерного насоса (б).

Рисунок 1.1 а: 1-сосун, 2-обратный клапан, 3-всасывающая труба, 4-всасывающий клапан, 5-нагнетательный клапан, 6-нагнетательный трубопровод, 7-поршень, 8-цилиндр, 9-шток.

Рисунок 1.1 б: 1-плунжер, 2-сальник

Классификация поршневых насосов производится в зависимости от их конструктивных особенностей и технологического назначения.

В первую очередь поршневые насосы классифицируются по кратности действия, под которой понимают число порций жидкости, подаваемых насосом в нагнетательный трубопровод за один оборот кривошипного вала.

В промышленности применяют насосы одинарного, двойного, тройного и четверного действия. Кратность действия более четырех в практике не применяется вследствие сложности конструкции.

По расположению цилиндров поршневые насосы чаще всего бывают горизонтальные и вертикальные. По конструкции рабочего органа, вытесняющего жидкость из цилиндра, поршневые насосы бывают с дисковым поршнем и плунжерные.

Поршень насоса (рисунок 1.2а) имеет вид диска, уплотнение которого в цилиндре осуществляется с помощью специальных пружинящих разрезанных металлических, чаще всего чугунных, колец. Тщательное уплотнение дискового поршня в цилиндре может быть осуществлено также с помощью резиновых или кожаных манжет (рисунок 1.2б). Для вытеснения жидкости из цилиндров поршневых насосов применяются также плунжеры (рисунок 1.2в).

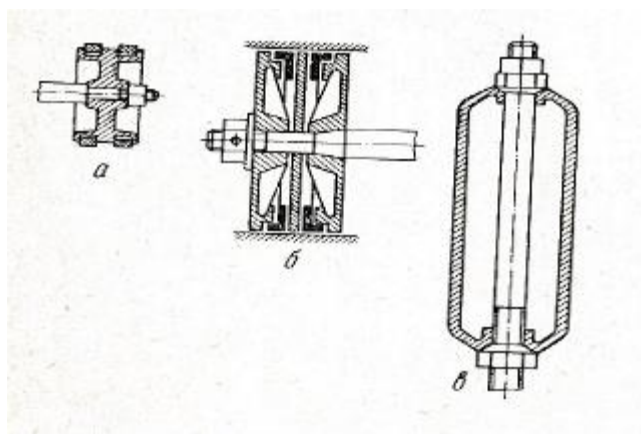


Рисунок 1.2 - схемы устройства поршней: а-дисковый поршень, б-дисковый поршень с манжетой, в-плунжер.

Насосы с дисковыми поршнями применяются при перекачке маловязких незагрязненных жидкостей. Для перекачки вязких, а также загрязненных жидкостей и суспензий применяются исключительно плунжерные насосы (рисунок 1.16).

Всасывание жидкости в цилиндр насоса происходит при движении плунжера вверх. При этом всасывающий клапан поднимается, и жидкость под действием внешнего давления входит в цилиндр насоса. При возвратном движении плунжера вниз клапан прижимается к своему гнезду, закрывая его, а нагнетательный клапан открывается, пропуская вытесняемую из цилиндра жидкость в нагнетательный трубопровод.

Плунжер насоса в работе соприкасается только с элементами сальника, уплотняющими плунжер в цилиндре. При этом тщательность уплотнения достигается сжимаемой сальниковым стаканом сальной набивкой, уменьшающей трение и износ соприкасающихся поверхностей. Вследствие этого цилиндр плунжерного насоса не изнашивается, а служит только емкостью, заполняемой и опорожняемой в зависимости от направления движения плунжера.

В некоторых отраслях промышленности особое значение имеет плавное регулирование подачи насосов. Наиболее удачно такое регулирование производится, если привод насоса осуществляется непосредственно от паровой машины. Поэтому здесь применяются насосы, поршни которых находятся на одних штоках с паровыми машинами. Такие насосы называются насосами прямого действия.

В промышленности применяются также мембранные насосы для перекачки агрессивных жидкостей, например, кислот и во всех других случаях, когда перекачиваемая жидкость не должна непосредственно соприкасаться с цилиндром и перемещающимся в нем поршнем или плунжером насоса.

Базовый принцип, заложенный в конструкции поршневых насосов,

позволяет использовать эти насосы в широком диапазоне давлений ( $p$  до 100 МПа) и подач ( $Q$  до 16 м<sup>3</sup> / час.) при максимальной унификации узлов, вспомогательного оборудования и приборов. В ряде конструкций предусмотрено бесступенчатое регулирование во всем диапазоне подач (от 0 до 100%).

Основными техническими характеристиками насосов являются:

- подача насоса – объем жидкости подаваемой насосом в единицу времени (м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/час, допускается л/с) или массовая подача – масса жидкости подаваемое в единицу времени (кг/с, кг/час).
- давление (МПа, кПа, кгс/см<sup>2</sup>) или напор (м столба перекачиваемой жидкости)
- мощность насоса - мощность потребляемая насосом (Вт, кВт)
- коэффициент полезного действия (КПД) – определяется по отношению полезной мощности к мощности насоса или насосного агрегата.

### **Задание**

Составить схему устройства поршневых насосов, указать принцип работы и основные параметры насосов.

### **Ход работы**

1. Указать назначение насосов.
2. Выполнить схему насосов с дисковым поршнем и плунжерного, и указать их устройство.
3. Указать принцип работы насосов.
4. Выполнить схемы поршней разных типов.
5. Указать нормы допустимых нагрузок поршневых насосов.
6. Указать технические характеристики и технологические возможности поршневых насосов.
7. Сделать вывод о составлении схемы устройства и работы насосов.

### **Контрольные вопросы**

1. На чем основана классификация поршневых насосов?
2. Какой кратности действия бывают поршневые насосы?
3. Какие еще существуют разновидности поршневых насосов?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

**Название работы:** Составление схемы работы паровой котельной установки.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы работы паровой котельной установки.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации;

**Теоретический материал:**

Котельная установка представляет собой комплекс устройств, размещенных в специальных помещениях и служащих для преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию пара или горячей воды. Основные элементы котельной установки – котел, топочное устройство (топка), питательные и тягодутьевые устройства.

Котел – теплообменное устройство, в котором тепло от горячих продуктов горения топлива передается воде. В результате этого в паровых котлах вода превращается в пар, а в водогрейных котлах нагревается до требуемой температуры.

Топочное устройство служит для сжигания топлива и превращения его

химической энергии в тепло нагретых газов.

Питательные устройства (насосы, инжекторы) предназначены для подачи воды в котел.

Тягодутьевое устройство состоит из дутьевых вентиляторов, системы газоздуховодов, дымососов и дымовой трубы, с помощью которых обеспечиваются подача необходимого количества воздуха в топку и движение продуктов сгорания по газоходам котла, а также удаление их в атмосферу. Продукты сгорания, перемещаясь по газоходам и соприкасаясь с поверхностью нагрева, передают тепло воде.

Для обеспечения более экономичной работы современные котельные установки имеют вспомогательные элементы: водяной экономайзер и воздухоподогреватель, служащие соответственно для подогрева воды и воздуха; устройства для подачи топлива и удаления золы, для очистки дымовых газов и питательной воды; приборы теплового контроля и средства автоматизации, обеспечивающие нормальную и бесперебойную работу всех звеньев котельной.

В зависимости от того, для какой цели используется тепловая энергия, котельные подразделяются на энергетические, отопительно-производственные и отопительные.

Энергетические котельные снабжают паром паросиловые установки, вырабатывающие электроэнергию, и обычно входят в комплекс электрической станции. Отопительно-производственные котельные сооружаются на промышленных предприятиях и обеспечивают тепловой энергией системы отопления и вентиляции, горячего водоснабжения зданий и технологические процессы производства. Отопительные котельные предназначаются для тех же целей, но обслуживают жилые и общественные здания. Они делятся на отдельно стоящие, блокированные, т.е. примыкающие к другим зданиям, и встроенные в здания. В последнее время все чаще строят отдельно стоящие укрупненные котельные с расчетом на обслуживание группы зданий, жилого квартала,

микрорайона.

Котельные малой мощности (индивидуальные и небольшие групповые) обычно состоят из котлов, циркуляционных и подпиточных насосов и тягодутьевых устройств. В зависимости от этого оборудования в основном определяются размеры помещений котельной.

Котельные средней и большой мощности — 3,5 МВт и выше - отличаются сложностью оборудования и составом служебно-бытовых помещений. Объемно-планировочные решения этих котельных должны удовлетворять требованиям Санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СИ 245—71), СНиП П-М.2-72 и 11-35-76.

Котельные установки в зависимости от характера потребителей разделяются на энергетические, производственно-отопительные и отопительные. По виду вырабатываемого теплоносителя они делятся на паровые (для выработки пара) и водогрейные (для выработки горячей воды).

Энергетические котельные установки вырабатывают пар для паровых турбин на тепловых электростанциях. Такие котельные оборудуют, как правило, котлоагрегатами большой и средней мощности, которые вырабатывают пар повышенных параметров.

Производственно-отопительные котельные установки (обычно паровые) вырабатывают пар не только для производственных нужд, но и для целей отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Отопительные котельные установки (в основном водогрейные, но они могут быть и паровыми) предназначены для обслуживания систем отопления производственных и жилых помещений.

В зависимости от масштаба теплоснабжения отопительные котельные разделяются на местные (индивидуальные), групповые и районные.

Местные котельные обычно оборудуют водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115°C или паровыми котлами с рабочим



давлением до 70 кПа. Такие котельные предназначены для снабжения теплом одного или нескольких зданий.

На рисунке 2.1 представлена схема котельной установки с паровыми котлами. Установка состоит из парового котла (4), который имеет два барабана — верхний и нижний. Барабаны соединены между собой тремя пучками труб, образующих поверхность нагрева котла. При работе котла нижний барабан заполнен водой, верхний — в нижней части водой, а в верхней — насыщенным водяным паром. В нижней части котла расположена топка (2) с механической колосниковой решеткой для сжигания твердого топлива. При сжигании жидкого или газообразного топлива вместо решетки устанавливают форсунки или горелки, через которые топливо вместе с воздухом подается в топку. Котел ограничен кирпичными стенами - обмуровкой.

Рабочий процесс в котельной протекает следующим образом. Топливо из топливного склада подается транспортером в бункер, откуда оно поступает на колосниковую решетку топки, где сгорает. В результате горения топлива образуются дымовые газы – горячие продукты сгорания.

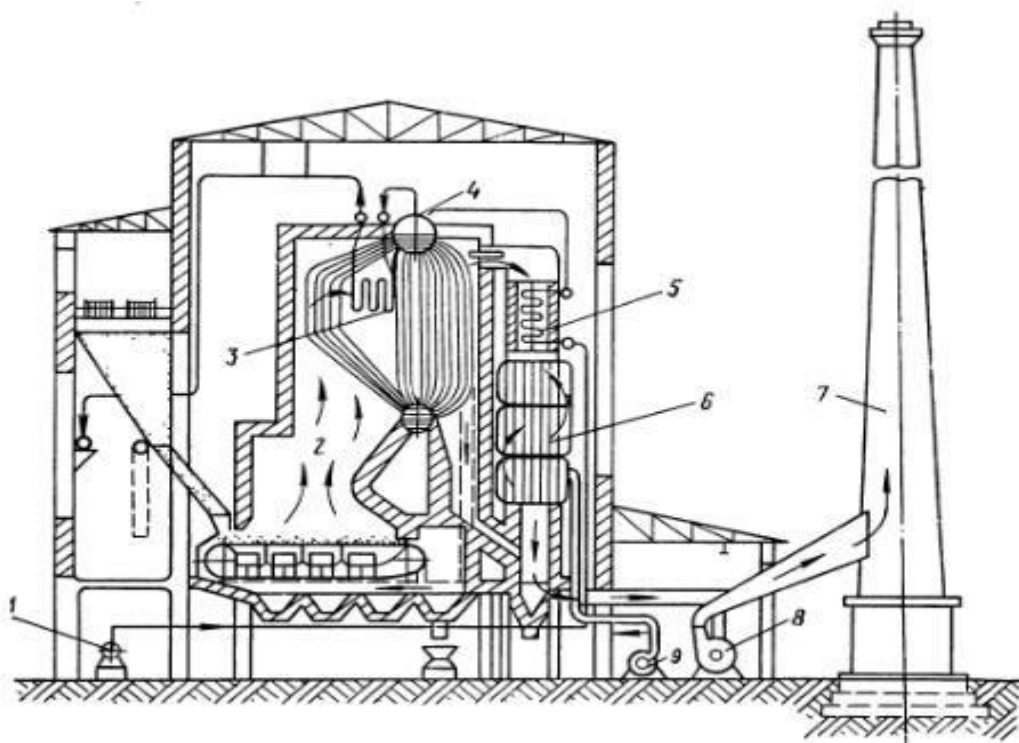


Рисунок 2.1 – Схема паровой котельной установки: 1-насос, 2-топка, 3-пароперегреватель, 4-паровой котел, 5-экономайзер, 6-воздухоподогреватель, 7-дымовая труба, 8-дымосос, 9-вентилятор в воздухоподогреватель.

Дымовые газы из топки поступают в газоходы котла, образуемые обмуровкой и специальными перегородками, установленными в пучках труб. При движении газы омывают пучки труб котла и пароперегревателя (3), проходят через экономайзер (5) и воздухоподогреватель (6), где они также охлаждаются вследствие передачи тепла воде, поступающей в котел, и воздуху, подаваемому в топку. Затем значительно охлажденные дымовые газы при помощи дымососа (8) удаляются через дымовую трубу (7) в атмосферу. Дымовые газы от котла могут отводиться и без дымососа под действием естественной тяги, создаваемой дымовой трубой.

Вода из источника водоснабжения по питательному трубопроводу подается насосом (1) в водяной экономайзер, откуда после подогрева поступает в верхний барабан котла. Заполнение барабана котла водой контролируется по водоуказательному стеклу, установленному на барабане.

Из верхнего барабана котла вода по трубам опускается в нижний барабан, откуда по левому пучку труб она снова поднимается в верхний барабан. При этом вода испаряется, а образующийся пар собирается в верхней части верхнего барабана. Затем пар поступает в пароперегреватель (3), где за счет тепла дымовых газов он полностью подсушивается, и температура его повышается.

Из пароперегревателя пар поступает в главный паропровод и оттуда к потребителю, а после использования конденсируется и в виде горячей воды (конденсата) возвращается обратно в котельную.

Потери конденсата у потребителя восполняются водой из водопровода или из других источников водоснабжения. Перед подачей в котел воду подвергают соответствующей обработке.

Воздух, необходимый для горения топлива, забирается, как правило, сверху

помещения котельной и подается вентилятором (9) в воздухоподогреватель, где он подогревается и затем направляется в топку. В котельных небольшой мощности воздухоподогреватели обычно отсутствуют, и холодный воздух в топку подается или вентилятором, или за счет разрежения в топке, создаваемого дымовой трубой. Котельные установки оборудуют водоподготовительными устройствами (на схеме не показаны), контрольно-измерительными приборами и соответствующими средствами автоматизации, что обеспечивает их бесперебойную и надежную эксплуатацию.

Параметры перегретого пара характеризуются его давлением и температурой в выходном коллекторе пароперегревателя. Устанавливаемые на электростанциях котлы различают по давлению: высокого (10 и 14 МПа) и сверхкритического (25,5 МПа). Паровые котлы давлением 14 МПа и выше, как правило, выполняют с вторичным перегревом пара.

Классификация стационарных энергетических паровых котлов по параметрам перегретого пара приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Классификация по давлению и тип котла		Давление на выходе из котла МПа	Давление в барабане МПа	Температура перегретого пара С		Температура питательной воды С	Номинальная паропроизводительность $D_{ном}$ т/ч
				Свежий пар	Вторично перегретый пар		
Среднее Высокое	С естественной циркуляцией	4	4,4	440	-	145	25;35;50;75
		10	11,5	540	-	215	120;160;230
		14	15,5	570;560	-	230	320;420;500;820
		14	15,5	570;545	570;545	230	640;670
Сверх-Критическое	Прямоточные	14	-	570;545;515	570;545;515	230	640;670;1800
		25,5	-	565;545	567;542	270	950;1000;1600 1650;2500; 2650;3950

В соответствии с нормативной документацией на паровые котлы, в котором регламентированы давление и температура свежего и вторично-перегретого пара, паропроизводительность и температура питательной воды. Приняты обозначения типов паровых котлов: П — котел прямоточный; Е — то же с

естественной циркуляцией; Пр — то же с принудительной циркуляцией; Пп — прямоточный котел с вторичным перегревом пара; Еп — котел с естественной циркуляцией и вторичным перегревом пара и типоразмеров паровых котлов: первое число—паропроизводительность, т/ч, второе число—давление пара, кгс/см<sup>2</sup> (1 кгс/см<sup>2</sup>  $\approx$  0,1 МПа).

Обозначения типоразмеров относятся к котлам с топками для сжигания твердого топлива при удалении из них шлака в твердом состоянии. Например, типоразмер Пп-950-255 означает: прямоточный котел с промежуточным перегревом пара паропроизводительностью 950 т/ч, давлением перегретого пара 25,5 МПа (255 кгс/см<sup>2</sup>) для твердого топлива и удалением из топки шлака в твердом состоянии. При сжигании других видов топлива вводятся дополнительные обозначения: Г — газовое топливо; М — мазут, ГМ — газ и мазут; К — комбинированное: твердое топливо, газ и мазут; Ж — жидкое шлакоудаление.

Например, типоразмер Е-420-140ГМ означает: паровой котел с естественной циркуляцией для сжигания газа и мазута на 420 т/ч пара при, давлении около 14 МПа (140 кгс/см<sup>2</sup>); Е-420-140Ж — котел с естественной циркуляцией на те же параметры, но для сжигания твердого топлива и удаления шлака в жидком состоянии.

Действуют также заводские обозначения на котлы, в которых сначала записываются завод-изготовитель: Т — Таганрогский котельный завод «Красный котельщик» (ТКЗ), П — Подольский машиностроительный завод им. Орджоникидзе (ЗиО), БКЗ — Барнаульский, котельный завод.

### **Задание**

Выполнить схему устройства паровой котельной установки, указать принцип ее работы и циркуляцию в ней дымовых газов – горячих продуктов сгорания топлива и воды.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение котельной установки и перечислить ее основные элементы.
2. Выполнить схему паровой котельной установки и указать ее устройство.
3. Указать принцип циркуляции дымовых газов – горячих продуктов сгорания топлива в котельной установке и омывание ими поверхностей нагрева.
4. Указать принцип циркуляции воды в котельной установке и образование пара.
5. Определить температуру перегретого пара и питательной воды парового котла среднего давления с естественной циркуляцией, если давление на выходе из котла составляет 10 МПа.
6. Сделать вывод о составлении схемы устройства и работы паровой котельной установки.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова область применения паровых котельных установок?
2. Какое оборудование относят к вспомогательным элементам котельных установок?
3. Что такое конденсат?
4. Какова температура перегретого пара и питательной воды прямоточного парового котла сверхкритического давления, если давление на выходе из котла составляет 25.5 МПа?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

**Название работы:** Чтение кинематических схем.

**Цель:** Формирование умений по основам чтения кинематических схем.  
**умения:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

### **Теоретический материал:**

Схемой называют конструкторский документ, на котором условными изображениями и обозначениями показывают составные части изделия и связи между ними.

Схема отличается от сборочного чертежа тем, что на ней не отображается конструктивное устройство деталей, входящих в изделие. Кроме того, на ней показывают не все детали, составляющие сборочную единицу. Например, не показывают корпус, крышку, крепежные детали и др.

Схемы выполняют в соответствии с требованиями, установленными нормативными документами.

В зависимости от элементов, входящих в состав изделия, и связей между ними схемы делят на виды, каждый из которых обозначают буквой: кинематические – К, электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П.

В зависимости от основного назначения схемы делят на типы, обозначаемые цифрами: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, схемы соединений – 4, (монтажные) и т.п.

Наиболее полное представление об изделии и его работе дают принципиальные схемы.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов, входящих в изделие, и все связи между ними. Ее используют для изучения принципа работы изделия. По этой схеме производят наладку, регулировку, контроль и ремонт изделия.

Схемы всех видов выполняют без соблюдения масштаба и действительного

расположения составных частей изделия. Их стараются вычерчивать компактно без ущерба для ясности и удобства чтения.

На схемах применяют графические условные обозначения. Линии связи между элементами схемы проводят так, чтобы получилось наименьшее число их пересечений и изломов.

На схемах помещают различные технические данные. Указывают их около графических обозначений (справа или сверху) или на свободном поле чертежа над основной надписью.

Принципиальная кинематическая схема показывает последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам изделия (шпинделю станка, режущему инструменту и др.) и их взаимосвязь.

В кинематических схемах изображают только те элементы сборочной единицы, которые принимают участие в передаче движения (зубчатые колеса, ходовые винты, валы, шкивы, муфты и др.)

Конструкция сборочной единицы (машины или станка), имеющей движущие части, не показывают вовсе или наносят ее очертание сплошными тонкими линиями.

Пространственные кинематические механизмы изображают обычно в виде развернутых схем в ортогональных проекциях. Они получаются путем совмещения всех осей в одной плоскости с последующим проецированием на эту плоскость. Такие схемы позволяют уяснить последовательность передачи движения, но не показывают действительного расположения деталей механизма.

Кинематические схемы допускается выполнять в аксонометрических проекциях. Такие изображения применяют, главным образом, в учебном процессе, поскольку позволяют показать не только последовательность передачи движения, но и пространственное расположение всех кинематических

элементов в механизме.

Все детали на кинематических схемах изображают условно в виде графических символов, лишь отдаленно напоминающих их устройство.

Условные графические обозначения для кинематических схем установлены нормативными документами.

Допускается применять нестандартные условные графические обозначения, но с соответствующим пояснениями на схеме.

На кинематической схеме разрешается изображать отдельные элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на ее работу (например, электрические или гидравлические).

Помимо условных графических обозначений, на кинематических схемах дают указания в виде надписей, поясняющий изображенный элемент. Например, указывают тип и характеристику двигателя, диаметры шкивов ременной передачи, модуль и число зубьев зубчатых колес и другое.

Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов изделия (механизма).

Допускается пояснять надписью положение исполнительных органов, для которых дана схема. Если элемент при работе изделия меняет свое положение, то на схеме допускается указывать его крайние положения тонкими штрихпунктирными линиями.

На кинематической схеме элементам присваивают номера в порядке передачи, движения, начиная от источника движения. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы – арабскими цифрами.

Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски, проводимой от него. Под полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

На кинематических схемах валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы



изображают сплошными основными линиями толщиной  $s$ ; зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки – сплошными линиями  $s/2$ ; контур изделия, в который вписана схема, – сплошными тонкими линиями толщиной от  $s/2$  до  $s/3$ .

Кинематическая связь исполнительных механизмов между собой, которая определяет только характер исполнительного движения, является внутренней кинематической связью.

Связь между источником движения и подвижным исполнительным звеном, определяющая скоростные характеристики последнего, является внешней кинематической связью.



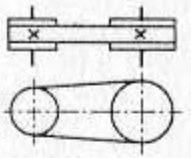
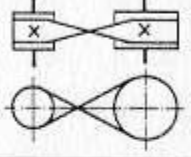
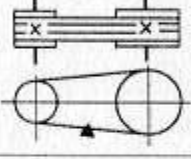
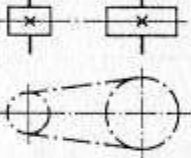
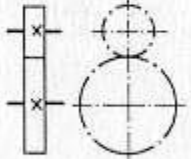
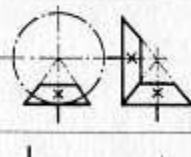
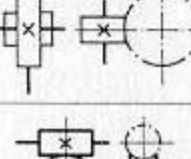
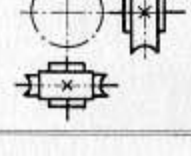
Читать кинематическую схему начинают от двигателя, являющегося источником движения всех деталей механизма. Выявляя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, изображенный на схеме, устанавливают его назначение и характер передачи движения.

Чтение кинематических схем начинают с изучения основных условных графических обозначений, принятых для обозначения основных элементов кинематических схем.




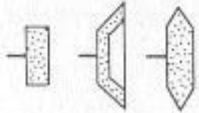
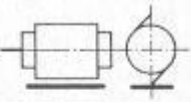
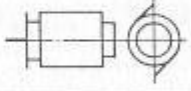
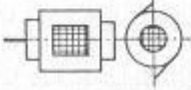
Условные графические обозначения основных элементов кинематических схем приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение
<i>Вал</i>	
<i>Соединение двух валов:</i>	
глухое	
глухое с предохранением от перегрузок	
эластичное	
шарнирное	
телескопическое	
плавающая муфта	
зубчатая муфта	
<i>Соединение деталей с валом:</i>	
свободное для вращения	
подвижное без вращения	
при помощи вытяжной шпонки	
глухое	
<i>Подшипники скольжения:</i>	
радиальный	
радиально-упорный односторонний	
радиально-упорный двусторонний	
<i>Подшипники качения:</i>	
радиальный	
радиально-упорный односторонний	

Наименование	Обозначение
радиально-упорный двусторонний	 
<i>Ременная передача:</i>	
плоским ремнем	
плоским ремнем перекрестная	
клиновидным ремнем	
<i>Передача цепью</i>	
<i>Передачи зубчатые:</i>	
цилиндрическими колесами	
коническими колесами	
винтовые	
<i>Передача червячная</i>	

Наименование	Обозначение
<i>Передача зубчатая реечная</i>	
<i>Передача ходовым винтом с гайкой:</i>	
неразъемной	
разъемной	
<i>Муфты:</i>	
кулачковая односторонняя	
кулачковая двусторонняя	
конусная	
дисковая односторонняя	
дисковая двусторонняя	
обгонная односторонняя	
обгонная двусторонняя	
<i>Тормоза:</i>	
конусный	
колодочный	
ленточный	
дисковый	

Наименование	Обозначение
<i>Концы шпинделей станков:</i>	
центровых	
патронных	
прутковых	
сверлильных	
расточных с план-шайбой	
фрезерных	
шлифовальных	
<i>Электродвигатели:</i>	
на лапках	
фланцевые	
встроенные	

### **Задание**

Выполнить условные графические обозначения основных элементов кинематических схем.

### **Ход работы:**

1. Указать как показывает движение последовательность передачи движения кинематическая схема.
2. Указать какие элементы сборочных единиц изображают на кинематических схемах.
3. Указать как изображаются детали на кинематических схемах и какова нумерация валов и остальных элементов.

4. Указать с чего начинают чтение кинематических схем.
5. Выполнить условные графические обозначения основных элементов кинематических схем.
6. Сделать вывод о правилах чтения кинематических схем.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой конструкторский документ называют схемой?
2. На какие виды разделяют схемы в зависимости от элементов, входящих в состав изделия?
3. В каких проекциях могут изображаться кинематические схемы?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Название работы:** Определение параметров работы оборудования.

**Цель:** Формирование умений по определению параметров работы оборудования.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

**Теоретический материал:**

Металлорежущим станком называют технологическую машину, на которой путем снятия стружки с заготовки получают деталь с заданными размерами, формой, взаимным расположением и шероховатостью поверхностей.

Основными техническими характеристиками, влияющими на технологические возможности и параметры работы оборудования являются точность станков, их производительность и надежность.

Качество обработки деталей на станке непосредственно связано с его точностью.

Точность станка характеризует степень влияния различных погрешностей станка (геометрических, кинематических, упругих, температурных и динамических) на точность изготавливаемых деталей.

Геометрические погрешности зависят от точности изготовления деталей и сборки станка, а также его износа в процессе эксплуатации. Они влияют на точность взаимного расположения режущего инструмента и заготовки в процессе формообразования.

Кинематические погрешности определяются ошибками в передаточных числах различных передач кинематической цепи, возникающими вследствие погрешностей отдельных элементов станка (зубчатых колес, червяков, винтовых пар и др.).

Упругие погрешности связаны с деформациями станка, которые вызывают изменение взаимного расположения инструмента и заготовки под действием сил резания, и характеризуются жесткостью станка, т.е. его способностью сопротивляться образованию деформации.

Температурные погрешности возникают, главным образом, вследствие неравномерного нагрева различных элементов станка в процессе его работы (что приводит к изменению начальной геометрической точности) и оказывают существенное влияние на качество обработки деталей, особенно высокоточных.

Динамические погрешности связаны с относительными колебаниями инструмента и заготовки. Они ухудшают качество обработки, могут снижать стойкость режущего инструмента и долговечность станка.

Кроме указанных погрешностей станка на качество обработки значительное влияние оказывают погрешности режущего инструмента, возникающие при его изготовлении и установке на станке, а также износ режущей части в процессе эксплуатации.

Производительность станка характеризуется числом деталей, изготовленных на нем в единицу времени. Для универсального оборудования с ручным управлением производительность  $Q$ , шт./ч, определяют по формуле

$$Q = 3600/t_k,$$

где  $t_k$  — калькуляционное время обработки, с;

$$t_k = t_{шт} + t_{п.з}/n,$$

$t_{шт}$  — штучное время, с;

$$t_{шт} = t_o + t_b + t_{т.о.} + t_{о.о.} + t_{отд}$$

$t_o$  — основное технологическое время, с;

$t_b$  — вспомогательное время, с;

$t_{т.о.}$  и  $t_{о.о.}$  — соответственно время технического и организационного обслуживания, с;

$t_{отд}$  — время отдыха рабочего, отнесенное к изготовлению одной детали, с;

$t_{п.з}$  — подготовительно-заключительное время, с;

$n$  — число заготовок в партии, шт.

Надежность станка — это способность выпускать годную продукцию с заданной производительностью в течение определенного срока службы при соответствующих условиях работы и технического обслуживания. Надежность станочного оборудования характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью, долговечностью.

Безотказность станка — это свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени. Нарушение работоспособности (отказ) станка приводит к прекращению выпуска продукции, а если станок продолжает работать, то изготовленная продукция является бракованной.

Восстановление работоспособности оборудования начинается после отказа одного или нескольких элементов, например, поломки инструмента. Длительность восстановления работоспособности оборудования включает в



себя его простои. При этом необходимо учитывать занятость обслуживающего персонала. Чем меньше средняя длительность восстановления станка, тем выше его ремонтпригодность, т.е. приспособленность к предупреждению, обнаружению как причин возникновения отказов, так и их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Долговечность станка — это свойство сохранять работоспособность до выхода параметров станка за границы допустимых норм (наступление предельного состояния) при условии проведения установленного технического обслуживания и ремонта. Долговечность зависит главным образом от изнашивания подвижных соединений, усталости и старения материала элементов станка.

### **Задание**

Выполнить определение параметров работы металлорежущего станка.

#### **Ход работы:**

1. Дать определение понятию «металлорежущий станок».
2. Охарактеризовать погрешности, влияющие на техническую характеристику станка – точность станка.
3. Указать формулу для определения производительности станка.
4. Определить параметры станка: калькуляционное время обработки станка партии деталей  $n=10$  штук и производительность универсального токарного станка с ручным управлением при заданных значениях:  $t_o=30$ с,  $t_b=10$ с,  $t_{т.о.}=5$ с,  $t_{о.о.}=5$ с,  $t_{отд}=5$  с,  $t_{п.з.}=1800$ с.
5. Сделать вывод об определении параметров работы металлорежущего станка.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое надежность станка?
2. Чем характеризуется надежность станка?
3. Какие погрешности снижают качество режущего инструмента?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Название работы:** Составление схемы устройства и принцип работы агломерационной машины.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению принципа работы агломерационной машины.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

-технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации;

**Теоретический материал:**

Агломерация – это процесс окусковывания руд путем спекания их в смеси с топливом при высокой температуре, в результате которого образуется продукт, называемый агломерат.

Агломерат – это ноздреватый, пористый, твердый продукт, обладающий хорошими металлургическими свойствами.

Практически весь агломерат производят на агломерационных машинах ленточного типа.

Агломерационная машина состоит из каркаса, спекательных тележек, направляющих движение тележек, питателей, зажигательного горна, газоотсосных вакуум-камер, приводов и электрооборудования.

Каркас, на котором установлены узлы агломерационной машины, представляет собой пространственную металлоконструкцию, состоящую из

головной, средней и разгрузочной частей.

Ленточная агломерационная машина (рисунок 5.1) представляет собой замкнутую цепь движущихся спекательных тележек-паллет, перемещающихся по рельсам верхней горизонтальной рабочей ветви машины под действием звездочек привода, а по рельсам нижней наклонной ( $2—3^\circ$ ) холостой ветви машины в перевернутом положении под действием горизонтальной составляющей собственного веса. Захват паллет с холостой ветви и транспортировка их на верхнюю рабочую ветвь машины также осуществляются с помощью звездочек привода.

На стальной раме каждой паллеты монтируется три ряда колосников. Таким образом, паллета представляет собой движущуюся колосниковую решетку. Во время движения по рабочей ветви паллеты проходят над вакуум-камерами, соединенными через сборный газопровод с эксгаустером. Специальное уплотнение препятствует прососу воздуха в вакуум-камеры через стык с движущимися паллетами.

Спекательные тележки движутся по рабочей ветви машины одна за другой без разрывов или зазоров.

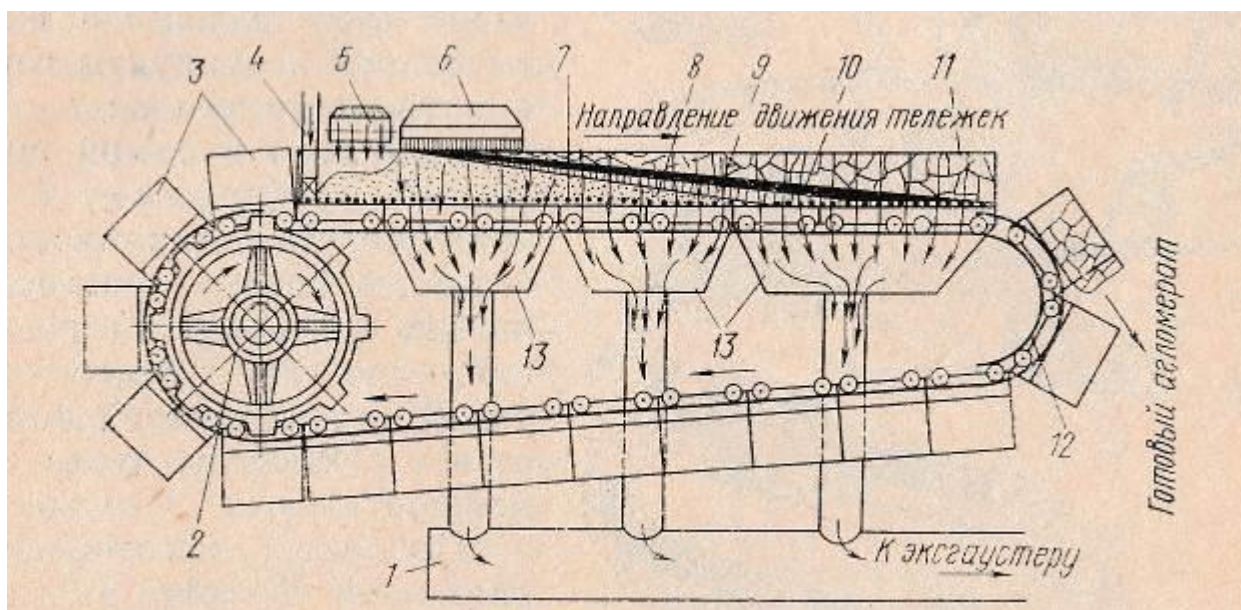


Рисунок 5.1 – Схема агломерационной машины ленточного типа: 1 - трубопровод, 2-ведущая звездочка привода агломерационной ленты, 3-

спекательные тележки(паллеты), 4,5-питатели постели шихты, 6-зажигательный горн, 7-слой постели, 8-сырая шихта, 9-зона подогрева и сушки шихты, 10-зона горения твердого топлива, 11-зона готового агломерата, 12-направляющие рельсы, 13-вакуум-камеры.

Таким образом, главная масса воздуха должна при движении паллет над вакуум-камерами проходить через слой шихты, уложенный на рабочей ветви машины.

На пустые тележки укладывают сначала слой постели, состоящий из агломерата крупностью 6-15 мм, а затем шихту. Постель препятствует просыпанию шихты через зазоры колосниковой решетки, предохраняет колосники от воздействия высоких температур и облегчает сход готового пирога агломерата по окончании процесса.

Укладка постели и шихты на движущиеся паллеты производится специальными питателями. Зажигание шихты осуществляют с помощью стационарного газового горна. Время пребывания паллеты под горном составляет около 1 мин. Теплота зажигания, рассчитанная на 1 м<sup>2</sup> поверхности спекаемого слоя, составляет 42—50,5 МДж/мин. С момента начала зажигания шихты паллета находится над вакуум-камерами, в которых поддерживается разрежение до 20 кПа. Под зажигательным горном зона горения твердого топлива находится в крайнем верхнем положении. По мере движения паллет зона горения опускается вниз по направлению к колосниковой решетке, проходя весь спекаемый слой за 10—12 мин (в зависимости от высоты слоя и вертикальной скорости спекания). В тот момент, когда зона горения достигает слоя постели, паллета входит в закругление разгрузочной части ленты, образуемое ходовым рельсом и контррельсом, опрокидывается и пирог готового агломерата сбрасывается с паллеты. Сбрасывание сопровождается легким ударом, позволяющим очистить колосниковую решетку от заклинившихся в ней кусочков агломерата, а также сбросить приварившиеся к

металлу колосников глыбы агломерата.

Готовый пирог агломерата падает с паллеты в валковую дробилку, после чего обрабатывается на грохотах. Годный агломерат охлаждается и транспортируется в доменный цех.

Насыпная масса агломерационной шихты колеблется от 1,7 до 2,2 т/м<sup>3</sup>. Насыпная масса несколько ниже для сидеритовых, бурожелезняковых и сильно офлюсованных шихт.

Вертикальная скорость спекания зависит от газопроницаемости шихты. Величина разрежения и других факторов меняется в пределах от 0,015 до 0,33 м/мин.

Выход годного агломерата из шихты обычно не превышает 70—80 %.

На агломерационных фабриках применяют агломерационные ленты с площадью спекания 50 м<sup>2</sup> (ширина 2м и длина 25м) и с площадью спекания 75 м<sup>2</sup> (ширина 2,5м и длина 30м).

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства и указать принцип работы агломерационной машины.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение агломерационной машины.
2. Указать основные технические характеристики агломерационной машины.
3. Выполнить схему агломерационной машины и указать ее устройство.
4. Описать принцип работы агломерационной машины
5. Сделать вывод о составлении схемы устройства агломерационной машины, принципе ее работы и технических характеристиках.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое агломерат?
2. Что является каркасом агломерационной машины?
3. От чего зависит вертикальная скорость спекания?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Название работы:** Составление схемы устройства доменной печи и определение параметров ее работы.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению параметров работы доменной печи.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

**Теоретический материал:**

Доменная печь (рисунок 6.1) шахтного типа служат для выплавки чугуна. Сущность выплавки чугуна в доменных печах заключается в восстановлении оксидов железа, которые содержатся в железных рудах, твердым углеродом, оксидом углерода, и частично водородом, образующимся при сгорании топлива в печи.

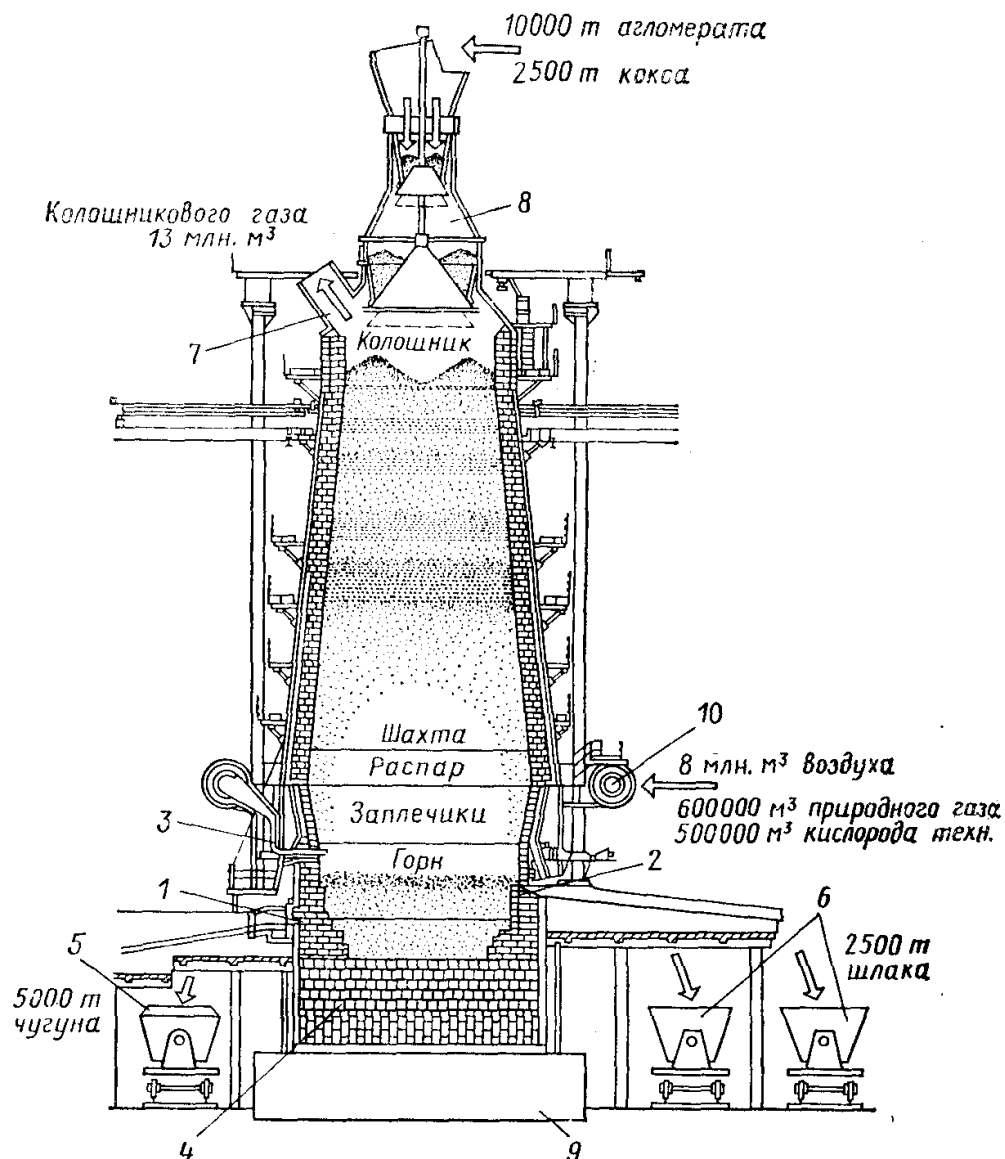


Рисунок 6.1 – Схема доменной печи объемом  $2700\text{ м}^3$  и ее примерный суточный баланс: 1-чугунная летка, 2-шлаковая летка, 3-фурменный прибор, 4-лещадь, 5-чугуновоз, 6-шлаковозы, 7-газоотводы, 8-засыпное устройство, 9-фундамент, 10-воздухопровод дутья.

Основными характеристика доменной печи являются ее профиль и размеры.

Профиль доменной печи разделяют по высоте на пять частей: колошник, шахта, распар, заплечики и горн.

В верхней части колошника находится засыпной аппарат. Через него загружают шихту (обогащенную руду, а в современном производстве –

офлюсованный агломерат и окатыши). Шихту взвешивают и с помощью вагонетки подъемного устройства подают к засыпному аппарату. Вагонетка, опрокидываясь, высыпает шихту в приемную воронку, внизу которой находится малый конус и затем попадает на большой конус. Большой конус закрывает дно воронки и не дает возможности выходу печных газов через колошник; печные газы отводят по боковым трубам и после очистки используются в качестве газообразного топлива. После того как шихтовые материалы попадают на большой конус, он опускается и шихта ссыпается с него в шахту печи, затем большой конус возвращается в исходное положение.

Для равномерного распределения шихты в доменной печи малый конус и приемная воронка после каждой очередной загрузки шихты поворачивается на 60°.

Шихтовые материалы, загруженные в печь, проплавляются, опускаются вниз, а в печь подаются новые порции шихты. Следят за тем, чтобы полезный объем печи был всегда заполнен шихтой.

За колошником следует самая большая часть доменной печи – шахта, имеющая форму конуса, расширяющегося книзу, где происходит нагрев шихты, испарение из нее влаги, разложение и восстановление железа окисью углерода, поднимающегося снизу, которая образуется в горне от сгорания кокса; в нижней части шахты где температура 1000 – 1200 °С, идут реакции восстановления железа твердым раскаленным углеродом.

Шахта переходит в самую широкую часть печи – распар. За распаром следует сужающая к низу часть печи, называемая заплечником. За заплечниками располагается цилиндрическая часть печи – горн, где на лещади (днище печи) накапливается жидкий чугун и шлак.

Для выпуска железного шлака в горне есть шлаковая летка, для выпуска чугуна – чугунная летка.

Чугун в зависимости от объема печи выпускается примерно через каждые



3-4 ч, шлак – через каждые 1-1,5ч.

В период между выпусками летки заделываются огнеупорной массой, а перед выпуском эти отверстия пробиваются специальными устройствами – пушками.

В верхней части горна располагаются фурменные устройства, через которые под давлением до 2,5 атм (в крупных печах до 4 атм) в печь поступает горячий воздух ( $t = 1000-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) от специальных нагревательных устройств.

Доменная печь снаружи имеет стальной конус, выложенный внутри огнеупорным кирпичом.

Внутренняя часть колошника выполняется из металлических литых стальных сегментов из пустотелых чугунных плит, пустоты которых заделываются шамотным кирпичом, для предохранения от разрушения при загрузке шихты.

Шахту выкладывают (футеруют) шамотным кирпичом, содержащим 35%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с зазором 50 – 200 мм между броней и кладкой. Зазор заполняют глинисто-асбестовой массой. На 2/3 высоты снизу охлаждают холодильниками.

Распар и заплечики чаще всего делают тонкостенными из высокоглиноземистого полуторного кирпича длиной 345 мм и охлаждают ребристым плитовыми холодильниками, забитыми кирпичом.

Горн футеруют шамотным кирпичом с высоким содержанием глинозема, содержащим 45%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Лещадь выполняют из углеродистых блоков (длина блоков 3-4 м, сечение 400х400 и 500х500 мм), внутреннюю часть выкладывают кирпичом с высоким содержанием глинозема.

Горн и лещадь заключены в чугунные плитовые холодильники толщиной около 160 мм с залитыми трубками диаметром 45 мм по которым циркулирует вода.

Фундамент печи состоит из двух частей: нижней, подземной, называемой

подошвой, и верхней, называемой пнем. Подошву выполняют из железобетона, а пень - из жароупорного бетона. Фундамент делают в виде огнеупорной плиты толщиной около 4 м.

К основным параметрам доменных печей относят:

- полезный объем печи - это объем, занимаемый шихтой и продуктами плавки. Вычисляют этот объем от нижнего положения большого конуса засыпного аппарата в опущенном положении до оси чугунной летки. Современные доменные печи имеют полезный объем 2000 - 5500 м<sup>3</sup>.
- полезная высота печи – расстояние от оси чугунной летки до нижнего положения большого конуса в опущенном положении. Полезная высота Н доменной печи достигает 35 метров.
- полная высота печи – расстояние от оси чугунной летки до верхнего края чаши большого конуса.

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства доменной печи и определить параметры ее работы.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение доменной печи.
2. Выполнить схему доменной печи и указать ее устройство.
3. Перечислить, охарактеризовать основные параметры доменных печей и проставить их на схеме.
4. Определить по суточному балансу доменной печи суточный расход исходных материалов и суточное производство материалов, получаемых в результате доменной плавки.
5. Сделать вывод о составлении схемы устройства доменной печи и параметрах ее работы.

### **Контрольные вопросы**

1. Какое оборудование расположено в верхней колошниковой части доменной печи?
3. Какова частота выпуска чугуна?
4. Чем футеруют корпус доменной печи?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Название работы:** Составление схемы устройства бункерной эстакады.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства бункерной эстакады.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

**Теоретический материал:**

Основными составляющими шихты современных доменных печей являются агломерат, окатыши и кокс; загружают также некоторое количество добавок (главным образом, это железная и марганцевая руда и флюсы). Для обеспечения работы доменной печи требуется бесперебойная подача этих материалов к загрузочному устройству на высоту 60—80 м порциями с определенным темпом и в определенной последовательности. Количество загружаемых в современную высокопроизводительную печь рудных материалов достигает 20 тыс. т и кокса 5500 т в сутки.

Все это предъявляет жесткие требования к системе шихтоподачи, которая должна обеспечить прием, транспортировку, хранение, набор, взвешивание и

подачу материалов на колошник к загрузочному устройству. В системе шихтоподачи можно выделить три участка или звена: подача материалов с фабрик окускования, коксохимического завода (цеха) и с внешней железнодорожной сети на бункерную эстакаду; подача материалов из бункеров эстакады к колошниковому подъему; колошниковый подъем.

Бункерная эстакада (рисунок 7.1) предназначена для хранения у доменной печи требуемого оперативного запаса материалов, их приемки, а также механизации набора и передачи материалов к колошниковому подъему.

Бункерная эстакада располагается между фронтом доменных печей и рудным двором. Она представляет собой вытянутое вдоль цеха и фронта печей и возвышающееся на 9—12м над уровнем заводского пола железобетонное сооружение, состоящее из ряда отдельных бункеров и обслуживаемого их оборудования.

В помещении бункерной эстакады по рельсовым путям перемещаются вагон-весы, которые набирают, взвешивают и транспортируют шихтовые материалы к скиповой яме и загружают их в скипы.

Кокс транспортируется из коксовых бункеров через грохот и воронка-весы непосредственно в скип.

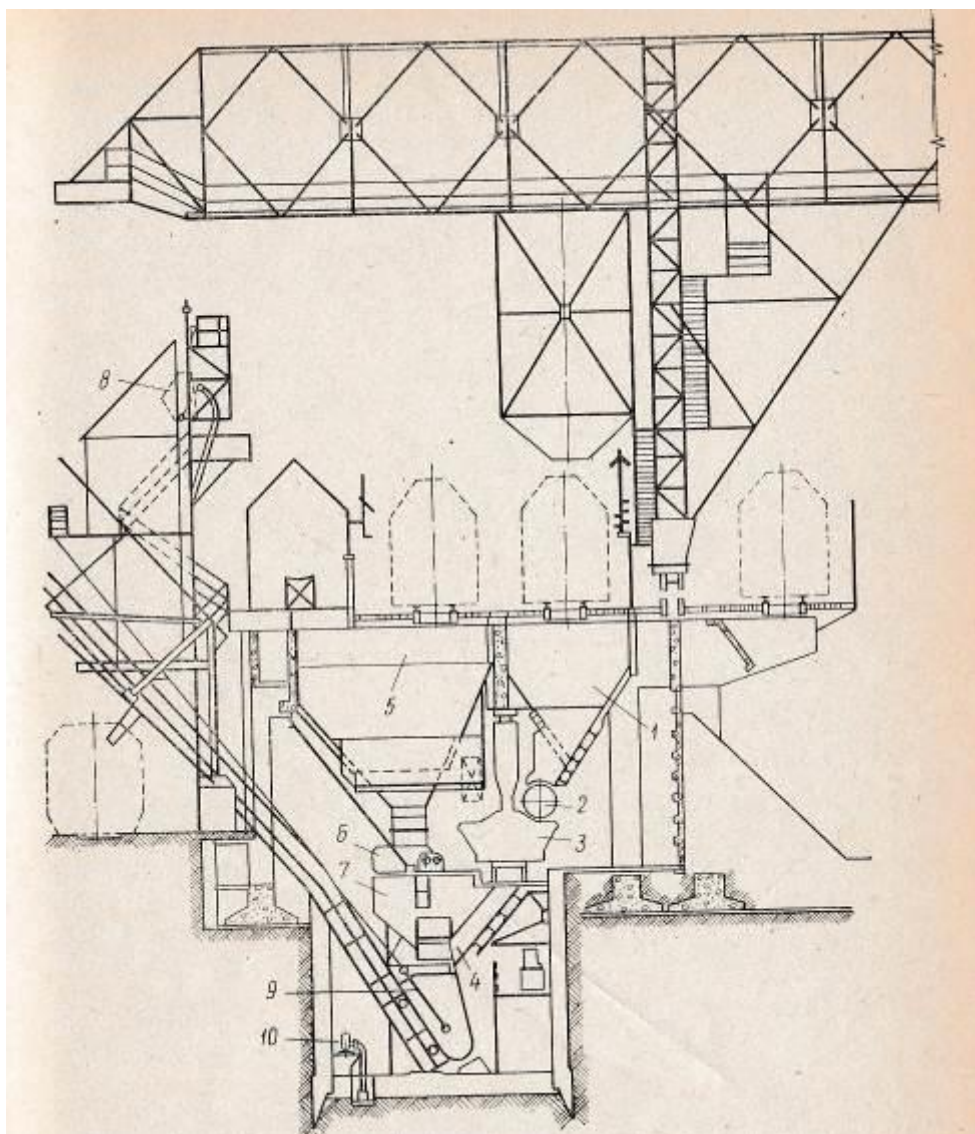


Рисунок 7.1 - Разрез бункеров бункерной эстакады и скиповой ямы: 1-шихтовый бункер, 2-затвор шихтового бункера, 3-вагон-весы, 4-направляющая воронка для материалов выгружаемых из вагон-весов, 5-бункер для кокса, 6-дисковый грохот, 7-воронка-весы для кокса, 8-скиповый подъемник коксовой мелочи, 9-скиповый подъемник для загрузки материалов в доменную печь, 10-насосная установка для откачки воды из скиповой ямы.

Под бункерами эстакады против печей находят скиповые ямы, куда опускается скип для приема материалов, выдаваемых из вагон-весов через направляющий лоток или кокса, выдаваемого из бункеров через весовую воронку. Коксовые бункера располагают над скиповой ямой с тем, чтобы

уменьшить число перегрузок кокса, при которых он измельчается в связи с малой прочностью

Бункера эстакад делают металлическими или железобетонными с покрытием их внутренней поверхности стальными плитами, рельсами. Стенки коксовых бункеров выкладывают шамотным кирпичом. Сверху бункера перекрыты защитными решетками с размером ячеек до 250х250 мм. Для предотвращения смерзания материалов подбункерные помещения отапливаются.

Коксовых бункеров обычно два, а иногда четыре; их общую емкость принимают из расчета 0,7 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> полезного объема печи (запас примерно на 6 ч работы).

Объем бункеров для рудных материалов при их подаче железнодорожным транспортом принимают из расчета 2,5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> полезного объема печи (запас на 20—24 ч работы).

При конвейерной подаче с близко расположенных фабрик окускования норма запаса уменьшается.

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства бункерной эстакады.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение бункерной эстакады доменных печей.
2. Выполнить схему бункерной эстакады и указать ее устройство.
3. Указать емкость коксовых бункеров и бункеров для рудных материалов.
4. Сделать вывод о составлении схемы устройства бункерной эстакады.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему стенки коксовых бункеров выкладывают шамотным кирпичом?

2. Зачем бункера сверху перекрыты решетками?
3. Где расположена бункерная эстакада?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

**Название работы:** Составление схемы устройства засыпного аппарата и определение параметров работы оборудования.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению параметров работы засыпного аппарата.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

### **Теоретический материал:**

Засыпное устройство доменной печи предназначено для непрерывной автоматизированной подачи шихтовых материалов в колошниковую зону доменной печи, равномерного их распределения внутри колошника, и отвода колошниковога газа к пылеуловителям.

Основной частью устройства является засыпной аппарат (рисунок 8.1). Он предназначен для загрузки и равномерного распределения шихтовых материалов в печи.

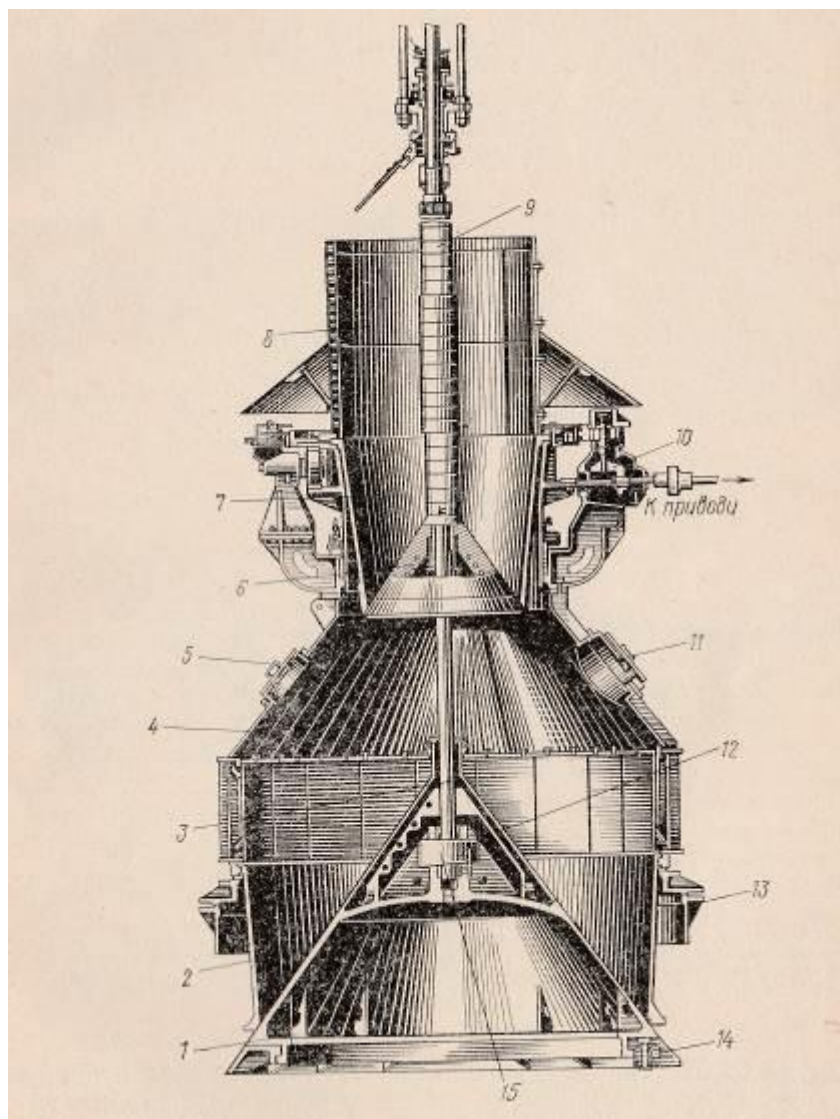


Рисунок 8.1 – засыпной аппарат доменной печи: 1-большой конус, 2-чаша, 2-штанга большого конуса, 4-газовый затвор, 5-лаз, 6-малый конус, 7,8-нижняя и верхняя воронки, 9-штанга малого конуса, 10-угловой редуктор, 11-люк, 12-конус жёсткости, 13-колошниковое кольцо, 14-съемная надставка, 15-клин.

Засыпной аппарат состоит из приемной воронки, вращающегося распределителя шихты, состоящего из воронки и малого конуса, большого конуса, чаши большого конуса и газового затвора. Нижний большой конус подвешен к штанге, проходящей по оси засыпного аппарата. Штанга прикреплена к рычагу балансира. Для открывания большого конуса плечо балансира при помощи штока приподнимается и конус опускается вниз.

Малый конус подвешен на штанге — трубе, внутри которой проходит



штанга большого конуса. Это дает возможность малому конусу вращаться и закрываться независимо от большого конуса.

Материал из скипа высыпается в приемную воронку на поверхность малого конуса. Объем каждого скипа достигает  $14 \text{ м}^3$ . В крайнем верхнем положении скип опрокидывается благодаря тому, что передние его колеса катятся по рельсам, в то время как задние колеса идут по другим рельсам, поднимающим заднюю часть скипа.

Чтобы обеспечить равномерную загрузку материалов, перед очередным опусканием малого конуса, он вместе с приемной воронкой и порцией шихты поворачивается на  $60^\circ$ .

Перед открыванием большого конуса производят обычно 5—6 опусканий малого конуса. Когда уровень шихты в доменной печи опустится до определенного уровня, открывается большой конус и материалы высыпаются в печь. Конструкция засыпного аппарата с двумя конусами устраняет выделение газа в атмосферу и обеспечивает равномерную загрузку печи. Во время работы засыпного аппарата в межконусном пространстве создается перепад давлений, так как при опускании малого конуса в межконусном пространстве будет атмосферное давление, а в печи давление газов больше давления в межконусном пространстве. Для того, чтобы можно было открыть большой конус, в межконусное пространство подают чистый газ для выравнивания давления. После срабатывания большого конуса давление в межконусном пространстве больше атмосферного и это препятствует открыванию малого конуса. Для устранения перепада давлений автоматически открывается уравнительный клапан, который выпускает избыточное давление газа.

Для отвода газа из купольной части печи служат четыре газоотвода, расположенные симметрично по окружности купола. Для снижения скорости газа суммарное сечение газоотводов должно быть равным  $0,4—0,5$  площади

колошника. Газоотводы соединяют сначала симметрично попарно, а затем в один газопровод, нисходящий к пылеуловителям. Изнутри газоотводы футеруются одним слоем огнеупорного кирпича. В верхних точках газоотводов расположены дистанционно управляемые атмосферные клапаны, предназначенные для выпуска газа в атмосферу при остановках печи.

В состав системы загрузки доменной печи входят также балансиры, которые предназначены для подъема и принудительного опускания большого и малого конусов с помощью лебедки управления конусами в процессе загрузки доменной печи.

Таблица 8.1 показывает технические характеристики системы загрузки доменных печей разного полезного объема:

Таблица 8.1

Показатели	Полезный объем доменных печей, м <sup>3</sup>			
	1719	2000	2700	3200
Внутренний диаметр колошниково-го фланца, мм	5060	5470	6400	7200
Масса колошниково-го фланца, т	6,6	8,5	16,3	18,4
Масса засыпного аппарата в сборе, т	76,6	94,6	122	182,5
Диаметр большого конуса внизу, мм	5000	5400	6200	7000
Масса большого конуса, т	27,3	34,6	36,5	49,4
Диаметр малого конуса внизу, мм	2000	2000	3000	3000
Диаметр чаши большого конуса по верхнему фланцу, мм	5280	5280	6600	7400
Высота чаши большого конуса, мм	1950	1950	1950	2365
Масса чаши большого конуса, т	16,2	16,2	20	37,8
Масса газового затвора с футеровочными плитами, т	21,4	21,4	54,8	55,6
Диаметр штанги большого конуса, мм	175	190	240	320
Масса штанги большого конуса, т	2,8	3,1	6,7	10,2
Масса распределителя шихты в сборе, т	57,4	60	108	155,5
Масса малого конуса со штангой, т	13,9	14	20	35,3
Масса балансиров в сборе, т	54,7	69,2	105,8	122,1
Масса балансира большого конуса, т	23,5	30,2	47,9	54,6
Масса балансира малого конуса, т	15,5	19,9	27,1	31,8
Давление колошниково-го газа до, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	150 (1,5)	250 (2,5)	250 (2,5)	260 (2,6)

## Задание

Выполнить составление схемы устройства засыпного аппарата доменной печи и определить технические параметры оборудования системы загрузки.

## Ход работы:

1. Указать назначение засыпного устройства и засыпного аппарата доменных печей.
2. Выполнить схему засыпного аппарата и указать его устройство.
3. Определить технические параметры оборудования системы загрузки доменной печи полезным объемом 2700 м<sup>3</sup>.
4. Сделать вывод о составлении схемы устройства засыпного аппарата доменной печи и его технических параметрах.

## Контрольные вопросы

1. Какова емкость скипов для загрузки шихты?

2. На какой угол поворачивается малый конус перед опусканием?
3. Каково назначение газоотводов?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9**

**Название работы:** Составление схемы устройства и принцип работы пылеуловителей.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению принципа работы пылеуловителей доменной печи.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

### **Теоретический материал:**

Колошниковый газ отводят из доменной печи по четырем газоотводам, присоединяемым затем по два к двум ветвям нисходящего газопровода. В нижней части перед входом в пылеуловитель эти две ветви соединяют в один газопровод. Газоотводы и нисходящий газопровод футеруют торкретбетоном или шамотным кирпичом. В местах присоединений и поворотов, где футеровка наиболее подвержена износу от содержащейся в газе пыли, торкрет-бетон или кирпич заменяют стальными плитами.

Пылеуловители (рисунок 9.1) служат для сухой очистки колошниково-го газа от пыли, которой в нем содержится до 20—25 г в 1 м<sup>3</sup>. Он выполняется в виде стального цилиндрического сосуда с конусообразными верхней и нижней частями диаметром 11 —13 м и высотой 26—27 м.

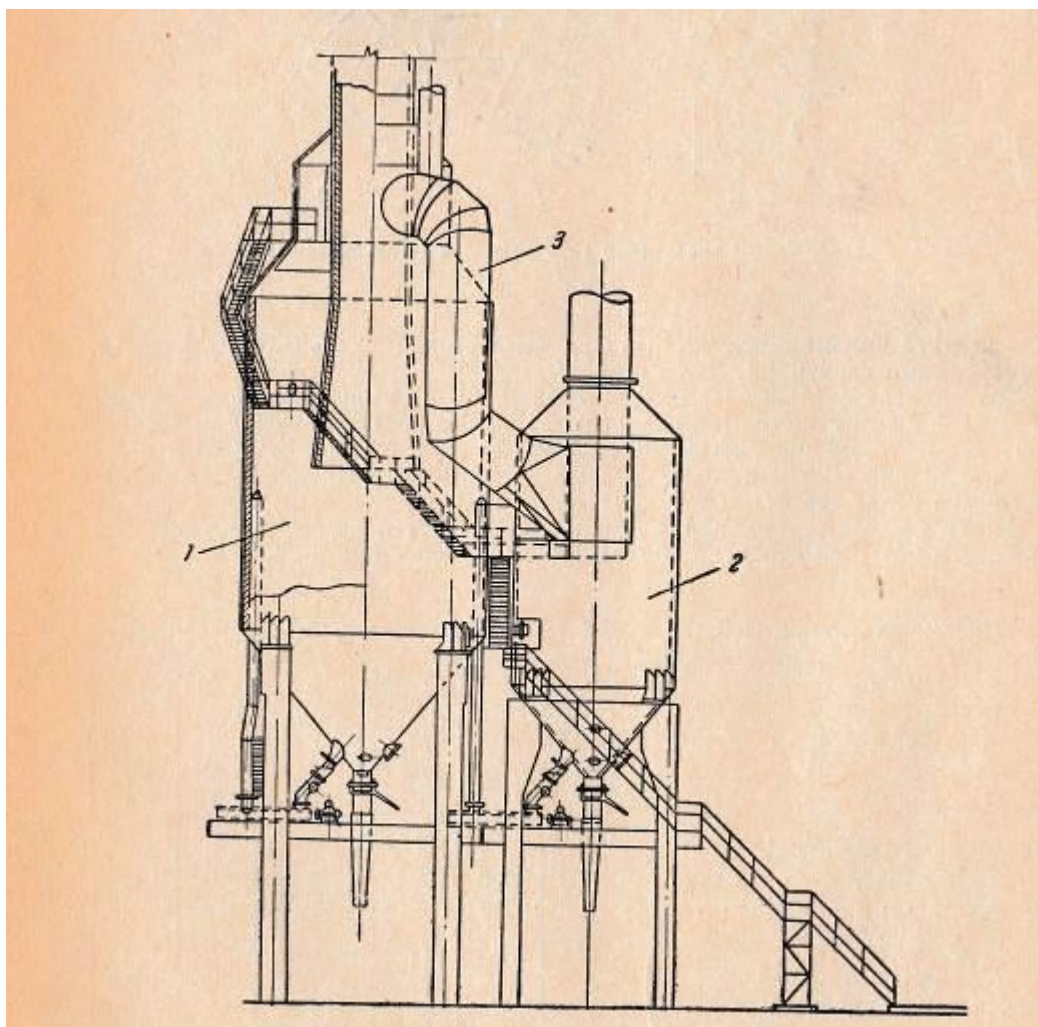


Рисунок 9.1 – сухие пылеуловители: 1-первичный пылеуловитель, 2-вторичный пылеуловитель, 3-соединительный газопровод.

Принцип действия пылеуловителя основан на том, что газ, попадая в него, благодаря большому диаметру пылеуловителя теряет скорость, подъемная сила его резко падает и пыль оседает. Осевшую пыль периодически удаляют через затвор в нижнем конусе. Конус пылеуловителя внутри футеруют шамотным кирпичом или жаростойким торкретбетоном. В пылеуловителе оседает до 80% содержащейся в газе пыли.

После пылеуловителя газ подается в мокрый скруббер, где очищается от пыли (содержание пыли не более  $0,8—0,5 \text{ г/м}^3$ ).

Окончательную очистку газа обычно производят в электрофильтрах. Очищенный в электрофильтрах доменный газ (содержание пыли не более

0,05-0,1 г/м<sup>3</sup>) поступает в газопроводы чистого газа и используется как топливо.

Сухие пылеуловители применяют для улавливания пыли наиболее крупных фракций (более 3—5 мм), богатых железом и используемых на аглофабриках как составляющая агломерационной шихты.

Наиболее ответственные части сухих пылеуловителей (кожух и опорные колонны) изготавливаются из низколегированных сталей, например марки 14Г2, остальные части — из стали марки Ст3.

Для предохранения кожуха от истирающего воздействия доменного газа с пылью пылеуловители футеруют шамотным кирпичом (230 мм) класса Б первого сорта или огнеупорным торкрет-бетоном (толщина слоя 60 мм). По высоте кожуха делают лазы и люки для его периодического ремонта и осмотра. Отверстия в нижнем конусе для выпуска пыли оборудуют устройствами для выпуска пыли с увлажнением так называемыми шнеками. Газопроводы от печи до пылеуловителя футеруют так же, как и сам сухой пылеуловитель.

По способу подвода газа пылеуловители разделяют на радиальные и центробежные, так называемые ударники и тангенциальные. В зависимости от объема печи число сухих пылеуловителей для грубой очистки доменного газа колеблется от одного до двух. Устанавливаются они параллельно или последовательно, различаясь при этом как первичные и вторичные. Первичные делают центробежными, а вторичные - радиальным. Тангенциальный подвод доменного газа способствует осаждению более мелких фракций пыли, оказывающих более сильное абразивное воздействие на стенки сухого пылеуловителя вследствие ввода газа по касательной. Поэтому тангенциальные пылеуловители всегда вторичные; они имеют внутреннюю трубу для вывода газа, спускающуюся почти до середины высоты цилиндра пылеуловителя. Для предупреждения образования в сухих

пылеуловителях для грубой очистки доменного газа гремучей смеси во время остановок печи в них предусмотрен ввод «острого» пара под избыточным давлением до 882 кПа.

В системе сухих пылеуловителей достигается отделение, в среднем, до 80% пыли, содержащейся в доменном газе в широком диапазоне запыленности — в зависимости от условий производства от 4,0 до 20 г/м<sup>3</sup> газа.

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства сухих пылеуловителей доменной печи и описать принцип их работы.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение сухих пылеуловителей доменных печей.
2. Выполнить схему сухих пылеуловителей и указать их устройство.
3. Описать принцип работы сухого пылеуловителя и его основные технические характеристики.
4. Сделать вывод о составлении схемы устройства сухих пылеуловителей доменной печи и принципе их работы.

### **Контрольные вопросы**

1. Где применяется колошниковая пыль после очистки?
2. Чем футеруют кожух пылеуловителя?
3. Какое количество сухих пылеуловителей устанавливают возле доменной печи?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10**

**Название работы:** Составление схемы устройства и принцип работы электродуговой печи.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению принципа работы электродуговой печи.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

**Теоретический материал:**

Электродуговые печи предназначены для выплавки легированных сталей. Они обеспечивают в рабочем пространстве высокую температуру и восстановительную или нейтральную атмосферу, что позволяет выплавлять в них широкий сортамент высоколегированных сталей.

Наибольшее распространение получили трехфазные дуговые печи с тремя электродами и непроводящей подиной (рисунок 10.1). По принципу нагрева эти печи относятся к печам прямого действия. В них электрические дуги горят непосредственно между каждым из электродов и металлической садкой. Нагрев металла происходит в основном за счет тепла, излучаемого дугами. Емкость печей в до 400 т.

По способу загрузки печи делятся на два типа: печи с загрузкой сверху и печи с загрузкой через рабочее окно. Через рабочее окно загружают печи небольшой емкости, причем загрузка производится или завалочной машиной при помощи мульд, или лотками и в редких случаях вручную специальной лопатой. Печи с загрузкой через окно имеют стационарно укрепленный свод и более простую конструкцию, чем печи с загрузкой сверху.



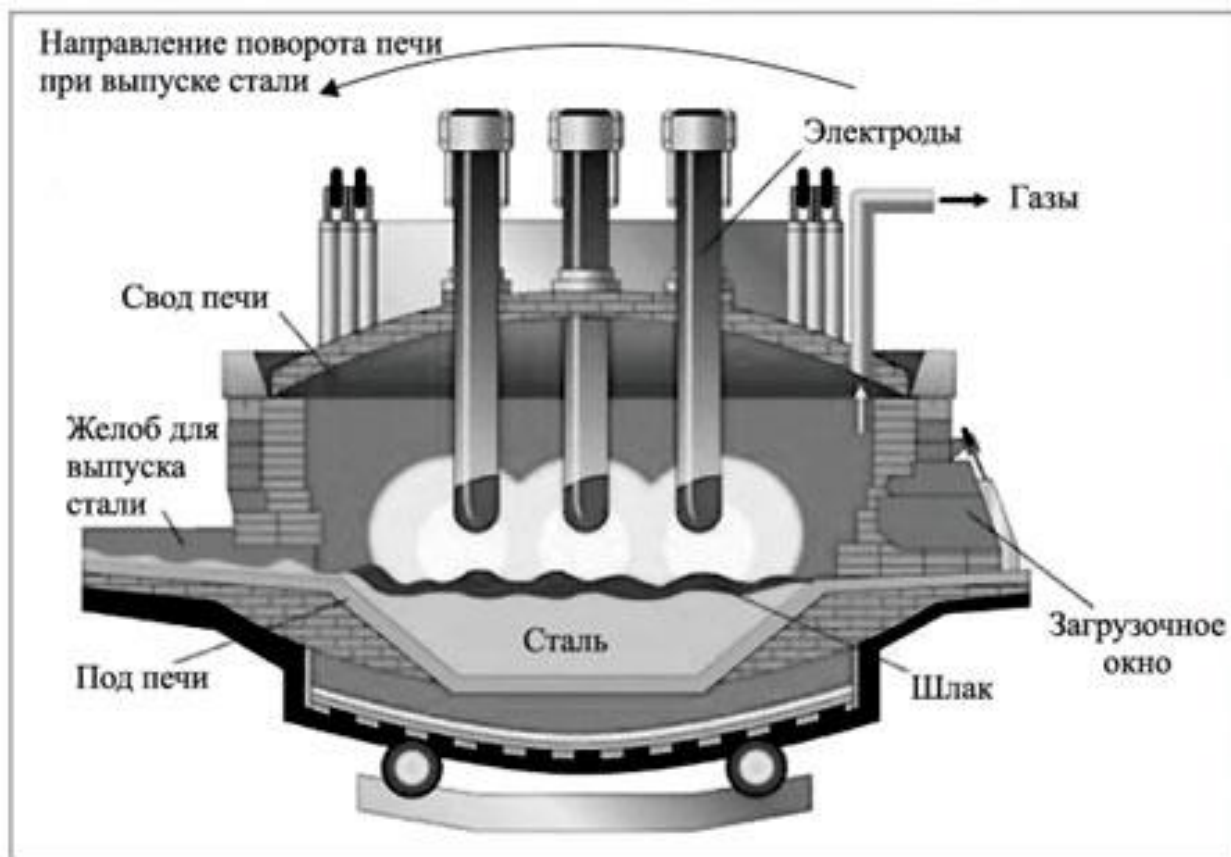


Рисунок 10.1 – трехфазная электродуговая печь.

Более совершенным способом является загрузка печей сверху, хотя она и вызывает значительные усложнения конструкции печи, так как при этом возникает необходимость подъема и отвода свода в сторону. Шихта загружается в один прием в течение 3—6 мин при помощи специальной корзины (бадьи). Резкое сокращение (в 8—10 раз) продолжительности загрузки по сравнению с загрузкой через рабочее окно позволяет повысить производительность печи, снизить расход электроэнергии, лучше использовать объем печи, облегчить условия труда.

Печи с механизированной загрузкой сверху разделяются на три типа: печи с выкатываемым корпусом (ванной), печи с откатываемым сводом и печи с поворотным сводом.

В печах с выкатываемым корпусом свод подвешивается к неподвижному portalу. Откат корпуса осуществляется при помощи гидравлического цилиндра или электромеханического привода по рольгангу. В печах с

откатывающимся сводом корпус печи неподвижен, а свод вместе с электродержателями подвешен к порталному мосту, который может перемещаться по рельсам, уложенным по обеим сторонам печи.

Наиболее рациональной является конструкция печи с поворотным сводом. Свод при помощи специальных механизмов приподнимается над корпусом печи на 150—200 мм и отворачивается в сторону на угол 95—110°. Печи с таким сводом имеют следующие преимущества: почти полное отсутствие механических сотрясений кладки печи при подъеме свода, меньший вес печи и ее перемещающейся части, некоторое удешевление конструкции. Подобную конструкцию имеют печи большой емкости. От емкости печи зависит мощность трансформатора, от которого питается печь, размеры ее рабочего пространства, диаметр электродов и другие технические характеристики.

Основной несущей металлоконструкцией печи является двухсекторная люлька, на которой смонтированы кожух печи с футеровкой, консольный мост с механизмом поворота и подъема и механизм вращения ванны вокруг вертикальной оси.

Основные технические характеристики электродуговых печей большой емкости:

Тип Показатели ДСП-50 ДСП-80/100 ДСП-180/200

Номинальная емкость, т ..... 50 80/100 180/200

Диаметр кожуха (внутренний), мм — 6750 8500

Мощность трансформатора, кВт 15 000 25 000 45 000

Пределы вторичного напряжения трансформатора, в 380—220 417—131  
600—150

Максимальная сила тока в печи, А 23 550 34 600 43 500

Диаметр графитированного электрода, мм 500 550 710

Ход электрода, мм..... 3500 3600 5000

Скорость перемещения электродов, м/мин 3—6 2-6 3-44

Диаметр ванны на уровне порога, мм 5050 5160 6960  
Глубина ванны от порога, мм . . . 955 1080 1480  
Высота от порога до пят свода, мм — 2170 3200  
Минимальное время наклона печи на угол 40°, сек 120 80 90  
Расход электроэнергии (расчетный) на плавку, кВт-ч/т 620 550 500  
Расход графитированных электродов, кг/т 7,0 6,0 5,5  
Общая масса металлоконструкций печи, т 210 450 1160

Свод набран из огнеупорного кирпича в металлическом кольце. Через свод пропущены три графитированных электрода. Зазоры между электродами и сводом уплотнены водоохлаждаемыми кольцами. Подъем и опускание электродов осуществляется электрическим приводом.

Печь снабжена приводом для наклона в сторону сливного желоба и главного рабочего окна. Загрузка печи производится сверху бадьей. При загрузке свод печи поднимается и отворачивается в сторону вместе с консольным порталом.

Кожух печи выполняется сварным или клепаным из листового железа толщиной 10—30 мм. Он должен обладать достаточной прочностью, чтобы выдержать футеровку, металл и шлак, свод и давление расширяющейся при нагреве кладки, причем нагрев самого кожуха не должен превышать 100—150° С. Кожух имеет, обычно коническую или цилиндрическую форму. Коническая форма облегчает изготовление наклонной кладки печи и заправку откосов, увеличивает стойкость футеровки. Для увеличения прочности кожуха его укрепляют вертикальными ребрами, и горизонтальными поясами жесткости. Днище кожуха больших печей делают сферической формы, которая обеспечивает высокую прочность и минимальный вес кладки, но может быть также коническим с плоской центральной частью или плоским.

Сводовое кольцо служит опорой для огнеупорной кладки свода. Сварное или клепаное кольцо имеет водяное охлаждение, что повышает его стойкость.

В печах с загрузкой сверху для обеспечения герметичности стыка свода и кожуха устраивается песочный затвор. Кольцо свода имеет внизу выступ — нож, который входит в заполненную песком полость верхнего кольцевого пояса жесткости.

Рабочее окно служит для загрузки печей малой емкости, а также для введения различных добавок и флюсующих материалов заправки подины и откосов и др. В печах емкостью 80 т и выше для ускорения этих операций устраивают дополнительно боковое окно. Рабочее окно обычно имеет следующие размеры: ширина 0,4—0,35 диаметра плавильного пространства, высота 0,8 ширины окна.

Сливной желоб предназначен для выпуска металла в ковш. Выпускное отверстие — круглое (диаметром 120—150 мм) или прямоугольное (150X250 мм), устраивается с противоположной стороны рабочего окна. На время плавки оно заделывается сухим дробленым доломитом. К выпускному отверстию примыкает металлический желоб, футерованный шамотным кирпичом с огнеупорной обмазкой.

Уплотняющие кольца (экономайзеры) закрывают промежуток между отверстием в своде и электродом. Они предохраняют электроды от излишнего окисления и нагрева газами, выходящими из печи, обеспечивают герметичность зазора между электродом и сводом. Уплотняющее кольцо выполняется из стали или бронзы в виде полый цилиндрической водоохлаждаемой коробки, которая устанавливается на свод или утоплена в кладку свода. Довольно распространены кольца в виде змеевика из цельнотянутой трубы опускаемого в зазор.

Электрододержатели предназначены для подвода тока к электродам и удержания их на определенной высоте в печи. Электрододержатель состоит из головки, пружинно-пневматического зажима, рукава, телескопической стойки и жесткой части вторичного токоподвода.

Головки электрододержателей изготавливают из стали, бронзы или латуни и делают водоохлаждаемыми.

Механизм наклона обеспечивает наклон печи в сторону выпуска (сливного желоба) на угол  $40\text{—}45^\circ$  и на угол  $10\text{—}15^\circ$  в сторону рабочего окна для скачивания шлака.

Механизм наклона обязательно оборудуется ограничителями хода в обе стороны.

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства электродуговой печи и описать принцип ее работы.

### **Ход работы**

1. Указать назначение электродуговой печи металлургического производства.
2. Выполнить схему электродуговой печи, указать ее устройство, основные технические характеристики и нормы допустимых нагрузок для печи с номинальной емкостью 80/100 т.
3. Описать принцип работы электродуговой печи и указать ее технологические возможности.
4. Сделать вывод о составлении схемы устройства электродуговой печи и принципе ее работы.

### **Контрольные вопросы**

1. К какому типу относят электродуговые печи по принципу нагрева?
2. Каков угол наклона печи при скачивании шлака?
3. Что такое экономайзеры в электродуговых печах?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11**

**Название работы:** Составление схемы устройства и принцип работы

МНЛЗ радиального типа.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы устройства и определению принципа работы МНЛЗ радиального типа.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;

**Теоретический материал:**

Радиальными называются такие установки непрерывной разливки стали (рисунок 11.1), в которых отливаемая заготовка в течение всего периода затвердевания проходит дугу определенного радиуса кривизны и выпрямляется одностадийно после полного затвердевания.

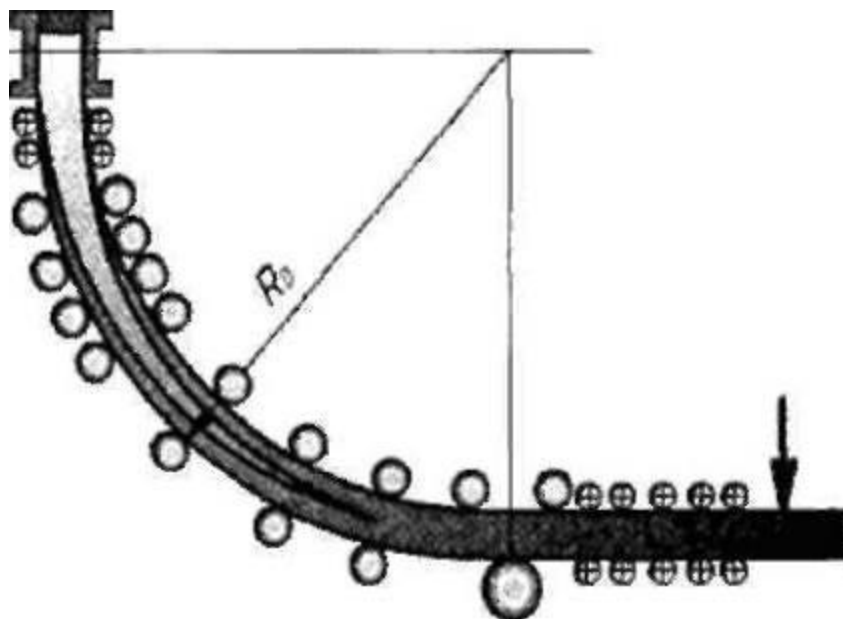


Рис. 11.1. – упрощенная схема МНЛЗ радиального типа ( $R_0$  - базовый радиус)

Кристаллизатор, где формируется непрерывная заготовка, также имеет изгиб под определенным радиусом. Сформировавшийся в нем изогнутый слиток продолжает двигаться по дуге того же радиуса, что и радиус изгиба кристаллизатора, а затем выпрямляется в тянущеправильном механизме и выдается на горизонтальный рольганг, где его режут на мерные заготовки.

Вывод слитка на горизонтальный участок происходит в результате одной операции - выпрямления. В радиальных установках не происходит никакой деформации заготовки до полного ее затвердевания, так как заготовка движется по дуге окружности. Деформация (распрямление) происходит в одной точке после полного затвердевания заготовки. Это обеспечивает получение высокого качества внутренней структуры заготовки и упрощает конструкцию машины в целом.

Так как вертикальные МНЛЗ имеют достаточно серьезные ограничения по скорости разливки (а, следовательно, производительности), поскольку ее повышение предполагает увеличение технологической длины машины, существенное удорожание оборудования, а также и развитие кислородно-конвертерного процесса обусловило существенное увеличение удельной производительности конвертеров как за счет уменьшения цикла плавки, так и за счет повышения ее массы, поэтому развитие конструкции МНЛЗ в этот период характеризуется стремлением повысить их производительность за счет увеличения скорости разливки и количества ручьев. Это обусловило тот факт, что более поздние конструкции вертикальных МНЛЗ предусматривали загиб заготовки после ее затвердевания и порезку заготовки при ее расположении в горизонтальной плоскости. Загиб заготовки при этом осуществлялся как по одноточечной, так и по многоточечной схемам. Существенным преимуществом таких машин является улучшение условий выдачи заготовки на холодильник. В настоящее время вертикальные МНЛЗ используются довольно редко и в основном для получения высококачественного блюма и

сляба.

В настоящее время наибольшее распространение при разливке стали получили МНЛЗ радиального типа (рисунок 11.2).

Конструктивной особенностью таких машин является наличие кристаллизатора определенного радиуса (соответствует базовому радиусу МНЛЗ  $R_0$ ), что обеспечивает получение радиальной технологической линии. После затвердевания заготовки осуществляется ее разгиб и выдача готовой заготовки на холодильник в горизонтальной плоскости.

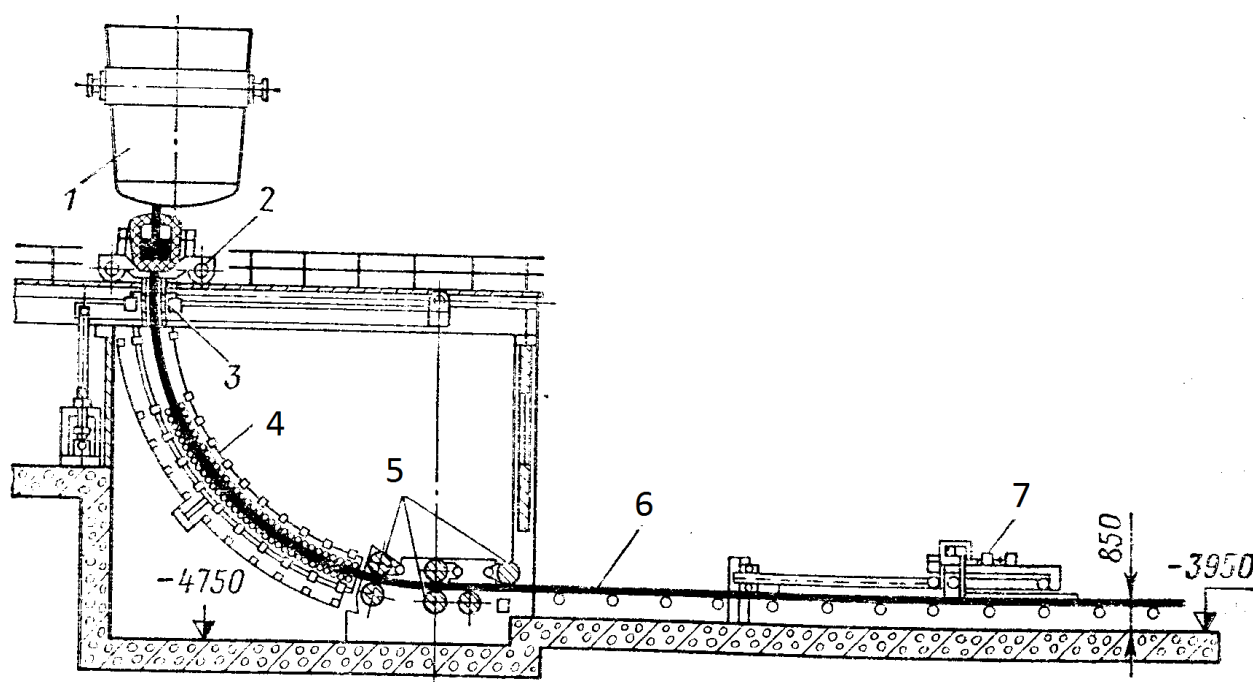


Рисунок 11.2 – Схема устройства МНЛЗ радиального типа: 1-ковш, 2-разливочное устройство, 3-водоохлаждаемый кристаллизатор, 4-зона вторичного охлаждения, 5-тянущие валки, 6-слиток, 7-газорез.

Преимущества радиальных МНЛЗ перед вертикальными заключаются в том, что металлургическая длина машины при том же ферростатическом давлении увеличивается примерно в 1,5 раза, вследствие чего уменьшается высота машины, возрастает скорость разливки и производительность агрегата.



Кроме того, выдача заготовки на холодильник осуществляется в горизонтальной плоскости.

Недостатки радиальных МНЛЗ относятся, главным образом, к качеству заготовки, которое, как правило, несколько ниже, чем у заготовок, отлитых на вертикальной машине. Это объясняется всплытием неметаллических включений в кристаллизатор к стенке малого радиуса и возможным появлением внутренних трещин, возникающих при разгибе заготовки. Последний недостаток в значительной степени устраняется путем применения системы многоточечного разгиба. В настоящее время радиальные МНЛЗ используются преимущественно для получения сортовой и блюмовой заготовок.

Основные технические характеристики МНЛЗ радиального типа:

Размеры отливаемых слитков, мм:

Длина -----5 400 – 12 000

Толщина-----250 – 350

Ширина -----1 150 – 2200

Скорость разливки, м/мин-----0.1 – 1.6

Количество ручьев в машине -----2

Технологическая длина, мм -----31 300

Масса технологического оборудования, т -----4 350

Радиальные МНЛЗ позволяют получать высокого качества заготовки (в первую очередь, поверхностных и подповерхностных слоев) и улучшают компактность машины.

В последнее время все большее распространение получают радиальные МНЛЗ для отливки тонких слябов толщиной около 40-70 мм и менее. Среди основных преимуществ тонкослябовых МНЛЗ можно назвать возможность получения слябов шириной свыше 3000 мм, уменьшение потерь энергии и металла в ходе последующего прокатного передела, который совмещается с

разливкой в едином агрегате, называемом «литейно-прокатный модуль» (ЛПМ).

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства МНЛЗ радиального типа и описать принцип ее работы.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение МНЛЗ радиального типа.
2. Выполнить схему устройства МНЛЗ радиального типа, указать ее основные технические характеристики и технологические возможности.
3. Описать принцип работы МНЛЗ радиального типа, преимущества и недостатки использования этого типа машин.
4. Сделать вывод о составлении схемы устройства МНЛЗ радиального типа и принципе ее работы.

### **Контрольные вопросы**

1. Какую форму кристаллизатора имеют МНЛЗ радиального типа?
2. Что обусловило появление новых конструкций МНЛЗ?
3. Каковы параметры тонких слэбов, получаемых на радиальных МНЛЗ?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12**

**Название работы:** Составление схемы оборудования главной линии прокатного стана.

**Цель:** Формирование умений по составлению схемы оборудования главной линии прокатного стана.

### **умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования.

### **Теоретический материал:**

Прокатным станом называют совокупность оборудования, предназначенного для пластической деформации в приводных прокатных валках.

Прокатный стан представляет собой комплекс оборудования, предназначенного для осуществления пластической деформации металла в валках (собственно прокатки), а также транспортных и вспомогательных операций. В состав прокатных цехов или отделений в общем случае входит оборудование главной линии прокатного стана в составе черновых, промежуточных и чистовых рабочих клетей и передаточных механизмов, а также нагревательные печи, системы для гидросбива окалины, оборудование для транспортировки, резки, термообработки, отделки, правки, смотки, маркировки, упаковки проката и т.д.

Основными задачами прокатного производства являются получение готового проката заданных размеров и формы в требуемом количестве, с минимально возможными затратами, с высоким уровнем физико-механических свойств и качества поверхности.

В зависимости от вида проката, получаемого на прокатном стане, различают следующие прокатные станы: обжимные, листовые, сортовые, станы специального назначения.

По термомеханическому режиму обработки металла различают станы горячей и холодной прокатки.

По расположению валков клетки прокатные станы подразделяют на

горизонтальные, вертикальные и универсальные, но направлению прокатки - на непрерывные и реверсивные.

По расположению рабочих клеток прокатные станы подразделяют на одноклетьевые, линейные, с последовательным расположением, полунепрерывные и непрерывные.

Также прокатные станы классифицируют по количеству и расположению прокатных клеток и количеству валков в этих клетях, возможности реверсивной работы, длине бочки валков (дающей наименование стану), а также по виду выполняемой ими технологической операции.

Прокатные станы для прокатки листовой стали подразделяются на станы, осуществляющие рулонную прокатку и станы для полистового способа производства.

Непрерывные станы характеризуются высокой производительностью, удобством обслуживания оборудования и занимают небольшую площадь. На этих станах прокатываются мелкий сорт, проволока, полоса, рулонный холоднокатаный лист и жечь.

Сортовые прокатные станы подразделяются на одно – и многониточные.

В зависимости от параметров выпускаемой продукции сортовые прокатные станы подразделяются следующим образом (таблица 12.1):

Таблица 12.1

<b>Среднесортные</b>	Круг до Ø75 мм;
	Фасонные профили со стороной до 90 мм
<b>Мелкосортные</b>	Круг до Ø30 мм;
	Фасонные профили со стороной до 40 мм
<b>Проволочные</b>	Катанка Ø6-10 мм

В современном прокатном производстве повышенные требования к предъявляются получению продукции с требуемыми свойствами, обеспечению компактности, универсальности, экономичности,

ремонтпригодности и энергоемкости оборудования.

Наряду с повышением требований к размерной точности проката и качеству его отделки большое внимание уделяется производственной гибкости оборудования, возможности оперативной перенастройки на другой сортament, сокращению простоев, связанных с ремонтом и обслуживанием.

Основное оборудование одноклетьевого стана состоит из оборудования одной главной линии. В состав основного оборудования непрерывного многоклетьевого прокатного стана входит несколько главных линий.

Одноклетьевого стан (рисунок 12.1) имеет одну клеть и привод от электродвигателя через редуктор и шестеренную клеть с помощью муфт и шпинделей на валки (в самом общем случае). К этим станам относят блюминги, слябинги и листовые. Большинство станов с более сложным расположением клеток представляют собой различные варианты взаимной компоновки одноклетьевых станов.

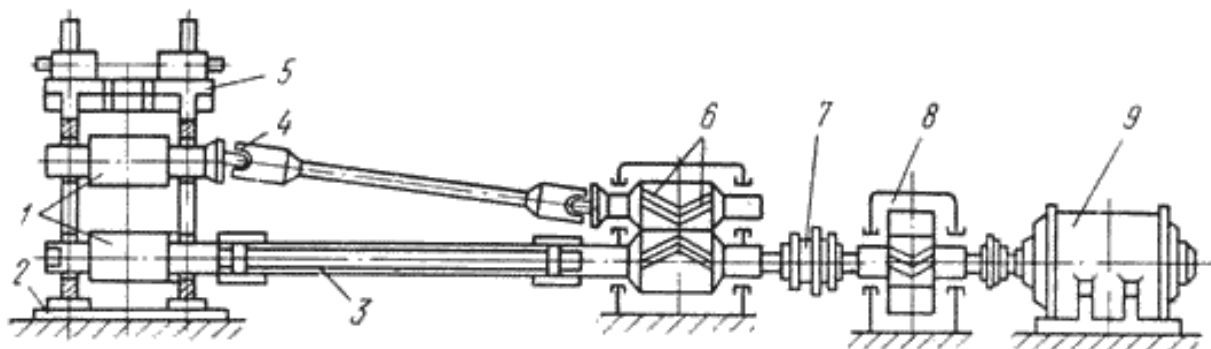


Рисунок 12.1 - Схема главной линии одноклетьевого прокатного стана 1 – прокатные валки; 2 – плита; 3 – трефовый шпиндель; 4 – универсальный шпиндель; 5 – рабочая клеть; 6 – шестеренная клеть; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – двигатель.

Главная линия, включающая рабочую клеть, шпиндели, муфты, электродвигатель, входит в состав основного оборудования. Рабочая клеть и электродвигатели являются обязательными элементами, присущими всем прокатным станам. Главные линии некоторых прокатных станов не содержат

отдельных элементов. Главная линия рабочего блюминга включает рабочую клеть, шпиндели и два электродвигателя. Главная линия современного высокоскоростного проволочного стана состоит из рабочей клетки и электродвигателя.

Значительная часть эксплуатируемых сейчас станов – многоклетьевые, с линейным и, главным образом, последовательным расположением клеток. Линейные станы наиболее просты и дешевы.

Тенденции современного рынка металлопродукции проявляются в уменьшении спектра размеров готового проката и в большем разнообразии марок стали. В любом случае для получения наибольшей производительности прокатки необходимо обеспечить минимальную продолжительность процесса переналадки при переходе на прокатку другого типоразмера, профиля или марки стали, а также сократить продолжительность простоев, связанных с обслуживанием оборудования.

### **Задание**

Выполнить составление схемы оборудования главной линии одноклетьевого прокатного стана.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение прокатных станов.
2. Указать классификации прокатных станов и основные технические характеристики сортовых станов.
3. Выполнить схему оборудования одноклетьевого прокатного стана и указать его устройство.
4. Сделать вывод о составлении схемы оборудования главной линии одноклетьевого прокатного стана.

### **Контрольные вопросы**

1. Что является основными задачами прокатного производства?
2. Каковы виды клетей для прокатки металла?
3. Что обеспечивает повышение производительности прокатки?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13**

**Название работы:** Составление технологии подготовки и испытания машин.

**Цель:** Формирование умений по составлению технологии подготовки и испытания машин.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принцип работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

**Теоретический материал:**

Смонтированные машины и механизмы до сдачи в эксплуатацию подлежат тщательному и всестороннему осмотру, испытанию и регулированию. Проверяют качество монтажа, надежность работы механизмов, а также соответствие смонтированного оборудования техническим характеристикам, указанным в чертежах и паспорте на данное оборудование.

В соответствии с правилами подготовки к испытаниям машин перед их проведением необходимо убрать все лишние предметы, очистить ее от пыли и монтажного мусора, проверить поступление смазочного материала, к трущимся поверхностям, определить направления движения, проверить соединительные муфты и кожухи на движущихся частях.

Зона проведения испытаний должна быть ограждена и вывешены предупредительные надписи.

С движущихся механизмов машины должны быть удалены люди.

Для контроля работы отдельных машин устанавливают монометры, термометры, амперметры, вольтметры и т.д.

Подготовительные мероприятия и индивидуальное холостое опробование и управление механизмами является обязанностью монтажной организации.

Если холостое испытание машин проведено удовлетворительно, то их можно предъявить к сдаче рабочей комиссии.

Когда подготовительные мероприятия по опробованию механизмов машины будут закончены, ее необходимо сначала проверить без электродвигателя, путем вращения полумуфты редуктора вручную. Затем машину опробуют от электродвигателя.

В соответствии с правилами проведения испытаний оборудования, все машины испытывают в три этапа: индивидуальное холостое опробование, комплексное опробование, испытание оборудования под нагрузкой.

Индивидуальное холостое опробование машины проводят для проверки правильности и качества ее сборки. При этом если отсутствует электроэнергия от постоянной сети, то применяют компактные пусковые станции мощностью до 100 кВт и массой 30-40 кг. Пуск машины от электродвигателя после ручной прокрутки начинают толчками, затем ее вращают на самой малой скорости, переходя постепенно к более высокой.

Индивидуальное холостое опробование машины продолжают до тех пор, пока не будут выявлены и устранены все неполадки в работе машины, связанные с качеством оборудования и его монтажа.

Комплексное опробование машин выполняют также в холостую, чтобы проверить взаимодействие всех машин, связанных технологическим потоком. При этом должны работать все необходимые вспомогательные устройства



(смазочные системы, коммуникации воды, пара, сжатого воздух и т.д.).

Во время проведения этих испытаний окончательно уточняют положение конечных выключателей исполнительных органов машин, регулируют тормоза, проводят блокировку отдельных механизмов.

Испытание оборудования под нагрузкой проводят по определенной программе разработанной заказчиком, в которой указывают основные режимы работы. Испытание проводит эксплуатационный персонал под контролем монтажной организации.

Новое оборудование нагружают сначала на неполную мощность, чтобы все трущиеся поверхности прирабатывались постепенно. Нагрузка не должна превышать 60% от проектной. Число оборотов увеличивают постепенно в несколько приемов.

В результате проведенных испытаний определяют и подтверждают, что технические характеристики и нормы допустимых нагрузок для данного оборудования соответствуют указанным в технической и технологической документации, представленной заводом-изготовителем.

По результатам испытаний составляют и подписывают акт приемки оборудования в эксплуатацию.

### **Задание**

составить технологию подготовки и испытания машин.

### **Ход работы**

1. Указать правила подготовки к испытаниям машин.
2. Составить технологию проведения испытаний оборудования перед сдачей его в эксплуатацию.
3. Сделать вывод о составлении технологии подготовки и испытания машин.

### **Контрольные вопросы**

1. Кто должен проводить подготовку к испытаниям оборудования?
2. Когда машины предъявляют к сдаче в эксплуатацию?
3. Какова мощность пусковых станций?

#### **IV. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную не в полном объеме (не менее 50 % правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

## **Литература**

### **Основные источники:**

1. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: в 2 ч.: учебник для студ. СПО/ А. Г . Схиртладзе и др. -2-е изд., стер.-М.: Академия, 2016 ч2.-256с.

### **Дополнительные источники:**

2. Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине "Технологическое оборудование" для специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) (базовая подготовка) [Текст] / сост. Т.В. Орисова ; ЮУрГТК. - Челябинск : РИО, 2019. - 77 с.

3. Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы по учебной дисциплине "Технологическое оборудование" для студентов специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) (базовая подготовка) [Текст] / сост. Т.В. Орисова ; ЮУрГТК. - Челябинск : РИО, 2019. - 24 с.

4. Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - м.: НИЦ ИНФРА-М; мн.: нов. знание, 2016. - 235 с.

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**Южно-Уральский государственный технический колледж**

## **ОТЧЕТ**

по выполнению практических работ  
по учебной дисциплине

---

выполнил \_\_\_\_\_

группа \_\_\_\_\_

проверил \_\_\_\_\_

Челябинск, 2019