

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПЦ.06 Технологическое оборудование и технология отрасли**

**для обучающихся специальности**

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по  
отраслям)**

Магнитогорск, 2023

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией «Механическое, Методической комиссией МпК гидравлическое оборудование и автоматизация»  
Председатель О.А. Тарасова  
Протокол № 6 от 25.01.2023г.

Протокол № 4 от 08.02.2023г

### **Разработчик (и):**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

М.И. Чумак

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Технологическое оборудование и технология отрасли».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	9
Практическое занятие 2	12
Практическое занятие 3	13
Практическое занятие 4	15
Практическое занятие 5	17
Практическое занятие 6	18
Практическое занятие 7	20
Практическое занятие 8	22
Практическое занятие 9	24
Практическое занятие 10	28
Практическое занятие 11	31
Практическое занятие 12	33
Практическое занятие 13	37
Практическое занятие 14	40
Практическое занятие 15	43
Практическое занятие 16	45
Практическое занятие 17	48
Практическое занятие 18	52
Практическое занятие 19	56
Практическое занятие 20	58
Практическое занятие 21	63
Практическое занятие 22	66
Практическое занятие 23	68
Практическое занятие 24	72
Практическое занятие 25	74
Практическое занятие 26	77
Лабораторное занятие 1	82
Лабораторное занятие 2	86
Лабораторное занятие 3	

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений выполнять расчеты, составлять кинематические схемы, читать технические чертежи), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование и технология отрасли» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Уо 01.11 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию;
- Уо 03.10 применять исследовательские приемы и навыки, чтобы быть в курсе последних отраслевых решений.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности;
- У 1.1.02 читать принципиальные структурные схемы;
- У 1.1.09 читать чертежи;
- У 1.1.10 определять основные технические параметры промышленного оборудования.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

ПК 1.2 Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

ПК 1.3 Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 - Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 - Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03 – Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 05 - Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06 - Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование и технология отрасли» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1. Сырье и материалы для производства чугуна и их подготовка

#### Практическое занятие №1

#### Выполнение заданий по изучению устройства и работы коксовой батареи

**Цель:** Изучить устройство, принцип работы и технические параметры коксовой батареи

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме;
2. Зарисовать схему и подписать позиции.

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы  
Зарисовать схему и подписать позиции

**Ход работы:**

**Коксовые батареи** – целый металлургический комплекс, основным предназначением которого является изготовление в требуемом объеме кокса для его последующей транспортировки в доменные цеха. Данные производственные объекты могут различаться по своим габаритам между собой, но в любом случае их размеры весьма внушительные.

**Конструкция**

Устройство коксовых батарей следующее. Главными элементами этих печей являются так называемые камеры коксования. Именно в них происходит процесс укладки сырья. Камер коксования в печи насчитывается не один десяток. Также важнейшими элементами батареи можно считать и отопительные промежутки, в которых протекает горение топлива.

Ориентировочные линейные размеры камеры коксования таковы:

Длина – от 12 до 16 метров.

Высота – 4-5 метров.

Ширина – 400-450 миллиметров.

В целом же комплекс, благодаря которому коксовые батареи имеют возможность работать непрерывно на протяжении длительного промежутка времени, включает в себя следующие компоненты:

- Приемный бункер, в который поступает сырой уголь.
- Отделение смешивания и дробления угля.
- Башня распределительная.
- Тележка погрузочная.
- Камера коксования.
- Выталкиватель кокса.
- Вагон тушения.
- Башня тушения.
- Платформа, на которую выгружают остуженный готовый продукт.

Сама же печь для производства кокса в общем виде имеет в своем составе:

- Камеры для загрузки угольной шихты.
- Обогревательный простенок с системой отопительных каналов.
- Систему газораспределения и воздухоподвода.
- Регенератор для подогрева воздуха и вывода отработанных газов.
- Запорную арматуру и механизмы.

### **Классификация**

Коксовые батареи в зависимости от режима эксплуатации бывают периодического и непрерывного действия.

Отапливаться эти батареи могут:

- Исключительно доменным газом.
- Только коксовым газом.
- Смесью доменного и коксового газа.

Схема отопления батареи может включать в себя:

Перекидной канал, благодаря которому газы имеют возможность попадать между простенками.

Парный канал для рециркуляции.

Отопительный газ для батареи подводится к ней в двух исполнениях:

Сбоку, когда коксовый газ идет по корнюру (газораспределительному каналу), а воздух и доменный газ – по подовым каналам регенератора.

Снизу по специальной воздухораспределительной сети.

### **Технологический процесс**

Цех по производству кокса всегда начинается с угольной башни. Именно в неё поступает сырье. В нижней части башни имеются специальные затворы. Через них уголь переправляется в приемные бункера углезагрузочной машины. С целью исключения вероятности подвисяния угля внутри башни по всей ее высоте подведен сжатый воздух, который подается прерывистыми импульсами и гарантирует обрушивание налипшей на стены башни шихты. Башню непременно следует наполнять не менее чем на две трети ее объема.

Углезагрузочная машина наполняется либо по объему, либо по массе. Процесс ее наполнения контролируется весами. Уголь в печь подаётся сразу же после выдачи готового кокса. При этом подача шихты происходит через верх. В момент загрузки коксовой печи ответственное за это лицо – люковой – включает саму печь в газосборник и активирует инжекцию. Весь процесс загрузки занимает от трех до шести минут.

После этого печь тщательнейшим образом герметизируется, и начинается уже процесс нагрева шихты. Технология производства кокса в коксовых батареях предусматривает следующие температурные процессы:

При 100-110°C проходит сушка угля.

В пределах 110°C – 200°C выделяется гигроскопическая и коллоидно-связанная влага, окклюдированные газы.

При 200°C – 300°C протекает термическая подготовка, которая сопровождается образованием газообразных продуктов термической деструкции и отщеплением термонеустойчивых содержащих кислород групп.

300-500°C – диапазон температур, при котором возникает пластическое состояние. Интенсивно выделяется газ и пар, образуется жидкая фаза.

550-800°C – коксование среднетемпературное. Синтез интенсифицируется.

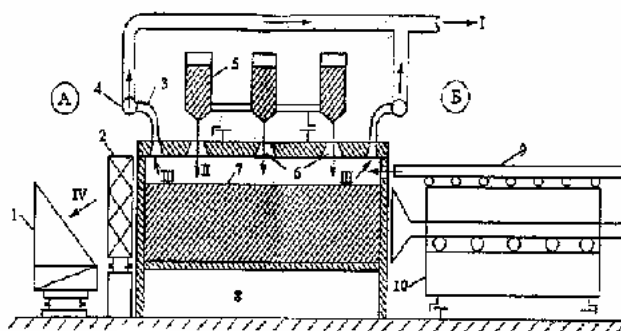
900-1100°C – коксование высокотемпературное.

### **Отгрузка кокса из печи**

Не менее чем за двадцать минут до начала выдачи печь в обязательном порядке отсекают от газосборника и сообщают ее с атмосферой посредством открытия крышки стояка. После этого выполняется сьем дверей печи и выполняется выталкивание кокса из камеры в тушильный вагон

при помощи специальной штанги. При этом если по каким-либо причинам происходит задержка плановой выдачи кокса более чем на десять минут, то двери следует установить обратно на место. Преждевременно открывать крышки стояков категорически запрещается, так как это может вызвать серьезное обрушение футеровки внутри батареи. Кроме того, двери печей должны обязательно быть очищены от графита и смолы до и после процесса выдачи готовой продукции.

Тушение кокса в специальном вагоне – обязательная процедура, потому как без этой операции готовый кокс может вновь воспламениться. Расчет коксовых батарей предусматривает, что печи должны иметь рабочий и ремонтный период. Во время рабочего цикла осуществляется выдача кокса, а во время ремонтного – проводится техническое обслуживание всех агрегатов и оборудования, уборка и прочее.



1 – коксосушильный вагон, 2 – двересъемная машина, 3 – стояк, 4 – газосборник, 5 – углезагрузочный вагон, 6 – люки для загрузки шихты, 7 – камера коксования, 8 – регенератор, 9 – планирная штанга, 10 – коксовыталькиватель.

А – коксовая сторона, Б – машинная сторона.

Потоки: I – прямой (сырой) коксовый газ, II – шихта, III – парогазовые продукты коксования, IV – кокс.

Рисунок 1 – Коксовая батарея (поперечный разрез)

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.



## Тема 1.1. Сырье и материалы для производства чугуна и их подготовка

### Практическое занятие №2

#### Сравнительная характеристика железных руд

**Цель:** Составить сравнительную характеристику железных руд в зависимости от содержания железа и ее применения

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме
2. Заполнить таблицу

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы  
Заполнить таблицу

**Ход работы:**

Железо является распространенным элементом в природе. Так, по распространению в земной коре оно занимает четвертое место (4,2%) после кислорода (49,7%), кремния (26%) и алюминия (7,45%).

Железо как составная часть входит почти во все горные породы, однако многие нельзя считать рудами.

Конкретизируя понятие "полезные ископаемые" применительно к железосодержащим ископаемым, железными рудами следует называть горные породы, из которых при данном уровне развития техники экономически целесообразно извлекать железо.

Железо, как известно, обладает сравнительно большим сродством к кислороду и в силу этого в земной коре не обнаруживается в самородном виде, а находится главным образом в соединениях с кислородом и диоксидом углерода.

Из большого числа встречающихся в земной коре железосодержащих минералов промышленное значение имеют минералы, в которых железо в основном представлено магнитным оксидом  $Fe_3O_4$  (72,4 % Fe), безводным оксидом  $Fe_2O_3$  (70 % Fe), водными оксидами  $mFe_2O_3 \cdot nH_2O$  с различным количеством воды (52,3...62,9 % Fe), карбонатом железа  $FeCO_3$  (48,3 % Fe).

Магнитный оксид железа в рудах представлен минералом магнетитом. Руду, содержащую в основном магнетит, называют магнитным железняком или магнетитовой рудой. Магнетит  $Fe_3O_4$  можно рассматривать как соединение  $FeO \cdot Fe_2O_3$ , содержащее 31,04% FeO и 68,96%  $Fe_2O_3$ .

Магнетит под действием влаги и кислорода атмосферы постепенно окисляется. Оксид FeO в молекуле  $FeO \cdot Fe_2O_3$  реагирует с кислородом воздуха по реакции  $4FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ . Образовавшийся минерал по своему химическому составу является гематитом, однако из-за отличия в кристаллической решетке называется мартитом.

Таким образом, в природных условиях магнетит в той или иной степени окислен. Для характеристики окисленности магнетита принято пользоваться отношением  $Fe_{общ}/FeFeO$ . В чистом магнетите это отношение равно  $72,4:24,3 \approx 3,0$ , а в мартите оно бесконечно велико.

Обычно к магнитным железнякам относят руды, в которых это отношение меньше 3,5. При отношении, равном 3,5...7,0, руды относят к полумартитам, а при отношении, большем 7, - к мартитам.

**Магнетит** характеризуется высокой магнитной восприимчивостью, и поэтому магнитные железняки пригодны для электромагнитного обогащения, являющегося одним из наиболее эффективных и распространенных способов обогащения железных руд.

Магнитный железняк обычно представлен крепкими, плотными кусковыми рудами. Он содержит обычно 55...60 % Fe (иногда лишь 16...30% Fe), 0,02...2,5% S, 0,02...0,7 %P и чаще всего кислую пустую породу (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Безводный оксид железа представлен в рудах минералом гематитом. Руды, содержащие в основном гематит, относят обычно к красным железнякам или гематитовым рудам.

**Красный железняк** - это продукт выветривания магнитных железняков, т.е. в значительной мере окисленный магнетит. В нем обычно содержится от 1 до 8 % магнетита.

Красный железняк, применяемый в металлургии, содержит обычно 55...60 % Fe, а некоторые разновидности — до 69,5 % Fe. В ряде случаев в рудах содержится мало серы и фосфора. Руды бывают кусковые, а иногда пылевидные. Цвет красных железняков колеблется от красного до светло-серого и даже черного, но на фарфоровой пластинке красный железняк всегда дает красную черту. Пустая порода таких руд обычно состоит из SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Водные оксиды железа представлены в рудах главным образом минералами лимонитом 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O и гетитом Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O. Руды, содержащие в основном эти минералы, называют бурыми железняками.

**Бурый железняк** образуется при выветривании и окислении железных руд других типов. Обычно бурый железняк смешан с глиной или кварцем. В добываемых рудах содержится 37...55 %, а чаще 37...40 % Fe. Они характеризуются повышенным содержанием фосфора (0,5...1,5%), иногда в них присутствует в небольшом количестве ванадий(0,03...0,06%).

Бурый железняк наиболее распространен в земной коре. Обычно он беден и влажен, к тому же трудно поддается обогащению, поэтому его используют сравнительно в небольшом количестве.

Карбонат железа представлен в руде минералом сидеритом. Руды, содержащие в основном сидерит, называют шпатовыми железняками. Они обычно встречаются в виде плотных и крепких горных пород или глинистых железняков. В шпатовых железняках содержится 30...40% железа.

Промышленно используемым является также минерал ильменит FeTiO<sub>3</sub>, встречающийся в сочетании с магнетитом. Руды, в которых преобладает ильменит, называются титаномагнетитами.

**Примеси железных руд.** Кроме указанных соединений железа, в рудах присутствуют различные примеси (тоже в виде соединений), которые в зависимости от вида плавки могут быть полезными и вредными.

К вредным примесям относят серу, цинк и мышьяк. Сера вызывает красноломкость стали, а процесс ее удаления в доменном и сталеплавильном производствах связан с ухудшением технико-экономических показателей. Правда, серу можно легко удалить из руд окислительным обжигом и агломерацией.

Цинк, хотя и не переходит в чугун, но возгоняется и, проникая в швы кладки, приводит к ее росту и разрыву металлического кожуха доменной печи.

Такие примеси, как фосфор, никель, хром и медь, являются полезными при выплавке чугуна некоторых марок, в остальных же случаях их, особенно фосфор и медь, относят к вредным примесям. Фосфор вызывает хладноломкость стали, его необходимо удалять при переработке чугуна в сталеплавильных печах.

Ванадий и титан - полезные примеси.

Пустая порода руд в основном состоит из SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO и MgO, которые обычно находятся в виде различных соединений. Для доменной плавки желательно, чтобы отношение (CaO + MgO)/(SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)≈1.

В этом случае не требуются флюсы. Такую руду называют самоплавкой, однако встречается она очень редко. Чаще всего указанное отношение значительно менее 1, т.е. пустая порода руд является кислой.

Таблица 1 – Классификация железных руд

Железная руда	% содержания Fe	Применение

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.1. Сырье и материалы для производства чугуна и их подготовка

### Практическое занятие №3

#### Разработка технологии получения кокса

**Цель:** Разработать технологический процесс получения кокса

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме
2. Составить технологический процесс получения кокса

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Описать технологический процесс по рисунку 1.

**Ход работы:**

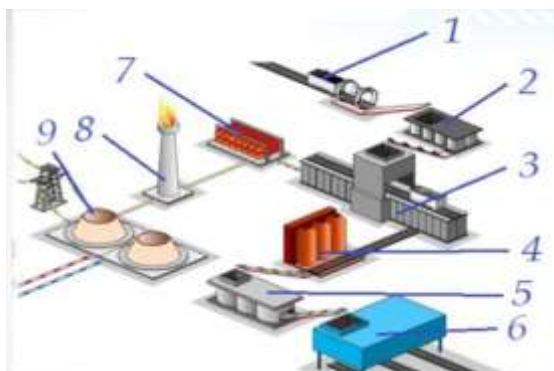


Рисунок 1 – Схема производства кокса

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.2. Подготовка материалов к доменной плавке

### Практическое занятие №4

#### Выполнение заданий по изучению устройства и работы агломерационной машины

**Цель:** Изучить устройство и назначение основных узлов агломерационной машины

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме.
2. Зарисовать схему агломерационной машины
3. Подписать позиции

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Зарисовать схему и подписать позиции

**Ход работы:**

Производство агломерата ведут на агломерационных фабриках, в состав которых входят комплекс оборудования для подготовки шихты, ленточные (конвейерные) агломерационные машины и комплекс оборудования для дробления и охлаждения полученного агломерата и отсева его мелочи.

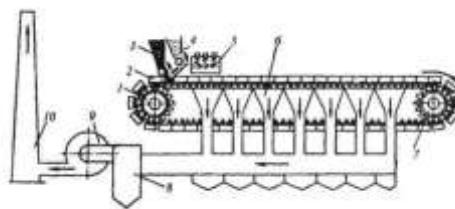


Рисунок 1 – Конвейерная агломерационная машина

Агломерационная машина (рис. 1) имеет в качестве основного элемента замкнутую ленту (конвейер) из отдельных спекательных тележек-паллет 2.

Тележка - это опирающаяся на четыре ролика колосниковая решетка с продольными бортами; тележки движутся по направляющим рельсам под воздействием пары приводных звездочек 1.

На горизонтальном участке ленты тележки плотно примыкая друг к другу, образуют движущийся желоб с дном в виде колосниковой решетки.

Под тележками рабочей ветви ленты расположено 13-26 вакуумкамер 6, в которых с помощью эксгаустера 9 создают разрежение 10...13 кПа.

Ширина ленты составляет 2...4 м, число тележек в ленте от 70 до 130, скорость ее движения 1,4...7 м/мин; площадь спекания действующих машин равна 50...312 м<sup>2</sup>.

Удельная производительность по площади спекания составляет 1,2...1,5 т/(м<sup>2</sup> · ч).

На движущуюся ленту питателем 3 укладывают постель высотой ~ 30 мм из возврата агломерата крупностью 1025 мм; она предотвращает просыпание шихты через щели решетки и предохраняет решетку от перегрева. Затем питателем 4 загружают слой шихты высотой 250...350 мм. Далее шихта на движущейся ленте попадает под зажигательный горн 5, который нагревает поверхность шихты по всей ширине до 1200...1300 °С, в результате чего загорается топливо.

При дальнейшем движении ленты за счет просасываемого эксгаустером 9 сверху воздуха слой горения кокса и спекания агломерата перемещается вниз, а продукты сгорания через вакуумные камеры 6 поступают в пылеуловитель 8 и далее выбрасываются в атмосферу через трубу 10.

Формирование агломерата заканчивается на горизонтальном участке движения ленты; этот момент легко определяют по резкому падению температуры отходящих газов, свидетельствующему об окончании горения кокса. Готовый агломерат при огибании лентой холостой звездочки 7 ссыпается вниз. Он попадает в валковую дробилку горячего дробления и затем на грохоты, где от дробленого продукта отсеивают горячий возврат. Далее агломерат поступает на охладитель (пластинчатый конвейер либо круглый вращающийся охладитель), где он в течение 40...60 мин охлаждается до 100 °С просасываемым воздухом.

Затем агломерат направляется на грохоты холодного агломерата, где отделяется постель. После этого годный агломерат конвейером транспортируют в доменный цех, а мелочь - в бункер возврата. Этот возврат, также как и горячий, вновь направляется на агломерацию. Выход годного агломерата (фракции крупностью > 5 мм) из шихты не превышает 70...80 %.

#### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

#### **Критерии оценки:**

##### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.3. Доменная печь и её вспомогательное оборудование

### Практическое занятие №5

#### Изучение технико-экономических показателей работы доменных печей с применением 3D Атласа «Доменная печь»

**Цель:** Изучить устройство и назначение основных элементов доменной печи

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал, 3D Атлас «Доменная печь»

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме.
2. Просмотреть видео «Производство чугуна в доменной печи»
3. Зарисовать профиль доменной печи
4. Подписать позиции
5. Ответить на тест в 3D Атлас «Доменная печь»

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомьтесь с инструкцией по выполнению работы

Просмотреть видео <https://youtu.be/JaWoYD5UL14>

Зарисовать схему и подписать позиции

**Ход работы:**

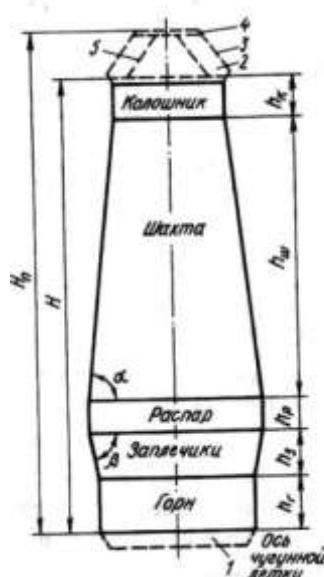


Рисунок 1 – Профиль доменной печи

Профилем доменной печи называют очертание рабочего пространства, ограниченного футеровкой. В горизонтальных (поперечных) сечениях профиль представляет собой окружности переменного диаметра. Профиль печи в вертикальном осевом сечении представлен на рис. 20; основные элементы профиля - это горн, заплечики, распар, шахта и колошник, составляющие полезный объем печи, т.е. объем от оси чугунной летки - О.Ч.Л. - до низа подвижных элементов засыпного аппарата в опущенном положении (в полезный объем не входят объем 1 нижней части горна от оси чугунной летки до кладки лещади, где находится не сливаемый слой жидкого чугуна, и ограниченный куполом 3 печи объем 2, в котором расположены элементы засыпного аппарата).

Колошник имеет форму цилиндра и служит для приема загружаемой сверху шихты.

Ниже колошника расположена расширяющаяся книзу шахта; это расширение необходимо, чтобы обеспечить свободное опускание шихтовых материалов, объем которых увеличивается в результате нагрева.

Распар, представляющий собой короткий цилиндр, служит для создания плавного перехода от расширяющейся шахты к сужающимся заплечикам. Заплечики выполнены в виде усеченного конуса; такая их форма необходима, поскольку здесь происходит плавление рудной части шихты, в результате чего объем шихты уменьшается и суживающиеся заплечики не позволяют шихте слишком быстро опускаться в горн. Последний имеет цилиндрическую форму, в нижней его части скапливаются жидкие чугун и шлак, а в верхнюю подают дутье и здесь сгорает топливо (кокс).

Основным размером доменной печи является полезный объем. В нашей стране доменные печи строятся по типовым проектам, в соответствии с которыми предусмотрены следующие величины полезного объема, м<sup>3</sup>: 1033, 1386, 1513, 1719, 2002, 2300, 2700, 3000, 3200, 4500, 5000 и 5500.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы, выполненный тест.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы, выполненный тест.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа, тест выполнен с ошибками.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.



## Тема 1.5 Технология получения стали в конверторах

### Практическое занятие №6

#### Проектирование операций технологического процесса получения стали в кислородно-конвертерном цехе

**Цель:** Изучить устройство и назначение кислородного конвертора

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме.
2. Просмотреть видео «Современное конвертерное производство стали», «Технологические основы конверторной плавки»
3. Зарисовать схему кислородного конвертора
4. Подписать позиции

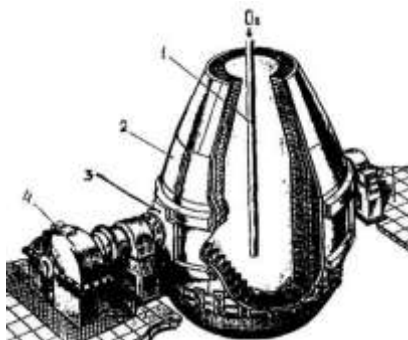
**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Просмотреть видео [https://www.youtube.com/watch?v=\\_h1n0pJQBpM&t=14s](https://www.youtube.com/watch?v=_h1n0pJQBpM&t=14s) ,  
<https://www.youtube.com/watch?v=Mvc5CVejcjk>

Зарисовать схему и подписать позиции

**Ход работы:**



**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.5 Технология получения стали в конверторах

### Практическое занятие №7

#### Разработка технологии получения стали в условиях ККЦ ПАО «ММК»

**Цель:** Разработать технологический процесс получения стали в условиях ККЦ ПАО «ММК»

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме.
2. Изучить схему технологических процессов ПАО «ММК»
3. Изучить схему производства стали в условиях ККЦ ПАО «ММК»
4. Разработать технологический процесс

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы и дать подробное описание по схемам

**Ход работы:**

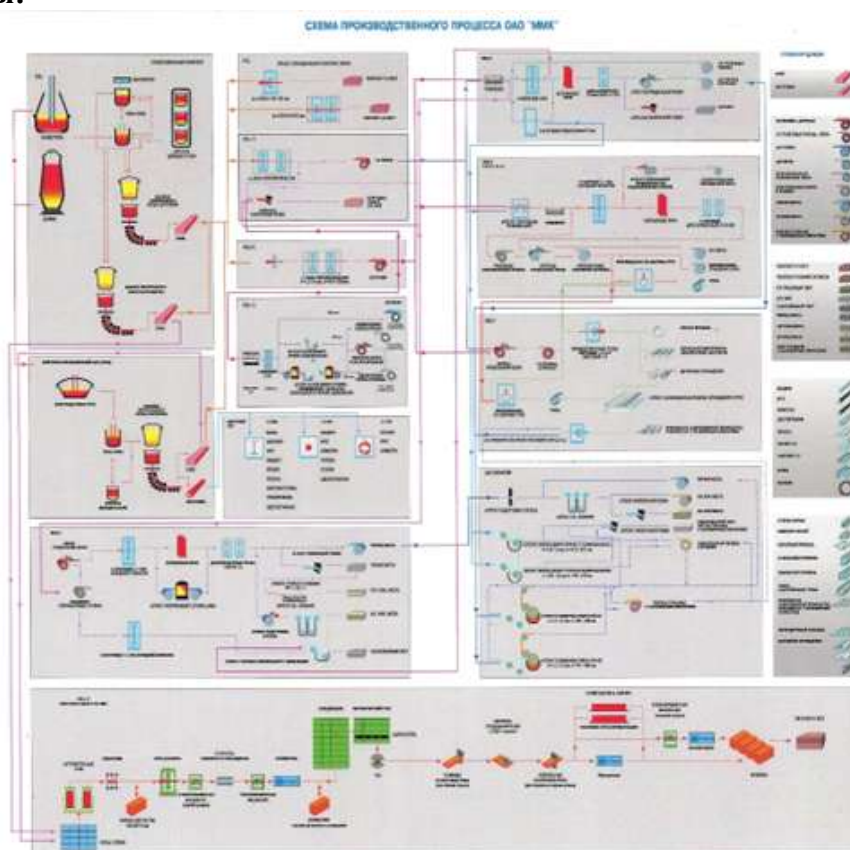


Рисунок 1 – Схема производственного процесса ПАО «ММК»



Производительность

» **10** млн.т в год

Источник теплоты  
процесса

»  $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO} + \text{Q}$

#### Технология

После чугунового чугуна перемещается в загрузочные ковши, потом в конвертеры. В него всыпают металлолом и вдувают кислород, он окисляет углерод и кремний. В процессе окисления удаляется S, P. После конвертера сталь попадает в агрегаты доводки стали. Сталь продувают аргоном и вводится алюминий. После получения необходимой температуры и химического состава сталь подается на МНЛЗ.

В его состав входят:

- установка десульфурации чугуна, поступающего из доменного цеха;
- 3 кислородных конвертера емкостью по 370 тонн, предназначенных для выплавки жидкого полупродукта, с верхней подачей кислорода;
- участок внепечной обработки с установками «ковш-печь», двумя вакууматорами, двумя агрегатами доводки стали и стеллами усреднительной продувки;
- Установка электродугового нагрева металла в ковше
- 5 слобовых машин непрерывного литья заготовки толщиной до 300 мм и шириной до 2,7 м (4 криволинейные двухручьевые МНЛЗ ± 1 вертикальная одноручьевая МНЛЗ).

Восстановление окисленного железа - раскисление стали:

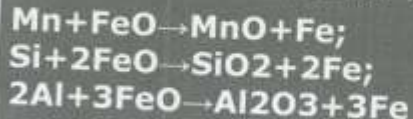


Рисунок 2 – Технологический процесс ККЦ ПАО «ММК»

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.5 Технология получения стали в конверторах

### Практическое занятие №8

#### Изучение устройства мартеновской печи в условиях аудитории

**Цель:** Изучить устройство, принцип работы и назначение мартеновской печи

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знания по теме.
2. Просмотреть видео «Заливка чугуна в мартеновскую печь», «Принцип работы мартеновской печи»
3. Зарисовать схему мартеновской печи
4. Подписать позиции

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Просмотреть видео [https://youtu.be/DUO\\_YbIJBbY](https://youtu.be/DUO_YbIJBbY) , <https://youtu.be/XkUxJLhvh3I>

Зарисовать схему и подписать позиции

**Ход работы:**

Мартеновская печь по устройству и принципу работы является пламенной отражательной регенеративной печью. В плавильном пространстве сжигается газообразное топливо или мазут. Высокая температура для получения стали в расплавленном состоянии обеспечивается регенерацией тепла печных газов.

Современная мартеновская печь представляет собой вытянутую в горизонтальном направлении камеру, сложенную из огнеупорного кирпича.

Рабочее плавильное пространство ограничено снизу подиной, сверху сводом, а с боков передней и задней стенками. Подина имеет форму ванны с откосами по направлению к стенкам печи. В передней стенке имеются загрузочные окна для подачи шихты и флюса, а в задней – отверстие для выпуска готовой стали.

Для подогрева воздуха и газа при работе на низкокалорийном газе печь имеет два регенератора.

Регенератор – камера, в которой размещена насадка – огнеупорный кирпич, выложенный в клетку, предназначен для нагрева воздуха и газов.

В конструкции печи выделяют две основные части:

- верхнее строение печи, состоящее из рабочего пространства и головок, расположенных на двух его концах и служащих попеременно для подачи газообразного топлива и воздуха, предварительно подогретого (подогретых) в регенераторе, и для отвода продуктов горения;

- нижнее строение печи, состоящее из шлаковиков для собирания пыли и шлаков, уносимых дымовыми газами, и регенераторов, аккумулирующих теплоту продуктов горения, с последующей её отдачей воздуху.

Мартеновский способ выплавки стали в свое время позволил из доступного сырья получать конструкционную и спецсталь как на больших, так и на малых металлургических предприятиях. Принцип работы мартеновской печи основан на любопытном свойстве сплавов, называемых эвтектическими или просто эвтектиками.

В зависимости от состава шихты, используемой при плавке, различают разновидности мартеновского процесса:

- скрап-процесс, при котором шихта состоит из стального лома (скрапа) и 25-45 % чушкового передельного чугуна, процесс применяют на заводах, где нет доменных печей, но много металлолома;

- скрап-рудный процесс, при котором шихта состоит из жидкого чугуна (55-75 %), скрапа и железной руды, процесс применяют на металлургических заводах, имеющих доменные печи.

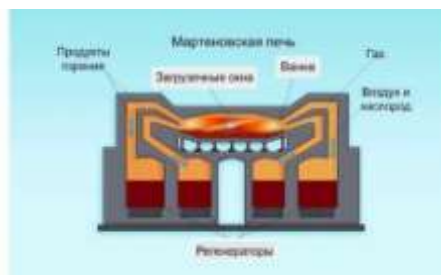


Рисунок 1 – Мартеновская печь

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.6. Технология получения стали в электрических печах

### Практическое занятие №9

#### Выполнение заданий по изучению устройства электродуговой печи

**Цель:** Изучить устройство и назначение, принцип работы электродуговой печи

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить основные элементы электродуговой печи
2. Изучить принцип работы и конструкцию печи
3. Зарисовать схему и подписать позиции

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Изучить основные элементы, принцип работы и конструкцию печи, подписать позиции

**Ход работы:**

Тепловые сталеплавильные агрегаты состоят из таких основных элементов:

1. механическое устройство;
2. электрический отдел;
3. автоматизированное управление системой;
4. приспособление для подачи в рабочую часть материалов;
5. емкость, в которой осуществляется плавка;
6. система удаления отходов;
7. газоочистка.

Цилиндрической формы корпус печи включает в себя разъемные части – кожух и днище. Каркас имеет высокую устойчивость к значительным температурным воздействиям.

Конструкция имеет держатели, в которые устанавливаются графитированные электроды. К ним подсоединены подающие электроэнергию кабели. В процессе работы печи между электродами образуется постоянная дуга. Благодаря ей в устройстве возникают температура, которая обеспечивает плавку металлов.

К закрытому корпусу печной конструкции встроены приборы, предназначенные для автоматического управления всей системой. Контроль процесса плавки осуществляется с помощью дверок. Для удаления шлаков в каркасе находится несколько полостей. Через них также осуществляется внос различных добавок для корректировки состава металла.

Погрузка шихты в печь может осуществляться через рабочее окно или сверху. Устройства с подачей материала через специальный проем обычно небольшого размера. Загружать металлический лом в такие агрегаты можно ручным способом с помощью широкой лопаты.

Печи с верхней подачей шихты – это более мощные и габаритные устройства. Они имеют достаточно сложную конструкцию. Механизм устройства может быть трех видов:

- поворотный свод;
- выкатывающийся корпус;
- откатываемый свод.

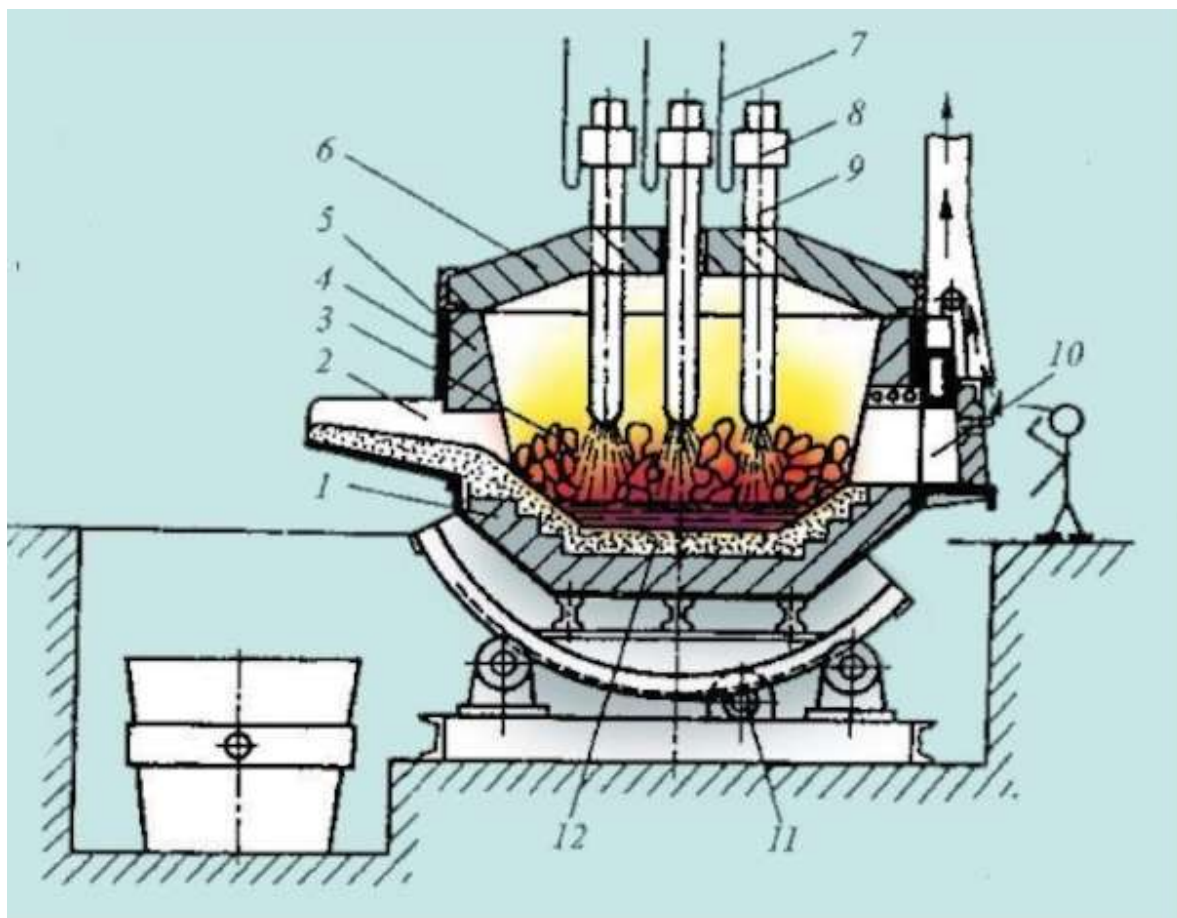


Рисунок 1 – Электродуговая печь

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.7 Технология разливки стали

### Практическое занятие №10

#### Изучение оборудования разливки стали на тренажере «Конструкция основных узлов слябовой МНЛЗ кислородно-конвертерного цеха»

- Цель:** 1. Ознакомиться с устройством агрегата «МНЛЗ» (Машина непрерывной разливки стали).
2. Изучить технологию разливки стали.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал, тренажер Sike «Конструкция основных узлов слябовой МНЛЗ кислородно-конвертерного цеха»

#### Задание:

1. Изучить основное оборудование МНЛЗ
2. Изучить принцип работы МНЛЗ
3. Зарисовать схему и подписать позиции

#### Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Изучить основные элементы, принцип работы и конструкцию МНЛЗ, подписать позиции

#### Ход работы:

Разливка стали в сталеплавильном производстве определяет качество готовой продукции. МНЛЗ является звеном в непрерывном технологическом цикле «сталеплавильный агрегат – агрегат печь-ковш (АПК) – МНЛЗ».

#### Устройство машины непрерывной разливки стали

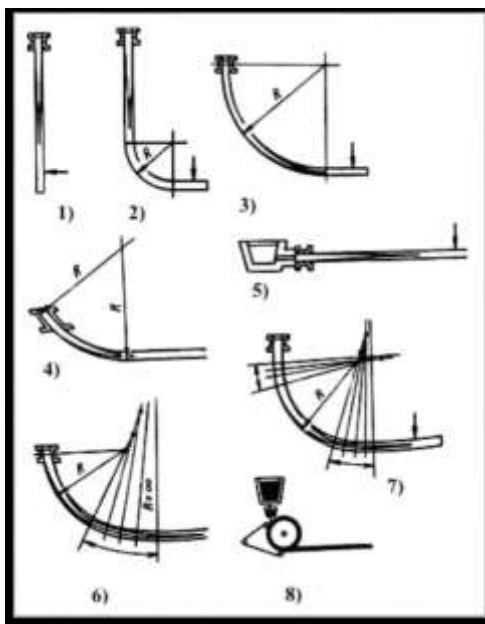
Около 5000 лет металл разливали в формы – изложницы. Развитие металлургии в XX веке и применение непрерывной разливки позволяет довести выход годных заготовок до 99,9%, при существенной экономии материальных и энергетических ресурсов, улучшении условий труда по сравнению с классической технологией разливки стали в изложницы.

Современная технология непрерывного литья заготовок предполагает подачу в непрерывном режиме жидкой стали в кристаллизатор (водоохлаждаемая бездонная изложница), который совершает качательные движения. Перед началом разливки в кристаллизатор вводится специальное устройство с замковым захватом. После затвердевания металла затравка



вытягивается из кристаллизатора, увлекая за собой формирующуюся заготовку. В кристаллизаторе затвердевают лишь поверхностные слои металла, образуя твердую оболочку. При этом металл сохраняет жидкую фазу по центральной оси. За кристаллизатором расположена зона вторичного охлаждения (ЗВО), в этой зоне в результате сформированного поверхностного охлаждения заготовка затвердевает по всему сечению. Этот процесс разливки стали является способом получения заготовок неограниченной длины.

1 До начала изучения разливки стали рекомендуется пройти обучение в серии обучающих систем: «SIKE. Выплавка стали в конвертере», «SIKE. Обработка стали на агрегате печь-ковш».



1. вертикальная; 2. вертикальная с изгибом; 3. радиальная; 4. наклонно-радиальная; 5. горизонтальная; 6. криволинейная с радиальным кристаллизатором; 7. криволинейная с вертикальным кристаллизатором; 8. роторная (валковая)

Рисунок 1 - Разновидности МНЛЗ

В зависимости от числа одновременно отливаемых заготовок МНЛЗ разделяют на одноручьевые, двухручьевые и многоручьевые.

По форме и размерам поперечного сечения получаемой непрерывно литой заготовки различают слябовые и сортовые МНЛЗ.

В данном практическом занятии рассматривается разливка стали в обучающей системе «SIKE. Разливка стали на слябовой МНЛЗ» на примере слябовой 2-х ручьевой МНЛЗ криволинейного типа с вертикальным участком для отлива заготовок сечения (ширина 750-2000 мм; толщина 190, 250, 300 мм) как завершающего звена цепочки «Конвертер-АПК-МНЛЗ».

Рассмотрим основные узлы МНЛЗ. Устройство агрегата представлено на Рисунках 2, 3.

**1. Стальковш** – емкость для транспортировки и разливки металла в промковш. Накрывается крышкой для снижения тепловых потерь в процессе разливки.

**2. Сталеразливочный стенд** предназначен для установки на него 2-х ковшей, перевода их из резервного положения в рабочее и обратно, взвешивания ковша с металлом, удержания ковша в период разливки, вертикального перемещения ковша.

**3. Промежуточный ковш** является буферной емкостью, так как с его помощью согласовывается дискретное поступление металла из сталеразливочного ковша в промежуточный и непрерывное поступление стали из промковша в кристаллизатор. При этом обеспечивается усреднение поступающей порции металла и предотвращение попадания шлака в кристаллизатор. Предполагается, что конструкция промежуточного ковша должна обеспечивать минимальные потери тепла металлом в течение всего цикла литья.

**4. Тележка промковша** – устройство для перемещения промковша из позиции разогрева в позицию разливки и обратно.

**5. Кристаллизатор** – водоохлаждаемый элемент, отвечающий за формирование слитка, придания ему необходимых геометрических размеров.

**6. Стаканы-дозаторы** обеспечивают дозирование стали из промковша в кристаллизатор. Устанавливаются в днище промковша.

**7. Стопор-моноблок** – функциональная часть промковша, которая обеспечивает дозированную подачу стали из промковша в кристаллизатор. В данной обучающей системе наполнение кристаллизатора регулируется стопором в автоматическом режиме в зависимости от заданного значения для наполнения кристаллизатора (%).

**8. ЗВО** – зона, в которой происходит полная кристаллизация заготовки. От выбранного режима охлаждения (см. п. «Режимы охлаждения») и скорости вытягивания (см. п. «Скорость вытягивания слитка») зависит качество и структура заготовки.



Рисунок 2 - Устройство МНЛЗ: площадка разливки стали

**9. Рольганги (Рисунок3):** · рольганг отделения затравки; · рольганг МГР; · рольганг отводящий; · рольганг выдачи.

**10. Машина газовой резки (МГР)** предназначена для раскроя отлитых заготовок на заготовки заданной мерной длины. В обучающей системе работа МГР осуществляется в автоматическом режиме в зависимости от заданной изначально мерной длины.

**11. Затравка** – устройство для вытягивания горячей заготовки из кристаллизатора и ЗВО.

**12. Приемник затравок** предназначен для передачи затравки из положения «парковка» на отводящий рольганг и обратно, а также для ее хранения во время разливки стали.

**13. Защитная труба и манипулятор для установки защитной трубы** Защитная труба служит для защиты струи металла от вторичного окисления на участке «сталеразливочный ковш – промежуточный ковш».

Манипулятор служит для подведения защитной трубы в нужную позицию, под шиберный затвор сталеразливочного ковша, и удержания ее в процессе разливки стали.

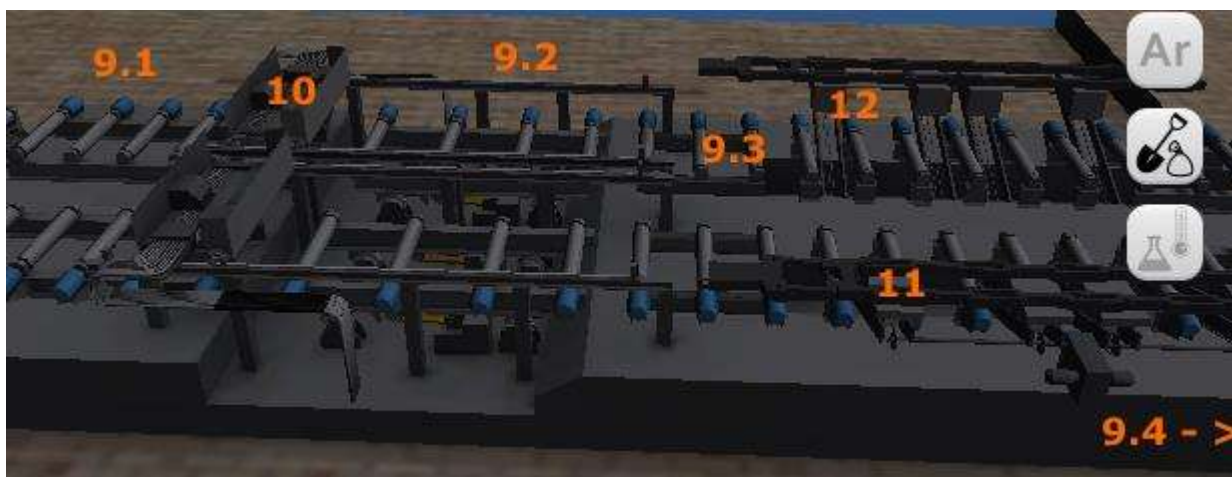


Рисунок 3 -Устройство МНЛЗ: МГР и рольганги

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 2.1. Технологические процессы изготовления литых отливок

### Практическое занятие №11

#### Составить маршрут технологии получения отливок

**Цель:** Составить маршрут технологии получения отливок

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Спроектировать технологический процесс изготовления отливок в песчано-глинистые формы.

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Составить маршрут технологии получения отливок

**Ход работы:**

В результате проектирования разрабатывается графическая часть проекта и пояснительная записка.

В свою очередь, графическая часть проекта технологического процесса изготовления отливок включает в себя:

- 1) чертеж отливки;
- 2) чертеж технологии литейной формы;
- 3) чертежи модельных комплектов.

Роль пояснительной записки в цехе выполняют следующие документы:

- 1) технологическая карта;
- 2) маршрутная карта;
- 3) операционная карта.

**Чертеж отливки.** Этот документ является обязательным, поскольку по чертежу проводится приемка готовых отливок ОТК или заказчиком, а также их сертификация. Чертеж отливки с техническими требованиями должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и приемки отливки. Чертеж выполняется согласно ГОСТ 3.1125–88. В единичном и мелкосерийном производствах обычно пользуются чертежом детали, на который наносят технологию литейной формы. Чертеж отливки в этом случае не разрабатывают. По ГОСТ 3.1125–88 допускается также выполнять чертеж отливки на копии чертежа детали.

**Чертеж технологии литейной формы.** Документами, на основании которых изготавливается модельно-стержневая оснастка в единичном и мелкосерийном производствах, является чертеж литейной формы в сборе или чертеж детали с нанесенной технологией. Разрабатывается подробный чертеж с элементами литниковой системы или схема технологической проработки без элементов литниковой системы. Чертеж выполняется согласно ГОСТ 3.1125–88.

На основании чертежей отливки и технологии литейной формы технолог-литейщик подготавливает техническое задание на изготовление модельного комплекта. В техническое задание входят собственно чертежи отливки и технологии литейной формы, а также эскиз модельной плиты с размещенными на ней моделями и трассировкой элементов литниковой системы. Все сечения элементов литниковой системы при этом должны быть рассчитаны или взяты по аналогии. Выполняется также эскиз размещения стержней в стержневом ящике с указанием места вдувных отверстий и способа вентиляции ящика (венты или через надувную плиту), с указанием диаметра, числа вдувных отверстий, суммарной площади вент и их числа. Для выполнения исполнительных размеров модельно-стержневой оснастки технолог должен указать величину усадки. В единичном и мелкосерийном производстве, когда модельная оснастка деревянная, технолог указывает усадку в процентах. В массовом производстве технолог или конструктор-модельщик рассчитывает размеры модели, при этом обязателен ее чертеж. Как правило, принимается разная усадка в разных направлениях или для разных размеров.

**Чертеж технологии литейной формы.** Документами, на основании которых изготавливается модельно-стержневая оснастка в единичном и мелкосерийном производствах, является чертеж литейной формы в сборе или чертеж детали с нанесенной технологией. Разрабатывается подробный чертеж с элементами литниковой системы или схема технологической проработки без элементов литниковой системы. Чертеж выполняется согласно ГОСТ 3.1125–88.

На основании чертежей отливки и технологии литейной формы технолог-литейщик подготавливает техническое задание на изготовление модельного комплекта.

В техническое задание входят собственно чертежи отливки и технологии литейной формы, а также эскиз модельной плиты с размещенными на ней моделями и трассировкой элементов литниковой системы.

Все сечения элементов литниковой системы при этом должны быть рассчитаны или взяты по аналогии.

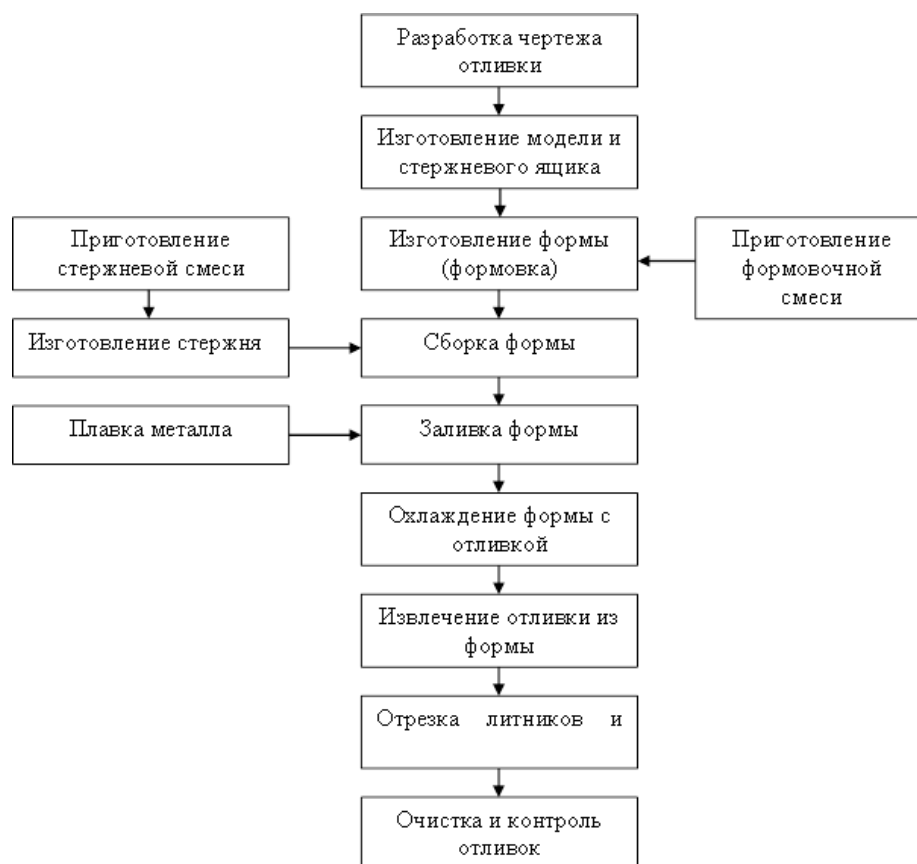


Рисунок 1 – Схема технологического процесса изготовления отливок

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 2.2. Технологические процессы обработки металлов давлением

### Практическое занятие №12

#### Составление аналитической таблицы способов ОМД

**Цель:** Составить аналитическую таблицу способов ОМД

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить способы ОМД;
2. Составить аналитическую таблицу способов ОМД

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Изучить способы ОМД

Заполнить таблицу

**Ход работы:**

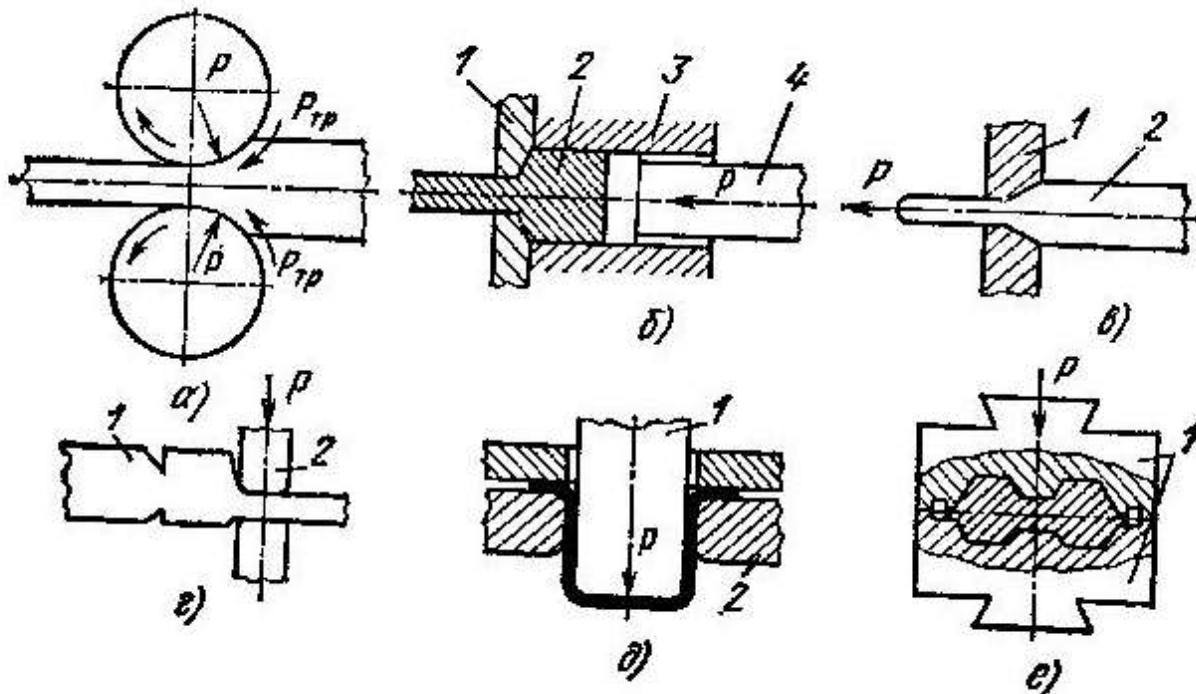


Рисунок 1 – Способы обработки металла давлением

Таблица 1 – Аналитическая таблица способов ОМД

<u>Способ обработки ОМД</u>	<u>Схема с указанием позиций</u>	<u>Краткое описание способа</u>	<u>Название стана/оборудование/инструмента, применяемое при способе обработки</u>	<u>Достоинства и недостатки способа</u>
Прокатка				
Ковка				
Прессование				
Волочение				
Объемное штампование				
Листовое штампование				

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.



## Тема 2.2. Технологические процессы обработки металлов давлением

### Практическое занятие №13

#### Построение технологических схем изготовления изделий разными методами ОМД

**Цель:** Построить технологические процессы прокатного производства ПАО «ММК» и изучить сортамент готовой продукции

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить прокатное производство ПАО «ММК»;
2. Составить схемы производства изделий в условиях прокатных и сортовых цехов;
3. Изучить сортамент готовой продукции

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомьтесь с инструкцией по выполнению работы

Изучить прокатное производство ПАО «ММК» и основной сортамент выпускаемой готовой продукции.

**Ход работы:**

Прокатное производство

**Листопрокатный цех №11 (ЛПЦ-11)**

Производительность 2.1 млн.т в год х/к и оцинкованной полосы



**Продукция**

- рулон холоднокатаный
- рулон холоднокатаный нагартованный (поверхностно упрочненный)
- рулон горячеоцинкованный.

**Тип покрытия** Цинковое, «гальванизл»

**Толщина, мм** 0,28-3,00

**Ширина, мм** 850-1880

**Вес, т** До 43,5

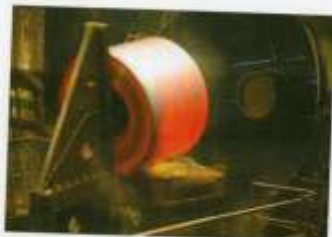
**Толщина покрытия, мкм** 2-20

**Потребители**

- Автомобилестроение, производство бытовой техники, строительство, машиностроение, трубное производство;
- Цеха: ПМП, ЛПЦ-5

33

## Листопрокатный цех №10 (ЛПЦ-10)



Максимальное  
производство:

» **510** тыс. тонн в месяц

» **6** млн. тонн в год

ЛПЦ-10 состоит из трех участков:

1. Стан «2000» г.п.
2. Участок приемки и отгрузки г/к рулонов
2. Вальцешлифовальное отделение

Сортамент: полосы из углеродистых и низколегированных марок сталей, смотанных в рулоны массой от 7 до 43,3 т, следующих типоразмеров: толщина, мм – от 1,2 до 20,0, ширина, мм – от 700 до 1830

29

## Листопрокатный цех №4 (ЛПЦ-4)



Состав:

3 методические печи, 2 черновые реверсивные клетки, 7 чистовых клеток, установка ламинарного охлаждения, 3 моталки, 3 агрегата поперечной резки.

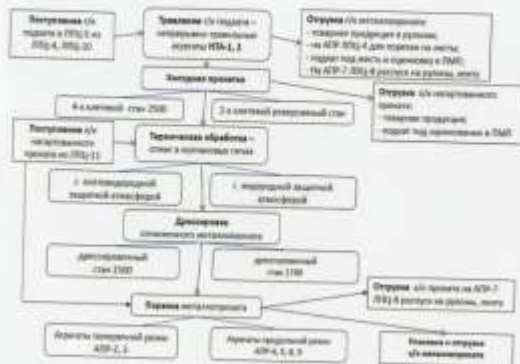
Увеличение производственной мощности:

» **5,26** млн. т в год

Расширен размерный и марочный сортамент стана - в сторону более высокопрочных марок, и в сторону «тонкого» (с 1,8 до 1,5 мм) и «толстого» штрипса (с 14 до 25 мм), стало возможно производить в широком профильном диапазоне (особенно по ширине от 1000 до 2350 мм), а также получить рулон нового качества (плотная, ровная смотка, положение рулона на горизонтальной оси), и увеличить развес рулонов с 25 до 40 тонн. Возможности оборудования позволяют производить новые трубные марки сталей класса прочности K52-K60, высокопрочный прокат для машиностроительной отрасли типа «Magstrong» S550MC, S600MC, S700MC, AGRO22, AGRO23. 31

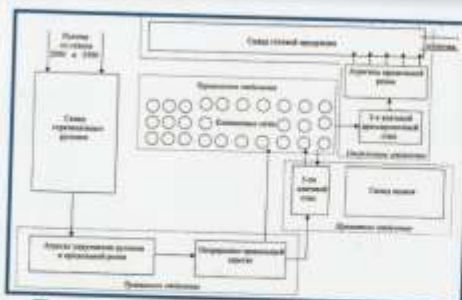
# Листопрокатный цех №5 (ЛПЦ-5)

## Технология:



Продукция	Рулон г/к	Рулон х/к	Лист х/к
<b>Потребители</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Автомобилестроение, производство бытовой техники, строительство, машиностроение, трубное производство;</li> <li>Цехи: ЛМП, ЛПЦ-4, ЛПЦ-8.</li> </ul>		
<b>Толщина, мм</b>	1,2-6	0,35-3,5	0,5-3
<b>Ширина, мм</b>	1000-2350	500-2030	1000-2000
<b>Вес, т</b>	7-35	До 15	До 10
<b>Длина, мм</b>	-	-	1500-6000
<b>Внутренний диаметр, мм</b>	610		-
<b>Наружный диаметр, мм</b>	990-2200	1000-1630	-

# Листопрокатный цех №8 (ЛПЦ-8)



Участок ленты

Участок гнутых профилей и труб



Первым номером цеха в составе двух профильно-листовых цехов 1-4х50-300 и 2-6х100-600, предназначенных для производства листовых гнутых профилей общего назначения (угонки, швеллеры, зетовые, корытные) и специальных профилей сложной формы поперечного сечения (волочных заготовок, ступицы и ступиц) в 1974 году. Вторым номером цеха в составе агрегата продольного распуска рулонов (АРР) производительностью 500 тыс. тонн в год и двух станков 0,5-2, 5х200-1500 и 1-5х300-1650, предназначенных для производства гнутых профилированных профилей и профилей высокой жесткости (в основном для грузовой подвески), была введена в эксплуатацию в 1976 году.

Прокатное производство

## Производство металла с покрытием (ПМП)

МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

**Составные:**

- Жесть черная - в рулонах и лентах;
- Кровля, прокат для эмалирования - в пачках;
- Лист оцинкованный - в пачках и рулонах;
- Белая жесть электролитического лужения;
- Прокат с полимерным покрытием.

ММК пров. лидирует в сегментах листового проката и металлопроката с покрытием

Прокатное производство

## Сортовой цех

МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

Стан 450	<p>Производительность:</p> <p><b>788</b> тыс. тонн в год</p> <p>Исходный материал - Заготовки 150 x 150 x 12,000 мм (2050 кг) и 150 x 170 x 12,000 мм (2350 кг)</p>	
Стан 170 (проволочный)	<p>Производительность:</p> <p><b>765</b> тыс. ТОНН в год</p> <p>Исходный материал: Заготовка 150 x 150 x 12,000 мм (2050 кг)</p>	
Стан 370	<p>Производительность:</p> <p><b>565</b> тыс. ТОНН в год</p> <p>Исходный материал - Заготовки 150 x 150 x 12,000 мм (2050 кг)</p>	

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 2.2. Технологические процессы обработки металлов давлением

### Практическое занятие №14

#### Работа на виртуальном учебном комплексе «Технологии прессования металла»

**Цель:** 1. Изучить различные технологий прессования металла: прямого и обратного;  
2. изучить принцип работы и устройство промышленных прессов.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;

**Материальное обеспечение:** Виртуальный учебный комплекс «Технологии прессования металла»

**Задание:**

1. Изучить различные технологий прессования металла: прямого и обратного;
2. Изучить принцип работы и устройства промышленных прессов.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы на виртуальном учебном комплексе «Технологии прессования металла»
2. Посмотреть видео <https://youtu.be/zfaaormIWdQ>
3. Выполнение практического задания на виртуальном учебном комплексе
4. Ответить на вопросы

**Ход работы:**

Прессование металла представляет собой обработку давлением, во время которой металл выдавливается из замкнутой полости через отверстие в матрице, совпадающее по сечению с прессуемым профилем.

Данный метод получил научное обоснование в 1813 году, после чего начал использоваться преимущественно для изготовления прутков и труб из оловянисто-свинцовых сплавов. В современной промышленности роль исходной заготовки играют слитки или прокат из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов на их базе (медь, алюминий, магний, титан, цинк, никель, цирконий, уран, торий).

Обработка давлением подразумевает, что изготовление полуфабрикатов и готовых деталей происходит при помощи пластического деформирования заготовки, не требуя снятия стружки. Главные достоинства данного способа состоят в экономичности, производительности и высоком выходе годного продукта. Эта технология позволят изготавливать детали различных форм, чьи размеры варьируются от миллиметра до нескольких метров.

Прессование металла позволяет добиться двух ключевых целей:

1. Получить предмет сложной формы из простых заготовок.

2. Улучшить кристаллическую структуру исходного литого материала, повысив его физико-механические свойства.

Прессование металла представляет собой обработку давлением, во время которой металл выдавливается из замкнутой полости через отверстие в матрице, совпадающее по сечению с прессуемым профилем.

Данный метод получил научное обоснование в 1813 году, после чего начал использоваться преимущественно для изготовления прутков и труб из оловянисто-свинцовых сплавов. В современной промышленности роль исходной заготовки играют слитки или прокат из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов на их базе (медь, алюминий, магний, титан, цинк, никель, цирконий, уран, торий).

Обработка давлением подразумевает, что изготовление полуфабрикатов и готовых деталей происходит при помощи пластического деформирования заготовки, не требуя снятия стружки. Главные достоинства данного способа состоят в экономичности, производительности и высоком выходе годного продукта. Эта технология позволяет изготавливать детали различных форм, чьи размеры варьируются от миллиметра до нескольких метров.

Прессование металла позволяет добиться двух ключевых целей:

Получить предмет сложной формы из простых заготовок.

Улучшить кристаллическую структуру исходного литого материала, повысив его физико-механические свойства.

### **Вопросы:**

1. Какую роль играет метод прессования металла в современной промышленности
2. Что предусматривает технология обработки металлов прессованием
3. Какие существуют виды и способы прессования металла
4. Какие существуют виды промышленного оборудования, используемого для прессования металла.

### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 2.2. Технологические процессы обработки металлов давлением

### Практическое занятие №15

#### Работа на виртуальном учебном комплексе «Устройство и принцип работы штамповочных прессов»

- Цель:** 1. Изучить технологию штамповки металла;  
2. Изучить принцип работы и устройство штамповочного оборудования.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** Виртуальный учебный комплекс «Устройство и принцип работы штамповочных прессов»

**Задание:**

1. Изучить различные технологий прессования металла: прямого и обратного;
2. Изучить принцип работы и устройство штамповочного оборудования.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы на виртуальном учебном комплексе «Устройство и принцип работы штамповочных прессов»
2. Посмотреть видео <https://dzen.ru/video/watch/62c1a265c3609571b1f7b32d?f=video>
3. Выполнение практического задания на виртуальном учебном комплексе
4. Ответить на вопросы

**Ход работы:**

Штамповочные прессы — это металлообрабатывающие станки, которые разработаны и изготовлены специально для работы с различными типами штампов, например штампами для штамповки и деформации металла.

Таким образом, штамповочные прессы, используемые для резки или формовки твердых и / или расплавленных металлических материалов, потенциально могут удовлетворить потребности любого процесса штамповки или штамповки металла.

Подобные процессы включают, помимо прочего: вырубку, прошивку, высежку, выдавливание и глубокая вытяжка. Эти процессы используются для изготовления деталей и продуктов для различных отраслей, таких как электроника, промышленное производство, строительство, аэрокосмическая промышленность и автомобилестроение.

Примеры приложений, для которых используются их услуги, включают: изготовление различных корпусов для электронных / электрических устройств, изготовление компонентов



машин и деталей из листового металла, изготовление различных бытовых устройств безопасности и приспособлений.

Изготовление различных конструктивных компонентов: внутренние детали и оборудование самолетов и производство автомобильных деталей, таких как клеммные колодки, соединители и опоры двигателя.

Штамповочный процесс обработки заготовок может осуществляться горячим или холодным методом. Эти технологические разновидности предполагают использование специального оборудования и применение определённых условий обработки металла.

Холодная штамповка является одним из разновидностей штампования

Методом горячей штамповки обрабатываются заготовки, предварительно нагретые в специальных устройствах до заданной температуры. Горячая штамповка необходима, когда для обработки холодного сплава не хватает мощности оборудования. Нагревательными устройствами могут служить электрические или плазменные печи. Такой метод требует точного расчёта параметров готовой детали с учётом усадки металла в процессе остывания.

При холодной штамповке детали формируются за счёт механического давления элементов штамповочного пресса. Холодный вариант штамповки считается более распространённым методом обработки металла. Он не требует дополнительного оборудования, сложных расчётов и механической доработки деталей. Благодаря этому методу увеличиваются прочностные показатели материала. Полученные изделия отличаются высоким качеством поверхности и точностью.

Деформирование заготовки происходит в момент соприкосновения частей оборудования. Существуют разнообразные модели штамповочных прессов, что позволяет выбрать подходящий станок для изготовления требуемых деталей. Прессы для штамповки металла бывают:

- кривошипно-шатунного типа;
- гидравлические;
- радиально-ковочного типа;
- электромагнитного типа.

Кривошипные прессы являются оборудованием простого типа и могут быть двойного или тройного действия. Своё название прессы получили от кривошипно-шатунного механизма, который представляет собой основной конструктивный элемент станка. Принцип работы механизма основан на преобразовании вращательного движения от привода в возвратно-поступательное периодическое движение элемента пресса – ползуна.

Вопросы:

1. В чем заключается принцип работы штамповочного пресса?

2. Какие виды штамповочных прессов существуют?
3. В чем заключается преимущество штамповочного прессы?

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 3.2. Машины складов металлургического сырья

### Практическое занятие №16

#### Методика расчета механизма кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Цель:** Рассчитать механизм кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знание конструкции роторного вагоноопрокидывателя
2. Зарисовать схему роторного вагоноопрокидывателя.
3. Подписать позиции
4. Рассчитать суммарный статический момент двигателя механизма кантования ротора

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы

Выполнить расчет механизма кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Ход работы:**

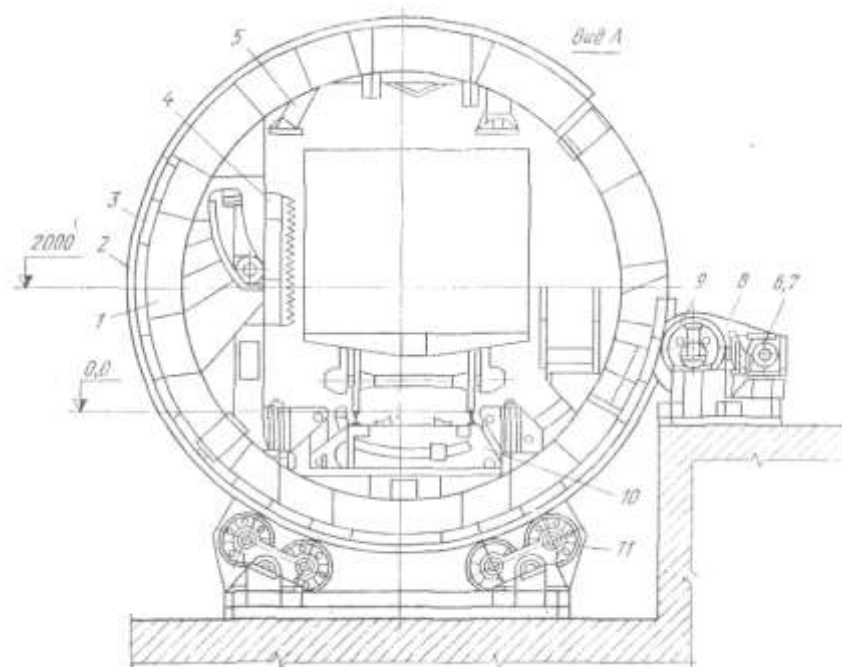


Рисунок 1 – Схема стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Исходные данные**

1. Суммарный вес всех элементов: ротора, вагона, материала  $\sum G_i = 2374$  кН
2. Плечо статического момента от сил тяжести  $X_{oi}$ ; 0,13 м
3. Число опорных роликов  $Z$  12
4. Угол между осью роликоопоры и вертикальной осью ротора  $\alpha$ ; град т 30
5. Угол между осью роликоопоры о осью ролика  $\beta$ ; град 15
6. Приведенный коэффициент трения подшипников качения роликов  $f_{гр}$  0,03
7. Диаметр цапфы опорного ролика  $D_{ц}$ ; мм 100 =0,1м
8. Радиус бандажа ротора  $R_6$ ; м 3,7
9. Радиус опорного ролика  $r_p$ ; м 0,30
10. Коэффициент трения качения ролика по бандажу  $R$ ; см 0,5=0,005 м

1. Рассчитать статический момент от веса элементов вагоноопрокидывателя, вагона и материала в нем

$$M_{ст} = \sum G_i \cdot X_{oi} \text{ (кНм)}$$

2. Рассчитать момент трения сил в роликовых опорах (кНм)

где  $N_p$  - реакция (нагрузка) ролика (кН)

$$N_p = \frac{\sum G_i}{Z \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}$$

3. Определить суммарный статический момент

$$M_{сумм.ст} = M_{ст} + M_{тр} \text{ (кНм)}$$

4. Определить суммарный статический момент приведенный к валу электродвигателя.

Принять  $\eta = 0,78$  ;  $u = 24$

#### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 3.2. Машины складов металлургического сырья

### Практическое занятие №17

#### Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения тележки грейферного крана

**Цель:** Рассчитать и подобрать электродвигатель механизма передвижения тележки мостового крана.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** Учебник Руденко Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин.

**Задание:**

- 1.Зарисовать кинематическую схему передвижения тележки и подписать позиции.
2. Рассчитать электродвигатель механизма передвижения тележки крана.
- 3.Выбрать электродвигатель серии МТ и МТВ (см. приложение 11 учебника)

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет электродвигателя тележки мостового крана
3. Подобрать электродвигатель

**Задание:**

- 1.Зарисовать кинематическую схему передвижения тележки и подписать позиции.
2. Рассчитать электродвигатель механизма передвижения тележки крана.
- 3.Выбрать электродвигатель серии МТ и МТВ (см. приложение 11 учебника)

**Порядок выполнения работы:**

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы  
Выполнить расчет электродвигателя тележки мостового крана  
Подобрать электродвигатель

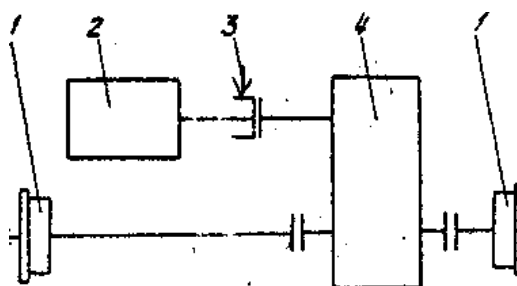


Рисунок 2 – Кинематическая схема передвижения тележки мостового крана

Таблица 1 - Исходные данные

№ вар	$Q, t$	$V_{под}, м/с$	$D_{хк}, мм$	$G_{кр}, Т$
1	3	0,2	650	35
2	4	0,18	700	36

3	5	0,19	750	37
4	6	0,2	800	38
5	7	0,18	650	39
6	8	0,19	700	40
7	9	0,2	750	45
8	3, 5	0,18	800	35
9	4,5	0,19	650	36
10	5,5	0,2	700	37

- 1.
2. Сопротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле:

$$W_{mp.} = \frac{Q_{zp} + G_m}{D_{xk.}} * (2 * \mu + f * d) * k_p,$$

где  $G_o$  - собственный вес тележки (кН);

$G_{zp.}$  - вес груза (кН)

$D_{xk}$  - диаметр ходового колеса тележки, м;

$\mu$ - коэффициент трения коле качения ( $\mu = 0,3$ );

$f$ - коэффициент трения в опоре вала колеса ( $f=0,015$ );

$d$ - диаметр цапфы, м

$$d = (0,2 \div 0,25) * D_{xk}.$$

$k$ - коэффициент трения реборд ходовых колес и торцов ступиц колеса ( $k=2,5$ ).

2. Выбор электродвигателя для механизма передвижения крановых тележек и кранов производят по максимально-допустимому пусковому моменту двигателя, при котором обеспечивается надлежащий запас сцепления ходового колеса с рельсом, исключающий возможность буксования при передвижении тележки без груза в процессе пуска.

3. При пуске максимально допустимое значение ускорения тележки определяется по формуле:

$$a_{max} = \left[ \frac{n_{np}}{n_k} \left( \frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{xk}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_{xk}} - \frac{P_g}{G_m} \right] * g,$$

где  $n_{np}$  – число приводимых ходовых колес ( $n_{np}=2$ );

$n_k$  – общее число ходовых колес ( $n_k=4$ );

$\varphi$  - коэффициент сцепления ходового колеса с рельсом, равно 0,2;

$P_v$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии ( $P_v=0$ );

$g$  – ускорение свободного падения,  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ .

4. Мощность двигателя по статическому сопротивлению при перемещении тележки с номинальным грузом:

$$N_{cm} = \frac{W_{mp} V_m}{102 * 60 * \eta_0}, \text{ где}$$

$\eta_i$  - КПД при установке ходовых колес на подшипниках качения,  $\eta_i = 0,9$ .

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 3.3 Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №18

#### Расчет щековых дробилок

**Цель:** Рассчитать основные параметры щековой дробилки

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

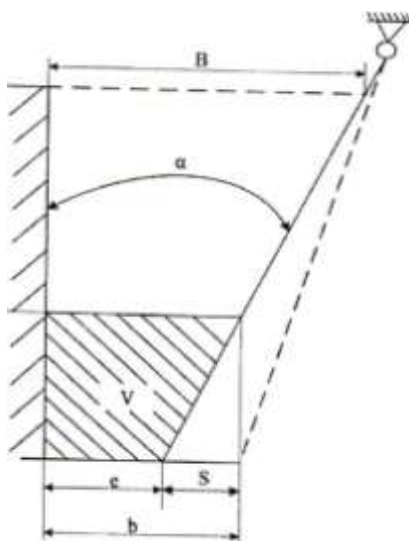
**Задание:**

- 1.Зарисовать схему к расчету дробилки
2. Рассчитать основные параметры дробилки
- 3.Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**



$B$  - ширина приемного(загрузочного)отверстия;  $\alpha$  – угол захвата (угол между дробящими щеками);

$b$  - размер выходной (разгрузочной) щели;  $H$  – высота дробилки;  $e$  - минимальная ширина разгрузочной щели;

$S$  – ход щеки в нижней части дробилки

Рисунок 3 – Схема к расчету щековой дробилки



Последовательность расчета основных параметров щековой дробилки следующая [1, 2, 3].

1. Определение оптимальной угловой скорости эксцентрикового вала обеспечивающую максимальную производительность

$$\omega = 5 \sqrt{\frac{\text{tg } \alpha}{S}}, \text{ рад/с,}$$

где  $S$  – ход щеки в нижней части дробилки, м;  $\alpha$  – угол захвата, град.

2. Определение объема материала, выпадающего из дробилки за один ход щеки

$$V = \frac{(2e + S) \cdot S \cdot B}{2 \text{tg } \alpha}, \text{ м}^3,$$

где  $e$  – минимальная ширина разгрузочного отверстия, м;  $B$  – размер загрузочной щели, м.

3. Определение объемной производительности

$$\Pi_v = 3600 k_p \cdot V \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч,}$$

где  $k_p$  – коэффициент разрыхления материала,  $k_p = 0,3 \dots 0,4$  – для прочного материала,  $k_p = 0,41 \dots 0,65$  – для непрочного материала;  $n$  – частота вращения эксцентрикового вала

$$n = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ с}^{-1}.$$

4. Определение массовой производительности

$$\Pi_m = \Pi_v \cdot \rho^{\text{нас}}, \text{ кг/ч,}$$

где  $\rho^{\text{нас}}$  – насыпная плотность материала,  $\text{кг/м}^3$ .

5. Определение усилия дробления

$$P_{\text{др}} = 1,5 P_{\text{max}}, \text{ Н,}$$

где  $P_{\text{max}}$  – суммарная нагрузка на дробящую плиту

$$P_{\text{max}} = q \cdot B \cdot H, \text{ Н,}$$

где  $q$  – среднее давление на единицу рабочей площади неподвижной щеки во время дробления камня, Па,  $q = 2,7 \text{ МПа}$ ;  $H$  – высота дробилки, м.

6. Определение среднего эффективного усилия на неподвижную щеку

$$P_{\text{эфф}} \approx 0,2 P_{\text{max}}, \text{ Н.}$$

7. Определение работы дробления за один рабочий ход подвижной щеки

$$A = P_{\text{эфф}} \cdot S_0, \text{ Дж,}$$

где  $S_0$  – ход подвижной щеки в месте приложения силы, м,  $S_0 = (0,56 \dots 0,6)S$  – для дробилок с простым качанием щеки,  $S_0 = \tau$  – для дробилок со сложным качанием щеки;  $\tau$  – эксцентриситет вала дробилки, м.

8. Определение мощности электродвигателя дробилки

– для дробилок с простым качанием щеки

$$N = \frac{700\mathcal{B} \cdot S_0 \cdot n \cdot H}{\eta}, \text{ кВт},$$

– для дробилок со сложным качанием щеки

$$N = \frac{720\mathcal{B} \cdot r \cdot n \cdot H}{\eta}, \text{ кВт},$$

где  $\eta$  – КПД привода,  $\eta = 0,85$ .

Исходные данные к расчету щековых дробилок приведены в приложении 1.

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

Приложение 1

№ варианта	Крупность исходного материала D, мм	Минимальная ширина разгрузочной щели e, мм	Эксцентриситет вала Г, мм	Угол захвата, α	Ход подвижной щеки, S, мм	Высота неподвижной щеки Н, мм	Ширина загрузочного отверстия, В, мм	Качение щеки
1	510	180	19	18	24	1100	900	простое
2	520	179	18	19	23	1120	890	сложное
3	530	178	17	20	22	1130	910	простое
4	540	177	20	18	21	1140	920	сложное
5	550	176	19	19	24	1150	930	простое
6	560	175	18	20	23	1160	940	сложное
7	570	174	17	18	22	1170	900	простое
8	580	173	20	19	21	1180	890	сложное
9	590	172	19	20	24	1190	910	простое
10	600	171	18	18	23	1200	920	сложное
11	595	170	17	19	22	1100	930	простое
12	585	169	20	20	21	1120	940	сложное
13	575	168	19	18	24	1130	900	простое
14	565	167	18	19	23	1140	890	сложное
15	555	166	17	20	22	1150	910	простое
16	545	165	20	18	21	1160	920	сложное
17	535	164	19	19	24	1170	930	простое
18	525	163	18	20	23	1180	940	сложное
19	515	162	17	18	22	1190	900	простое
20	505	161	20	19	21	1200	890	сложное
21	400	160	19	20	24	1100	910	простое
22	450	180	18	18	23	1120	920	сложное
Для четных вариантов дроблению подвергается известняк, с насыпной плотностью 1600кг/м <sup>3</sup>								
Для нечетных вариантов дроблению подвергается железная руда, с насыпной плотностью 2000кг/м <sup>3</sup>								

## Тема 3.3 Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №19

#### Расчет конусных дробилок

**Цель работы:** Рассчитать основные параметры конусной дробилки

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

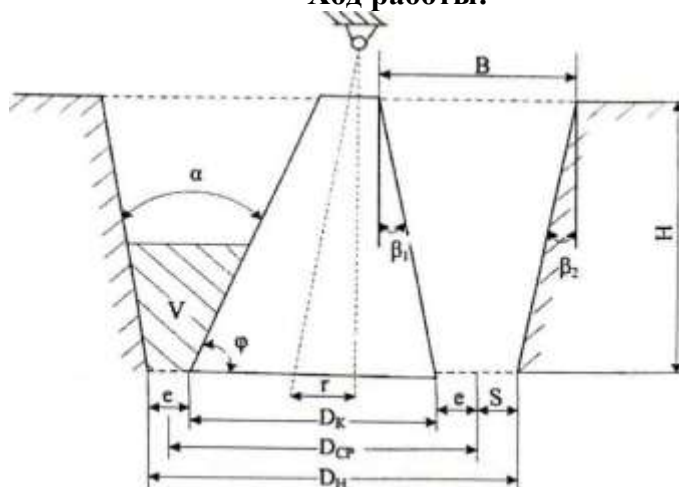
**Задание:**

- 1.Зарисовать схему к расчету дробилки
2. Рассчитать основные параметры дробилки
- 3.Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**



$D_k$  - нижний диаметр дробящего конуса;  $D_{cp}$  - средний диаметр дробящего конуса в зоне параллельности;

$D_n$  - нижний диаметр неподвижного конуса;  $\alpha$  - угол захвата (угол между подвижными и неподвижными конусами);

$r$  - эксцентриситет;  $H$  - высота дробилки;  $e$  - минимальная ширина разгрузочной щели;  $S$  - ход подвижного конуса.

Рисунок 4 – Схема к расчету конусной дробилки

Методика расчета основных параметров конусных дробилок аналогична щековым дробилкам, так как условия дробления материала в них одинаковые. Для облегчения расчета примем  $D_{CP} = D_K$ ,  $r = e$ ,  $\alpha = \beta_1 + \beta_2$ , причем  $\beta_1 > \beta_2$  [2, 3].

1. Определение объема материала, выходящего из дробилки за один оборот вала

$$V = \frac{\pi \cdot D_{CP} \cdot (e + r) \cdot 2r}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2} = \frac{\pi \cdot D_K \cdot 4e^2}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}, \text{ м}^3,$$

где  $D_K$  – нижний диаметр дробящего конуса, м;  $e$  – минимальный размер выходной щели, м;  $\beta_1$  – угол наклона образующей внутреннего конуса, град;  $\beta_2$  – угол наклона образующей наружного конуса, град.

2. Определение числа оборотов вала дробилки

– для конусных дробилок крупного дробления

$$n \approx 0,71 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}{r}} \approx 0,71 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}{e}}, \text{ с}^{-1},$$

– для конусных дробилок среднего и мелкого дробления

$$n = 7,5 \sqrt{\frac{\sin\varphi - f \cdot \cos\varphi}{D_K}}, \text{ с}^{-1},$$

где  $\varphi$  – угол между образующей дробящего конуса и основанием, град;  $f$  – коэффициент трения материала о футеровку конусов,  $f = 0,3 \dots 0,35$ .

3. Определение объемной и массовой производительностей

$$\Pi_V = 3600k_p \cdot n \cdot \pi \cdot \frac{D_{CP} \cdot (e + r) \cdot 2r}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2} = 14400k_p \cdot n \cdot \pi \cdot \frac{D_K \cdot e^2}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\Pi_M = \Pi_V \cdot \rho^{\text{нас}}, \text{ кг/ч},$$

где  $\rho^{\text{нас}}$  – насыпная плотность материала,  $\text{кг/м}^3$ ;  $k_p$  – коэффициент разрыхления материала,  $k_p = 0,3 \dots 0,4$  – для прочного материала,  $k_p = 0,41 \dots 0,65$  – для непрочного материала.

4. Определение усилия дробления

$$P = 46S_1 \cdot 10^4, \text{ Н},$$

где  $S_1$  – поверхность дробящего конуса,  $\text{м}^2$ ,

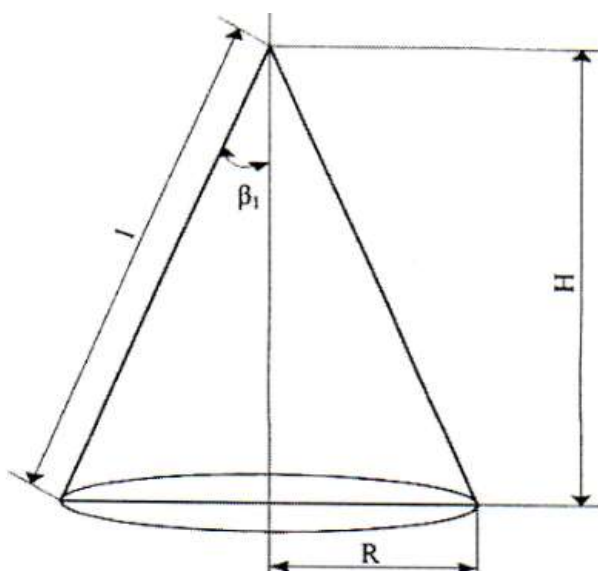


Схема расчета поверхности дробящего конуса

$$S_1 = \pi \cdot R \cdot l \approx \pi \cdot \frac{D_K}{2} \cdot \frac{H}{\cos \beta_1}, \text{ м}^2,$$

где  $l$  – образующая дробящего конуса, м;  $H$  – высота дробилки, м.  
Тогда

$$P = 46 \cdot 10^4 \pi \cdot \frac{D_K}{2} \cdot \frac{H}{\cos \beta_1} = 23 \cdot 10^4 \pi \cdot D_K \cdot \frac{H}{\cos \beta_1}, \text{ Н.}$$

5. Определение мощности электродвигателя конусной дробилки

$$N = 12,6 D_K^2 \cdot n, \text{ кВт.}$$

Исходные данные к расчету конусных дробилок приведены в приложении

## Приложение 1

№ варианта	Способ дробления	Плотность материала, $\rho_{\text{мис}}, \text{ кг/м}^3$	Нижний диаметр дробящего конуса $D_K, \text{ мм}$	Угол захвата, $\alpha$	Минимальный размер выходной щели $e, \text{ мм}$	Высота дробилки $H, \text{ мм}$
1	крупный	1500	1750	12	5	3000
2	средний	1600	1800	14	6	4000
3	мелкий	1700	1850	16	7	5000
4	крупный	1800	1900	18	8	6000
5	средний	1900	1750	12	9	7000
6	мелкий	2000	1800	14	10	3000
7	крупный	1500	1850	16	5	4000
8	средний	1600	1900	18	6	5000
9	мелкий	1700	1750	12	7	6000

10	крупный	1800	1800	14	8	7000
11	средний	1900	1850	16	9	3000
12	мелкий	2000	1900	18	10	4000
13	крупный	1500	1750	12	5	5000
14	средний	1600	1800	14	6	6000
15	мелкий	1700	1850	16	7	7000
16	крупный	1800	1900	18	8	3000
17	средний	1900	1750	12	9	4000
18	мелкий	2000	1800	14	10	5000
19	крупный	1500	1850	16	5	6000
20	средний	1600	1900	18	6	7000
21	мелкий	1700	1750	12	7	3000
22	крупный	1800	1800	14	8	4000
ПРИМЕЧАНИЕ: Если насыпная плотность материала находится в интервале 1500...1600 кг/м <sup>3</sup> , то материал считается прочным. Если насыпная плотность материала находится в интервале 1700...2000 кг/м <sup>3</sup> , то материал считается непрочным.						
$\alpha = \beta_1 + \beta_2$ ; $\beta_1 = \beta_2 + (4-5^0)$						
Например: $\alpha = \beta_1 + \beta_2 = 11^0$ , тогда $\beta_1 = 6$ , $\beta_2 = 5$ .						

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 3.3 Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №20

#### Расчет мощности привода барабанного смесителя (окомкователя)

**Цель:** Рассчитать мощность барабанного смесителя

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет электродвигателя барабанного смесителя
3. Подобрать электродвигатель
4. Выполнить отчет о проделанной работе

Ход работы:

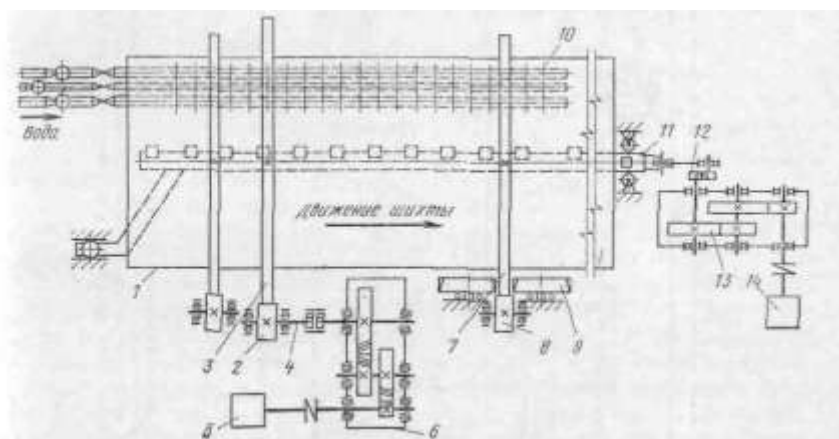


Рисунок 5 – Кинематическая сема привода барабанного смесителя

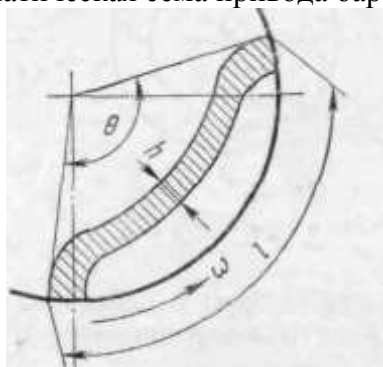


Рисунок 6 – Схема движения материала в барабане



Таблица 2 – Техническая характеристика барабанных смесителей

Параметры	Смесители		Окомкователи		
	СВ 3,2×8,0	СВ 3,2×12,5	ОВ 2,8×11	ОВ 3,2×12,5	ОВ 4,2×21
Производительность, т/ч: смесителей (максимальная) . . . . .	850	1200	—	—	—
окомкователей (по годовому продукту) . . . . .	—	—	40	450	1100
Диаметр барабана (внутренний), м . . . . .	3,2	3,2	2,8	3,2	4,2
Длина барабана, м . . . . .	8	12,5	11	12,5	24
Угол наклона барабана . . . . .	2° 30'	2° 15'	3—6°	1—4°	2,5°
Степень заполнения барабана, % . . . . .	<13	<18	<15	<13	8—10,9
Частота вращения барабана, об/мин . . . . .	9,84; 6,55; 4,92	7,71— 11,56	8—12	4—8	4—8
Мощность электродвигателя привода вращения барабана, кВт . . . . .	60/90/120/120	400	90	110/175	630

### Расчет мощности двигателя привода барабана

Нагрузка на опорные ролики складывается из веса барабана  $G_б$ , веса шихты в барабане  $G_{ш}$  и веса гарниссажа  $G_г$ .

Вес шихты  $G_{ш}$  можно определить при известной степени заполнения барабана по следующей формуле:

$$G_{ш} = \frac{\pi D^2}{4} L \gamma g \varphi$$

где  $L$  — длина барабана;

$g$  — ускорение свободного падения;

$\varphi$  — степень заполнения барабана.

Нагрузка на один ролик

$$N_p = \frac{G_б + G_{ш} + G_г}{Z \cos \alpha}$$

где  $Z$  — число опорных роликов;  $\alpha$  — половина центрального угла между роликами.

Угол  $\alpha$  обычно принимают равным 30-35°. С увеличением угла  $\alpha$  растет величина реакции  $N_p$ , а с уменьшением  $\alpha$  снижается устойчивость барабана.

Влиянием наклона оси барабана к горизонту на распределение нагрузок по роликам, а также сопротивлением от трения в подшипниках упорных роликов при расчете можно пренебречь.

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 3.3 Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №21

#### Расчет мощности привода агломашины

**Цель работы:** Произвести расчет привода агломерационной машины

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Задание:**

1. Зарисовать кинематическую схему и расчетную схему
2. Рассчитать основные параметры
3. Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**

1. Выбрать исходные данные в таблице 1
2. Выполнить расчетную схему по рисунку 1
3. Произвести расчет Рдв по методике, изложенной ниже.

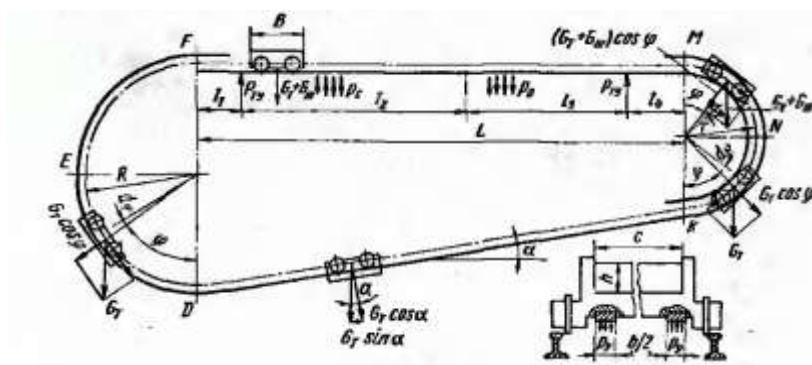


Рисунок 7 - Расчетная схема

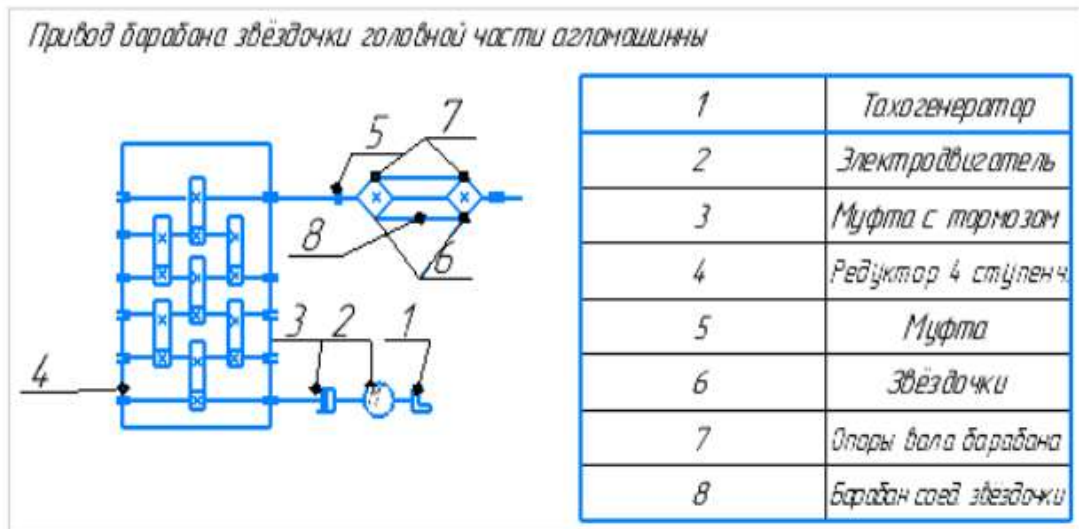


Рисунок 8 – Кинематическая схема

1. Определяем угол наклона холостой ветви:

$$\alpha = \arctg [2 (R - r)]/L, \text{ град.}$$

2. Определяем длину контура:

$$S = \pi(R + r) + L(1 + 1/\text{Cos}\alpha), \text{ м.}$$

3. Определяем время передвижения тележки по контуру:

$$t = S/v \text{ с.}$$

4. Определяем коэффициент сопротивления передвижения тележки:

$$w = k_p * (2\mu_r + f_d)/D$$

5. Определяем вес шихты на тележке:

$$G_{ш} = B * c * h * \gamma * g, \text{ кН.}$$

6. Определяем работу, затрачиваемую на перемещение тележки на участке подъема:

$$A_1 = G_T * R * (2 + w), \text{ кНм.}$$

7. Определяем работу на рабочей ветви

$$A_2 = A_2^1 + A_2^2 + A_2^3 + A_2^4 - 2P_{г\gamma} * B * w + p_{\gamma} * b * B * \mu * (l_2 + l_3) + 2P_{г\gamma} * B * \mu, \text{ кНм.}$$

$A_2^1$ - работа по перемещению пустой тележки на участке  $l_1$ ;

$$A_2^1 = W_T * l_1, \text{ кНм;}$$

$W_T$ - сила сопротивления движению пустой тележки на участке  $l_1$ ;

$$W_T = G_T * w, \text{ кН;}$$

$A_2^2$ - работа по перемещению гружёной тележки на участке  $l_2$  ( над вакуум-камерами спекания);

$$A2^2 = Wc * l2, \text{ кНм};$$

Wc- сила сопротивления движению гружёной тележки на участке l2;

$$Wc = (Gт + Gш + pcBc - pубB) * w, \text{ кН}$$

A2<sup>3</sup>- работа по перемещению гружёной тележки на участке l3 (над вакуум-камерами охлаждения):

$$A2^3 = Wo * l3, \text{ кНм};$$

Wo- сила сопротивления движению гружёной тележки на участке l3;

$$Wo = (Gт + Gш + poBc - pубB) * w, \text{ кН}$$

A2<sup>4</sup>- работа по перемещению гружёной тележки на участке l4;

$$A2^4 = Wгр * l4, \text{ кНм};$$

Wгр- сила сопротивления движению гружёной тележки на участке l4;

$$Wгр = (Gт + Gш) * w, \text{ кН}$$

8. Определяем работу на участке опускания и опрокидывания тележек:

$$A3 = (2Gт + Gш) * r * w, \text{ кНм}.$$

9. Определяем работу на холостой ветви:

$$A4 = Gт * L * (w - tg\alpha), \text{ кНм}.$$

10. Определяем полную работу по перемещению тележки по всему замкнутому контуру:

$$A = A1 + A2 + A3 + A4, \text{ кНм}.$$

11. Определяем необходимую мощность электродвигателя привода агломашины для перемещения спекательных тележек:

$$Pдв = Az / \eta_{мех}, \text{ кВт}.$$

12. По полученному значению мощности привода подбираем электродвигатель и выписываем его параметры: тип, мощность, частоту вращения вала.

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование параметров	Обозн.	Ед. изм.	Варианты						
			1	2	3	4	5	6	7
Число спекательных тележек	z	Шт.	70	70	80	144	105	151	130
Максимальная скорость движения тележек	v	м/мин	4,36	4,5	4,5	5,0	6,0	6,0	7,5
Длина горизонтального участка контура	L	м	40,4	40,4	45,15	67,15	58,15	70,05	91,15
Радиус траектории на участке подъема	R	м	1,927	1,927	1,908	1,908	1,908	2,295	2,935
То же на участке разгрузки	r	м	1,076	1,076	1,271	1,271	1,271	1,315	1,30
Вес тележки	Gт	кН	20,5	23,0	26,0	26,0	27,0	27,5	65,0
Диаметр ролика	D	мм	200	200	240	240	240	240	300
Диаметр цапфы ролика	d	мм	65	65	75	75	75	75	110

Длина пути движения незагруженной тележки	$l_1$	м	2,0	1,5	2,15	2,15	2,5	2,0	6,0
То же загруженной над вакуум-камерами спекания	$l_2$	м	25	25	30	30	40	34	63
То же над вакуум- камерами охлаждения	$l_3$	м	10	10	10	32	10	30	15
То же после вакуум-камер охлаждения	$l_4$	М	3,4	3,9	3,0	3,0	5,65	4,05	7,15
Давление в вакуум-камерах спекания	рс	Мпа	0,007	0,0075	0,008	0,009	0,0095	0,0085	0,01
Объемная масса шихты	$\gamma$	т/м <sup>3</sup>	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	2,0	2,1
Давление в вакуум-камерах охлаждения	ро	Мпа	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0045	0,005
Давление уплотняющих пластин	ру	Мпа	0,012	0,013	0,015	0,014	0,016	0,017	0,017
Коэффициент сопротивления движению тележки	w	-	$w = k_p * (2\mu p + fd)/D$						
Усилие со стороны торцевого уплотнения	Рту	кН	2,0	2,5	2,5	2,5	2,8	4,0	7,0
Суммарная ширина уплотняющих пластин	b	мм	180	180	180	180	180	180	200
Длина спекат. тележки	B	м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
Ширина спекат. тележки	c	м	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
Толщина слоя шихты	h	м	0,25	0,30	0,33	0,40	0,35	0,27	0,40
Коэффициент трения в уплотнит. пластинах	$\mu$	-	0,15	0,16	0,18	0,15	0,20	0,18	0,17
Коэффициент трения роликов по рельсам	$\mu_r$	мм	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Коэффициент учитывающий трение в ребордах	k <sub>p</sub>	-	2,1	2,5	2,2	2,2	2,25	2,4	2,3
Коэффициент трения в подшипниках роликов	f	-	0,027	0,028	0,025	0,025	0,027	0,020	0,020
Коэффициент. полезного действия	$\eta_{\text{мех}}$	-	0,65	0,68	0,70	0,70	0,76	0,82	0,82

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 5.2 Машины для подачи кислорода в конвертер

### Практическое занятие №22

#### Общее устройство, механизмы, принцип работы и технические характеристики дуговой электропечи ДСП-100. Нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации

**Цель:** Изучить общее устройство, механизмы, принцип работы и технические характеристики дуговой электропечи ДСП-100. Нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации

#### **Выполнив работу, Вы будете**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

#### **Задание**

1. Изучить устройство, механизмы, принцип работы дуговой электропечи ДСП-100

#### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Изучить устройство, механизмы, принцип работы дуговой электропечи ДСП-100
3. Определить нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации дуговой печи

#### **Ход работы**

Технологический процесс выплавки электростали в дуговой печи включает следующие операции: расплавление скрапа, удаление из него вредных примесей и газов, раскисление металла, введение легирующих компонентов, рафинирование, выливание металла в ковш для последующей разливки по формам.

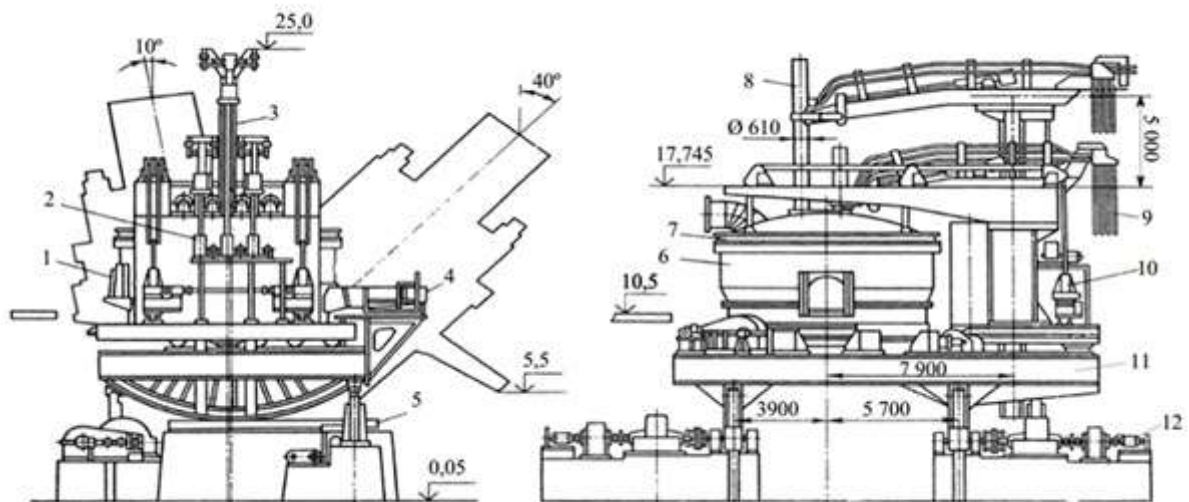
В результате горения дуги скрап расплавляется, и жидкий металл стекает в подину. В шихте образуются колодцы, в которые опускаются электроды на глубину до соприкосновения с поверхностью жидкого металла на подине печи.

Постепенное расплавление скрапа и шихты приводит к повышению уровня расплавленного металла, и во избежание возникновения короткого замыкания электроды поднимают. Период расплавления металла характеризуется беспокойным режимом горения дуги. Горящая между концом электрода и холодным металлом дуга нестабильна, ее длина меняется в широких пределах при обвалах и перемещениях скрапа (от короткого замыкания до обрыва дуги). Период расплавления скрапа чаще всего занимает более половины времени всего процесса, забирая при этом до 80 % всей электроэнергии, и считается завершенным, когда весь металл в ванне перешел в жидкое состояние.

Удаление вредных примесей из расплавляемого металла осуществляют следующим образом. В начале процесса при низкой температуре ванны интенсивно идут эндотермические

реакции окисления железа, кремния, марганца и фосфора. На этом этапе оксиды всплывают на поверхность расплава и образуют вместе с вводимой известью слой шлака, в состав которого входят легкоионизирующиеся (по сравнению с расплавленным металлом) компоненты, поэтому дуга здесь горит более устойчиво. На поверхности шлака оксиды кремния соединяются с закисью железа и марганца, в результате чего образуется соответствующие силикаты. Для оптимизации этих процессов в ванну добавляют железную руду или вдувают кислород. При этой операции углерод металла восстанавливает руду. Оксид углерода, образующийся в результате этого приема пузырьками, всплывает на поверхности ванны. Весьма ответственным моментом процесса является рафинирование металла.

При завершении процесса плавки для окончательной корректировки химического состава расплава в него вводят легирующие добавки и затем разливают.



1 - рабочее окно; 2 - механизм перемещения электрода; 3 - колонна электрододержателя; 4 - сливной носок; 5 - фундаментная балка; 6 - кожух; 7 - свод; 8- электрод; 9 - кабельная гирлянда; 10 - механизм подъема свода; 11 - люлька; 12 - привод наклона

Рисунок 1 - Дуговая сталеплавильная печь ДСП-100



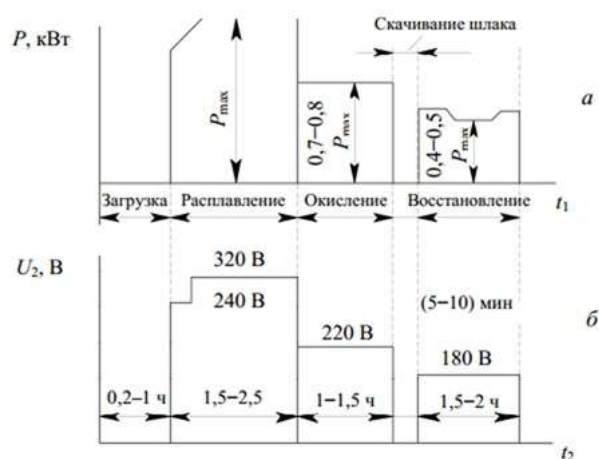


Рисунок 2 - График мощности (а) и напряжения (б) дуговой сталеплавильной печи при выплавке с полным раскислением

Процесс плавки в крупных печах длится до 6 часов, при этом 1,5—2,5 ч идет расплавление и 2—4 ч — окисление и рафинирование металла. Режимы работы печи зависят от вида скрапа, шихты, состава футеровки и применяемых легирующих элементов. Поэтому к конструкции дуговой печи, ее вспомогательным элементам, схеме электроснабжения предъявляют следующие весьма жесткие требования:

1) потенциальная возможность гибкого регулирования мощностью: в начальный период для ускорения процесса расплавления необходима максимальная мощность, в другие же периоды нужно изменять мощность лишь для регулирования температурами металла и шлака (рис. 1.4);

2) возможность поддержания в печи восстановительной атмосферы;

3) оперативная защита электрооборудования печи от возникающих коротких замыканий и частых обрывов дуги в течение всего периода плавки;

4) возможность ограничивать токи короткого замыкания и выдерживать все электрические режимы технологического процесса. Отклонение от нормального режима, как правило, происходит по фазам. Поэтому каждый электрод печи оснащается механизмами подъема и опускания с автоматическим управлением.

#### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.3 Оборудование для смены рабочих и опорных валков рабочих клетей

### Практическое занятие №23

#### Расчет на прочность прокатных валков

**Цель:** Рассчитать статическую прочность валков

**Выполнив работу, Вы будете**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** Атлас Королева А.А. стр. II - 29

**Задание**

1. Рассчитать статическую прочность валков;
2. Сравнить полученные данные с допустимым значением.

**Порядок выполнения работы**

4. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
5. Зарисовать прокатный валок и подписать его основные элементы
6. Найти все исходные данные для расчета из атласа
7. Выполнить расчеты на прочность и жесткость прокатных валков
8. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы**

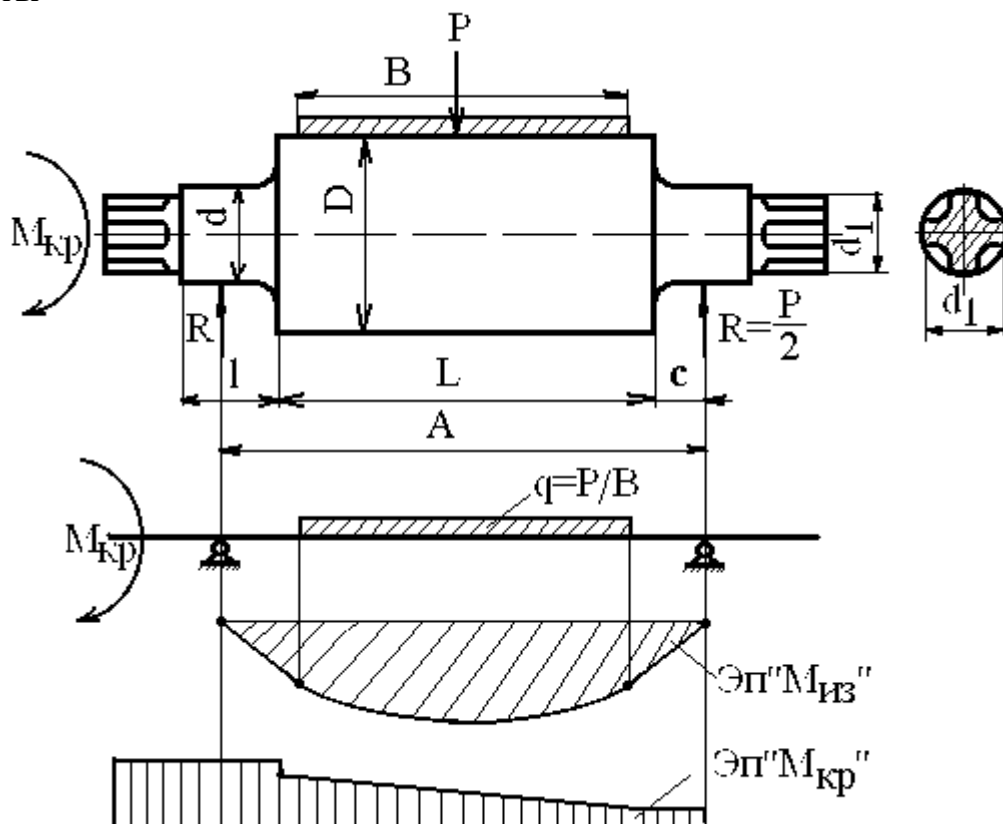


Рисунок 12 – Схема нагружения прокатного валка

1. Напряжение изгиба в бочке валка определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{изг.б}} = \frac{M_{\text{изг.б}}}{\omega_{\text{б}}} = \frac{M_{\text{изг.б}}}{0,1d_{\text{б}}^3} \quad [\text{МПа}],$$

где  $M_{\text{изг.б}}$ - изгибающий момент, действующий в рассматриваемом сечении бочки валка, Н\*М;

$\omega_{\text{б}}$ - момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб, Н\*М.

2. Для листовых двухвалковых станов максимально изгибающий момент будет в середине бочки валка.

$$M_{\text{изг.б}} = \frac{P}{2} * \frac{a}{2} - \frac{P}{2} * \frac{b}{4} = \frac{P}{4} \left( a - \frac{b}{2} \right),$$

где P- максимальное усилие при прокатке, Н;

$P = m * g$ , где

m – масса валка, т; (см. технические характеристики заданного валка);

g – ускорение свободного падения ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ).

a - расстояние между опорами, м;

b - ширина полосы, м. (1 МПа = 1000 КН/м<sup>2</sup>)

3. Шейку листового валка рассчитывают на изгиб по следующей формуле:

$$\sigma_{\text{изг.ш}} = \frac{M_{\text{изг.ш}}}{W_{\text{изг.ш}}} = \frac{\frac{P}{2} * \frac{l}{2}}{0,1d_{\text{ш}}^3} = \frac{Pl}{0,4d_{\text{ш}}^3},$$

где l- длина шейки валка, м;

4. Кручение шейки листового валка рассчитывается по формуле:

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{T}{W_{\text{кр.ш}}} = \frac{T}{0,2d_{\text{ш}}^3}, \text{ где}$$

T- крутящий момент, прикладываемый к валку со стороны привода (полярный момент сопротивления).

$$P = T * \omega,$$

где P- мощность, Вт. (принимается мощность равную 90 кВт)

$\omega$  - скорость вращения, об/мин. (скорость вращения 90 об/мин)

$$T = \frac{P}{\omega}$$

5. Результирующее напряжение определяется по формуле для стальных валков.

$$\sigma_{\text{рез}} = \sqrt{\sigma_{\text{изг.ш}}^2 + 3\tau}$$

6. Результирующее напряжение не должно превышать допустимое для данных валков.

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.3 Оборудование для смены рабочих и опорных валков рабочих клетей

### Практическое занятие №24

#### Расчет на прочность станины закрытого типа

**Цель:** Рассчитать статическую прочность станины закрытого типа

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание**

1. Рассчитать статическую прочность станины;
2. Сравнить полученные данные с допустимым значением.

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Зарисовать станину и подписать ее основные элементы
3. Выполнить расчеты на прочность
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы**

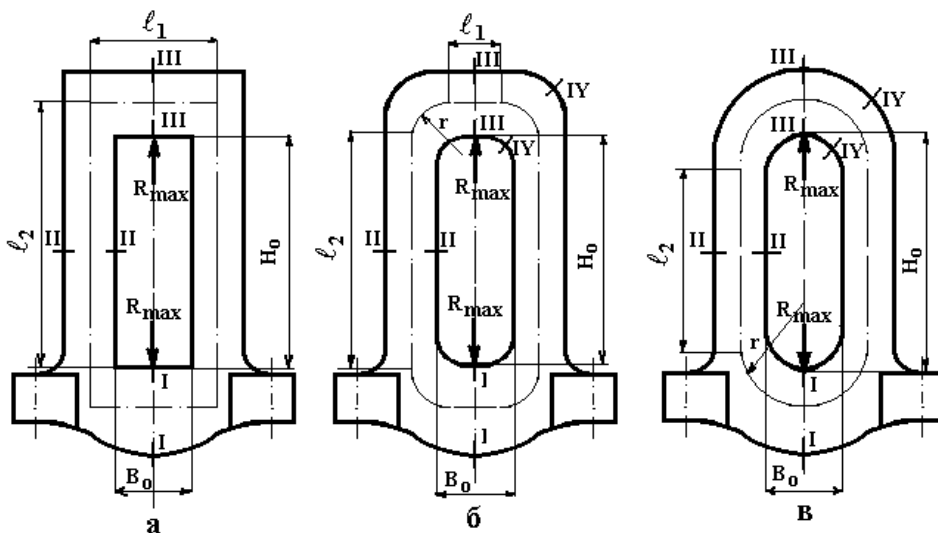


Рисунок 13 – Схема нагружения станины

Для сплошного поперечного сечения нижней поперечины указанные параметры рассчитывают по формулам:

площадь сечения

$$F_1 = A_1 B_1,$$

момент инерции

$$J_1 = \frac{A_1 B_1^3}{12},$$

координата центра тяжести

$$Y_1 = \frac{B_1}{2},$$

момент сопротивления изгибу

$$W_1 = \frac{A_1 B_1^2}{6},$$

Для сечения с вырезами под нажимную гайку и винт расчет ведут по формулам

площадь сечения

$$F_1 = H_1 B_1 - H_r D_r - (H_1 - H_r) d_{от},$$

статический момент относительно оси x-x, проходящей через верхнее основание сечения

$$S_1 = 0,5 [B_1 H_1^2 - H_r D_r^2 - d_{от} (H_1^2 - H_r^2)],$$

координата центра тяжести

$$Y_1 = \frac{S_1}{F_1},$$

момент инерции сечения относительно нейтральной оси, проходящей через центр тяжести

$$J_1 = \frac{B_1 H_1^3}{12} + \left( \frac{H_1}{2} - Y_1 \right) H_1 B_1 - \frac{d_{от} (H_1 - H_r)}{12} - \left( \frac{H_1 + H_r}{2} \right) (H_1 - H_r) d_{от} - \frac{D_r H_r^3}{12} - \left( \frac{H_r}{2} - Y_1 \right)^2 D_r H_r,$$

момент сопротивления изгибу

$$W_1 = \frac{J_1}{Y_1}$$

Опасное сечение II-I

$$F_2 = A_2 B_2,$$

$$J_2 = \frac{B_2 A_2^3}{12}$$

$$W_2 = \frac{B_2 A_2^2}{6}$$

Опасное сечение III-III

$$F_3 = H_3 B_3 - H_r D_r - (H_3 - H_r) d_{от},$$

$$S_3 = 0,5 [B_3 H_3^2 - H_r D_r^2 - d_{от} (H_3^2 - H_r^2)],$$

$$Y_3 = \frac{S_3}{F_3}$$

$$J_3 = \frac{B_3 H_3^3}{12} + \left( \frac{H_3}{2} - Y_3 \right) H_3 B_3 - \frac{d_{от} (H_3 - H_r)^3}{12} - \left( \frac{H_3 + H_r}{2} \right) (H_3 - H_r) d_{от} - \frac{D_r H_r^3}{12} - \left( \frac{H_r}{2} - Y_3 \right)^2 D_r H_r,$$

$$W_3 = \frac{J_3}{Y_3}$$

Опасное сечение IV-IV

$$F_4 = A_4 B_4,$$

$$J_4 = \frac{A_4 B_4^3}{12},$$

$$Y_4 = \frac{B_4}{2},$$

$$W_4 = \frac{A_4 B_4^2}{6}.$$

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

N	R <sub>max</sub> , МН	A <sub>1</sub> , м	B <sub>1</sub> , м	A <sub>2</sub> , м	B <sub>2</sub> , м	H <sub>3</sub> , м	B <sub>3</sub> , м	H <sub>г</sub> , м	D <sub>г</sub> , м	d <sub>от</sub> , м	A <sub>4</sub> , м	B <sub>4</sub> , м	B <sub>0</sub> , м	H <sub>0</sub> , м	г, м
1	17	0,8	1,2	0,85	0,8	1,3	1,8	0,9	0,9	0,6	0,8	1	1,8	6,5	0,4
2	15	0,82	1,22	0,875	0,82	1,35	1,85	0,9	0,9	0,6	0,8	1,05	1,85	6,65	0,4
3	20	0,84	1,25	0,9	0,85	1,35	1,9	0,95	0,95	0,6	0,85	1,05	1,9	6,8	0,42
4	30	0,88	1,30	0,95	0,85	1,45	2	1	1	0,65	0,88	1,1	1,95	7,15	0,45
5	30	0,92	1,35	1	0,9	1,5	2,05	1,05	1,05	0,7	0,9	1,15	2,	7,5	0,48
6	35	0,96	1,45	1,02	0,95	1,55	2,2	1,1	1,1	0,7	0,95	1,20	2,15	7,8	0,48
7	20	0,76	1,15	0,8	0,75	1,25	1,7	0,85	0,85	0,5	0,75	0,95	1,7	6,2	0,38
8	13	0,72	1,05	0,75	0,72	1,15	1,6	0,8	0,8	0,5	0,7	0,90	1,65	5,85	0,35
9	14,5	0,64	1	0,65	0,65	1,05	1,45	0,7	0,7	0,5	0,65	0,80	1,45	5,20	0,32
10	10	0,60	0,90	0,65	0,60	1	1,35	0,7	0,7	0,45	0,60	0,75	1,35	4,85	0,30

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.3 Оборудование для смены рабочих и опорных валков рабочих клетей

### Практическое занятие №25

#### Расчет на прочность нажимного винта и гайки

**Цель:** Рассчитать нажимной винт и гайку

**Выполнив работу, Вы будете**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** Атлас Королева А.А.

**Задание**

1. Рассчитать нажимной винт и гайку по заданным параметрам

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Рассчитать на прочность нажимного винта и гайки;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

**Ход работы**

Исходными данными являются усилие прокатки и скорость перемещения винтов.

Диаметр нажимного винта определяют в зависимости от условия, действующего на него при прокатке.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Y}{\pi \cdot [\sigma]}} = 1,13 \sqrt{\frac{Y}{[\sigma]}}$$

$d_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр нарезки винта, мм.

$Y$  - максимальное усилие, действующее на винт при прокатке, КН.

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение на сжатие винта, МПа

Допускаемое напряжение на сжатие материала можно принимать равным 120-150 МПа

Нажимные винты изготавливают из ковanej стали марок Ст5, 40Х, 40ХН с пределом прочности  $\sigma = 600-700$  МПа.

Стан 2500

Диаметр нажимной гайки  $D_{\text{г}}$  и ее высоту  $H_{\text{г}}$  определяют из следующих соотношений:

$$D_{\text{г}} = (1,5 \div 1,8) \cdot d_{\text{нар}}$$

$$H_{\text{г}} = (0,95 \div 1,1) \cdot D_{\text{г}}, \text{ где}$$

$d_{\text{нар}}$  - наружный диаметр резьбы нажимного винта.

Так как на нажимную гайку и на шейку валка действует одно и то же усилие, наружный диаметр нажимного винта можно определить из зависимости:

$$d_{\text{нар}} = (0,55-0,62) d_{\text{ш}}, \text{ где}$$

$d_{\text{ш}}$  - диаметр шейки валка.

1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
$Y=18$ КН	$Y=15$ КН	$Y=10$ КН	$Y=20$ КН
$d_{\text{ш}}=1050$ мм	$d_{\text{ш}}=840$ мм	$d_{\text{ш}}=635$ мм	$d_{\text{ш}}=1200$ мм



**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.3 Оборудование для смены рабочих и опорных валков рабочих клеток

### Практическое занятие №25

#### Определение мощности электродвигателя привода рольганга

**Цель:** Рассчитать мощность привода рольганга

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание**

1. Рассчитать привод рольганга

**Задание**

1. Рассчитать мощность рольганга по заданным параметрам;
2. Зарисовать кинематическую схему рольганга.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Выполнить расчеты привода рольганга;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

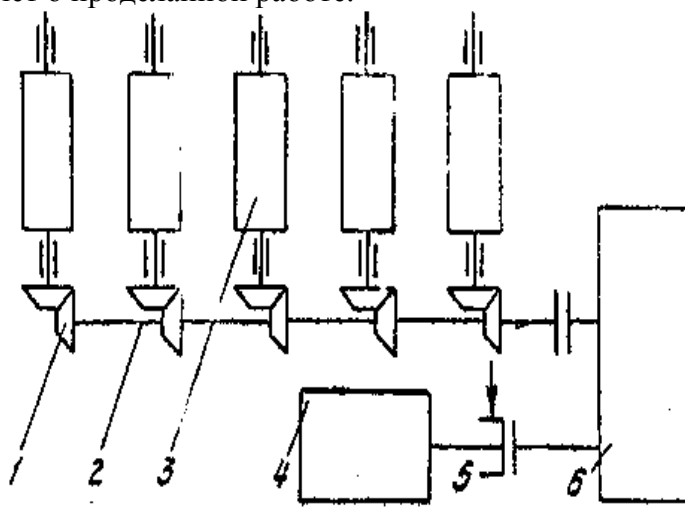


Рисунок 14 – Привод рольганга

Расчет мощности и момента рольганга суммируется из 3-х факторов.

- 1) Потери на трение в подшипниках при движении металла

$$M_{\text{тр}} = (Q_m + n_p G_p) \mu_n * \frac{d_n}{2}, \text{ (Н}\cdot\text{м) где}$$

$Q_m$ - вес транспортируемого металла.

$n_p$ - число роликов, приводимого от одного электродвигателя.

$G_p$ - вес самого ролика.

$$V_{\text{цил.}} = \frac{\pi d^2}{4} * h$$

$$G_p = V_{\text{цил.}} * q, \quad q = 7700 \text{ кг/м}^3$$

$\mu_n$ - коэффициент трения в подшипниках ролика ( $\mu_n = 0,005 - 0,008$ )

$d_n$ - диаметр круга трения в подшипниковых опорах ролика.

2) Возможность буксования роликов по металлу при случайном упоре металла в препятствие.

$$M_{\text{бук}} = Q_i * \mu_{\text{бук}} * \frac{d}{2}, \text{ где}$$

$\mu_{\text{бук}}$ - коэффициент трения ролика при буксовании

(0,3- по горячему металлу

0,15-0,2- по холодному металлу)

$d$ - диаметр бочки ролика

Эти моменты составляют статическую нагрузку привода.

$$M_{\text{ст.р}} = M_{\text{тр.р}} + M_{\text{бук}}$$

3) Возможность транспортирования металла с ускорением, для чего к роликам необходимо приложить динамический момент.

$$M_{\text{дин.}} = J * \omega = J \frac{d_\omega}{d_r}, \text{ где}$$

$J$ - момент инерции масс, вращающихся с ускорением Н\*М

$d_\omega$ - угловое ускорение вращающейся массы, рад/с

$$J = G_\delta * R_i^2 = G_\delta * \frac{D_i^2}{4}, \text{ где}$$

$D_i$ - диаметр ширины вращения детали, для деталей имеющих форму цилиндра  $R_i = 0,7r$   $D_i = 1,4r$

где  $r$ - наружный радиус цилиндра

$d_{\omega} = \frac{j}{r}$ , где  $j$  — поступательное ускорение для горячего металла = 3,0 м/с<sup>2</sup>

$r$  - наружный радиус

$$M_{\text{рол.}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}}$$

Мощность, требуемая для вращения роликов, кВт

$$N_{\text{рол}} = M_{\text{рол}} \cdot \omega_{\text{р}}$$

$$M_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{рол}}}{\eta}$$

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.1 Технологическое оборудование прокатных клетей

### Лабораторное занятие №1

#### Проектирование состава прокатного стана

##### Цель:

1. Формирование производственной структуры предприятия
2. Проектирование размещения подразделений предприятия
3. Размещение оборудования

##### Выполнив работу, Вы будете:

- уметь:
- читать принципиальные структурные схемы;
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

##### Задание

1. Спроектировать производственных цех.

##### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Формирование производственной структуры предприятия
3. Спроектировать размещение подразделений предприятия
4. Разместить оборудование цеха

Выполнить отчет о проделанной работе.

##### Ход работы

1. Определение организационного типа производства (единичное, серийное, массовое).
2. Определение количества и выбор формы специализации цехов.
3. Анализ возможных маршрутов движения предметов труда в производстве.
4. Проектирование внутрифирменной кооперации (формирование вариантов схем внутрипроизводственных связей).
5. Проектирование производственной структуры цехов основного производства.
6. Проектирование производственной инфраструктуры.

## 7. Графическое изображение производственной структуры предприятия.

Проектирование производственной структуры цехов полиграфического предприятия начинается с печатных цехов и может осуществляться в следующем порядке:

1. определяется количество основных участков цеха и вид их специализации
2. производится анализ объектов производства, в ходе которого оценивается уровень унификации продукции и стабильность производственной программы
3. закрепляются предметы труда за участками
4. определяется вариант размещения оборудования на участках: технологический; поточный; групповая технология
5. определяется состав основного оборудования участков и цеха в целом
6. рассматриваются вопросы внутрицеховой кооперации
7. определяется состав и количество вспомогательного оборудования
8. определяется профессиональный состав, структура и численность работников цеха
9. формируется структура управления цехом
10. рассчитывается потребность в площадях
11. осуществляется пространственная планировка цеха
12. производится расчет основных технико-экономических показателей цеха.

Прокатный стан - это комплекс машин и агрегатов, предназначенных для осуществления пластической деформации металла в валках для получения изделий широкого ассортимента.

Прокатную продукцию в зависимости от формы сечения изделия разделяют условно на четыре группы.

1. Сортовой прокат: а) простые - квадрат, круг, полоса, шестигранник, уголок, швеллер, двутавр; б) фасонные - Z-образный, рессорный, ромбический, овальный, клиновой, трёхгранный, для тракторных шпор, для шахтных креплений и т. п.
2. Специальные профили: а) гнутые из листового проката - угловые, швеллер, Г-образный, корытообразный, оконно-рамный, С-образный и др.; б) периодические - с изменяющимся продольным профилем.
3. Листовой прокат: а) толстолистовой с толщиной более 4 мм, горячекатаный; б) тонколистовой прокат с толщиной до 4 мм, горяче- и холоднокатаный.
4. Трубы: бесшовные и сварные.

В зависимости от выпускаемой продукции прокатные станы по конструкции делятся на пять групп:

1. Одноклетьевые, у которых главную линию рабочей клетки образует собственно рабочая клетка и привод, состоящий из электродвигателей, муфт, редуктора, шестерённой клетки и шпинделей

К станам этой группы относятся блюминги, слябинги, толстолистовые и универсальные станы, а также реверсивные станы.

2. Линейные станы, нереверсивные, рабочие линии которых расположены в одну или несколько линий, следующих последовательно одна за другой. К ним относятся сортовые и листовые станы.

3. Последовательные станы отличает прокатка полосы в каждой клетке по одному разу, поэтому число клеток точно соответствует максимальному числу пропусков. Конструктивно линия оформляется в виде параллельных рядов в зигзагообразном или в шахматном порядке .

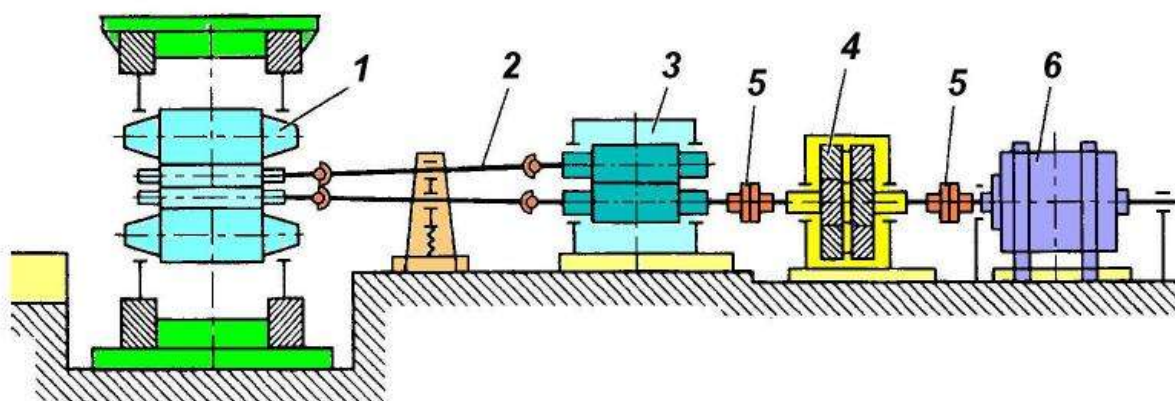


Рисунок 15 - Схема главной линии

4-валковой клетки с редукторным приводом и шестеренной клетью: 1 - прокатная клетка; 2 - шпиндели; 3- шестеренная клетка; 4 - редуктор; 5- муфта; 6- электродвигатель [6]

4. Непрерывные станы, в которых полоса прокатывается одновременно в нескольких клетях. Клетки располагаются одна за другой последовательно, обеспечивая высокую производительность стана.

5. Полунепрерывные станы состоят из непрерывных и линейных (или последовательных) клеток.

В непрерывной группе полоса прокатывается непрерывно в ряде клеток, а далее переходит в линейную (последовательную) группу.

Наконец, по назначению, или по виду продукции, прокатные станы разделяют на обжимные (блюминги, слябинги); заготовочные; рельсобалочные; сортовые (крупносортные, среднесортные, мелкосортные); проволочные; толстолистовые; широкополосные; штрипсовые; листовые;

жестепрокатные; лентопрокатные; трубопрокатные; специальные (колесопрокатные, бандажепрокатные, профилепрокатные) [3].

Основным параметром сортовых станов принимается диаметр валков последней клетки.

Для листовых станов основным параметром является длина бочки рабочего валка.

Главную рабочую линию прокатных станов составляют прокатная клетка, передаточные устройства и двигатель. Для современных прокатных станов характерны три способа передачи крутящего момента к рабочим валкам. Момент подаётся на каждый валок от индивидуального двигателя, момент от одного двигателя через шестерённую клетку подаётся к каждому валку и, наконец, от двигателя через редуктор и шестерённую клетку крутящий момент подаётся к валкам

Рассмотрим лабораторный двухвалковый прокатный стан 150 предназначен для прокатки образцов из свинцовых, медных и алюминиевых сплавов с размерами сечения  $0,5 \div 15$  и  $10 \div 100$  мм с усилием прокатки менее 200 кН.

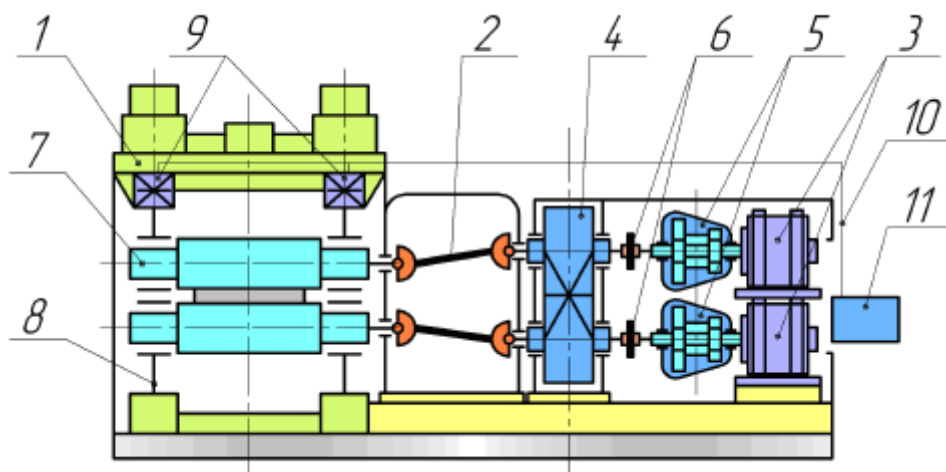


Рисунок 16 - Принципиальная схема на примере лабораторного прокатного стана

1 - двухвалковая рабочая клетка; 2 - универсальные шпиндели; 3 - электродвигатели; 4 - редукторы ( $i = 5$ ); 5 - редукторы ( $i = 45$ ); 6 - предохранительные муфты; 7 - рабочие валки двухвалковой клетки; 8 - станина; 9 - месдозы; 10 - провода соединительные; 11 - вторичный преобразователь

Характеристики стана:

- диаметр валков 150 мм; - длина бочки валка 300 мм; - линейная скорость прокатки  $0,1 \div 0,5$  м/с; - суммарное передаточное число привода 225.

Привод двухдвигательный от двигателей постоянного тока ДП-22,  $N=3$ кВт, частота вращения выходного вала двигателя  $n = 1100$  об/мин.



### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.1 Технологическое оборудование прокатных клетей

### Лабораторное занятие №2

#### Изучение устройства и принципа работы автоматизированного лабораторного прокатного стана ДУО-130

**Цель:** Изучить устройства и принципа работы автоматизированного лабораторного прокатного стана ДУО-130

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать принципиальные структурные схемы
- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал, лабораторный прокатный стан ДУО-130

**Задание**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Изучить устройства и принципа работы автоматизированного лабораторного прокатного стана ДУО-130;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

**Ход работы:**

Прокатный стан - это комплекс оборудования, в котором происходит пластическая деформация металла между вращающимися валками. Автоматизированный лабораторный прокатный стан ДУО-130 предназначен для выполнения лабораторных работ по прокатке. На рис. 1 представлен внешний вид лабораторного прокатного стана и пульта управления.



Рис. 1. Внешний вид прокатного стана ДУО-130 и пульта управления

Схема главной линии прокатного стана ДУО-130 представлена на рис.2.

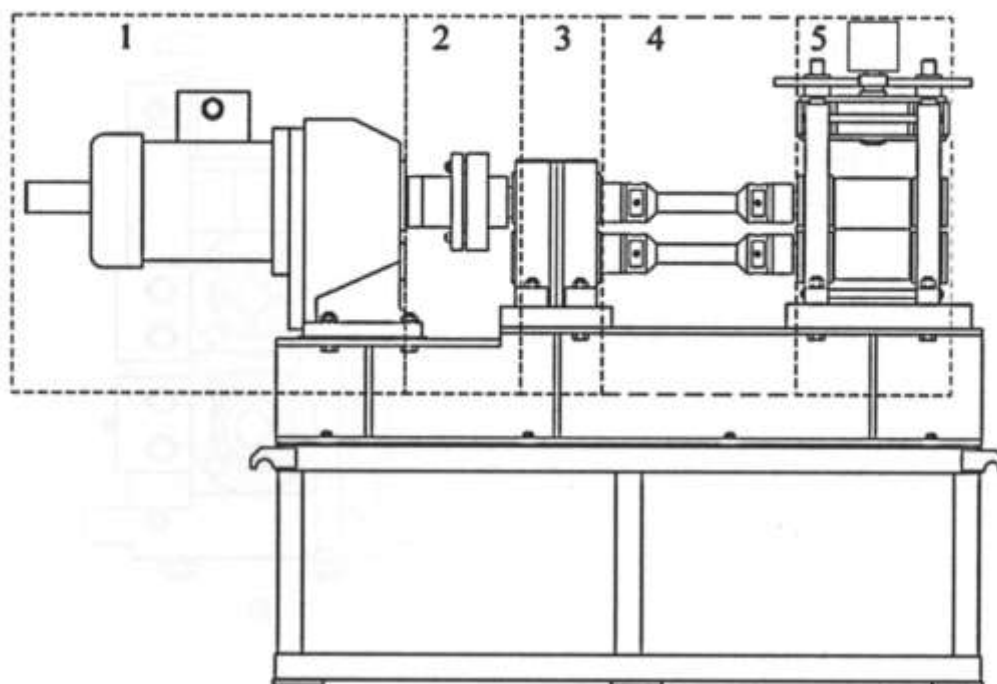


Рис. 2. Схема главной линии прокатного стана ДУО-130:

1 – мотор-редуктор; 2 – втулочно-пальцевая муфта;  
3 – шестеренная клеть; 4 – универсальные шпиндели; 5 – прокатная клеть

Вращение валков осуществляется электроприводом на базе мотор-редуктора (поз.1 на рис. 2) с асинхронным двигателем мощностью 5,5 кВт, номинальной скоростью вращения 1430 об/мин.

Передача крутящего момента от выходного вала мотор-редуктора на шестеренную клеть осуществляется при помощи втулочно-пальцевой муфты (поз. 2 на рис.2).

Шестеренная клеть (поз. 3 на рис. 2) состоит из одной ведущей шестерни (шестеренного вала), вращающейся от мотор-редуктора и второй ведомой шестерни равного диаметра, крутящий момент на которую передается за счет зубчатой передачи от первой ведущей шестерни.

Шпиндели универсального типа (поз.4 на рис.2) передают вращение от шестеренной клетки на валки прокатной клетки (поз.5 на рис.2). Подробно схема прокатной клетки стана ДУО-130 показана на рис. 3.

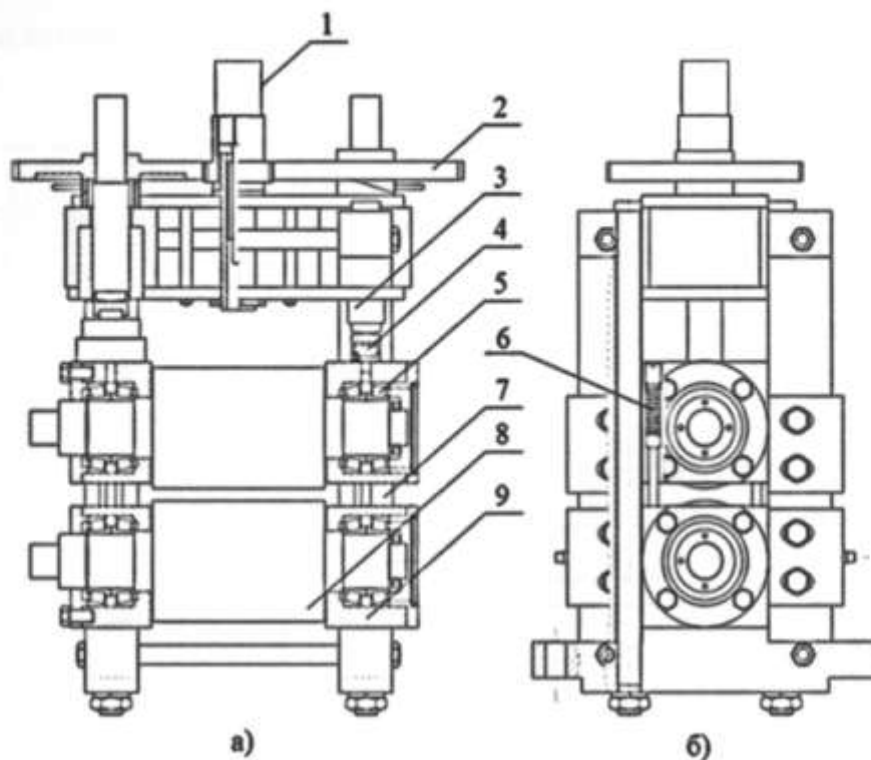


Рис. 3. Прокатная клеть стана ДУО-130:

а) вид спереди; б) вид сбоку

1 – двигатель нажимного устройства, 2 – шестерни,  
3 – нажимной винт, 4 – месдоза, 5 – подшипники, 6 – уравнивающее устройство, 7 – станина, 8 – валки, 9 – подушки

Электромеханическое нажимное устройство на базе шагового двигателя управляется с пульта управления. Двигатель передает крутящий момент на шестерни. Шестерни передают крутящий момент на нажимные винты, опускающие или поднимающие верхний валок. Узел валка состоит из валков с длиной бочки 200 мм, подшипников, подушек, станины. Уравнивающее устройство обеспечивает прижатие верхнего валка

Для снятия энергосиловых характеристик в клетке прокатного стана установлены тензодатчики – месдозы. Данное устройство определяет силу считывая деформацию упругого элемента. Месдоза расположена в месте действия силы, а именно под нажимными винтами стана. Также на валу асинхронного и шагового двигателя установлен инкрементальный энкодер, т.е. датчик который позволяет определять угловые и линейные перемещения. Используя сигнал с энкодеров определяется скорость прокатки и зазор между валками.

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 6.2 Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов

### Лабораторное занятие №3

#### Сравнительная характеристика подшипников различного типа

**Цель:** Сравнить подшипники различного типа

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- читать чертежи;
- определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Материальное обеспечение:** Раздаточный материал видов подшипников.

**Задание**

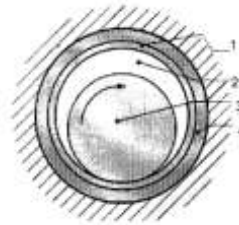
1. Заполнить таблицу и подписать элементы подшипников

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Подписать элементы подшипников
3. Заполнить таблицу
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Форма предоставления результата**

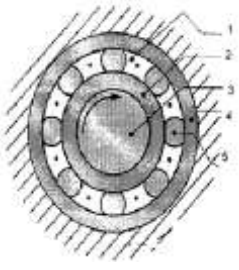
Заполненная таблица и выводы о рациональном использовании каждого из видов подшипников на валках прокатных станов.

Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Станы, на которых применяются	Сравнивание типов: «+» и «-»	Материалы
Подшипники скольжения		<p>Имеют диаметры 140-1200 мм, относительный зазор, т.е отношение разности диаметров отверстия втулки и шейки вала к диаметру отверстия втулки, принимается равным 0,0003-0,02. скоростей скольжения 0,2-60 м/сек и удельных давлений 5-25 Мн/м (50-250 кгс/см<sup>2</sup>)</p>		Обжимные, сортовые станы.	<p>Имеют преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокая скорость вращения</li> <li>2. экономичны при больших диаметров валов</li> <li>3. возможность установки на валах, где подшипник должен быть разъемным.</li> <li>4. допускают регулирование различного зазора и, следовательно, точную установку геометрической оси вала</li> </ol> <p>Недостатки: 1. высокие потери на трение и, следовательно, пониженный коэффициент полезного действия (0,95...0,98)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. необходимость в непрерывном смазывании.</li> <li>3. неравномерный износ подшипника и цапфы</li> <li>4. применение для изготовления подшипников</li> </ol>	

					дорогостоящих материалов 5. относительно высокая трудоемкость изготовления.	
--	--	--	--	--	---	--



Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Станы на которых применяются	Сравнение типов подшипников: «+» и «-»	Материалы
Закрытого типа		1. муфта- цапфа 2. втулка- вкладыш между телом шейки и материала подшипника всегда сохраняется масляная пленка. Втулка-вкладыш у ГСД ПЖТ имеет специальные карманы.	Вязкое масло бравит-сток, турбиное. Распределе ние смазки осуществляет ся капиллярным и трубочками. Имеет индивидуаль ную масляную систему.			
Открытого типа		Текстолитов ые наборные вкладыши.	Водомасля ная эмульсия.			Вкладыши металлическ ие и неметалличе ские: текстолит, лигнофоль, лигностон. Обоймы: легированна я сталь.

тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	смазка	Станы на которых применяются	Сравнение типов подшипников: «+» и «-»	Материалы
Подшипник качения		Размеры: внутренний диаметр от долей мм до 1345 мм. Масса от долей грамма до 4 т. частота вращения до 200 000 об/мин при температуре до 1000 <sup>0</sup> . в подшипнике качения трение- скольжение заменяется трением качения, благодаря чему снижаются потери энергии на трение и уменьшается	Масло минеральное, цилиндрическое, автотракторное, турбинное или масляный туман.	Четырехвалк овые станы горячей и холодной прокатки, двухвалковы е тонколистов ые, сортовые и заготовочные .	Преимущества: 1.значительно меньшие потери на трение, следовательно, более высокий КПД и меньший нагрев. 2.в 10-20 раз меньше момент трения при пуске. 3.экономия дефицитных цветных материалов. 4.меньшие габаритные размеры в осевом направление 5.простота обслуживания и замены 6.меньший расход смазочного материала 7.невысокая стоимость 8.простота	Баббит, сталь, бронза.

		износ. По форме тел качения подшипники делятся на: шариковые и роликовые.			ремонта машины в следствие взаимозаменяемос ти подшипников. Недостатки: 1.ограниченная возможность применения при очень больших нагрузках и высоких скоростях 2.значительные габаритные размеры в радиальном направлении и масса 3. повышенная чувствительность к неточности установки.	
--	--	--	--	--	---	--

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.