

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»**

для специальности

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)  
(ТОП – 50)

Челябинск, 2022

## АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование» для специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) (перечень ТОП – 50), разработанные преподавателем Южно-Уральского государственного технического колледжа Ористовой Т.В.

Автором представлены методические рекомендации по выполнению 9 практических работ, которые включены в состав дисциплины «Технологическое оборудование», рассчитанные на 32 аудиторных часа. В каждой практической работе определены знания и умения студента, которые будут сформированы в процессе его самостоятельной деятельности.

Задания разработаны с учетом развивающегося производства и отвечают требованиям к знаниям и умениям, которыми должен владеть обучающийся по выбранной специальности.

Выполнение практических работ способствует разносторонней подготовке студентов к производственной деятельности в современных условиях, а также более полному усвоению теоретического материала.

Содержание и структура методических рекомендаций удовлетворяет требованиям, предъявляемым к такого рода методическим разработкам.

Технический директор  
ЗАО «ВММ-2



Р.Г.Девальд

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование» предназначены для обучающихся по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) (перечень ТОП – 50).

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

Программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование» предусмотрено выполнение 9 практических работ, направленных на **формирование следующих компетенций:**

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.

ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя.

ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов .

ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования.

ПК 2.4. Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

ПК 3.1. Определять оптимальные методы восстановления работоспособности промышленного оборудования.

ПК 3.2. Разрабатывать технологическую документацию для проведения работ по монтажу, ремонту и технической эксплуатации промышленного оборудования в соответствии требованиям технических регламентов.

ПК 3.3. Определять потребность в материально-техническом обеспечении ремонтных, монтажных и наладочных работ промышленного оборудования.

ПК 3.4. Организовывать выполнение производственных заданий подчиненным персоналом с соблюдением норм охраны труда и бережливого производства.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК 11. Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

***умений:***

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

***обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний:***

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

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения задания знания, умения (при необходимости примеры выполнения заданий), варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

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

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер,

название и цель работы, выполненные задания и выводы по проделанной работе. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

## II. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Название практической работы	Количество часов
1.	Практическая работа №1 «Составление машинно-аппаратурной схемы технологической линии производства» и определение технических возможностей ее оборудования	4
2.	Практическая работа № 2 «Составление схемы устройства и привода транспортирующего устройства»	4
3.	Практическая работа № 3 «Чтение кинематических схем»	4
4.	Практическая работа № 4 «Расчет параметров работы оборудования для механической обработки»	2
5.	Практическая работа № 5 «Составление схемы устройства и кинематической схемы станка, определение его технических возможностей»	4
6.	Практическая работа № 6 «Составление схемы оборудования главной линии прокатного стана с приводом и определение параметров его работы»	2
7.	Практическая работа № 7 «Составление схемы устройства оборудования рабочей клетки прокатного стана и определение его технических возможностей»	4
8.	Практическая работа № 8 «Расчет параметров работы оборудования кузнечно-штамповочного производства»	4
9	Практическая работа № 9 «Составление схем устройства и кинематической схемы оборудования кузнечно-штамповочного производства»	4
<b>Итого:</b>		<b>32</b>

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**Название работы:** Составление машинно-аппаратурной схемы технологической линии производства и определение технических возможностей ее оборудования.

**Цель работы:** формирование умений по составлению машинно-аппаратурных схем технологической линии производства основного вида продукции отрасли.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

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

**Теоретический материал**

Машинно-аппаратурная схема технологической линии производства показывает технологию производства изделий от заготовок до готового продукта, а также комплекс технологического оборудования, связанного между собой технологической цепочкой, на всех этапах производства.

Современное металлургическое производство представляет собой сложный комплекс различных производств, базирующийся на месторождениях руд, коксующихся углей, энергетических мощностях. Оно включает следующие комбинаты, заводы, цеха и оборудование:

- шахты и карьеры по добыче руд и каменных углей;
- горно-обогатительные комбинаты, где готовят руды к плавке, т. е. обогащают их;



- коксохимические заводы или цеха, где осуществляют подготовку углей, их коксование и извлечение из них полезных химических продуктов;
- энергетические цеха для получения сжатого воздуха (для дутья доменных печей), кислорода, а также очистки газов металлургических производств;
- доменные цеха для выплавки чугуна и ферросплавов;
- заводы для производства ферросплавов;
- сталеплавильные цеха (конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные) для производства стали;
- прокатные цеха, в которых слитки стали перерабатывают в сортовой прокат - балки, рельсы, прутки, проволоку, а также лист и т. д.

Основой современной металлургии стали является двухступенчатая схема, которая состоит из доменной выплавки чугуна и различных способов его передела в сталь.

При доменной плавке, осуществляемой в доменных печах, происходит избирательное восстановление железа из руды, но одновременно из руды восстанавливаются также фосфор и в небольших количествах марганец и кремний; железо науглероживается и частично насыщается серой. В результате из руды получают чугун - сплав железа с углеродом, кремнием, марганцем, серой и фосфором.

Передел чугуна в сталь производят в конвертерах, мартеновских и электроплавильных печах. В этих агрегатах происходит избирательное окисление примесей чугуна таким образом, что в процессе плавки они переходят в шлак и газы. В результате получают сталь заданного химического состава.

Машинно-аппаратурная схема технологической линии современного металлургического производства наглядно показывает технологию производства и используемые заводы, цеха и оборудование (рисунок 1.1).

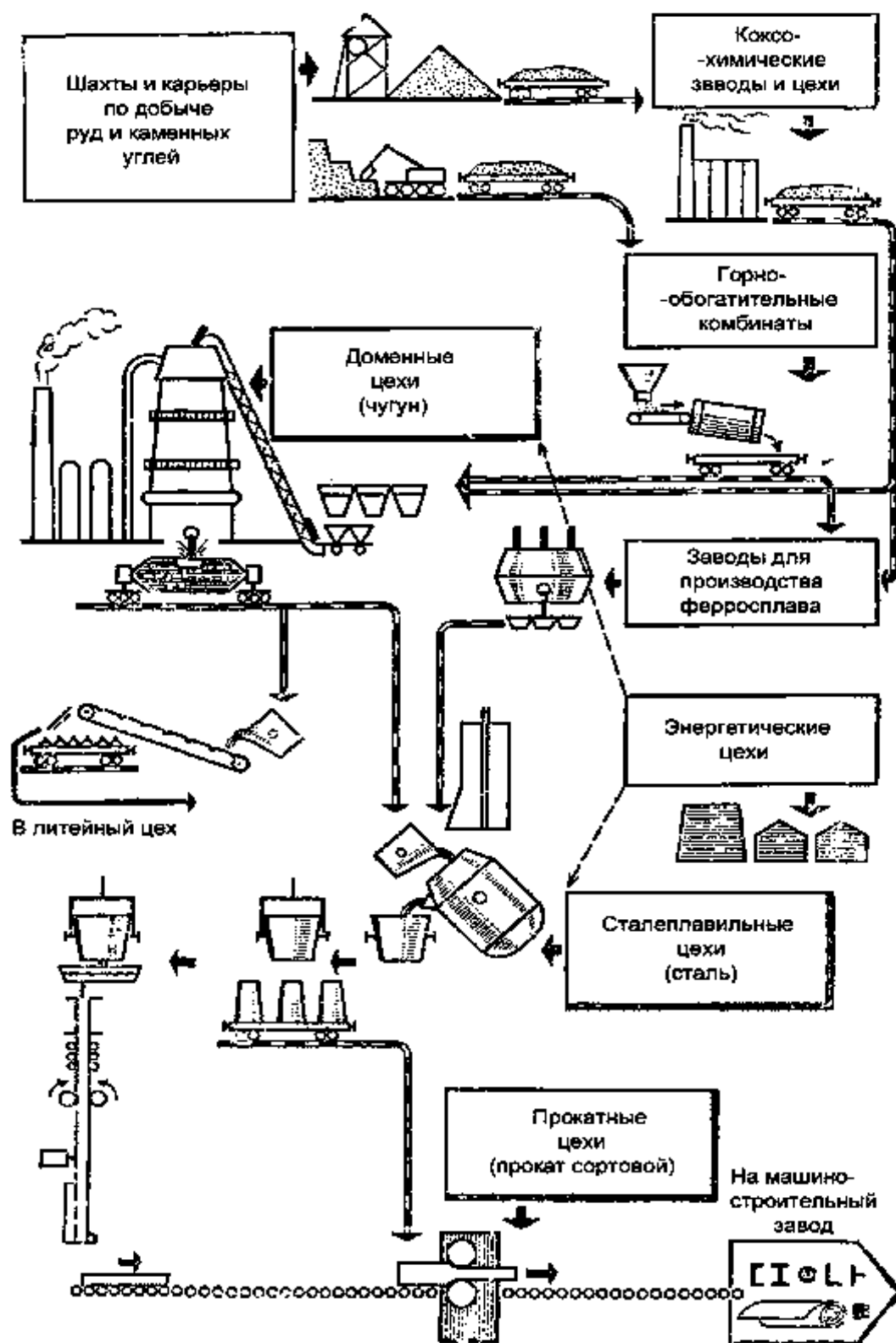


Рисунок 1.1. - Машинно-аппаратурная схема технологической линии современного металлургического производства.

Передел чугуна в сталь производят в конвертерах, мартеновских и

электрических печах. В этих агрегатах происходит избирательное окисление примесей чугуна таким образом, что в процессе плавки они переходят в шлак и газы. В результате получают сталь заданного химического состава.

Основной продукцией черной металлургии являются:

- чугуны - передельный, используемый для передела на сталь, и литейный для производства фасонных чугунных отливок на машиностроительных заводах; основное количество (до 60 %) выплавляемого чугуна - передельный;
- ферросплавы (сплавы железа с повышенным содержанием марганца, кремния, ванадия, титана и др.) - для производства легированных сталей;
- стальные слитки - для производства сортового проката (рельсов, балок, прутков, полос, проволоки), а также листа, труб и т. д.;
- стальные слитки - для производства крупных кованных деталей машин (валков, роторов, турбин, дисков и т.д.), называемые кузнечными слитками.

Основной продукцией цветной металлургии являются:

- слитки цветных металлов для сортового проката (уголков, полос, прутков и т. д.);
- слитки, (чушки) цветных металлов для фасонных отливок на машиностроительных заводах;
- лигатуры- сплавы цветных металлов с легирующими элементами для производства сложных легированных сплавов для фасонных отливок;
- слитки чистых и особо чистых металлов для нужд приборостроения, электронной техники и других специальных отраслей машиностроения.

### **Задание**

Составить машинно-аппаратурную схему технологической линии

современного металлургического производства.

### **Ход работы**

1. Указать назначение машинно-аппаратурной схемы технологической линии производства.
2. Составить перечень комплекса различных производств современного металлургического производства.
3. Указать принцип работы двухступенчатой схемы современной металлургии стали.
4. Выполнить машинно-аппаратурную схему технологической линии современного металлургического производства.
5. Указать основную продукцию черной и цветной металлургии.
6. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое чугун?
2. Что такое сталь?
3. Каков сортамент сортовой прокатной стали?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

**Название работы:** Составление схемы устройства и привода транспортирующего устройства.

**Цель:** формирование умений по составлению схем устройства и привода транспортирующего устройства.

### **умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

### **знания (актуализация):**

- назначение, область применения, устройство, принципы работы

оборудования;

- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

### **Теоретический материал:**

При современной интенсивности производства нельзя обеспечить его устойчивый ритм без согласованной и безотказной работы средств транспортирования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях обработки и складирования.

Транспортирующими называют технические средства непрерывного действия для перемещения массовых сыпучих и штучных грузов по определенным линейным трассам. Их делят на конвейеры и устройства трубопроводного транспорта.

Конвейеры перемещают грузы (сыпучие и кусковые материалы, штучные грузы, а также пластичные смеси бетонов и растворов) путем непосредственного механического воздействия на них тягового или транспортирующего органа. Конвейеры бывают ленточными, пластинчатыми, скребковыми, ковшовыми, винтовыми и вибрационными.

Для транспортирования строительно-монтажных материалов применяют тканевые прорезиненные ленты из нескольких слоев (прокладок) ткани (белыпинга), изготовленной из хлопчатобумажных или, чаще, из более прочных синтетических волокон. В особых случаях в качестве прокладок используют тонкие стальные проволочные канаты при 6-8-кратном запасе прочности. Ширина ленты обычно составляет 0,4-2 м, скорость ее движения 0,8-4 м/с.

Ленточные конвейеры предназначены для непрерывного перемещения насыпных и мелкоштучных грузов в горизонтальном, а также наклонном

направлениях. Они нашли широкое применение во всех отраслях промышленности благодаря своим достоинствам:

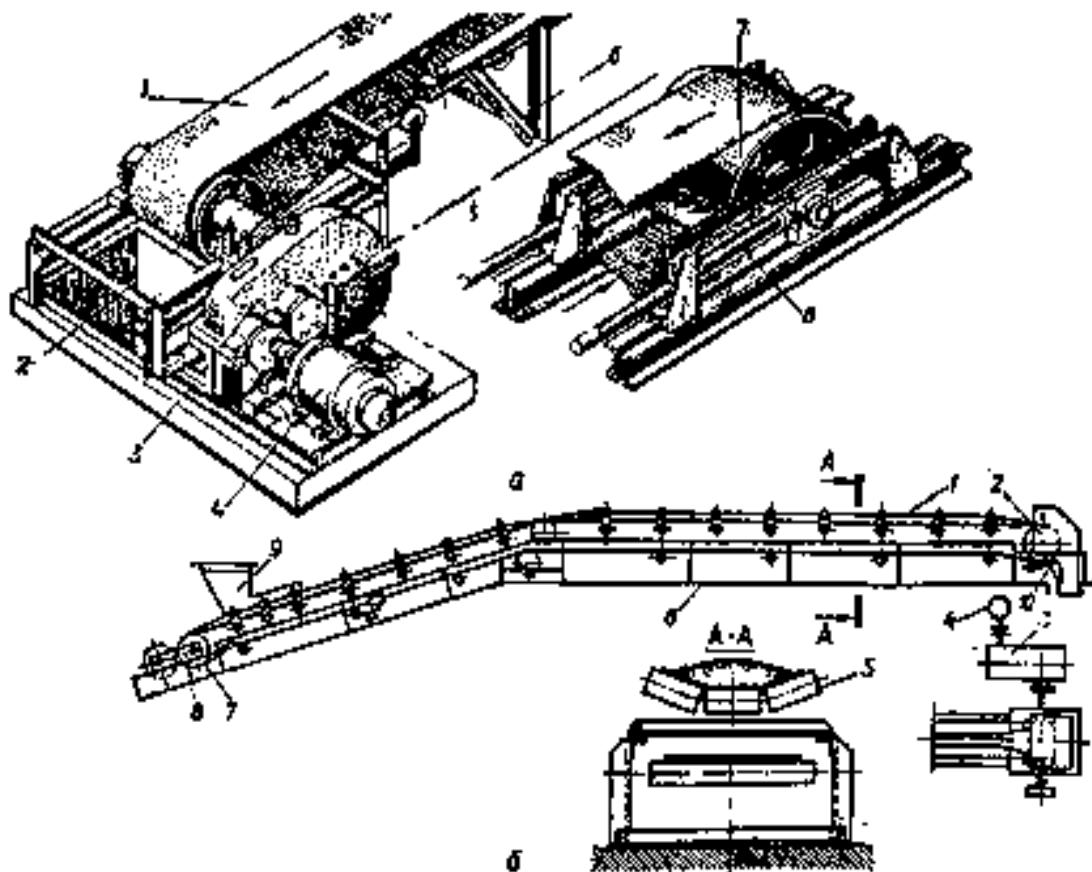
- непрерывность транспортировки, способствующая повышению производительности машин, которые работают в комплексе с ленточными конвейерами;
- простота конструкции, надежность в работе и удобство обслуживания;
- возможность полной автоматизации с применением средств регулирования и контроля;
- возможность транспортирования грузов при углах наклона до  $24^0$ , а специальными конвейерами - до  $90^0$ , что значительно сокращает транспортные коммуникации по сравнению с другими видами транспорта;
- возможность разгрузки перемещаемого груза в любом месте трассы конвейера.

Недостатки ленточных конвейеров: большая стоимость и недостаточная долговечность ленты, невозможность транспортирования грузов высокой температуры, липких, остроокромочных.

Несущим и тяговым органом ленточного конвейера общего назначения является бесконечная гибкая лента, опирающаяся своими рабочей и холостой ветвями на роликовые опоры и огибающая на концах конвейера приводной и натяжной барабаны (рисунок 2.1).

Комплекс механизмов с источником движения, служащий для приведения в действие исполнительного органа оборудования с заданными характеристиками скорости, называют приводом.

Ленточные конвейеры имеют индивидуальный привод.



1- гибкая замкнутая, предварительно натянутая лента, являющаяся одновременно грузонесущим и тяговым органом, 2- приводной барабан, 3 - редуктор, 4 - двигатель, 5 - роlikоопоры, 6 - опорная металлоконструкция, 7- натяжной барабан, 8 - натяжное устройство, 9- загрузочное устройство, 10 - очистное устройство

Рисунок 2.1. - Схема устройства и привода ленточного конвейера (а – общий вид; б – схема конвейера с приводом)

Конвейеры, установленные горизонтально, наклонно вверх и наклонно вниз до  $5-8^{\circ}$  работают в двигательном режиме, а конвейеры с углом наклона вниз более  $5-8^{\circ}$  работают в генераторном режиме.

Ленточные конвейеры бывают стационарные и передвижные.

Для загрузки ленты применяют питатели, обеспечивающие определенную подачу груза, соответствующую производительности конвейера.

Для очистки ленты с рабочей стороны от оставшихся частиц устанавливают вращающиеся щетки (капроновые, резиновые) или неподвижный скребок.

Особенности конструкции конвейера зависят от типа применяемых лент. Ленточные конвейеры со стальной лентой, при одинаковой с конвейерами общего назначения схеме, отличаются от них отдельными элементами конструкции из-за повышенной жесткости ленты. Барабаны для стальной ленты имеют большие размеры, а роликовые опоры выполнены в виде дисков на одной оси, пружинных роликов, настила с бортами или без бортов.

Для конвейеров с проволочными лентами возможно применение опор с одним горизонтальным роликом. На этих конвейерах из-за неплотности ленты транспортируются, в основном, штучные грузы. Конвейеры с проволочными лентами могут работать при высоких температурах до 1100°C.

При использовании ленточных конвейеров для подачи груза на большую высоту, длина конвейера зависит от угла его наклона: чем круче конвейер, тем длина его меньше.

Ленточные конвейеры для подземного транспортирования грузов рассчитаны на возможность использования в стесненных габаритных условиях, а также для перемещения людей и тяжелых штучных грузов.

Конвейерные установки имеют широкий диапазон производительности: от нескольких тонн до 20 тыс. т/ч, ширина ленты от 300 до 3000 мм и скорость до 8 м/с. При применении современных высокопрочных лент и многобарабанных приводов стало возможным создавать конвейеры длиной 8 - 10 км в одном ставе, а конвейерные магистрали эксплуатируются длиной до нескольких километров (и даже до более 200 км на открытых горных разработках).



### **Задание**

Составить схему устройства и привода транспортирующего устройства – ленточного конвейера.

#### **Ход работы:**

1. Указать назначение транспортирующих устройств.
2. Указать назначение ленточных конвейеров.
3. Составить перечень положительных качеств работы ленточных конвейеров.
4. Выполнить схему устройства и привода транспортирующего устройства - ленточного конвейера. Дать определение понятию «привод».
5. Указать принцип устройства и работы ленточного конвейера, его привод, а также его технологические возможности и технические характеристики, нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации и режимы эксплуатации.
6. Сделать вывод о проделанной работе

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова область применения ленточных конвейеров?
2. Каковы недостатки ленточных конвейеров?
3. Как угол наклона ленточного конвейера влияет на его длину?
4. Можно ли ленточные конвейеры использовать для подземного транспортирования грузов?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

**Название работы:** Чтение кинематических схем.

**Цель:** формирование умений чтения кинематических схем.

**умения:**

- читать кинематические схемы;

**знания (актуализация):**

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

### **Теоретический материал:**

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

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

Схемы выполняют в соответствии с требованиями, установленными нормативными документами.

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

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

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

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

регулировку, контроль и ремонт изделия.

Схемы всех видов выполняют без соблюдения масштаба и действительного расположения составных частей изделия. Их стараются вычерчивать компактно без ущерба для ясности и удобства чтения.

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

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

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

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

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

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

Кинематические схемы допускается выполнять в аксонометрических проекциях. Такие изображения применяют, главным образом, в учебном

процессе, поскольку позволяют показать не только последовательность передачи движения, но и пространственное расположение всех кинематических элементов в механизме.

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

Условные графические обозначения для кинематических схем установлены нормативными документами.

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

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

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

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

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

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

Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски,

проводимой от него. Под полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

На кинематических схемах валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы изображают сплошными основными линиями толщиной  $s$ ; зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки – сплошными линиями  $s/2$ ; контур изделия, в который вписана схема, – сплошными тонкими линиями толщиной от  $s/2$  до  $s/3$ .

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


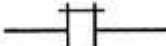
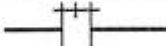



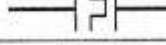
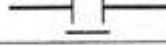
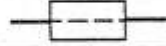
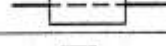

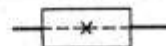





Связь между источником движения и подвижным исполнительным звеном, определяющая скоростные характеристики последнего, является внешней кинематической связью.

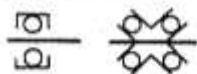
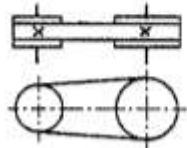
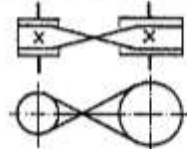
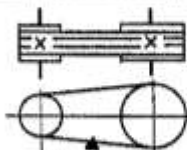
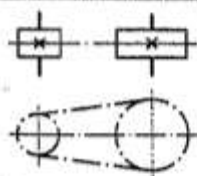
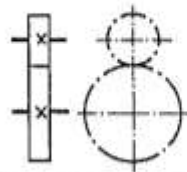
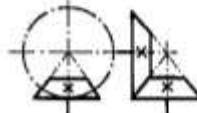
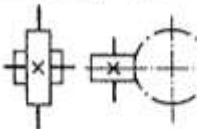
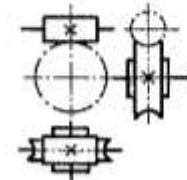
Читать кинематическую схему начинают от двигателя, являющегося источником движения всех деталей механизма. Выявляя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, изображенный на схеме, устанавливают его назначение и характер передачи движения.

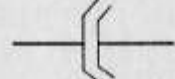
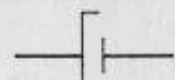

Чтение кинематических схем начинают с изучения основных условных графических обозначений, принятых для обозначения основных элементов кинематических схем.

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


Таблица 3.1- Условные графические обозначения основных элементов кинематических схем

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

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

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



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

### Задание

Выполнить условные графические обозначения основных элементов кинематических схем.

### Ход работы:

1. Дать понятие определению «кинематическая схема».
2. Указать как показывает последовательность передачи движения кинематическая схема.
3. Указать какие элементы сборочных единиц изображают на кинематических схемах.
4. Указать как изображаются детали на кинематических схемах и какова

нумерация валов и остальных элементов.

5. Указать с чего начинают чтение кинематических схем.

6. Выполнить условные графические обозначения основных элементов кинематических схем.

7. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

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

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Название работы:** Расчет параметров работы оборудования для механической обработки.

**Цель:** формирование умений по расчету параметров работы оборудования для механической обработки.

### **умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

### **знания (актуализация):**

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

### **Теоретический материал:**

Оборудованием для механической обработки металла являются металлорежущие станки.

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

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

Качество обработки деталей на станке непосредственно связано с его точностью.

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

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

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

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

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

высокоточных.

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

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

Производительность станка характеризуется числом деталей, изготовленных на нем в единицу времени.

Для универсального оборудования с ручным управлением производительность  $Q$ , шт./ч, определяют по формуле:

$$Q = 3600/t_k, \quad (1)$$

где  $t_k$  — калькуляционное время обработки, с;

$$t_k = t_{шт} + t_{п.з}/n, \quad (2)$$

где  $t_{шт}$  — штучное время, с;

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

$n$  — число заготовок в партии, шт.

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{т.о.} + t_{о.о.} + t_{отд} \quad (3)$$

где  $t_o$  — основное технологическое время, с;

$t_v$  — вспомогательное время, с;

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

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

Надежность станка — это способность выпускать годную продукцию с заданной производительностью в течение определенного срока службы при

соответствующих условиях работы и технического обслуживания. Надежность станочного оборудования характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью, долговечностью.

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

Восстановление работоспособности оборудования начинается после отказа одного или нескольких элементов, например, поломки инструмента. Длительность восстановления работоспособности оборудования включает в себя его простои. При этом необходимо учитывать занятость обслуживающего персонала. Чем меньше средняя длительность восстановления станка, тем выше его ремонтпригодность, т.е. приспособленность к предупреждению, обнаружению как причин возникновения отказов, так и их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонта.

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

### **Задание**

Выполнить расчет параметров работы металлорежущего станка.

### **Ход работы:**

1. Дать определение понятию «металлорежущий станок».

2. Указать основные технические характеристики, влияющие на технологические возможности и параметры работы оборудования для механической обработки.
3. Охарактеризовать погрешности, влияющие на техническую характеристику станка – точность станка.
4. Указать формулу для определения производительности станка.
5. Определить параметры станка: калькуляционное время обработки станка партии деталей  $n=10$  штук и производительность универсального токарного станка с ручным управлением при заданных значениях:  $t_0=30\text{с}$ ,  $t_b=10\text{с}$ ,  $t_{т.о.}=5\text{с}$ ,  $t_{о.о.}=5\text{с}$ ,  $t_{отд}=5\text{с}$ ,  $t_{п.з.}=1800\text{с}$ .
6. Сделать вывод о проделанной работе.
7. **Контрольные вопросы**
  1. Что такое надежность станка?
  2. Чем характеризуется надежность станка?
  3. Какие погрешности снижают качество режущего инструмента?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Название работы:** Составление схемы устройства и кинематической схемы станка, определение его технических возможностей.

**Цель:** сформировать умения по составлению схемы устройства и кинематической схемы станка, определению его технических возможностей.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

- читать кинематические схемы;

**знания (актуализация):**

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

**Теоретический материал:**

Теоретические основы анализа, настройки и расчета кинематических цепей станка разработаны отечественными учеными.

Структура кинематической цепи, т. е. последовательность расположения в ней кинематических пар и звеньев, зависит от назначения станка (сверление, точение, фрезерование, шлифование и т.п.), требуемой точности передачи движения и конструктивных факторов.

Основу любой машины, в том числе и станка, составляют механизмы. Под механизмом понимают систему связанных между собой путем соприкосновения твердых тел, совершающих под действием приложенных сил определенные целесообразные движения.

Система тел, состоящая из одного или нескольких твердых тел, соединенных между собой неподвижно, называется звеном механизма. Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение, называется кинематической парой или просто парой. Поверхности, линии, точки, которыми звено может соприкасаться или соприкасается с другим звеном, называются элементами звена.

Система звеньев, соединенных между собой в определенной последовательности, образует кинематическую цепь. Кинематические цепи, в которые входят кинематические пары, их элементы и связи, изображают

на чертеже в виде кинематической схемы с помощью условных графических знаков.

Правила выполнения кинематических схем и обозначения их элементов установлены нормативными документами. Для станков, имеющих наряду с механическими передачами гидравлические, электрические и пневматические устройства, составляют соответствующие схемы.

Металлорежущие станки для обработки заготовок абразивным инструментом образуют группу, состоящую из шлифовальных, полировальных, доводочных и заточных станков.

Шлифовальные станки обеспечивают шероховатость обрабатываемой поверхности  $Ra\ 1,25...0,02\ \mu m$ .

На шлифовальные станки поступают главным образом заготовки после предварительной механической и термической обработки с минимальными припусками на обработку.

В зависимости от формы поверхности шлифуемой заготовки и вида шлифования различают: круглошлифовальные станки для круглого наружного шлифования (центровые и бесцентровые); внутришлифовальные станки для круглого внутреннего шлифования (центровые и бесцентровые); плоскошлифовальные станки для обработки периферией и торцом шлифовального круга.

По классификатору ЭНИМСа, модели станков, работающих с абразивным инструментом обозначены цифрами и (при необходимости) буквой. Группа шлифовальных станков обозначена цифрой 3 (первая цифра в обозначении модели). Вторая цифра указывает тип станка: 1 — круглошлифовальные станки; 2 — внутришлифовальные; 3 — обдирочно-шлифовальные; 4 — специализированные шлифовальные станки; 5 — не предусмотрен; 6 — заточные; 7 — плоскошлифовальные с прямоугольным



или круглым столом; 8 — притирочные и полировальные; 9 — специальные станки, работающие абразивным инструментом. Когда необходимо указать, что рассматриваемая конструкция станка усовершенствована, т.е. принадлежит к новому поколению станков, то в условное обозначение вводят букву (например, 3А64). Третья цифра указывает основную техническую характеристику станка.

Кроме станков, изготавливаемых серийно, станкостроительные заводы выпускают специальные станки и, как правило, присваивают им условные заводские номера — шифр станка, который не дает конкретных сведений о нем, поэтому, необходима дополнительная информация, изложенная в паспорте станка.

Главное движение резания в шлифовальных станках — вращение шлифовального круга.

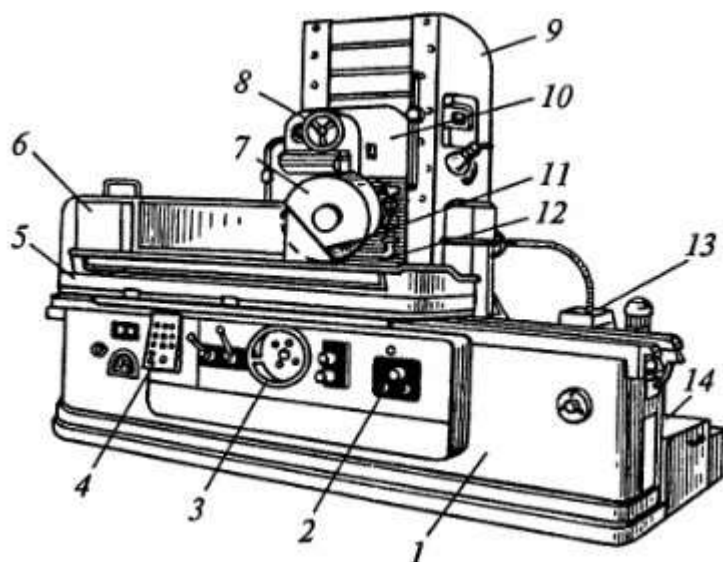
Окружная скорость  $v$  (скорость главного движения резания), м/с,  $v = 35...60$  м/с, при высокоскоростном шлифовании  $v = 80...120$  м/с.

Шлифование плоских поверхностей заготовок производится периферией круга или его торцом. Существуют плоскошлифовальные станки с прямоугольным и круглым столами.

Расположение шпинделя шлифовального круга может быть горизонтальным или вертикальным.

В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве наиболее часто используют плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем. В массовом производстве наибольшее распространение получили станки с круглым столом, а также двусторонние торцешлифовальные станки с горизонтальным и вертикальным расположением шпинделей.

Рассмотрим плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом общего назначения (рисунок 5.1).



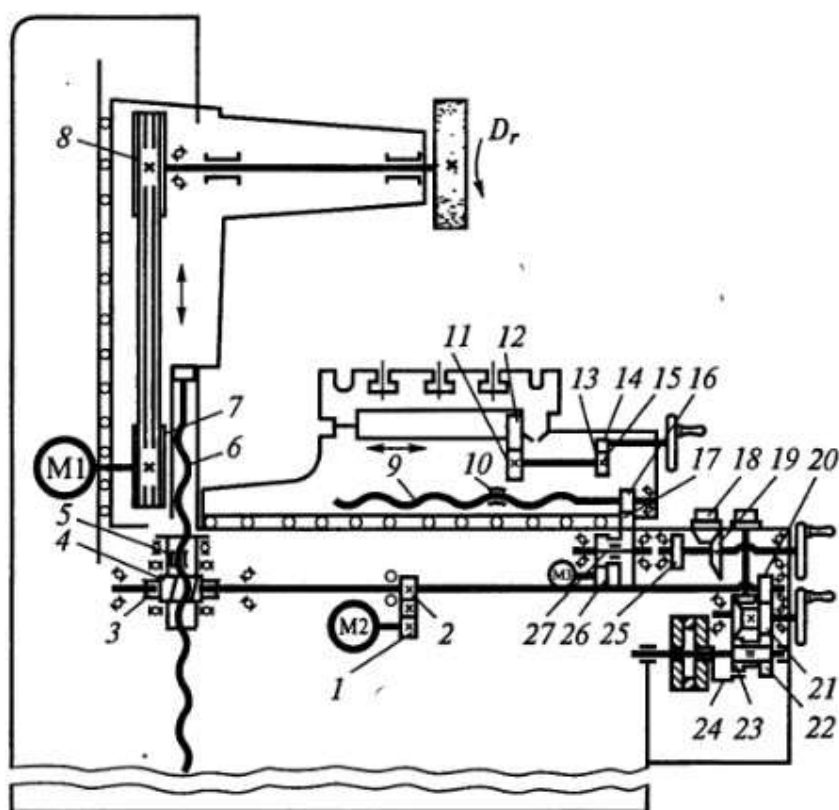
1 — станина; 2 — панель управления; 3 — маховик ручного перемещения стола; 4 — пульт управления; 5 — стол; 6, 7 — кожухи; 8 — маховик; 9 — стойка; 10 — шлифовальная бабка; 11 — шлифовальный круг; 12 — магнитная плита; 13 — гидростанция; 14 — насос подачи СОЖ

Рисунок 5.1 – Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем

На направляющих станины 1 станка установлен стол 5, совершающий возвратно-поступательное перемещение от гидроцилиндра, расположенного в станине. Закрепление заготовок обычно производится с помощью магнитной плиты 12, закрепленной на столе. На станине смонтирована стойка 9, несущая шлифовальную бабку 10 с горизонтальным шпинделем шлифовального круга 11, закрытого кожухом 6. От механизмов подач, находящихся в станине, шлифовальной бабке сообщаются поперечное движение подачи (после каждого двойного хода стола) и вертикальное движение подачи (после каждого рабочего хода по снятию припуска со всей обработанной поверхности заготовки). Шпиндель вращается от электродвигателя, встроенного в шлифовальную бабку. Работа механизмов подач осуществляется от гидроцилиндров, в которые поступает масло от гидростанции 13, управляемой от панели 2.

Установочные ручные перемещения стола (в продольном направлении) осуществляются маховиком 3, а шлифовальной бабки (в вертикальном направлении) — маховиком 8. Включение и выключение станка производят с пульта управления 4. Во время работы магнитную плиту с обрабатываемой заготовкой закрывают кожухом 6. СОЖ поступает из бака с помощью насоса 14.

Кинематическая схема универсального плоскошлифовального станка приведена на рисунке 5.2.



1, 2 — зубчатые колеса; 3 — червячное колесо; 4 — червяк; 5, 10 — гайки; 6, 9 — винты; 7, 8 — шкивы; 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 26 и 27 — зубчатые колеса; 12 — рейка; 18, 19 — конические колеса; 23 — храповик; 24 — собачка; 25 — муфта; M1, M2, M3 — электродвигатели; Dr — направление движения резания

Рисунок 5.2- Кинематическая схема плоскошлифовального станка с горизонтальным шпинделем

Главное движение — вращение шлифовального круга от электродвигателя М 1 через шкивы 7 и 8 и ременную передачу.

Частота вращения шпинделя — постоянная.

Опускание или подъем шлифовальной головки происходит с помощью винтового механизма с винтом 6 и гайкой 5, с которой жестко соединено червячное колесо 3. Вращение червяка 4 осуществляется: при ускоренном перемещении — от электродвигателя М2 через цилиндрическую зубчатую передачу на зубчатые колеса 1 и 2; при автоматической вертикальной подаче — от лопастного насоса, работающего в момент поперечного или продольного реверса стола, через собачку 24, храповик 23, скрепленный с колесом 22, и далее через колеса 20 и 21 на червяк 4. Предел вертикальной подачи  $S_{дв.х} = 0,002...0,05$  мм на двойной ход стола. Нижний предел 0,002 мм соответствует повороту храпового колеса 23 на один зуб. Ручное продольное перемещение стола осуществляется от маховика через зубчатые колеса 14, 15, 13 и 11 и рейку 12. За один оборот маховика стол перемещается на 18,1 мм.

В нормальном состоянии механизм ручного продольного перемещения стола разомкнут путем вывода колеса 11 из зацепления и включения микропереключателя, допускающего включение механического перемещения стола. Винт 9 с гайкой 10, закрепленные в крестовом суппорте, осуществляют поперечную подачу стола: в автоматическом режиме — от электродвигателя М3 через зубчатые колеса 26, 27, 16 и 17; в ручном режиме — от маховика через колеса 17, 16. Тонкую поперечную подачу осуществляют нажатием кнопки, через конические колеса 18 и 19, муфту 25 и зубчатые колеса 17 и 16.

Для плоскошлифовальных станков с прямоугольным столом, работающих периферией круга, движение подачи — возвратно-поступательное движение заготовки (продольное движение подачи);

периодическое поперечное перемещение шлифовального круга (поперечное движение подачи) за один ход стола с заготовкой; периодическое вертикальное перемещение шлифовального круга (вертикальное движение подачи) на глубину шлифования. В том случае, когда высота шлифовального круга больше ширины заготовки, поперечное движение подачи отсутствует.

### **Задание**

Выполнить составление схемы устройства и кинематической схемы плоскошлифовального станка, определить его технические возможности.

### **Ход работы:**

1. Указать от каких факторов зависит структура кинематической цепи металлообрабатывающего станка.
2. Дать понятие определениям «кинематическая пара» и «кинематическая цепь».
3. Указать назначение и технические характеристики шлифовальных станков.
3. Выполнить схему устройства плоскошлифовального станка с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем, указать принцип его работы.
4. Выполнить кинематическую схему универсального плоскошлифовального станка, указать его главное движение и движение подачи, а также технические характеристики и нормы допустимых нагрузок.
5. Сделать вывод о составлении схем устройства и кинематической плоскошлифовального станка и его технических возможностях.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы основные типы шлифовальных станков?
2. Как обозначают шлифовальные станки?
3. Что является заготовками для шлифовальных станков?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Название работы:** Составление схемы оборудования главной линии прокатного стана с приводом и определение параметров его работы.

**Цель:** формирование умений по составлению схемы оборудования главной линии прокатного стана с приводом и определение параметров его работы.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

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

**Теоретический материал:**

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

Прокатный стан представляет собой комплекс оборудования, предназначенного для осуществления пластической деформации металла в валках (собственно прокатки), а также транспортных и вспомогательных операций.

В состав прокатных цехов или отделений в общем случае входит оборудование главной линии прокатного стана в составе черновых, промежуточных и чистовых рабочих клетей и передаточных механизмов, а также нагревательные печи, системы для гидросбива окалины, оборудование для транспортировки, резки, термообработки, отделки,

правки, смотки, маркировки, упаковки проката и т.д.

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

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

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

По расположению валков клетки прокатные станы подразделяют на горизонтальные, вертикальные и универсальные, но направлению прокатки - на непрерывные и реверсивные.

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

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

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

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

Сортовые прокатные станы подразделяются на одно – и многониточные.

В зависимости от параметров выпускаемой продукции сортовые прокатные станы подразделяются следующим образом (таблица 6.1):

Таблица 6.1 - Сортамент продукции сортовых прокатных станов

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

В современном прокатном производстве повышенные требования предъявляются к получению продукции с требуемыми свойствами, обеспечению компактности, универсальности, экономичности, ремонтпригодности и энергоемкости оборудования.

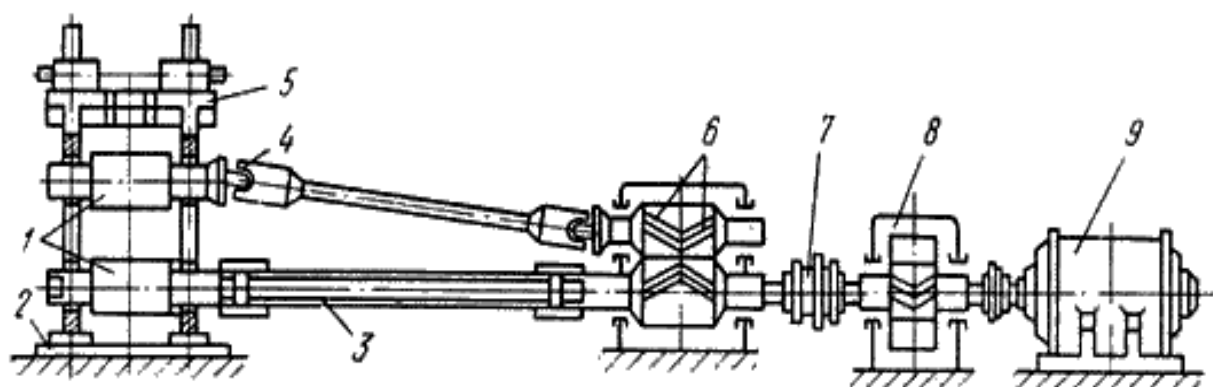
Наряду с повышением требований к размерной точности проката и качеству его отделки большое внимание уделяется производственной гибкости оборудования, возможности оперативной перенастройки на другой сортамент, сокращению простоев, связанных с ремонтом и обслуживанием.

К основным параметрам прокатного стана относят скорость прокатки. Скорость прокатки – это скорость прохождения прокатываемого металла в валках последней «чистой» клетки. На различных станах скорость прокатки колеблется от 1 до 40 м/с.

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



Одноклетьевого стан (рисунок 6.1) имеет одну клеть и привод от электродвигателя через редуктор и шестеренную клеть с помощью муфт и шпинделей на валки (в самом общем случае). К этим станам относят блюминги, слябинги и листовые. Большинство станов с более сложным расположением клеток представляют собой различные варианты взаимной компоновки одноклетьевых станов.



1 – прокатные валки; 2 – плита; 3 – трефовый шпиндель; 4 – универсальный шпиндель; 5 – рабочая клеть; 6 – шестеренная клеть; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – двигатель

Рисунок 6.1 - Схема оборудования главной линии одноклетьевого прокатного стана с приводом

Главная линия, включающая рабочую клеть, шпиндели, муфты, электродвигатель, входит в состав основного оборудования. Рабочая клеть и электродвигатели являются обязательными элементами, присущими всем прокатным станам. Главные линии некоторых прокатных станов не содержат отдельных элементов. Главная линия рабочего блюминга включает рабочую клеть, шпиндели и два электродвигателя. Главная линия современного высокоскоростного проволочного стана состоит из рабочей клетки и электродвигателя.

Значительная часть эксплуатируемых сейчас станов – многоклетьевые, с линейным и, главным образом, последовательным расположением

клетей. Линейные станы наиболее просты и дешевы.

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

### **Задание**

Составить схему оборудования главной линии одноклетьевого прокатного стана с приводом и определение параметров его работы.

### **Ход работы:**

1. Дать определение «прокатный стан» и указать его назначение.
2. Указать классификации прокатных станов и основные технологические возможности сортовых станов.
3. Выполнить схему оборудования одноклетьевого прокатного стана с приводом, указать его устройство, состав привода и нормы применяемых скоростей прокатки.
4. Определить основной параметр прокатного стана – скорость прокатки, если в валках черновой клетки прокатываемый металл проходит 40м за 5с, а в валках чистовой клетки за 4с.
5. Сделать вывод о проделанной работе

### **Контрольные вопросы**

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

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Название работы:** Составление схемы устройства оборудования рабочей клетки прокатного стана и определение его технических возможностей.

**Цель:** формирование умений по составлению схемы устройства оборудования рабочей клетки прокатного стана и определению его технических возможностей.

**умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

**знания (актуализация):**

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

### **Теоретический материал:**

Прокатное производство является завершающим этапом выполнения цикла металлургических операций, в цехах которого используется мощный обжимной прокатный стан – либо блюминг, либо слябинг.

Блюминг – это технология проката, которая позволяет получить квадратные стальные заготовки – блюмы. Перед прокаткой заготовок выполняют их нагрев.

Блум – это квадратная по сечению заготовка, прошедшая обработку на

обжимном стане. Масса блюма от 5 до 25 тонн, длина 1–5 м, сечение 400х400 мм.

Сечение валков блюминга 1 – 1,5 м. Производительность такого стана, как правило, описывается сечением валков, используемых для прокатки. Процесс прокатки идет на скорости не более 7,2 м/с и температурном режиме до 1250 °С. За один проход в процессе прокатки обжимается от 40 до 120 мм слитка. Для придания заготовке нужных параметров требуется от 11 до 19 проходов.

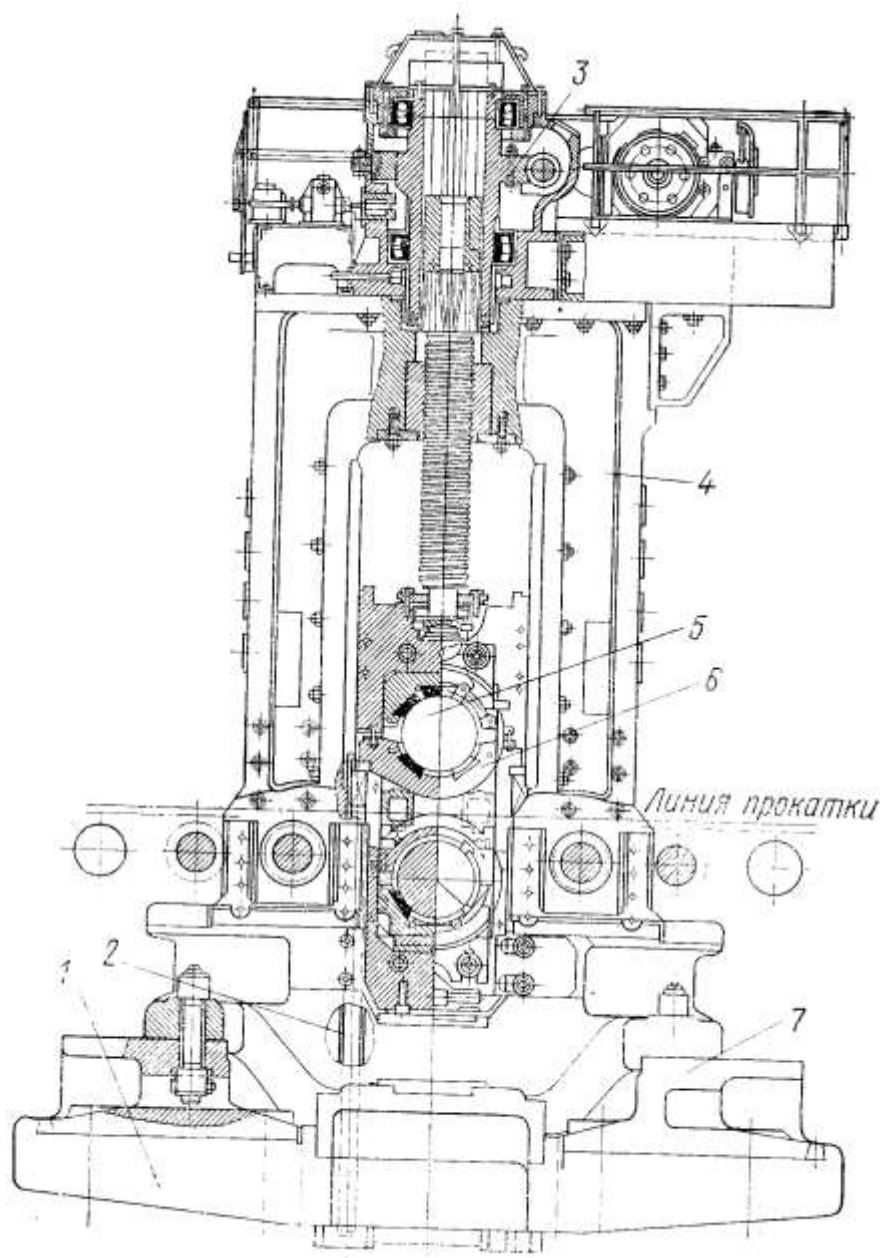
Основным оборудованием прокатного стана является рабочая клеть, в которой осуществляется собственно прокатка металла. Конструкция, размеры и масса рабочих клеток зависят от назначения и специализации прокатных станов, условий процесса прокатки металла, числа рабочих валков в самой клетке, уровня технического прогресса в прокатном производстве.

Основными элементами рабочих клеток (рисунок 7.1) являются станина, валки, подшипники, подушки, механизмы для установки и уравнивания валков.

Станины рабочей клетки относятся к самым ответственным деталям рабочей клетки. Две станины, соединенные стяжными болтами или траверсой, образуют основу рабочей клетки. Каждая станина состоит из двух стоек, а также верхней и нижней поперечин. Рабочая клеть крепится к плитовине либо болтами, либо специальными гидравлическими зажимами, которые позволяют быстро производить замену станины.

Валки являются основным рабочим инструментом прокатного стана, в них непосредственно осуществляется деформация металла. Прокатные валки классифицируют по назначению, форме бочки валка, конструкции, материалу. По назначению валки бывают сортовые и листовые, кантовующие, разрезные, правильные и т.д. По форме бочки валки разных

станы бывают гладкие (цилиндрические) или с калибрами.



1-опорная балка, 2-устройство для уравнивания валков, 3-нажимное устройство, 4-станина, 5-валки, 6-подшипники рабочих валков, 7-плитовина

Рисунок 7.1 – Рабочая клетка блюминга

Валки прокатных станов устанавливаются в подшипниках, которые размещаются на шейках прокатных валков. Через подшипники передаются усилия, возникающие при прокатке, от валков на станину.

Также подшипники удерживают валки в заданном положении. В настоящее время используют открытые подшипники скольжения, подшипники жидкостного трения и подшипники качения.

Подшипники прокатных станов размещаются в подушках, представляющих собой специальные стальные отливки. Подушки предназначены для сохранения точного положения валков и передачи усилия прокатки от валков к станине рабочей клетки. Они перемещаются по направляющим, прикрепленным к станинам. Для предотвращения перемещения подушек в направлении горизонтальных осей валков применяются регулирующие планки и зажимы, которые скользят в пазах подушки и станины. Чтобы скомпенсировать термическое расширение валков подушки закрепляют только со стороны, противоположной приводу, что позволяет им несколько перемещаться в осевом направлении.

В процессе прокатки валки должны занимать определенное положение в рабочей клетки. С этой целью используются механизмы вертикальной и осевой установки валков.

Установочные механизмы представляют собой совокупность нажимного и уравнивающего механизмов.

Нажимной механизм выполняет перемещение, а уравнивающий механизм предназначен для выбора зазора в системе «нажимной механизм - подушки верхнего валка» с целью исключения ударов. Установочные механизмы обеспечивают возможность раздельной регулировки положения каждой подушки валка.

На толстолистовых, тонколистовых и полосовых четырехвалковых станах горячей и холодной прокатки, где скорость перемещения валков невелика, применяются тихоходные нажимные механизмы с приводом от электродвигателя через глобоидные червячные передачи. В последнее

время на листовых и обжимных станах применяются гидравлические и комбинированные нажимные устройства, которые обладают значительно меньшей инерционностью и имеют высокую точность установки и способность воспринимать большие усилия прокатки. В гидравлических нажимных устройствах усилие прокатки воспринимают гидравлические цилиндры, под поршни которых подается рабочая жидкость (масло) под постоянным давлением, поэтому перед прокаткой валки прижаты друг к другу с постоянным усилием. В комбинированных устройствах грубое регулирование производится электромеханическим устройством, а тонкое - гидравлическим.

Для уравнивания верхнего валка применяют грузовое, пружинное и гидравлическое устройства.

Грузовое уравнивающее применяют при перемещении верхнего валка на большую высоту. Пружинное уравнивающее устройство применяется на заготовочных, сортовых, проволочных, листовых двух- и трехвалковых и ленточных четырехвалковых станах, там где перемещение валков и масса уравниваемых деталей невелики.

### **Задание**

Составить схему устройства оборудования рабочей клетки прокатного стана – блюминга и определение его технических возможностей.

### **Ход работы:**

1. Дать определение понятиям «блюминг» и «блюм», указать технические возможности прокатного стана – блюминга.
2. Указать назначение рабочей клетки прокатного стана.
2. Выполнить схему оборудования рабочей клетки блюминга, указать ее устройство, принцип работы и нормы допустимых нагрузок при эксплуатации.

3. Указать назначение установочного механизма валков на рабочей клети, его состав и принцип работы.
3. Сделать вывод о составлении о проделанной работе..

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависят основные параметры рабочих клеток?
2. Какие бывают виды прокатных валков по форме бочки валка?
3. Для чего служат подшипники в рабочей клети?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

**Название работы:** Расчет параметров работы оборудования кузнечно-штамповочного производства.

**Цель:** формирование умений по расчету параметров работы оборудования кузнечно-штамповочного производства.

### **умения:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

### **знания (актуализация):**

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

### **Теоретический материал:**

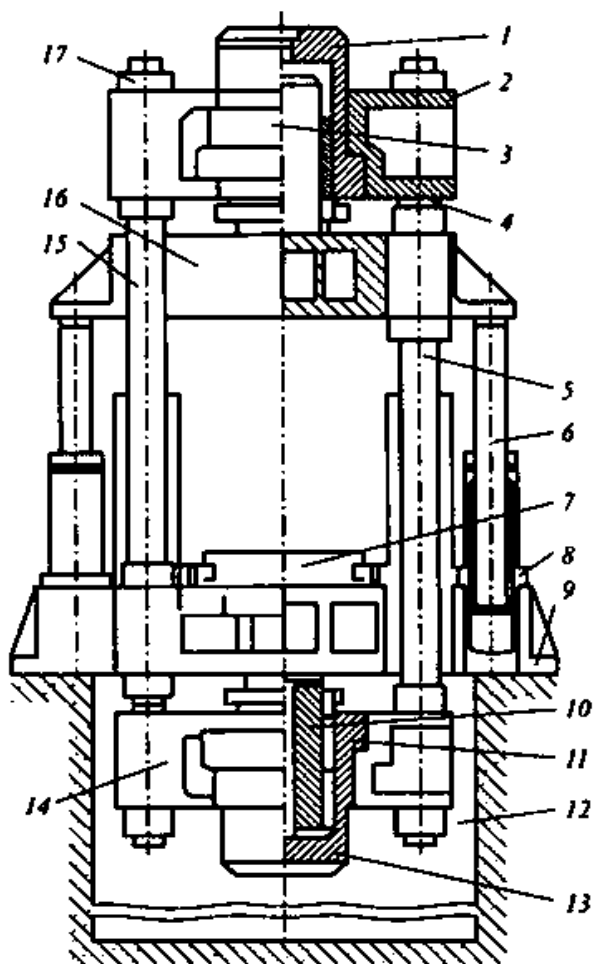
К оборудованию кузнечно-штамповочного производства относят гидравлические прессы.

Гидравлический пресс представляет собой устройство, предназначенное для создания высокого давления при обработке



металлов и других материалов. Он состоит из двух сосудов цилиндрической формы, оснащенных поршнями разного диаметра.

Принцип работы гидравлического пресса основан на законе гидростатики (законе Паскаля), в соответствии с которым жидкость, находящаяся в сосудах, передает одинаковое давление во всех направлениях. Для получения усилия, чаще всего, применяют специальное масло, которое обеспечивает передачу и увеличение силы давления до нужной величины. Кроме масла, могут применять воду или эмульсии. Жидкость под давлением 20-30 МПа (200-300 атм) подается к цилиндрам пресса от специального насоса. Схема гидравлического пресса представлена на рисунке 8.1.



1-верхний рабочий цилиндр, 2-верхняя рама, 3-верхний плунжер, 4-правая втулка плунжера, 5-колонна, 6-плунжер возвратного цилиндра, 7-

рабочий стол, 8-возвратный цилиндр, 9-нижняя поперечина, 10-нижний плунжер, 11-нижний цилиндр, 12-гайка, 13-нижний рабочий цилиндр, 15-колонна, 16-верхняя поперечина, 17-левая втулка плунжера

Рисунок 8.1 – Гидравлический штамповочный пресс

Гидравлические прессы широко применяют в промышленности:

- ковка и штамповка деталей из стали, алюминия, пластмасс и других материалов;
- запрессовка металлических деталей;
- прессование угольных блоков и древесной стружки;
- горячая и холодная штамповка, резка металла, правка дефектов.

Прессы обычно тихоходны, скорость подвижных частей до 0,3 м/с, они делают 10-25 ходов в минуту. Для приводов прессы требуются громоздкие устройства: насосы высокого давления, аккумуляторы для накапливания жидкости высокого давления, подаваемой от насосов, паровых мультипликаторов - преобразователей давления.

Однако прессы незаменимы для ковки крупных поковок весом от 700кг до 350 т. На прессах глубже, чем на молотах проковывается металл, они реже выходят из строя и меньше требуют ремонта. В кузнечных цехах применяют прессы усилием от 500 до 15000 т.

По закону Паскаля - давление, которое испытывает жидкость, заключенная в замкнутом сосуде, передается во все стороны с одинаковой силой. Если в сообщающиеся сосуды вставить два плунжера разных диаметров и нагрузить один из них, например малым грузом  $p_1$ , то для уравнивания большого плунжера потребуется груз  $p_2$ , во столько раз больший  $p_1$ , во сколько раз площадь этого плунжера больше площади другого.

Например, если у насоса прессы имеется плунжер площадью 10 см<sup>2</sup> и создается давление 100 кг/см<sup>2</sup>, а у рабочего цилиндра прессы плунжер

площадью  $1000 \text{ см}^2$ , то усилие, необходимое для нажатия на плунжер насоса, равно:

$$10 \text{ см}^2 \times 100 \text{ кг/см}^2 = 1000 \text{ кг} = 1 \text{ т},$$

а усилие, передаваемое на рабочий плунжер пресса, равно:

$$1000 \text{ см}^2 \times 100 \text{ кг/см}^2 = 100\,000 \text{ кг} = 100 \text{ т}$$

Таким образом, гидравлические прессы могут передавать большие усилия.

Наибольшее усилие, развиваемое прессом, определяется по формуле:

$$P = p_0 \times F \quad (4)$$

где  $P$  – усилие пресса;

$p_0$  – давление на плунжер жидкости, поступающей от аккумулятора, насоса или мультипликатора;

$F$  – площадь плунжера ( $F = \pi D^2 / 4$ );

$D$  – диаметр плунжера.

Эффективная энергии  $E_э$ , развиваемая прессом, при деформировании поковки, рассчитывается по формуле:

$$E_э = P \times H \times \eta \quad (5)$$

где  $P$  – усилие пресса;

$H$  – величина рабочего хода;

$\eta$  – коэффициент использования энергии (обычно равен 0,6-0,8).

### **Задание**

Составить схему устройства гидравлического штамповочного пресса и рассчитать технические параметры работы оборудования гидравлического пресса.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение гидравлического пресса и область его применения.
2. Выполнить схему гидравлического штамповочного пресса и указать его устройство.

3. Указать основные технические характеристики и технологические возможности работы гидравлических прессов.

4. Рассчитать технические параметры работы оборудования гидравлического пресса: наибольшее усилие, развиваемое прессом ( $P$ ) и его эффективную энергию ( $E_э$ ), если диаметр его плунжера равен  $D = 58$  см, а давление воды  $p_0 = 300$  кг/см<sup>2</sup>, рабочий ход поперечины принять равным 160 мм.

5. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. На каком законе основана работа гидравлического пресса?
2. К какому оборудованию относят гидравлические прессы?
3. Какие устройства необходимы для приводов пресса?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9**

**Название работы:** Составление схем устройства и кинематической схемы оборудования кузнечно-штамповочного производства.

**Цель:** формирование умений составлять схемы устройства и кинематической схемы оборудования кузнечно-штамповочного производства.

### **умения:**

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

### **знания (актуализация):**

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

- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

### **Теоретический материал:**

Паровоздушные молоты являются оборудованием кузнечно-штамповочного производства и для совершения работы — деформации заготовок используют энергию пара или сжатого воздуха. Пар поступает к молоту от парового котла, сжатый воздух подается по трубопроводу от компрессора.

Пар и сжатый воздух называются энергоносителями, поскольку они передают подвижным частям молота свою энергию, запасенную паром при нагревании, а воздухом при сжатии в компрессоре. Обычно давление пара равно 700— 900 кПа (7—9 атм). Сжатый воздух подается к молоту, как правило, под давлением до 700 кПа (7 атм).

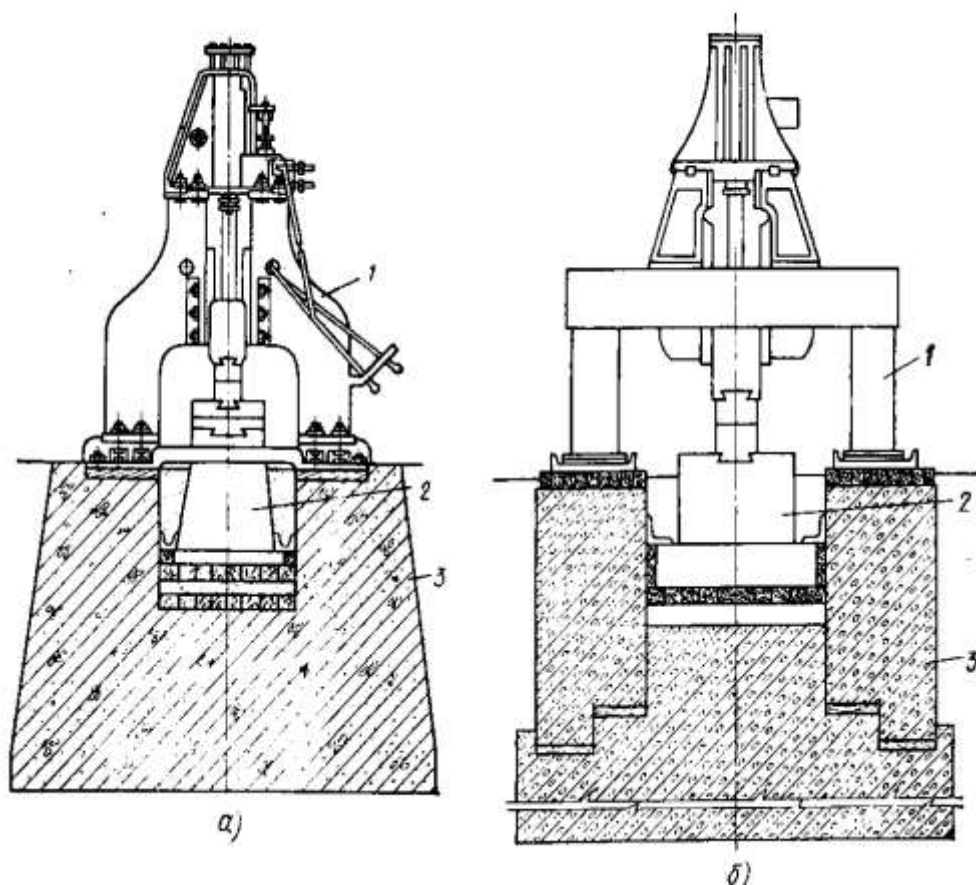
По назначению паровоздушные молоты делятся на ковочные и штамповочные. На ковочных молотах изготавливаются ковкой или в подкладных штампах поковки малой и средней массы. Наиболее широко применяются молоты с массой падающих частей 0,5—5 т. Если для изготовления поковки требуется молот с массой падающих частей больше 5 т, целесообразней использовать ковочные прессы. На ковочных молотах можно обрабатывать слитки массой до 2 т.

По форме станин ковочные молоты делятся на одностоечные и двухстоечные (рисунок 9.1).

Одностоечные молоты применяются дляковки небольших заготовок и имеют массу падающих частей до 1 т. Станины их имеют С-образную форму, поэтому к рабочему пространству открыт подход с трех сторон, что весьма удобно при ковке.

Двухстоечные молоты по конструкции станин делятся на арочные и мостовые. Станины арочного типа позволяют обслуживать молот только с

двух сторон — спереди и сзади. У станин мостового типа стойки расставляются широко, что обеспечивает доступ к поковке со всех сторон.



а) арочного типа; б) мостового типа:

1 — станина, 2 — шабот, 3 — фундамент

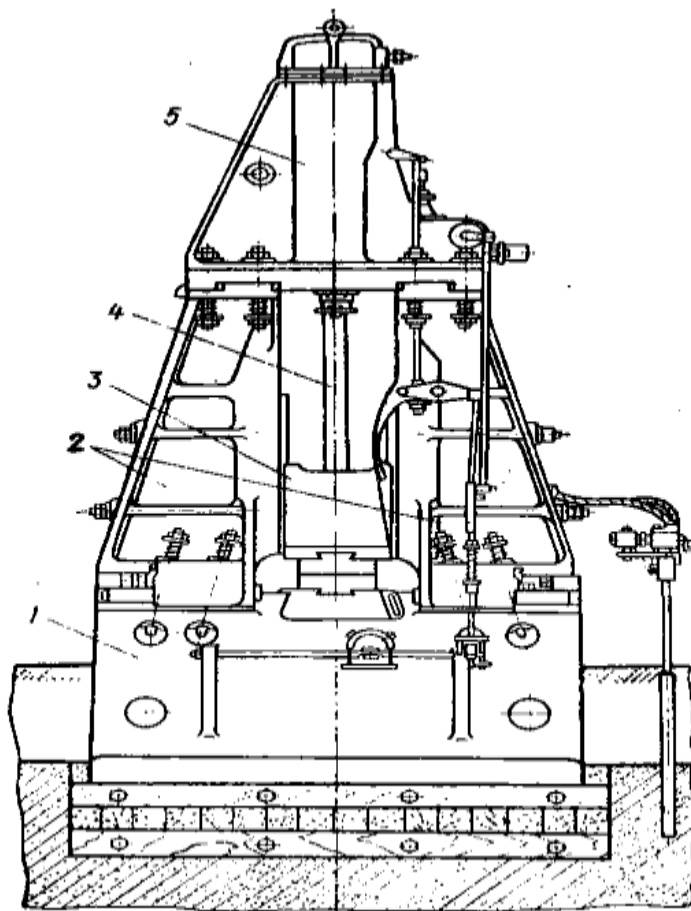
Рисунок 9.1 - Паровоздушный ковочный молот с двухстоечной станиной

Штамповочные молоты являются основным оборудованием для горячей штамповки. Масса падающих частей штамповочных молотов 0,5 - 30 т, но наиболее широко распространены молоты с массой падающих частей 0,5-9 т. На штамповочных паровоздушных молотах изготавливают поковки массой от нескольких сотен граммов до 25 т и выше.

Обычные штамповочные молоты (рисунок 9.2) по устройству мало отличаются от ковочных. Однако, для обеспечения высокой точности штамповок, их конструкция выполняется более жесткой, рабочие части имеют более точные и надежные направляющие, стойки располагаются

непосредственно на шаботе, а сам шабот делается более массивным, чем у ковочных молотов.

По способу использования пара или сжатого воздуха паровоздушные молоты делятся на молоты одностороннего и двустороннего действия.



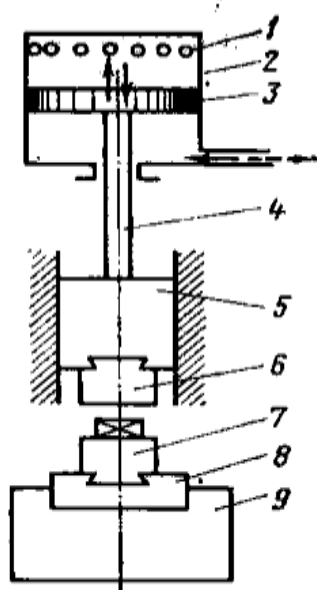
1 — шабот, 2 — стойка, 3 — баба, 4 — шток, 5 — рабочий цилиндр

Рисунок 9.2 - Паровоздушный штамповочный молот

В молотах одностороннего действия пар (сжатый воздух) служит только для подъема падающих частей в верхнее положение. Рабочий ход (ход вниз) совершается в этих молотах только под действием веса падающих частей.

В молотах одностороннего действия (рисунок 9.3) рабочий цикл начинается с подачи пара или сжатого воздуха из магистрали в нижнюю полость рабочего цилиндра. Действуя на поршень, энергоноситель заставляет его двигаться вверх. С поршнем связан шток, к нижнему концу

которого крепится баба. На бабе устанавливается верхний боек. Таким образом, при впуске пара или сжатого воздуха все падающие части поднимаются вверх.



1 — отверстие для прохода воздуха, 2 — рабочий цилиндр, 3 — поршень, 4 — шток, 5 — баба, 6 — верхний боек (штамп). 7 — нижний боек (штамп), 8 — штамповая подушка, 9 — шабот

Рисунок 9.3. - Схема паровоздушного молота одностороннего действия

Вблизи верхней крышки по окружности цилиндра расположены отверстия, через которые воздух, находящийся над поршнем, выходит в атмосферу. Когда поршень, поднимаясь вверх, доходит до отверстий и перекрывает их, над поршнем оказывается замкнутое пространство. При дальнейшем ходе поршня вверх воздух, находящийся в этом пространстве, будет сжиматься. Таким образом, создается воздушная подушка, которая обеспечивает плавное торможение поршня в верхнем положении.

Когда баба поднимается на достаточную высоту, парораспределительный механизм прекращает подачу энергоносителя в



цилиндр и воздух из-под поршня выпускается в атмосферу. Давление в цилиндре резко уменьшается. Под действием собственного веса подвижные части падают вниз и боек ударяет по заготовке, которая укладывается на нижний боек (штамп). Он укрепляется в штамповой подушке, лежащей на шаботе.

Молоты одностороннего действия имеют простое устройство и надежны в работе. Однако они имеют недостатки: велик расход энергоносителя, трудно регулировать скорость движения бабы, а значит, и силу удара, наконец, для нанесения удара такой же силы, как у молота двустороннего действия, масса подвижных частей молота одностороннего действия должна быть значительно больше. Поэтому молоты одностороннего действия в последнее время вытесняются более совершенными молотами двустороннего действия.

В молотах двустороннего действия пар или сжатый воздух не только поднимает части в верхнее положение, но и давит сверху на поршень при рабочем ходе. Тем самым он увеличивает силу удара, разгоняя падающие части до более высокой скорости.

### **Задание**

Составить схему устройства и кинематической схемы оборудования паровоздушных молотов, описать принцип их работы.

### **Ход работы:**

1. Указать назначение паровоздушных молотов, их виды, основные технические характеристики и технологические возможности.
2. Выполнить схемы паровоздушных ковочных и штамповочных молотов, указать их устройство.
3. Описать принцип работы паровоздушного молота одностороннего действия и составить для него кинематическую схему.

4. Сделать вывод о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы достоинства молотов одностороннего действия?
2. Есть ли недостатки в работе молотов одностороннего действия?
3. Каковы технологические возможности молотов двустороннего действия?

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

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

## **V. Информационное обеспечение обучения**

### **Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

#### **Основные источники:**

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

#### **Дополнительные источники:**

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

3. Электронный журнал "Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях", <http://ohrprom.panor.ru/>.

4.База данных информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>.

5.Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <http://нэб.рф/>.

6.Университетская информационная система «РОССИЯ» <http://uisrussia.msu.ru/>.

7.О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21.06.1997 г. № 116-ФЗ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/11900785>.

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

## **ОТЧЕТ**

по выполнению практической работы  
по учебной дисциплине

***«Технологическое оборудование»***

выполнил: ***Иванов А.С.***

группа: ***МР-373/б***

проверил: ***Ористова Т.В.***

Челябинск, 2019