

**В.Н. Таловеров, Ю.А. Титов**

**Оборудование  
кузнечно-прессовых  
цехов**

(Механические и гидравлические  
прессы. Методы исследования)

**Ульяновск 2001**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ульяновский государственный технический университет

В.Н. Таловеров, Ю.А. Титов

## **Оборудование кузнечно-прессовых цехов**

(Механические и гидравлические прессы. Методы исследования)

Учебное пособие для студентов специальности 12,04  
«Машины и технология обработки металлов давлением»

Ульяновск 2001

УДК 621.77.06 (075) ББК

34.5 я7 Т 16

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор В.Г. Артемьев;  
канд. техн. наук, доцент В.И. Филимонов

Утверждено редакционно-издательским советом Ульяновского государственного технического университета в качестве учебного пособия

**Таловеров В.Н., Титов Ю.А.**

Т 16 Оборудование кузнечно-прессовых цехов (Механические и гидравлические прессы. Методы исследования): Учебное пособие / Под ред. Ю.Н. Берлета. - Ульяновск: УлГТУ, 2001, - 80 с.

ISBN 5-89146-252-4

Предназначено для студентов, выполняющих лабораторные работы по курсу «Кузнечноштамповочное оборудование». Приводится описание порядка выполнения лабораторных работ, методические указания, краткие теоретические положения и контрольные вопросы. Описаны методы исследования работы кузнечноштамповочного оборудования по кинематическим и силовым параметрам.

УДК: 621.77.06 (075)  
ББК 34.5 я7

Учебное издание ТАЛОВЕРОВ  
Владимир Николаевич  
ТИТОВ Юрий Алексеевич

**Оборудование кузнечно-прессовых цехов (Механические и гидравлические прессы. Методы исследования)**

Учебное пособие Редактор  
Н.А. Евдокимова

Изд. лиц. 020640 от 22.10.97. Подписано в печать 20.07.2001. Формат 60 \*84Л6.

Бумага писчая. Усл. печ. л. 4,65. Уч. — изд. л. 4,50.

Тираж 150 экз. Заказ ШФ Ульяновский  
государственный технический университет,  
432027. Ульяновск, Сев. Венец, 32. Типография  
УлГТУ, 432027. Ульяновск, Сев. Венец, 32.

ISBN 5 - 89146 - 252 - 4

©Таловеров В.Н., Титов Ю.А., 2001

© Оформление. УлГТУ, 2001

## СОДЕРЖАНИЕ

введение.....	5
техника безопасности при выполнении лабораторных работ.....	6
Лабораторная работа № 1. Составление кинематической схемы прессы.	7
1. Цель работы .....	7
2. Теория вопроса.....	7
3. Оборудование для выполнения работы.....	10
4. Порядок выполнения работы.....	10
5. Содержание отчета.....	
6. Контрольные вопросы.....	
 Лабораторная работа № 2. Изучении конструкции и основных узлов кривошипного прессы .....	12
.1 Цель работы.....	12
.2. Теория вопроса.....	12
.3. Назначением область применения прессы.....	13
.4. Краткое описание конструкции и работы прессы.	13
.5. Основные регулировки прессы.....	23
.6. Оборудование для выполнения работы.....	25
.7. Порядок выполнения работы..., .....	25
.8. Содержание отчета.....	25
.9. Контрольные вопросы.....	25
Приложение. Структурная схема прессы К 2324..	26
 Лабораторная работа №3. Составление технической характеристики и акта приемки прессы по нормам точности.....	27
.1 Цель работы.....	27
.2. Теория вопроса.....	27
.3. Оборудование для выполнения работы .....	32
.4. Порядок выполнения работы.....	32
.5. Содержание отчета.....	33
.6. Контрольные вопросы.....	33
 Лабораторная работа № 4. Разборка и сборка механического прессы	34
.1. Цель работы.....	34
.2. Общие положения.....	34
.3, Оборудование для выполнения работы.....	34
.4. Порядок выполнения работы.....	34
.5. Содержание отчета,.....	35
.6. Контрольные вопросы.....	35
Технологическая карта разборки и сборки прессы -----	35



## Введение

В курсе «Кузнечно-штамповочное оборудование» предусматривается изучение устройства и элементов расчета наиболее распространенных кузнечно-штамповочных машин: кривошипных прессов и автоматов, гидравлических прессов, молотов, винтовых прессов, ротационных машин и др.

Имеющийся опыт конструирования и расчета кузнечно-штамповочных машин довольно велик по объему, его подробное рассмотрение в пределах программы курса не представляется возможным. Поэтому в лабораторных работах находят отражение наиболее важные и принципиальные вопросы курса «Кузнечно-штамповочное оборудование».

Основной целью выполнения данного комплекса лабораторных работ следует считать практическое знакомство с различными типами оборудования, с методами его расчета, настройки, исследования общих параметров. В результате проведения работ студент должен: получить навыки в проведении технического эксперимента; ознакомиться со схемами, принципом действия и наладкой приборов, применяемых для определения тех или иных параметров работы кузнечно-штамповочного оборудования; понять, осмыслить и овладеть методами контроля и проверки работы отдельных машин.

Тематика и содержание работ связаны с материальной базой учебных лабораторий, с течением времени отдельные работы могут сниматься, другие совершенствоваться или разрабатываться новые. Это способствует расширению возможностей студентов в выборе интересующей их тематики лабораторных работ, обеспечивает самостоятельность при их выполнении, создает условия, близкие к творческому поиску на производстве.

Усвоение материала во многом зависит от отношения студента к проведению работы, от его умения и внимания к тем, подчас незаметным элементам, которые могут существенно влиять на ход работы.

Отчеты по выполненным работам оформляются на писчей бумаге стандартного формата или в специальной лабораторной тетради, графики и схемы при необходимости - на миллиметровке или кальке. Отчеты, сброшюрованные в общую тетрадь, после сдачи зачета возвращаются студенту.

## **Техника безопасности при выполнении лабораторных работ по кузнечно-штамповочному оборудованию**

Для безопасной работы обслуживающего персонала на прессах предусмотрено:

- ограждение вращающихся частей привода;
- ограждение вращающихся частей тормоза;
- ограждение подвижных частей кривошипно-шатунного механизма;
- включение, требующее применения обеих рук при пуске пресса, исключающее травмирование рук в рабочей зоне штампа;
- наличие предохранителя пресса от перегрузки;
- наличие замков, типа автомобильных, на включателе цепи управления, режимных переключателях и дверке электрошкафа.

Для полной гарантии безопасности при работе на прессах  
**КАТЕГОРИЧЕСКИ ВОСПРЕЩАЕТСЯ:**

- допускать к работе на прессах лиц, не имеющих необходимой квалификации и не прошедших инструктаж по технике безопасности;
- выполнять на прессе технологические операции, требуемые усилия и работа для выполнения которых превышает силовые и технологические возможности пресса;
- работа на неисправном прессе;
- работа на прессе со снятыми ограждениями;
- установка и наладка штампов при включенном электродвигателе и вращающемся маховике;
- очистка и обтирка пресса во время его работы;
- исправление положения заготовки после нажатия педали или кнопок включения;
- работа на неисправном штампе.

Лица, не ознакомившиеся с правилами техники безопасности, к выполнению лабораторных работ по курсу «Кузнечно-штамповочное оборудование» НЕ ДОПУСКАЮТСЯ.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРЕССА

#### цель работы

Закрепить навыки составления и чтения кинематических схем машин.

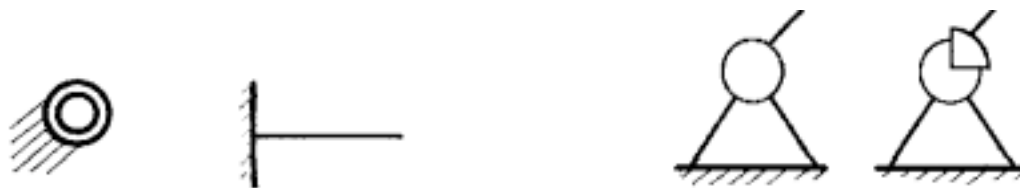
#### 2. Теория вопроса

Кинематическая схема является принадлежностью паспорта машины и имеет своей целью дать общее представление о связи звеньев и принципе действия узлов машины в целом. Она обычно не отражает конструктивных особенностей деталей, узлов и машины, показывая только связи между ними. Поэтому при изображении кинематических схем узлы могут разворачиваться относительно реального положения в пространстве осей «и плоскостей. При этом обычно преследуют цель всю кинематическую схему изобразить с помощью одного вида (проекции) и в одной плоскости.

При составлении кинематических схем в соответствии с ГОСТ 2,770-68 (см.: Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справ, Политехника. СПб., 1994. С. 448) пользуются изображениями, показанными ниже.

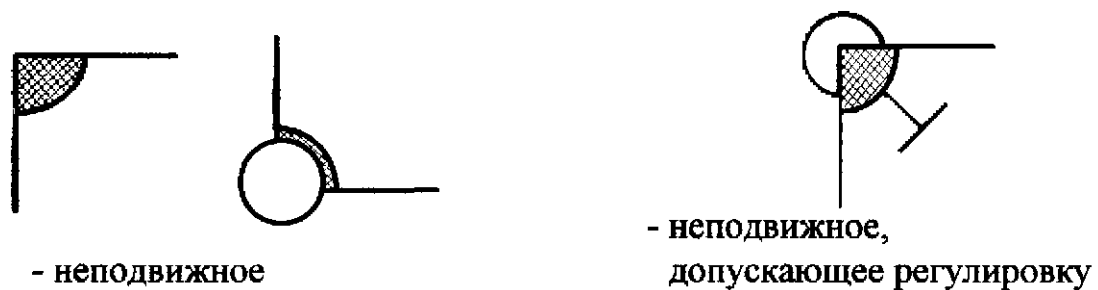
#### Наименование и изображение сопряжений звеньев

- неподвижное звено (стойка)

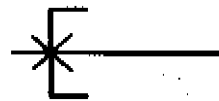


Примечание: для указания неподвижности любого звена часть его покрывается штриховкой.

#### Соединение частей звена





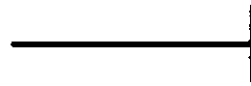


- неподвижное соединение детали с валом или стержнем

Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа);



- радиальные

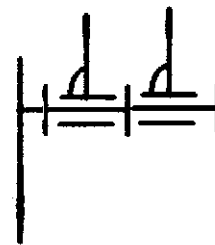


- упорные

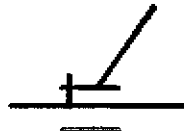
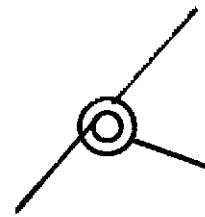
### Кинематическая пара



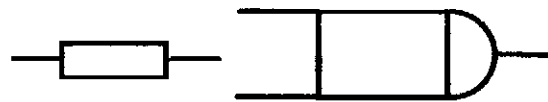
- вращательная



- вращательная многократная  
(например, двукратная)



- поступательная



- винтовая

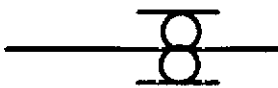


- цилиндрическая

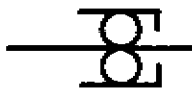


- сферическая с пальцем

### Подшипники качения



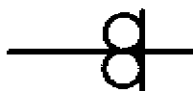
- радиальные



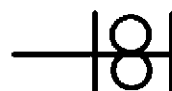
- радиально - упорные



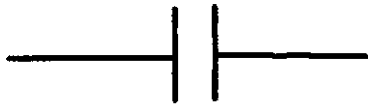
- то же двухсторонние



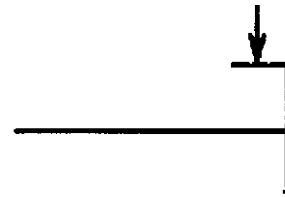
- упорные односторонние



- упорные двухсторонние

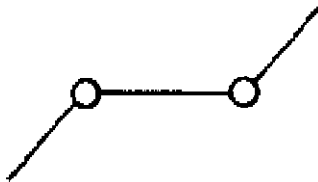


муфты (общее обозначение без уточнения типа)

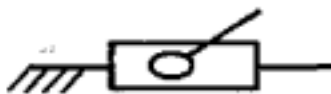


- тормоз (общее обозначение без уточнения типа)

### Звенья рычажных механизмов двухэлементные



кривошип, коромысло, шатун

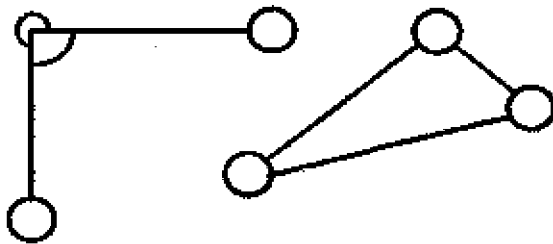


эксцентрик

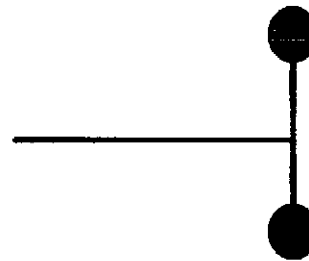


- кулиса

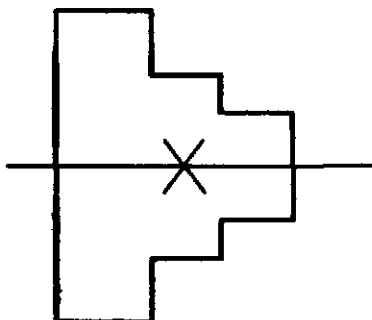
### Звено рычажных механизмов трехэлементное



- на поле треугольника допускается делать штриховку

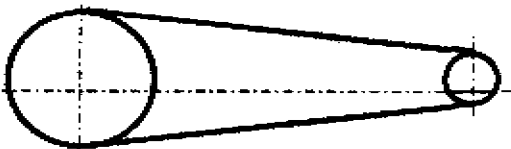


- маховик на валу

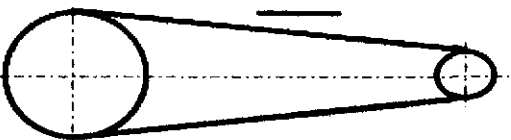
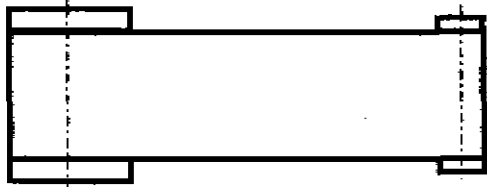


- шкив ступенчатый, закрепленный на валу

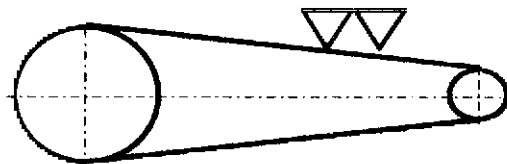
## Ременные передачи



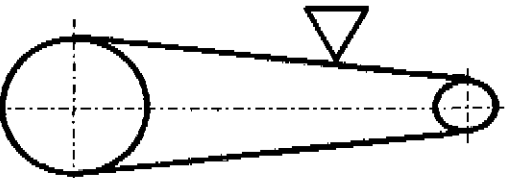
- без учета типа ремня



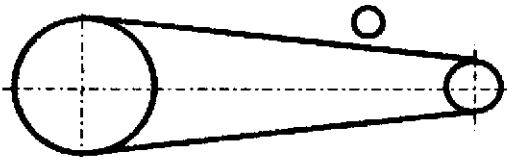
- плоские ремни



- зубчатые ремни

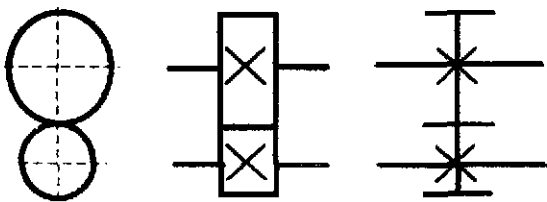


- клиновые ремни

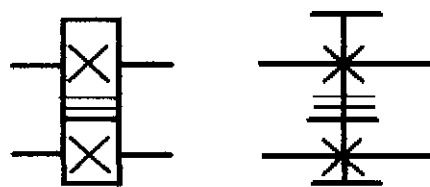


- круглые ремни

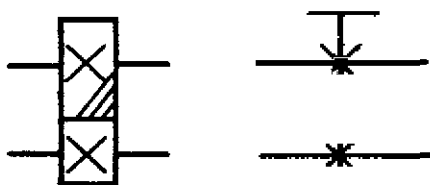
## Передачи зубчатые



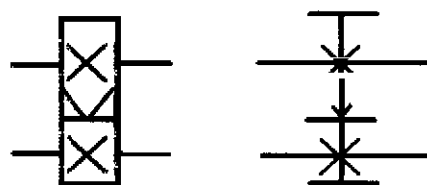
общая без обозначения типа зубьев



- то же с прямоугольными зубьями



то же с косыми зубьями



- то же с шевронными зубьями

### 3. Оборудование для выполнения работы

1. Механический пресс.
2. Набор линеек.

### 4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией пресса.
2. Составить кинематическую схему.

### 5. Содержание отчета

Кинематическая схема.

### 6. Контрольные вопросы

1. Назначение кинематической схемы пресса.
2. Порядок выполнения и требования, предъявляемые к кинематическим схемам.
3. Условные обозначения отдельных элементов на кинематических схемах.

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВНЫХ УЗЛОВ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА

### 2 Цель работы

Ознакомиться с назначением и возможными конструкциями узлов механических прессов. Поскольку конструкции отличаются друг от друга, то работа проводится на нескольких прессах по указанию преподавателя.

#### 2.2. Теория вопроса

Общим признаком механических прессов является наличие механической (шестерни, валы, рычаги) связи между двигателем и исполнительным механизмом машины.

Механические прессы являются машинами-орудиями. По распространенности в промышленности они занимают второе место после металлорежущих станков и первое - среди всех типов кузнечно-прессовых машин. Вместе с тем это машины, которые выпускаются в единичных экземплярах (крупные прессы) или сравнительно мелкими (до нескольких тысяч штук) партиями, т.е. практически каждый механический пресс - это уникальное создание инженерной мысли. Однако любой механический пресс состоит из некоторого количества узлов, близких если не по конструкции, то по физическим законам и принципам, заложенным в основу их действия. Поэтому целесообразно для изучения конструкции таких узлов познакомиться с наиболее распространенными их типами.

Конструкции узлов пресса отличаются друг от друга в зависимости от тех задач, которые приходится решать узлу.

Основными узлами пресса являются:

1. Главный исполнительный механизм или механизмы (ГИМ), совершающие технологическую операцию.

2. Вспомогательные механизмы (ВМ), которые могут входить в состав ГИМ. Эти механизмы расширяют технологические возможности пресса или облегчают его ремонт и обслуживание. К числу таких относятся механизмы:

2.1. Изменения величины хода ползуна.

2.2. Изменения закрытой высоты пресса.

2.3. Предохранительный.

3. Вспомогательные механизмы, которые выступают и в качестве самостоятельных узлов (ВМС). К таким относятся механизмы:

3.1. Изменения закрытой высоты пресса.

3.2. Выталкивания.

3.3. Уравновешивания.

3.4. Подушек.

### 3.5. Системы смазки.

#### 4. Механизмы включения пресса (МВ): 4.1

.Муфты включения.

#### 4.2.Тормоза.

4.3.Системы включения - это набор устройств, обеспечивающих приведение в действие исполнительных устройств.

5. Привод (ПП), который включает в себя двигатель, систему валов и шестерен (перебор), обеспечивающих снижение оборотов двигателя до необходимого числа оборотов коленчатого вала пресса.

#### 6. Механизмы обслуживания. К ним относятся механизмы:

6.1. Смены штампов.

6.2. Подачи материала,

6.3. Удаления отштампованного изделия, отходов и т.д.

7. Устройства энергоснабжения: электро -, пневмо -, паро - и другого обеспечения.

#### 8. Все механизмы монтируются в общем узле - станине.

## 2.3, Назначение и область применение пресса

Пресс однокривошипный открытый простого действия усилием 250 кН относится к типу быстроходных прессов и предназначен для вырубки, пробивки, гибки, неглубокой вытяжки и других холодно-штамповочных операций.

Пресс при необходимости может быть наклонен, что облегчает удаление готовых изделий или отходов в просвет между стойками пресса. Может работать как на одиночных, так и на автоматических ходах. Последнее целесообразно при оснащении его автоматическими подачами (роликовыми, валковыми, шибберными и др.).

Расчет усилий, необходимых для выполнения холодно-штамповочных операций, рекомендуется производить руководствуясь приведенной в паспорте пресса номограммой «Усилие-ход» и справочниками по холодной листовой штамповке.

Величину допускаемых усилий на ползуне в зависимости от угла поворота кривошипа следует выбирать в паспорте пресса из графика допускаемых усилий на ползуне.

Размеры штампуемого изделия определяются размерами штампового пространства, величиной хода ползуна и допускаемыми усилиями на ползуне.

## 2.4. Краткое описание конструкции и работы пресса

Пресс состоит из следующих основных узлов: станина, ползун, муфта включения, привод, тормоз, воздухораспределитель, электрооборудование, системы смазки, механизм регулировки величины хода пресса, механизм регулировки закрытой высоты пресса, механизм наклона станины.

К вспомогательным механизмам относятся: механизм останова прессы в верхнем положении, механизм регулировки зазора в направляющих ползуна, механизм контроля смазки в основных маслопроводах, срезной чашечный предохранитель, механизм извлечения ползушки крепления хвостовика штампа; механизм, предотвращающий самовыворачивание винта регулировки закрытой высоты прессы; фиксирующий механизм разгрузки механизма наклона станины, механизм натяжения ремней, выталкиватель, механизм регулировки хода выталкивателя.

Кинематическая схема прессы представлена на рис.2.1, где 1 - электродвигатель; 2 - шкив; 3 - муфта включения однодисковая, фрикционная с пневматическим управлением; 4 - тормоз ленточный с пневматическим управлением; 5 - маховик; 6-вал эксцентриковый; 7 - шатун; 8 - ползун; 9 - эксцентриковая втулка; 10 - коромысло выталкивателя.

Движение от электродвигателя 1 через шкив 2 и клиноременную передачу передается на маховик 5, свободно сидящий на эксцентриковом валу 6. Движение от маховика на эксцентриковый вал передается через фрикционную однодисковую муфту 3. На противоположном конце эксцентрикового вала находится ленточный тормоз 4 с пневматическим управлением. Посредством кривошипа эксцентрикового вала 6, соединенного составным шатуном 7 через регулировочную эксцентриковую втулку 9, вращательное движение вала преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна 8.

СТАНИНА (рис.2.2). Станина прессы открытая двухстоечная наклоняемая «С» - образной формы, в сечении имеет коробчатую форму, выполнена из чугуна и предназначена для восприятия усилий, возникающих<sup>1</sup> при штамповке.

У двухстоечных станин опоры коленчатого вала расположены с двух сторон; у одностоечных - с одной стороны.

В верхней части станины 1 расточены отверстия, в которых в двух подшипниках скольжения монтируется эксцентриковый вал. На правой консоли кривошипного вала крепится маховик с пневматической фрикционной муфтой, а на левой тормоз. В специальных местах станины при помощи болтов 2 крепятся направляющие 3 и 4. Регулирование зазора между ползуном и направляющими производится винтами 5, расположенными на левой стороне станины. Для регулировки зазора необходимо ослабить болты 2, затем с помощью винтов 5 произвести регулировку зазоров, после чего затянуть болты 2.

На внутренних стенках стоек станины крепятся неподвижные 6 и подвижные 7 рейки, служащие для регулирования хода верхнего выталкивателя.

В нижней части станины болтами 8 закреплена подштамповая плита 9. Наклон станины осуществляется с помощью винта 10 и храпового механизма. Направление перемещения станины указывает стрелка, расположенная на кнопке фиксатора. При положении стрелки «вверх» или «вниз» станина будет

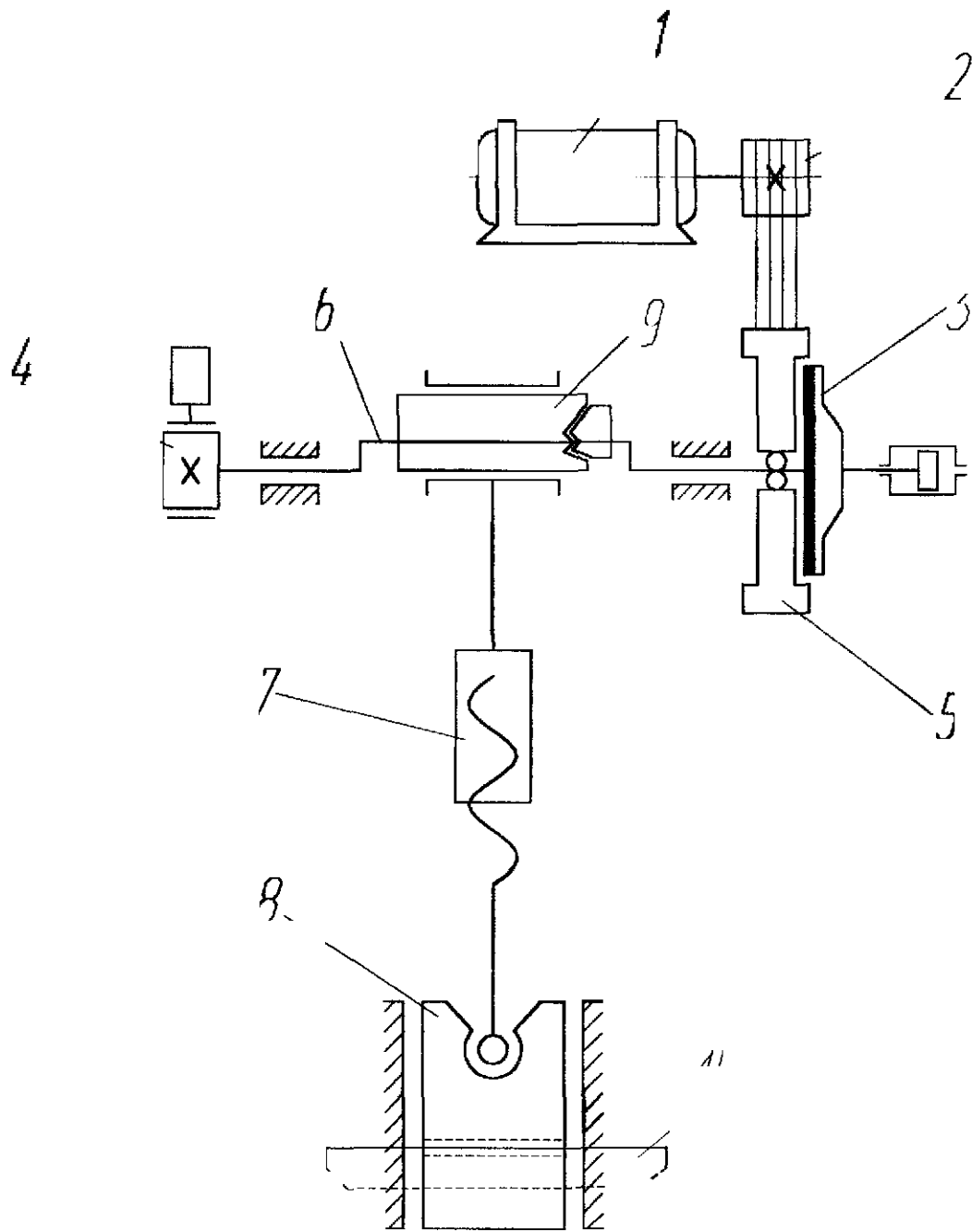
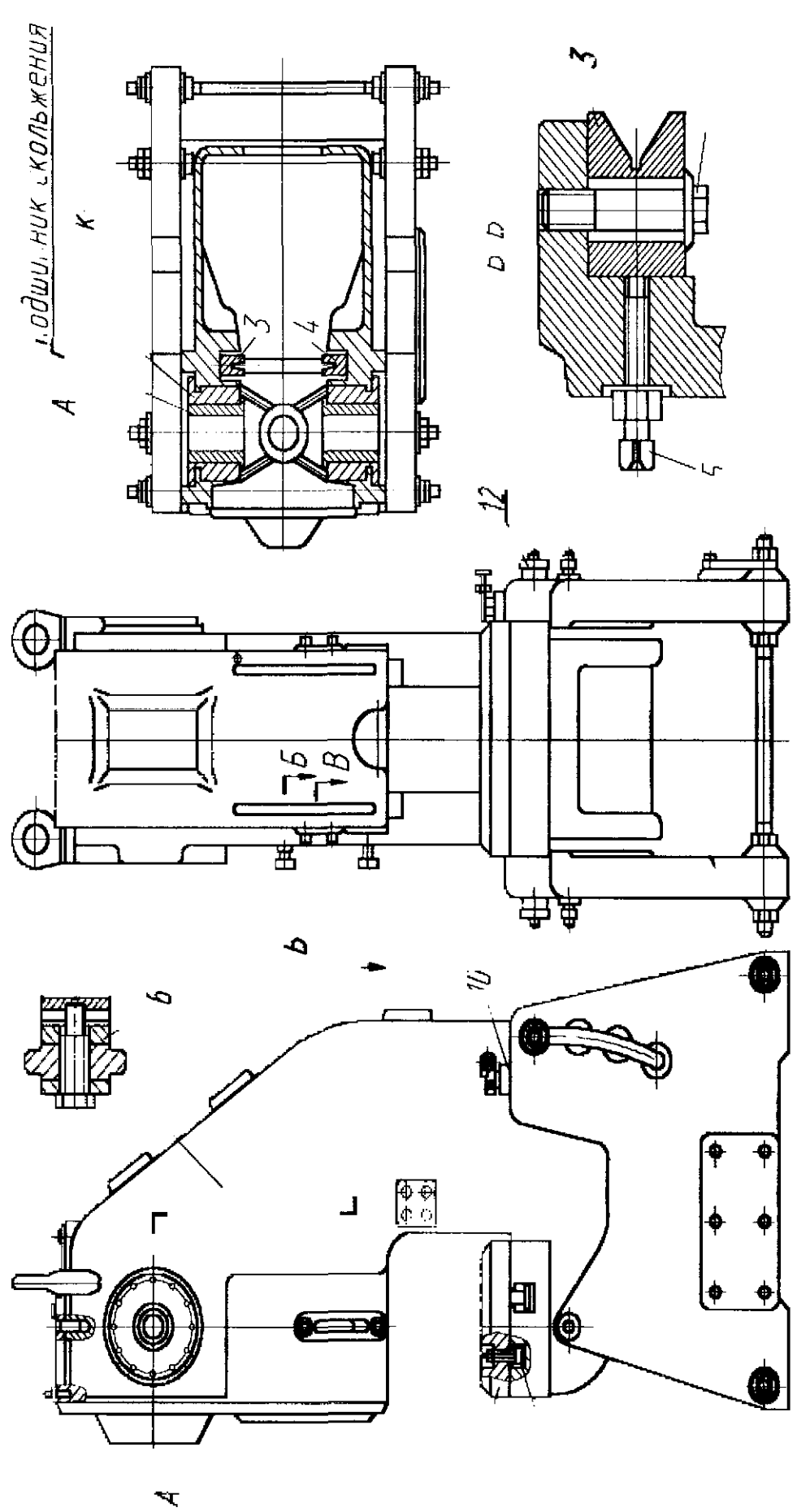


Рис. 2. Кинематическая схема





1. одш. нук з кольжениа

Ри С

иметь то же направление перемещения. Перед наклоном станины необходимо ослабить гайки 12, вынести из гнезд упорные шайбы и после этого производить наклон станины винтом 10, Станина на опорных стойках может фиксироваться в четырех положениях: 0 - 10 - 20 - 30°. После наклона станины необходимо ее зафиксировать вводом в гнезда опорных шайб и затягиванием гаек 12,

**УЗЕЛ ПОЛЗУНА (рис.2.3).** Ползун является одним из основных узлов прессы. На данном прессе ползун имеет удлиненные направляющие, что хорошо видно на рисунке. Благодаря удлиненным направляющим ползун приобретает устойчивость во время работы, этим гарантируется постоянство расположения верхнего и нижнего инструментов.

Ползун выполнен литьем из чугуна, в нижней части имеет цилиндрическое гнездо для закрепления хвостовика штампа.

Посредством винта 1 ползун связан с шатуном 2. Шаровая головка винта опирается на сферическую опору 3, сверху фиксируется разрезной сферической шайбой 19 и гайкой 4. Другой конец винта ввертывается в тело шатуна. При работе ползун нагружается пульсирующими нагрузками, и винт 1 может отворачиваться. Для предохранения от самоотворачивания служат резьбовые втулки 8 и 9, стягиваемые болтом 13. Положение втулок 8 и 9 относительно резьбы фиксируется шпоночными винтами 14.

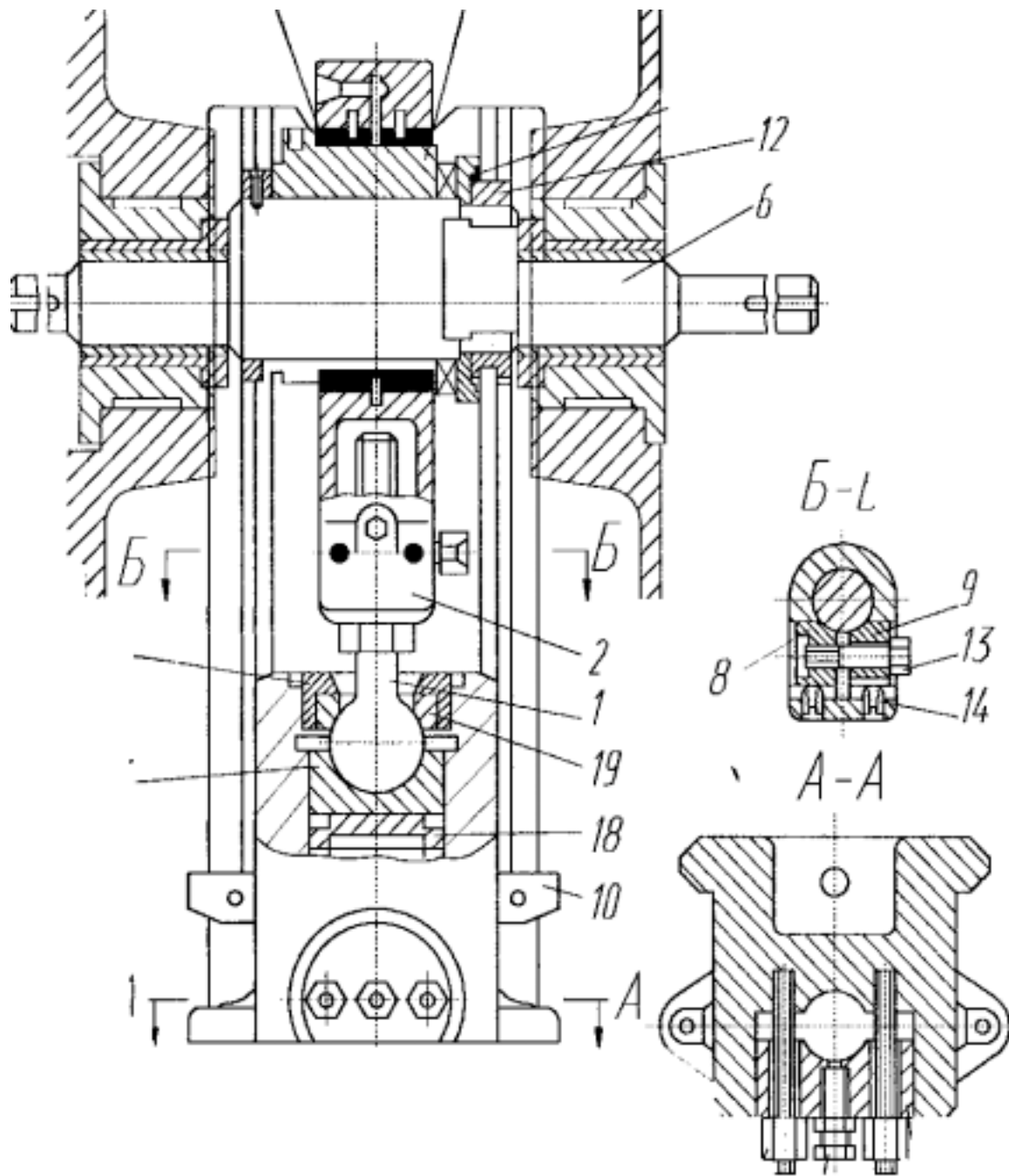
Основное назначение винта 1 - регулирование закрытой высоты прессы.

Большая головка шатуна 2 разъемная, через бронзовые вкладыши 15 она соединяется с эксцентриковой втулкой 5, которая закреплена на эксцентриковом валу 6, При выводе из зацепления кулачковой шайбы 7, с помощью гайки 12, эксцентриковая втулка 5 освобождается и может свободно поворачиваться относительно кривошипа вала 6. При этом возможны следующие крайние положения: эксцентриситеты кривошипного вала 6 и эксцентриковой втулки 5 складываются, и этим обеспечивается максимальный ход ползуна; эксцентриситеты вала 6 и втулки 5 вычитаются - обеспечивается минимальный ход ползуна. При всех промежуточных положениях величина хода ползуна будет находиться между максимальной и минимальной,

Основное назначение эксцентриковой втулки 5 - регулирование величины хода прессы. Это способствует оптимальному нагружению деталей прессы (коленчатого вала) при выполнении различных технологических операций (вырубка, вытяжка и т.д.).

Эксцентриковая втулка регулировки величины хода прессы применяется только в сочетании с эксцентриковыми (для двухстрочных открытых прессов) или с чисто кривошипными (для одностоечных открытых прессов) валами. Различия конструкций этих механизмов заключаются только в способах закрепления втулки на валу.

Для прессов с коленчатыми валами использование вышеуказанного механизма конструктивно невозможно.



1

Ри 3. зу

Планка 10 при обратном ходе ползуна, встречаясь с упорами 7 (рис.2.2), приводит в действие верхний выталкиватель штампа.

Для постановки штампа на пресс ползушка 11 снимается, хвостовик штампа вводится в цилиндрическое отверстие ползуна и зажимается ползушкой 11 посредством гаек 17. Винт 16 служит для вытаскивания ползушки 11 при смене штампа, 18 - чашечный разрушаемый предохранитель. Он срабатывает при превышении номинальной нагрузки на 30 %, после чего требует замены.

**МУФТА ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ФРИКЦИОННАЯ** (рис.2.4). Пневматическая фрикционная муфта служит для включения ползуна в работу после полного разгона маховика, а также может выполнять роль предохранителя от перегрузок.

По конструкции это однодисковая фрикционная сухая нерегулируемая муфта с пневматическим и электропневматическим управлением.

Маховик 1 через два шарикоподшипника устанавливается на ступице 7, это дает ему возможность свободно вращаться относительно вала. Ступица 7 соединена с кривошипным валом жестко шпонкой. Вместе с маховиком вращается крышка 2 муфты с ведущим диском 5. Ведомый диск 6 соединен со ступицей 7 посредством шлицевого соединения и может перемещаться вдоль шлицев.

Впускаемый в камеру 4 воздух через резиновую мембрану 10 перемещает влево нажимной диск 3, который соединен посредством шлицевого соединения с крышкой муфты 2. Нажимной диск, выбирая зазоры, прижимает ведомый диск 6 к ведущему диску 5, и во вращение приводится ступица 7, жестко соединенная с валом пресса. Муфта включена.

После выхода воздуха из камеры 4 нажимной диск 3 под действием пружин 8 отходит вправо, освобождая тем самым ведомый диск 6 - муфта отключена.

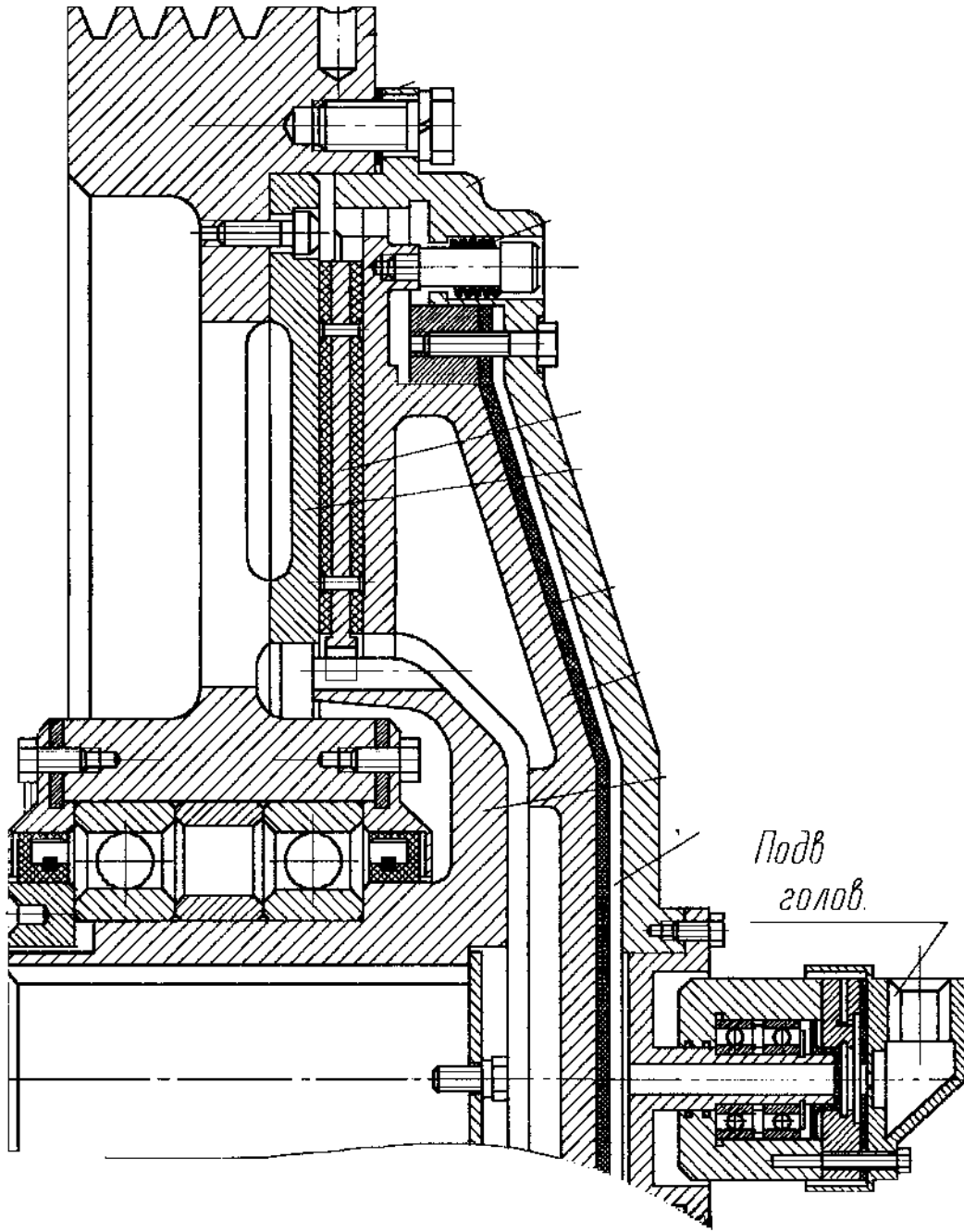
Величина зазоров в системе «ведущий диск 5 - ведомый диск 6 - нажимной диск 3» регулируется объемом пневмокамеры 4. Для регулирования объема пневмокамеры 4 служат прокладки 9. По мере износа фрикционных элементов на диске 6 прокладки 9 снимаются, тем самым уменьшая объем пневмокамеры.

Поскольку крышка 2 вращается, то подача воздуха осуществляется через специальную подводящую головку.

**ПРИВОД** (рис.2.5). Привод осуществляется от электродвигателя 1, установленного на подмоторную плиту 2. Вращение от шкива 3 электродвигателя передается шестью клиновыми ремнями на маховик.

Натяжение ремней регулируется гайками 5, 6 на винте 4. С помощью гаек изменяется положение подмоторной плиты.

Привод установлен на задней части станины.



Р 4 М Ф

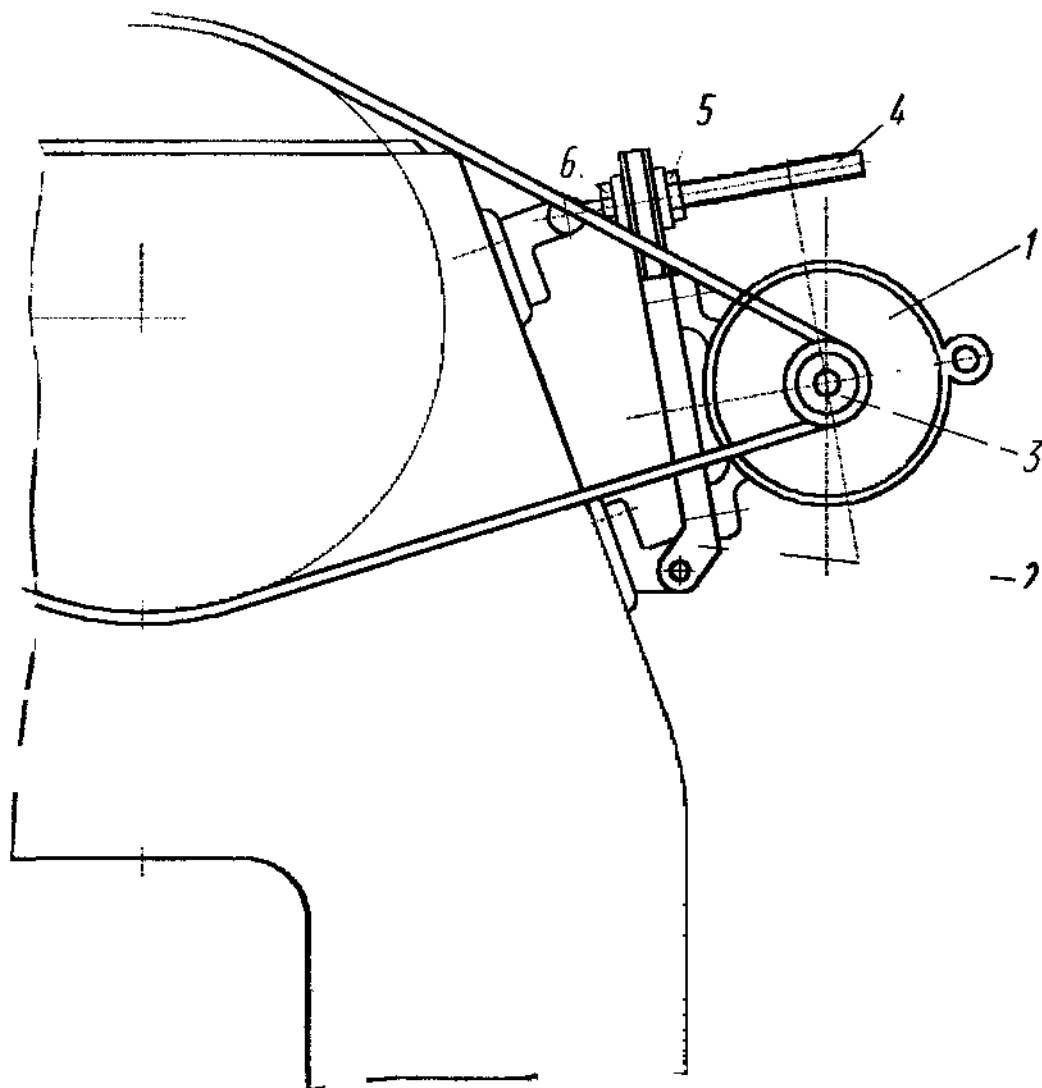
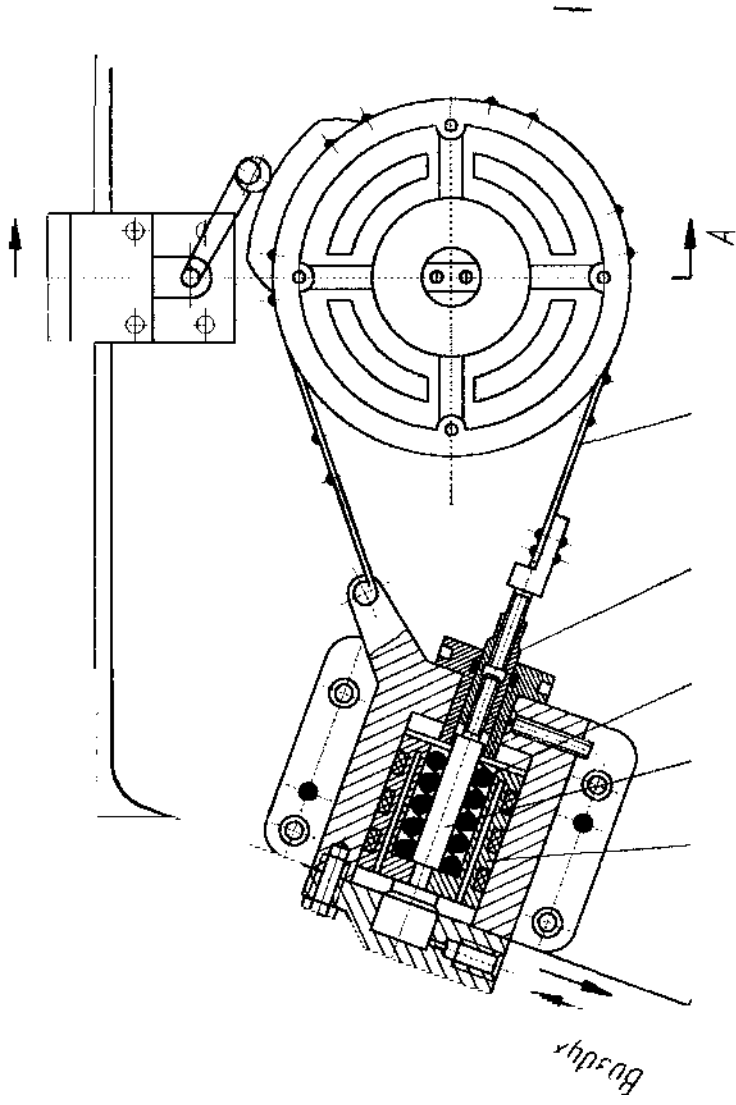
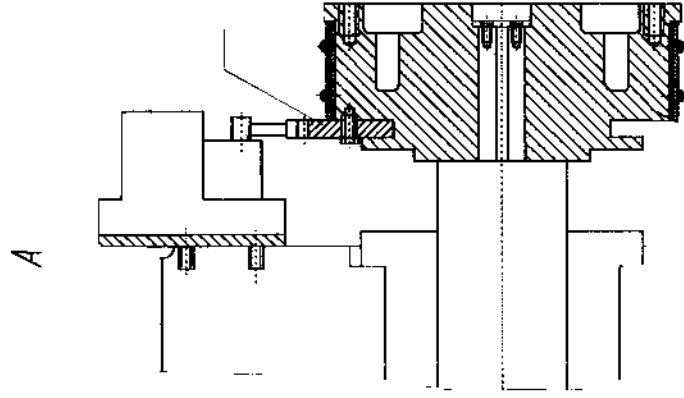


Рис. 2.5. Привод

ТОРМОЗ (рис.2.6). Тормоз служит для остановки ползуна в исходном положении после выключения муфты. Корпус тормозного цилиндра установлен на станине прессы. При падении давления в воздушной камере тормоза поршень 1 под действием пружины 2 перемещается, и при помощи тяги 3 и ленты 4 выбирается зазор между тормозным барабаном 5 и лентой 4. Износ тормозной ленты компенсируется при помощи гайки 6.



6

Р. Гормоз

## £5 2.5. Основные регулировки пресса

В процессе эксплуатации пресса возникает необходимость в регулировании отдельных его узлов и в устранении возможных нарушений в их работе.

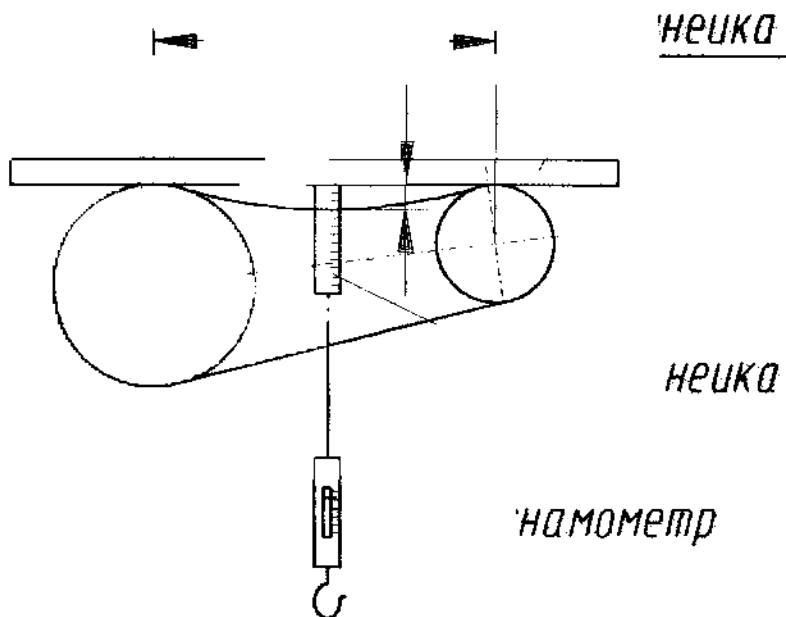


Рис. 2.7. Контроль натяжных ремней

### КЛИНОРЕМЕННАЯ ПЕРЕДАЧА

При ослаблении ремней вследствие вытяжки следует отпустить гайку 5 (рис.2.5) и вращением гайки 6 подтянуть ремни, после чего затянуть гайку 5. Величина натяжения ремней контролируется посредством динамометра измерением стрелы прогиба и силы оттяжки по вышеприведенной схеме.

Усилие динамометра подсчитывается по формуле

$$Q = \frac{4fwq}{l}$$

где  $Q$  - усилие динамометра, оттягивающего ремень на середине пролета, см;  $q$  - натяжение на одну ветвь ремня в покое, кг/см<sup>2</sup> (МПа), зависимость

которого от параметров пресса показана в табл. 2.1  $f$  - прогиб ремня в середине пролета, см;  $w$  - площадь поперечного сечения ремня, см<sup>2</sup>;  $l$  - расстояние между точками касания ветви ремня со шкивами, см .



Таблица 2

Выбор величины натяжения (q)

Усилие прессы, тс (кН)	25 (250)
Тип ремня.....	A
Диаметр шкива, мм	100
Я, кгс/см <sup>2</sup> (МПа) .....	10(1,0)

**ЗАЗОРЫ МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЯМИ ТРЕНИЯ В МУФТЕ** По мере износа фрикционных дисков в муфте увеличивается ход нажимного диска. Первоначальный зазор между нажимным и фрикционным дисками (величина хода нажимного диска или поршня муфты ) устанавливается 2 мм. При последующем увеличении хода поршня на 1 мм удаляются регулировочные прокладки (рис.2.4, поз. 9).

#### УСТАНОВКА ПОЛОЖЕНИЯ ПОЛЗУНА В ВЕРХНЕЙ ТОЧКЕ (РЕГУЛИРОВАНИЕ ТОРМОЗА)

Регулирование осуществляют следующим образом.

Ползун выводится в ВМТ проворотом вала вручную за маховик в режиме «Ручной поворот».

Включается пресс в режиме одиночных ходов и проверяется останов ползуна в ВМТ (по положению торца вала), при несоответствии переместить кулачок 7 (рис.2.6) на угол смещения ВМТ.

После установки в ВМТ проверяется угол разброса останова путем осуществления не менее 20 единичных ходов и фиксации разброса. Допускаемое отклонение от ВМТ должно быть не более  $\pm 5^\circ$ .

Если тормоз даст разброс останова больше указанного, необходимо отрегулировать его, поджав пружину тормоза.

#### ЗАЗОРЫ В НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНИНЫ (рис.2.2).

Зазоры между направляющими ползуна и станины регулируются следующим образом: отпускают болты 2 левой направляющей, затем вращением винтов 5 регулируется зазор в направляющих. Суммарный зазор должен быть в пределах 0,04 ... 0,08 мм.

После регулирования зазоров затянуть болты 2 и гайки винтов 5, сделать несколько холостых и рабочих ходов и вновь проверить зазоры.

**ЗАЗОРЫ В ШАРОВОЙ ОПОРЕ ПОЛЗУНА (рис.2.3)** По мере работы прессы в результате износа увеличивается зазор между шаровой опорой винта 1, вкладышем 19, гайкой 4 и опорой 3. Зазор уменьшается подтяжкой гайки 4, перед вращением которой необходимо отвернуть стопорный винт. После регулирования необходимо завернуть стопорный винт

и законтрить его, после чего сделать несколько холостых ходов и проверить, не греется ли опора.

2.6. Оборудование для выполнения работы  
Механический пресс КД 2324. Механический  
пресс КД 1126.

2.7. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией пресса.
2. Найти узлы на прессе.
3. Составить список узлов.
4. Разобраться в принципе их действия.
5. Составить эскизы узлов.

2.8. Содержание отчета 1

1. Описание пресса.
2. Кинематическая схема пресса.
3. Перечень узлов.
4. Эскизы узлов пресса.
5. Структурная схема пресса.

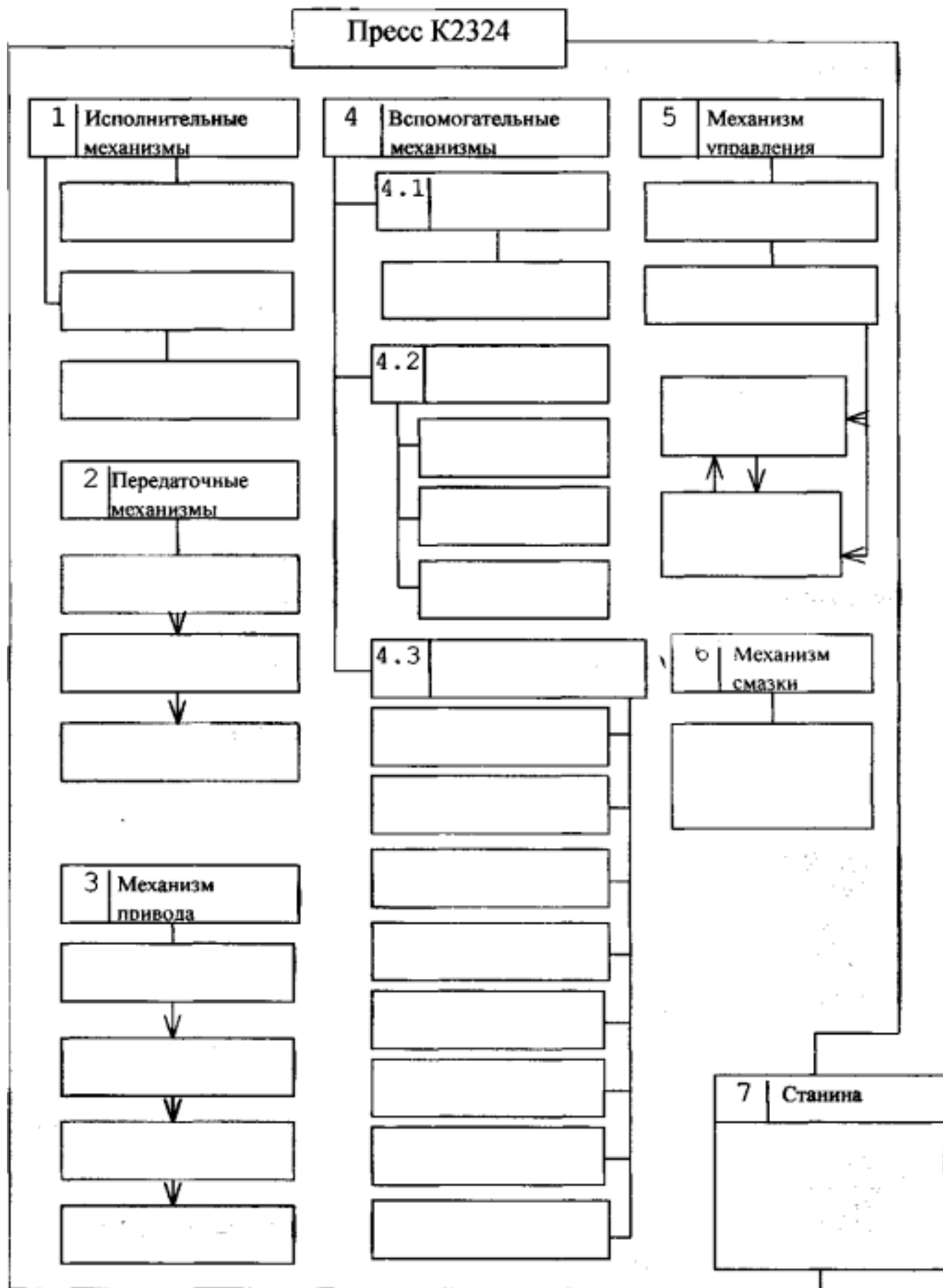
2.9. Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения пресса.
2. Кинематическая схема и ее работа.
3. Устройство станины.
4. Как осуществляется соединение шатуна с ползуном и шатуна с кривошипным валом?
5. Назначение, устройство и работа пневматической муфты включения.
6. Назначение, устройство и работа привода.
7. Назначение, устройство и работа тормоза.
8. Назначение и способы проведения регулировок: муфты включения; тормоза; зазоров в направляющих станины.
9. Чем осуществляется регулировка величины хода ползуна пресса?
10. Чем осуществляется регулировка закрытой высоты пресса? 11. Составить структуру пресса согласно приложению.

#### Список литературы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование/ Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. и др. М.: Машиностроение, 1970. 520 с.
2. Кузнечно-штамповочное оборудование/ Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. и др. М.: Машиностроение, 1982. 576 с.
3. Паспорт пресса модели К2324 усилием 25 тс (250кН).

# Структурная схема пресса К2324



Кроме того, в технической характеристике даны габаритные размеры пресса и его масса.

В паспорте приводят подробную техническую характеристику пресса и данные, необходимые при эксплуатации: размеры элементов штампового пространства пресса (прилагаются эскизы), общую характеристику конструкций отдельных элементов, кинематическую схему, график допускаемых усилий, результаты проверки на точность, спецификацию зубчатых колес и других передач, спецификацию приспособлений и принадлежностей, список быстроизнашивающихся деталей. В паспорте указывают также завод - изготовитель, время выпуска пресса и его заводской номер, место установки, габаритные размеры и массу.

Ответственным моментом изготовления пресса является его приемка и испытание.

Общие технические условия по приемке прессов оговорены ГОСТом 7600-90, где указаны требования к качеству материалов, обработки, сборки и отделки, а также к приемке, испытаниям, упаковке и комплектации машины. Там же даны значения ресурса работы пресса до капитального ремонта (18-30 тыс. часов).

На каждый типоразмер выпускаемой серийной машины составляют технические условия (на основе общих технических условий) и программу испытания первого образца. На основе результатов этих испытаний дается право на размещение серийного изготовления.

При приемочных испытаниях первого серийного образца машины должна быть проверена работа узлов на холостом ходу и под нагрузкой; проверено соответствие пресса нормам точности по Действующим стандартам или заданной технической характеристике.

Техническая характеристика - основной документ для технологов и конструкторов штампов.

Паспорт пресса предназначен для службы главного механика.

Таблица 3.1

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕССА К2324

	Наименование параметра	Величина	Ед. изм.
1	2	3	4
1.	Номинальное усилие пресса		кН(тс)
2.	Ход ползуна: наибольший наименьший		мм мм
3.	Число ходов ползуна в минуту		ход/мин
4.	Размеры стола: слева-направо спереди-назад		мм мм

1	2	34
5. Размеры отверстия в столе: слева— направо диаметр	мм	мм спереди-назад мм
6. Размеры ползуна: слева-направо	мм	спереди-назад мм
7. Размеры отверстия в ползуне: диаметр	мм	глубина мм
8. Расстояние от оси ползуна до станины (вылет ползуна)	мм	
9. Наибольшее расстояние между столом и ползуном, в его нижнем положении, при наибольшем ходе	мм	
10. Расстояние между стойками станины в свету	мм	
11. Величина регулировки расстояния между столом и ползуном (регулировка закрытой высоты)	мм	
12. Расстояние от верхней плоскости стола до уровня пола	мм	
13. Ход выталкивателя в ползуне	мм	
14. Толщина подштамповой плиты	мм	
15. Угол наклона станины	град.	
16. Электродвигатель: тип мощность кВт	число оборотов	7 об/мин
17. Габариты пресса: слева-направо	мм	спереди-назад мм
18. Высота пресса над уровнем пола		мм
19. Масса пресса		кг

## АКТ ПРИЕМКИ

Таблица 3.2

Испытания пресса на соответствие нормам точности

Предельные отклонения			
Что проверяется	Метод проверки	допускается	факт. 1
2	3	4	Проверка 1
Величина зазора между направляющими ползуна	Щупом замеряется зазор в трех местах по длине направляющих с станины	0,07 - 0,12мм	на сторону на и каждой стороны

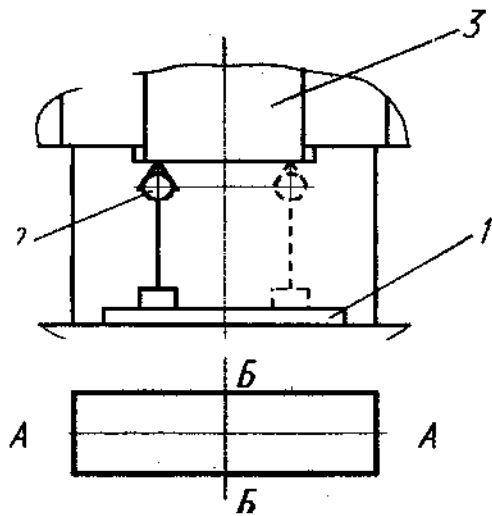
## Поололожение табл.3.2

1	2	34 Проверка 2
<p>Плоскостность ным направлениям рабочей по- прикладывается выпуклость между рабочей поверхностью стола допускается ползуна 0,06 мм нижней поверх- ности ползуна рабочей поверхностью прикла- линейка. Щупом проверяется просвет поверхностью не линейки и нижней поверх- ползуна П р о в е р к а 4 Пред.откл. мм Что допуск. факт, проверяются направление , АА ББ АА ББ Параллель- проверочная линей- 0,100,16 ность индикатор нижней 2 так, чтобы его измерительный наконечник поверх- касался нижней поверхности ползуна 3. ности наибольшем и ползуна к наименьшем расстояниях между столом и верхней ползуном в двух взаимно перпендикулярных . поверх- ] ности а) в направлении АА; направлении ББ.</p> <p>! Отклонение от параллельности определяется i разностью показаний индикатора в крайних точках проверки. • Примечание: в направлении, перпендику- отклонение в передней части ползуна допускается только { вниз</p> <p>j</p>	<p>К поверхности стола по раз- на длине стола 1000мм лекальная линейка. Щупом проверяется просвет не гшнейки и поверхностью П р о в е р к а 3 Плоскостность К нижней поверхности по различным направлениям на длине 1 000 мм дывается лекальная линейка. Щупом проверяется просвет выпуклость между рабочей поверхностью допускается П р о в е р к а 4 Пред.откл. мм Что Метод проверки</p> <p>На стол прессы кладется ка 1 , на которой устанавливается индикатор нижней поверхности ползуна 3. Проверка производится при наибольшем и наименьшем расстояниях между столом и верхней поверх- : стола б) в направлении ББ.</p> <p>! Отклонение от параллельности определяется i разностью показаний индикатора в крайних точках проверки. • Примечание: в направлении, перпендику- отклонение в передней части ползуна допускается только { вниз</p>	<p>0,06 мм поверхности верхностью не гшнейки и поверхностью К нижней поверхности по различным направлениям на длине 1 000 мм дывается лекальная линейка. Щупом проверяется просвет выпуклость между рабочей поверхностью допускается Метод проверки</p> <p>Проверка производится при наибольшем и наименьшем расстояниях между столом и верхней поверх- : стола б) в направлении ББ.</p> <p>! Отклонение от параллельности определяется i разностью показаний индикатора в крайних точках проверки. • Примечание: в направлении, перпендику- отклонение в передней части ползуна допускается только { вниз</p>

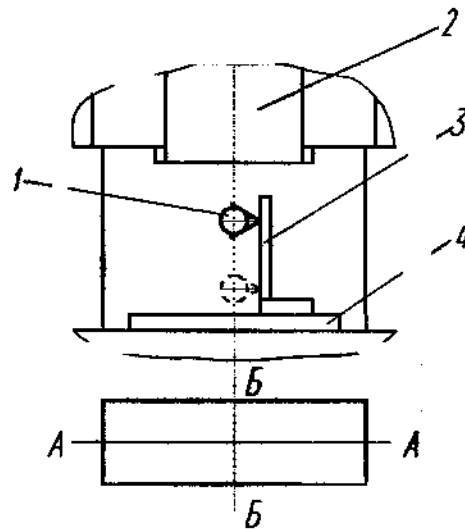
## Трoдoлжeниe тaбл. 3.2

## П р o в е р к а 5

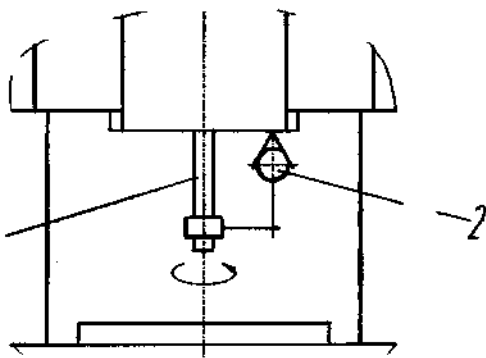
Что проверяется	Метод проверки	Пред.откл.в мм на длине 1000 мм
допуск. факт	Перпендикулярность поверхности	0,02
хорочная линейка 4, на которую устанавливается угольник 3 (или контрольный цилиндр), стола	На поверхность стола кладется проверочная линейка 4, на которую устанавливается угольник 3 (или контрольный цилиндр), стола	
Индикатор	Индикатор крепится к ползуну 2 так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности угольника или образующей контрольного цилиндра. <sup>1</sup> Проверка производится в верхнем и нижнем положении ползуна	
о в е р к а 6	Перпендикулярность	0,01
для хвостовика штампа, закрепляется в оправке 1, на которой верстая в ползуну к	В отверстие ползуна, предназначенное для хвостовика штампа, закрепляется ось оправки 1, на которой верстая в ползуну к	контрольная
его измерительный наконечник касался нижней поверхности ползуна, верхности ползуна	устанавливается индикатор 2 так, чтобы его измерительный наконечник касался нижней поверхности ползуна, верхности ползуна	нижней
определяется наименьшей разностью показаний индикатора при повороте его на 360° вокруг оси оправки	Отклонение от перпендикулярности ползуна определяется наименьшей разностью показаний индикатора при повороте его на 360° вокруг оси оправки	
П р o в е р к а 7 !		
Радиальное биение	Торцевое биение	биение доп. факт. доп. факт.
и	Индикатор 1 устанавливается так, чтобы его измерительный наконечник касался поверхности обода маховика 2 или его кольцевой поверхности на расстоянии 10 мм от образующей поверхности обода. Биение определяется наибольшей разностью показаний индикатора за один оборот маховика	0,1 0,2



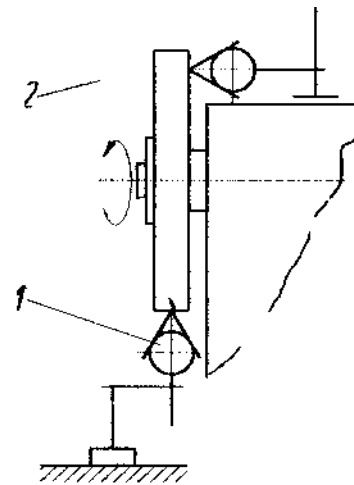
Проверка 4



Проверка 5



Проверка 6



Проверка 7

### 3.3. Оборудование для выполнения работы

1. Механический пресс К2324.
2. Набор линеек, оправок, приспособлений. Микрометр.

### 3.4. Порядок выполнения работы 1

1. Ознакомиться с содержанием паспорта пресса.
2. Составить техническую характеристику.
3. Составить акт приемки на соответствие нормам точности.



### 3.5. Содержание отчета

1. Заполненная техническая характеристика прессы.
2. Заполненный акт приемки на соответствие по нормам точности.

### 3.6. Контрольные вопросы

1. Техническая характеристика прессы и ее назначение. Основные параметры кривошипных прессов.
2. Назначение проверки величины зазора в направляющих ползуна. Метод проверки. Влияние величины зазора на работу прессы.
3. Назначение проверки плоскостности поверхности стола и нижней поверхности ползуна прессы. Методы проверки. Влияние отклонений на работу оборудования и качество штамповки.
4. Назначение проверки перпендикулярности хода ползуна к поверхности стола. Методы проверки. Влияние отклонений на работу оборудования и качество штамповки.
5. Назначение проверки параллельности нижней поверхности ползуна к верхней поверхности стола. Методы проверки. Влияние отклонений на работу оборудования штамповки.
6. Назначение проверки перпендикулярности отверстия в ползуне к нижней поверхности ползуна. Методы проверки. Влияние отклонений на работу оборудования и качество штамповки.
7. Назначение проверки радиального и торцевого биения маховика. Методы проверки. Влияние отклонений на работу оборудования и качество штамповки.

### Список литературы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование/Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. и др. М.: Машиностроение, 1970. С.369-370, 360-361.
2. Сидоров И.А. Стандартизация кузнечно-прессовых машин. М.: Издательство стандартов, 1977. Раздел 8.1. С. 50-89.
3. ГОСТ 7600-90. Кузнечно-прессовые машины. Технические требования по приемке. М.: Изд-во стандартов, 1992 .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 РАЗБОРКА И СБОРКА

## МЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕССА

## 4. цель работы

Ознакомиться с конструкцией основных узлов механического пресса.

## 4.2. Общие положения

Наиболее удобный и эффективный способ ознакомления с конструкцией узлов любой машины состоит в том, чтобы осуществить разборку узла; выполнить эскиз каждой детали, входящей в него, понять ее целевую функцию и конструкцию; осуществить сборку узла вплоть до запуска его в работу. Это известный прием, которым пользуются во всех учебных заведениях для подготовки специалистов, эксплуатирующих тот или иной вид машин.

## 4.3. Оборудование для выполнения работы

1. Механический пресс усилием 40 кН. Пресс отличается тем, что имеет все основные узлы. Размеры машины таковы, что разборку и сборку можно осуществлять без наличия грузоподъемных механизмов.

2. Набор гаечных ключей, необходимых для осуществления разборки-сборки пресса.

## 4.4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией пресса, для чего найти и определить функциональное назначение следующих узлов машины:

- станины;
- главного двигателя;
- ременной передачи;
- механизма натяжения ремня;
- маховика;
- муфты и тормоза пресса;
- эксцентрикового вала;
- механизма регулировки хода ползуна пресса;
- механизма регулировки закрытой высоты штампового пространства пресса;
- механизма регулировки зазора в направляющих ползуна.

2. Составить эскиз перечисленных узлов.

3. Составить технологическую карту разборки-сборки каждого узла пресса. Форма карты представлена ниже.

4. Разобрать пресс, корректируя во время разборки технологическую карту разборки-сборки и эскизы узлов.

5. Составить технологическую карту сборки.

6. Осуществить сборку пресса, корректируя по ходу сборки технологическую карту.

7. Пользуясь картой точности, провести регулировку пресса на точность.

#### 4.5. Содержание отчета

1. Технологическая карта разборки-сборки пресса.

2. Эскизы всех его узлов.

#### 4.6. Контрольные вопросы

1. Перечислить все узлы, имеющиеся на прессе.

2. Описать конструкцию и назначение каждого узла.

3. По литературе ознакомиться с другими конструкциями узлов аналогичного назначения и попытаться сформулировать основные достоинства и недостатки узлов, описанных в литературе и имеющихся на прессе.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАЗБОРКИ И СБОРКИ ПРЕССА

№ п/п	Последовательность разборки и сборки	Инструмент и приспособления	Примечание
	Р А З Б О Р К А		
	Узел привода:		
1.1.	Ослабить натяжение ремня, для чего освободить болты, крепящие платформу главного двигателя, и сместить в сторону, позволяющую ослабить ремень ;	Набор гаечных ключей	
1.2.	Снять ремень со шкива		
1.3.	Полностью освободить и снять электродвигатель		
2	Узел муфты:		
2.1.	Освободить шайбу, крепящую маховик пресса	Набор гаечных ключей	
2.2.	Снять маховик с пресса	Далее составление карты продолжить самостоятельно.	

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

## КОНСТРУКЦИЯ И ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА

## 5. Цель работы

Ознакомление студентов со следующими положениями:

1. Принципом действия и классификацией гидравлических прессов, типами рабочих цилиндров.
2. Приводом и оборудованием гидропрессовых установок.
3. Назначением, конструкцией, основными узлами и работой схемы управления гидравлического насосно-безаккумуляторного пресса.
4. Параметрами технической характеристики и картой испытания гидравлического пресса.

## 5.2. Основные понятия

## Принцип действия и классификация

## гидравлических прессов

Гидравлический пресс представляет собой машину-орудие практически статического действия. Принцип работы гидравлического пресса основан на законе Паскаля. В общем виде пресс состоит из двух камер, снабженных поршнями (плунжерами) и соединенных трубопроводом (рис.5.1, а). Если к поршню 1 приложить силу  $P_1$  то под ним создается давление  $p = P_1/f_1$ . По закону Паскаля давление  $p$  передается во все точки объема жидкости и, будучи направлено нормально к основанию большого поршня 2, создает силу  $P_2 = pf_2$ , которая оказывает давление на заготовку 3.

На основании закона Паскаля

$$P_2 = P_1 f_2 / f_1.$$

Сила  $P_1$  во столько раз больше силы  $P_2$ , во сколько раз площадь  $f_2$  больше площади  $f_1$ .

Конструктивная схема гидравлического пресса представлена на рис. 5.1, б. Рабочий цилиндр 4, в котором движется рабочий плунжер 5, закреплен в верхней неподвижной поперечине 6. Последняя при помощи колонн 7 соединяется с неподвижной поперечиной 9, установленной на фундаменте. Нижняя 9 и верхняя 6 поперечины вместе с колоннами образуют станину пресса. Рабочий плунжер 5 соединен с подвижной поперечиной 8, имеющей направление по колоннам, и сообщает ей движение только в одном

направлении - вниз. Для подъема подвижной поперечины установлены возвратные цилиндры 10с плунжерами 11.

Прессы в зависимости от технологического назначения отличаются друг от друга конструкцией основных узлов, их расположением и количеством, а также величиной основных параметров  $P_n$ ,  $Z$ ,  $H$ ,  $A \times B$  ( $Z$  - открытая высота штампового пространства;  $H$  - полный ход подвижной поперечины,  $A \times B$  - размеры стола).

По технологическому назначению гидравлические прессы подразделяют на прессы для металла (рис. 5.2, а) и для неметаллических материалов (рис. 5.2, б). В свою очередь прессы для металла подразделяют на пять групп: дляковки и штамповки; для выдавливания; для листовой штамповки; для правильных и сборочных работ и для обработки металлических отходов. Ввиду большого многообразия типов прессов приведем значения номинальных усилий  $P_n$ , наиболее из них распространенных.

Из прессов первой группы можно назвать следующие: ковочные - свободная ковка со штамповкой в подкладных штампах,  $P_n = 5$  ч- 120 МП; штамповочные, - горячая объемная штамповка деталей из магниевых и алюминиевых сплавов,  $P_n = 10$  -г 700 МП; прошивные - глубокая горячая прошивка стальных заготовок в закрытой матрице,  $P_n = 1,5$  -г 30 МН; протяжные - протягивание стальных поковок через кольца,  $P_n = 0,75 + 15$  МН.

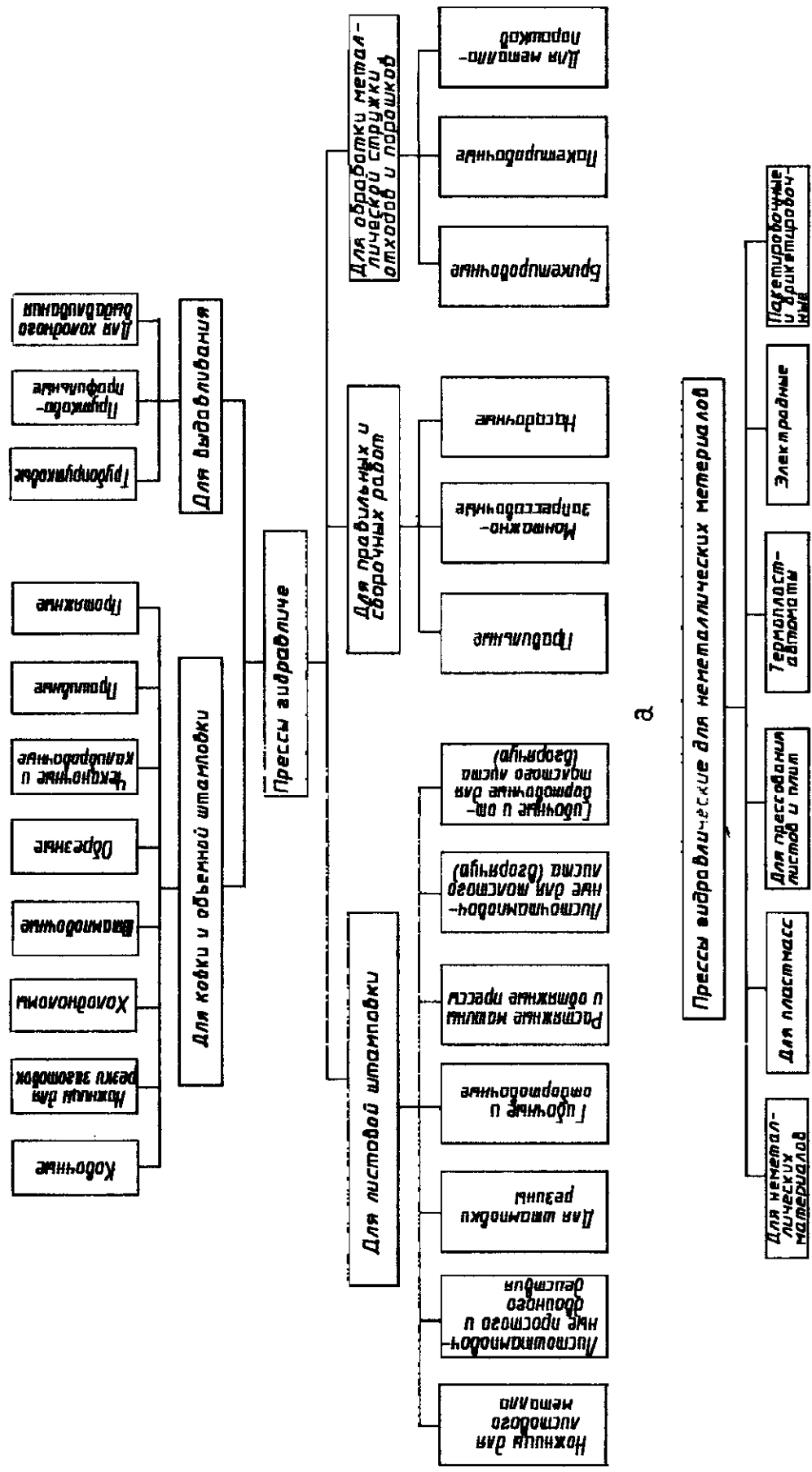
Из второй группы прессов можно отметить прессы трубопрутковые и прутково-профильные - прессование цветных сплавов и стали,  $P_n = 0,4$  -5-120 МН.

Из третьей группы назовем следующие прессы: листоштамповочные простого действия,  $P_n = 0,5$  -г 10 МН; вытяжные - глубокая вытяжка цилиндрических деталей,  $P_n = 0,3$  -г 4 МН; для штамповки резиной  $P_n = 20 \sim 200$  МН; для бортования, фланцевания, гибки и штамповки толстолистого материала,  $P_n = 3$  -г 45 МН; гибочные - гибка толстолистого материала в горячем состоянии,  $P_n = 3$  -г 200 МН.

Из пятой группы отметим прессы пакетировочные и брикетировочные для прессования отходов типа металлической стружки и обрезков листового металла,  $P_n = 1$  -г 6 МН. Гидравлические прессы для неметаллических материалов включают прессы для порошков, пластмасс и для прессования древесно-стружечных листов и плит.

Технологическое назначение гидравлического пресса определяет конструкцию станины (колонная, двухстоечная, одностоечная, специальная), тип, выполнение и число цилиндров (плунжерный, дифференциально-плунжерный, поршневой и т.д.).

Наибольшее распространение получила четырехколонная неподвижная станина с перемещением подвижных частей в вертикальной плоскости (см. рис. 5.1, б). Иногда станину-раму пресса выполняют подвижной (рис. 5.1, в).



а

б

Рис. 5.2. Классификация гидравлических прессов по технологическому назначению:  
 а - для металла; б - для неметаллических материалов

На рис. 5.3 показаны основные типы цилиндров. Цилиндры плунжерного и дифференциально-плунжерного типа являются цилиндрами простого действия. Рабочий цилиндр дифференциально-плунжерного типа применяется в случае, когда через рабочий плунжер, например, должна проходить игла (трубопратковые прессы). Цилиндры поршневого типа наиболее часто находят применение при использовании масла в качестве рабочей жидкости. В этом случае уплотнительным элементом собственно поршня будут поршневые кольца. Цилиндр поршневого типа является цилиндром двойного действия.

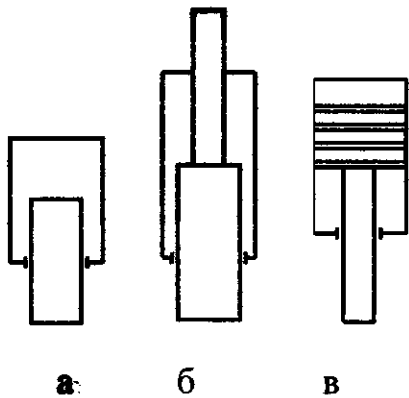


Рис. 5.3. Типы цилиндров гидропрессов:

а - плунжерного типа;

б - дифференциально-плунжерного типа

в - поршневого типа

У пресса с нижним расположением рабочего цилиндра и неподвижной станиной могут отсутствовать цилиндры обратного хода, в этом случае возврат подвижных частей в исходное положение происходит под действием их веса. Рабочий цилиндр соединяется при этом с наполнительным баком.

По числу рабочих цилиндров прессы подразделяются на одно-, двух-, трех- и многоцилиндровые.

### 5.2.2. Привод и оборудование гидропрессовых установок

В состав гидропрессовой установки входят собственно пресс; рабочая



жидкость; источник жидкости высокого давления, питающий пресс - привод; приемники для жидкости - баки; трубопровод с соответствующей аппаратурой, соединяющий все указанные элементы в единую систему; электропривод.

Тип привода определяется источником жидкости высокого давления, питающим пресс во время рабочего хода. Он оказывает значительное влияние на схему и действие гидропрессовых установок, в связи с чем последние классифицируют по этому признаку (рис. 5.4).

При насосных безаккумуляторных приводах питание прессы рабочей жидкостью высокого давления осуществляется непосредственно от насосов.

К насосно-аккумуляторным приводам прессов относят приводы, осуществляющие питание пресса рабочей жидкостью при рабочем ходе одновременно от аккумулятора и насоса.

В мультипликаторных приводах питание пресса во время рабочего хода осуществляется мультипликатором, подающим рабочую жидкость определенными порциями в пресс. Мультипликатор представляет собой как бы одноцилиндровый насос. Тип привода характеризует принципиальные свойства прессовой установки.

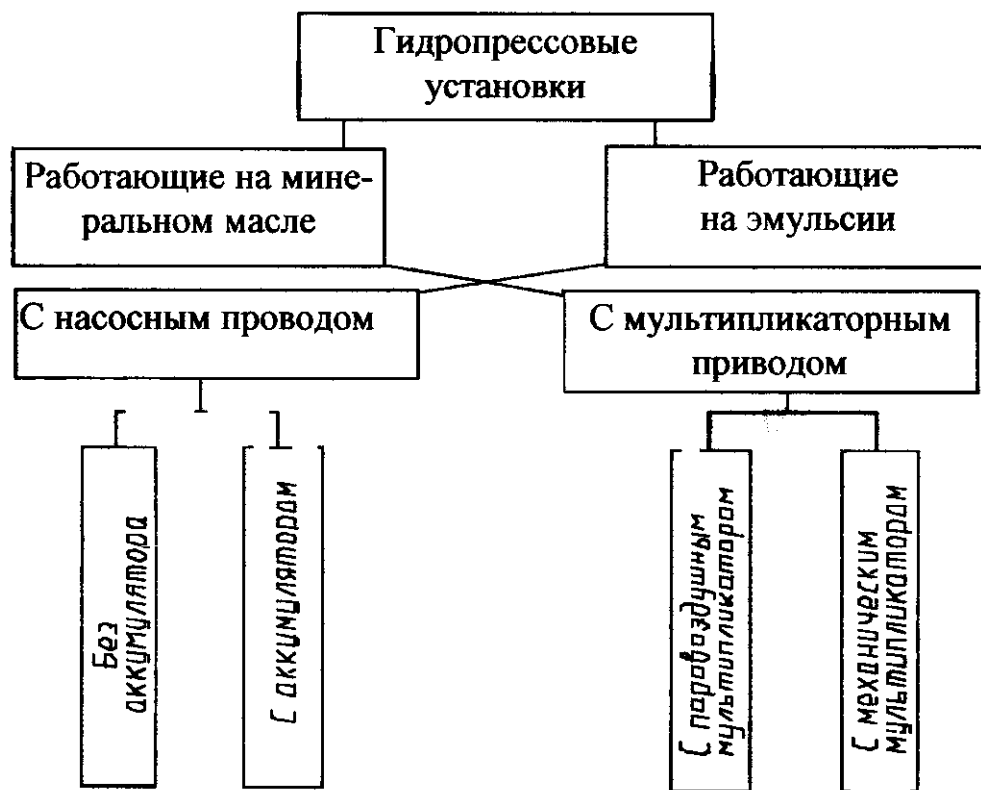


Рис. 5.4. Классификация гидропрессовых установок

Для характеристики гидропрессовой установки необходимо указывать не только тип ее привода, но и род применяемой рабочей жидкости, определяющей конструктивные особенности прессовой установки, например, маслонасосный безаккумуляторный привод.

При насосно-аккумуляторном приводе аккумулятор накапливает энергию в течение полного цикла работы прессы для осуществления рабочего хода. В результате становится равномерной загрузка насоса и электродвигателя. Недостаток насосно-аккумуляторного привода в том, что происходит расход энергии вне зависимости от сопротивления поковки.

Для насосного безаккумуляторного привода установочная мощность насоса и электродвигателей определяется максимальной мощностью, развиваемой прессом. Привод расходует энергию соответственно полезной работе, совершаемой прессом.

Привод от парового или воздушного мультипликатора расходует

энергию вне зависимости от сопротивления поковки. Он может обеспечить *получение* большого числа повторяющихся коротких ходов. Привод от механического мультипликатора обеспечивает расход энергии в зависимости от совершаемой работы, большое число повторяющихся ходов и постоянный уровень проникновения бойка в металл.

### 5.3. Гидравлический пресс ПГ-60

#### 5.3.1 .Описание пресса ПГ-60

Пресс ПГ-60 предназначен для прессования изделий из пластмасс.

Рама пресса представляет собой сварную конструкцию, нижняя плита рамы служит основанием пресса и крепится болтами к бетонному фундаменту. В нижней части рамы, на ее поперечинах, смонтирован рабочий стол пресса, закрепленный болтами. Верхняя часть рамы является резервуаром для масла.

В центре резервуара смонтирован гидравлический рабочий цилиндр. Подвижная плита соединена с плунжером винтом. От проворачивания плунжер предохраняется специальным винтом штифтом (см. схему рабочего цилиндра).

В левой части резервуара помещен насос пресса с электродвигателем. Масло под давлением проходит из насоса по трубе в распределительное устройство, помещенное на задней стенке резервуара для масла. Распределитель соединяется с рабочим цилиндром трубами и имеет штуцер для подсоединения манометра.

Заливка масла в резервуар производится через фильтр который закрывается крышкой. Для слива масла имеется специальный кран в нижней части резервуара.

На правой стойке пресса за щитом смонтированы:

- рычажная система управления прессом, которая состоит из рукоятки, тяги, пружины и рычагов;
- электромагнитный замок, управление которым осуществляется от реле времени;
- устройство замедления хода подвижной плиты, которое действует непосредственно на насос при помощи колодки, закреплено на подвижной плите , и при помощи переставных упоров, находящихся на штанге.

При прессовании с задержкой по времени рукоятка пресса в нижнем положении удерживается защелкой электромагнитного замка. При необходимости она может быть освобождена от запора вручную кнопкой ручного выключения.

В верхней части пресса помещена коробка с манометром, показывающим давление в гидросхеме пресса. При помощи штурвальчика манометр может быть при надобности выключен либо включен.

В левой стойке станины пресса, с внутренней стороны открывающегося щитка, смонтирована электроаппаратура пресса.

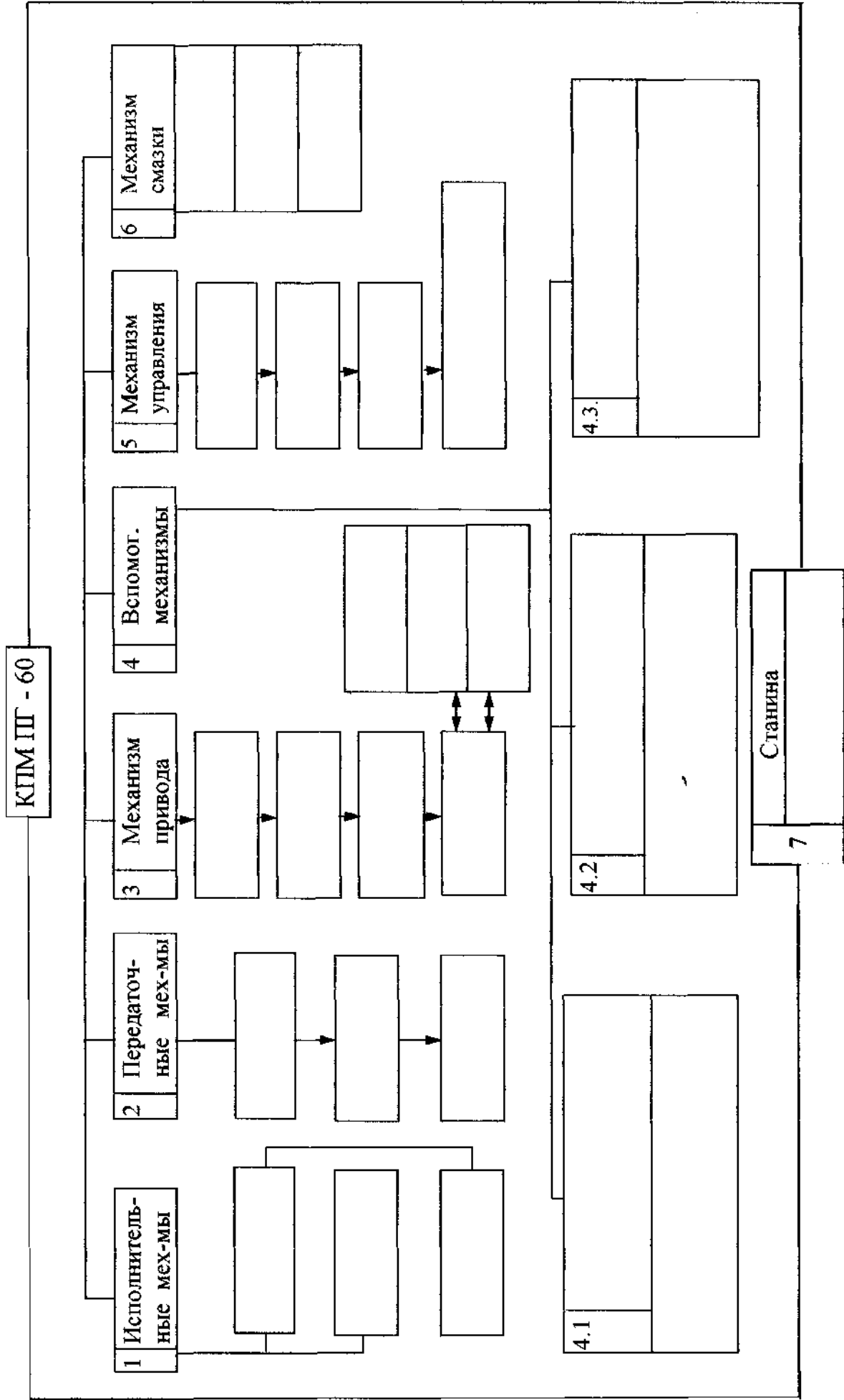


Рис. 5.5. Структурная схема гидравлического пресса ПГ -60

Направляющие подвижной плиты смазываются специальной масленкой, помещенной в верхней ее части. Перед пуском пресса в работу направляющие необходимо тщательно протереть и смазать.

Работа гидравлической системы показана на рис. 5.6.

#### 5.3.4. Конструкция рабочего цилиндра

Цилиндр (рис. 5.7) служит для создания рабочего усилия при прессовании и подъеме подвижной плиты. Он представляет собой цилиндр двойного действия поршневого типа (см. рис. 5.3). Этот узел состоит из цилиндра и плунжера. Направляющими хода плунжера служат букса (подшипник в нижней части цилиндра) и два кольца на плунжере.

Плунжер своей утолщенной частью делит полость цилиндра на две камеры, каждая из которых соединена при помощи труб с распределителем. Герметичность соединения труб с цилиндром достигается при помощи медных прокладок.

При рабочем ходе или при подъеме подвижной плиты масло под давлением подается соответственно в ту или иную полость рабочего цилиндра. Уплотнение плунжера осуществляется с помощью V - образных манжет. Под давлением масла такая манжета раскрывается и обеспечивает надежное уплотнение. Такая конструкция манжет не требует подтяжки при их износе. Нижняя манжета монтируется в крышке цилиндра, которая крепится к цилиндру при помощи шпилек. Герметичность соединения крышки с цилиндром достигается резиновой прокладкой. На рабочей поверхности подвижной плиты имеются расположенные по диагонали T - образные пазы, служащие для крепления пресс-форм. Пробка в нижней правой части подвижной плиты служит для спуска масла, постепенно накапливающегося во внутренней полости плиты.

### 5.4. Оборудование для выполнения работы

гидравлический пресс для прессования пластмасс ПГ-60

#### 5.5. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией пресса.
2. Ознакомиться с конструкцией гидроцилиндра.
3. Снять параметры технической характеристики.
4. Заполнить карту испытаний.
5. Заполнить элементами структуры рис. 5.5.

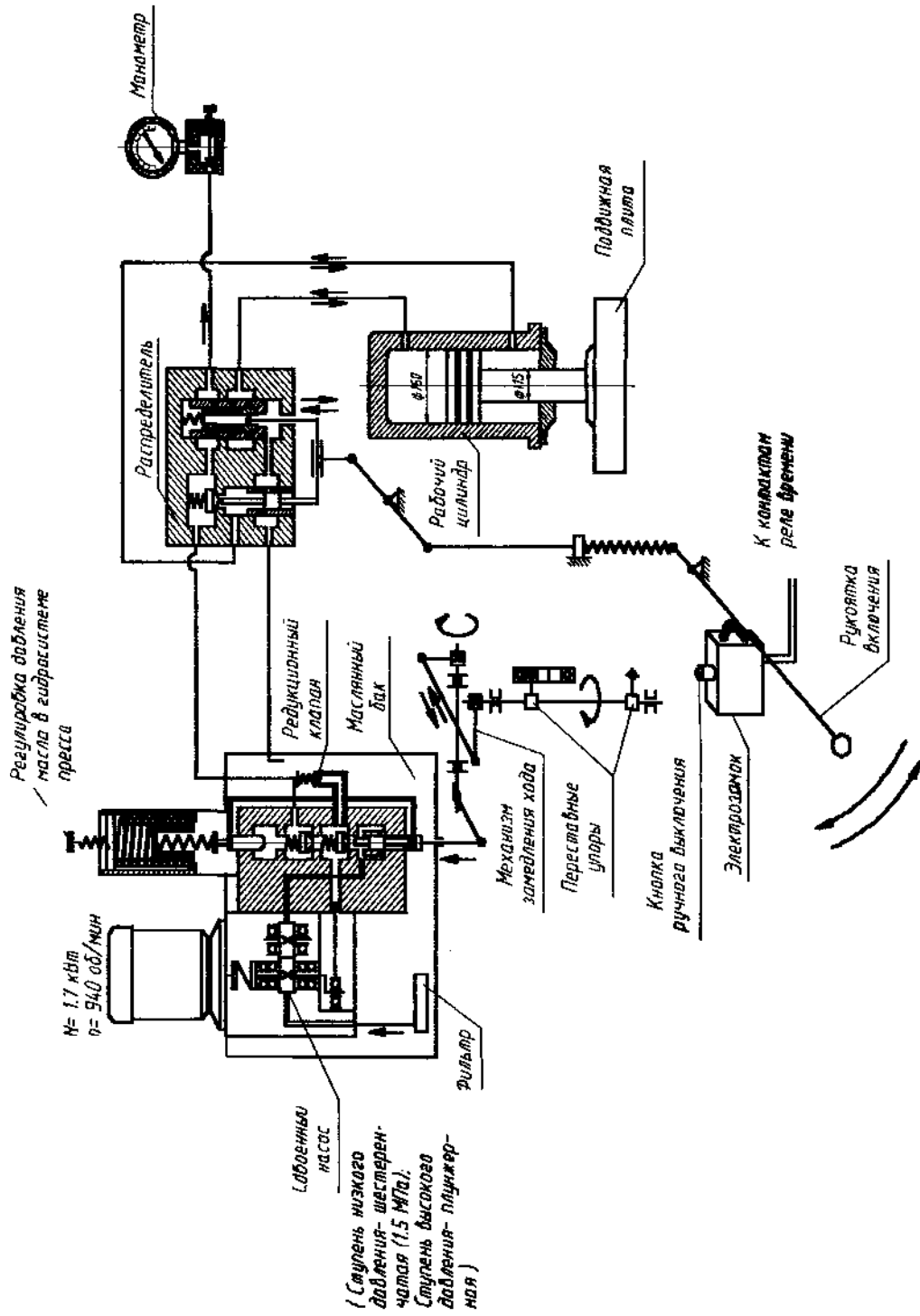


Рис. 5.6. Схема управления прессом

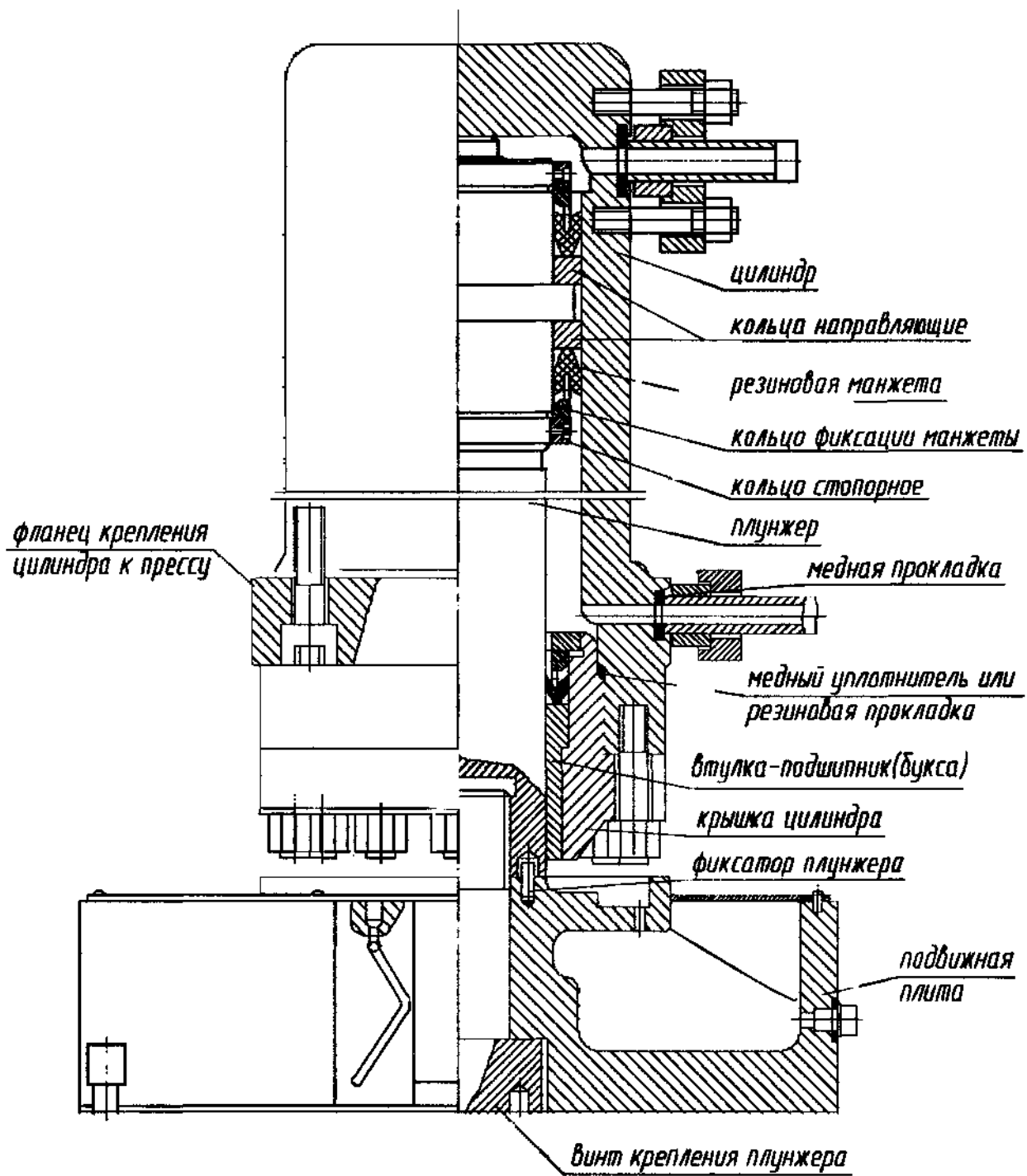


Рис. 5.7. Рабочий цилиндр



### 5.3.5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕССА

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	Велич.	Ед.изм.
	Номинальное усилие пресса		кН(тс)
2.	Ход штока		мм
3.	Наибольшее расстояние между столом и по- Движной плитой		мм
4	Размеры стола: длина ширина		мм мм
5.			мм
	Спереди-назад		мм
6.	Диаметр		мм
	Размеры подвижной плиты: длина		мм
	Ширина		мм
7,8	Номинальное усилие нижнего выталкивателя		кН(тс)
	Ход		мм
	нижнего выталкивателя		мм
9	Расстояние между стойками станины в свету		мм
10	Расстояние от верхней плоскости стола до уровня пола Электродвигатель: тип		мм
	мощность		кВт
	число оборотов		об/мин
12,	Габариты пресса: слева-направо		мм
	спереди-назад		мм
13.	Высота пресса над уровнем пола		мм
4.	Масса пресса		кг(т)

### 5.3.6. КАРТА ИСПЫТАНИЙ гидравлического пресса ПГ-60

№ п/п	Что проверяется	Отклонения	
		Допуск.	факт.
1	Параллельность рабочих поверхностей стола и подвижной плиты, мм	0,4	
2.	Плоскостность рабочих поверхностей стола и подвижной плиты, мм	0,	
3	Зазор между направляющими хода и подвиж- ной плитой, мм	0,3	
4.	Перпендикулярность оси выталкивателя к ра- бочей поверхности стола, мм	на длине 50 см	
5.	Прочность рамы гидросистемы и герметич- ность уплотнений при давлении $400^{+20}$ атм. (40 МПа) в течение 30 мин.	Трещины и течи не допускаются *	
6.	Работа редукционного клапана	$320 \pm 5$ атм. ( $32 \pm 0,5$ МПа)	
7	Работа пресса в течение одного часа	не должно быть: 1. Сильного стука; шума и вибрации. 2. Перегрева электро- двигателя. 3. Течи масла. 4. Все механизмы должны работать нормально. 5. Падение давления при работе насоса не более 20 атм.(2МПа). 30 атм. (3 МПа) за 10 мин.	
8,	Падение давления при выключенном моторе		

## 50 5.6. Содержание отчета

1. Краткое описание конструкции пресса ПГ-60.
2. Эскиз рабочего цилиндра и схема гидравлическая.
3. Структура пресса.

## 5.7. Контрольные вопросы

1. Принцип действия гидравлического пресса.
2. Принципиальные конструктивные схемы гидравлических прессов.
3. Классификация гидравлических прессов по технологическому назначению.
4. Типы цилиндров гидропрессов.
5. Привод и оборудование гидропрессовых установок.
6. Назначение и область применения гидравлического пресса ПГ.
7. Конструкция пресса ПГ-60.
8. Подготовка пресса ПГ-60 к работе.
9. Конструкция и работа гидравлического цилиндра.
10. Работа гидравлической схемы при рабочем ходе.
11. Работа гидравлической схемы при обратном ходе.
12. Как определить усилие, развиваемое прессом при рабочем ходе?
13. Как определить усилие, развиваемое прессом при выталкивании?
14. Главные параметры технической характеристики гидравлического пресса.
15. Содержание карты испытаний гидравлического пресса.
16. Заполнить недостающими элементами структурную схему, рис. 5.5.

## Список литературы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование /Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. и др. М.: Машиностроение, 1970. С. 115, 126, 197-200, 204-208, 229-231.
2. Кузнечно-штамповочное оборудование /Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. и др. М.: Машиностроение, 1982.
3. Паспорт пресса ПГ-60.
4. Сидоров И.А. Стандартизация кузнечно-прессовых машин. М.: Издательство стандартов, 1977. Раздел 8.3. С. 93-102.
5. Бочаров Ю.А. Гидропривод кузнечно-штамповочных машин. М.: Машиностроение. 1972. 76 с.
6. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов. М.: Машиностроение. 1975. 222 с.

## РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 6. Цель работы

Изучение принципа действия светолучевых осциллографов НІ 02, Н700, «Нева-МТ», их устройства и порядка работы с ними.

#### 6.2. Оборудование для выполнения работы

Светолучевые осциллографы Н 700 и «Нева-МТ»

#### 6.3. Методика проведения работы

1. Ознакомление с принципом работы гальванометра (вибратора).
2. Изучение оптических схем осциллографов НІ02, Н700 и «Нева-МТ».
3. Изучение и практическое ознакомление с осциллографами Н 700 и «Нева-МТ».

#### 6.4. Теория вопроса

Осциллографы светолучевые или электромеханические широко применяются при проведении исследований для наблюдения и регистрации изменяющихся во времени величин.

Осциллографы светолучевые типа НІ 02 (старый прибор), Н700 и К115 предназначены для одновременной регистрации световым лучом на фотоленте и визуального наблюдения на матовом экране до 12 одновременно протекающих процессов изменений во времени электрического тока. «Нева-МТ» одновременно регистрирует 24 процесса.

При необходимости регистрации изменений неэлектрических величин (упругие деформации станины пресса, путь ползуна, вибрации и т.д.) необходимо предварительно их преобразовать в электрический ток и затем подать на измерительную часть осциллографа.

Осциллографирование производится на фотопленке (Н 102), фотобумаге (Н 700), с последующим их проявлением, или ультрафиолетовой записью на фотоленте, не требующей химического проявления (бумага УФ прибор К 115 и «Нева-МТ»). Поскольку подвижная часть измерительного механизма гальванометра (вибратора) обладает некоторым моментом инерции, электромеханические осциллографы применяются для исследования периодических процессов, частота которых не превышает нескольких тысяч герц.

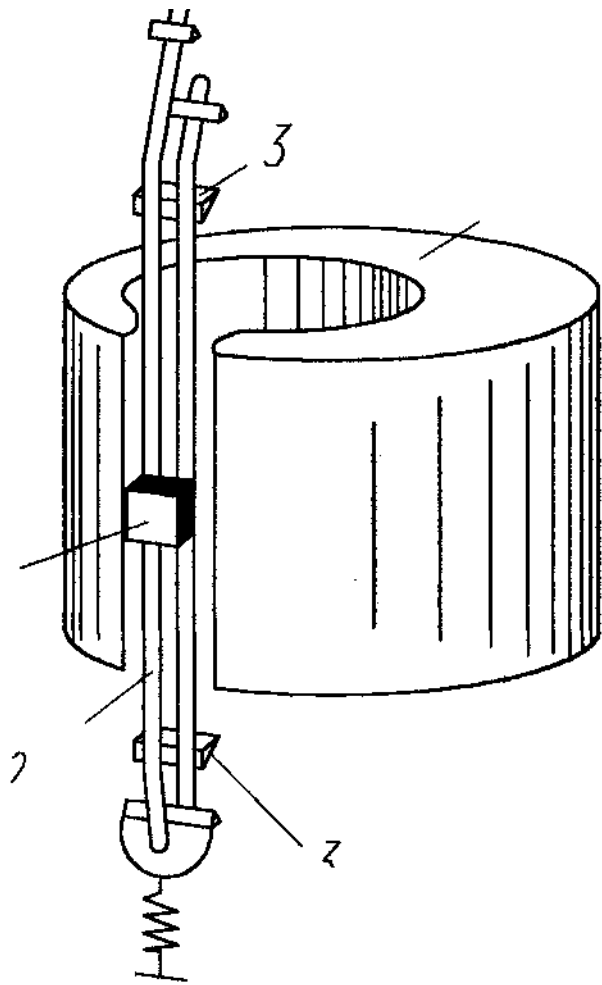


Рисунок 6.1

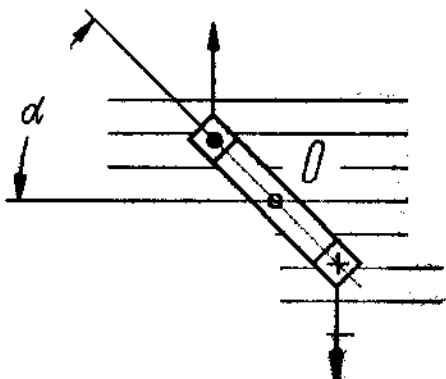


Рисунок 6.2

Устройство магнитоэлектрического вибратора показано на рис. 6.1. Вибратор состоит из постоянного магнита 1, в воздушном зазоре которого помещена подвижная часть, выполненная в виде петли, образованной ленточками 2<sup>^</sup>натянутыми на призмах 3. На петле укреплено зеркальце 4.

Для повышения чувствительности вибратора в воздушном зазоре постоянного магнита может быть помещена миниатюрная катушка (рамка). Рамочные вибраторы по сравнению с петлевыми, рис. 6.1, имеют более высокую чувствительность, но зато момент инерции их подвижной части больше. Поэтому рамочные вибраторы применяются только на низких частотах.

Если пропустить по петле (рамке) вибратора постоянный ток переменной силы, то от взаимодействия тока с постоянным магнитным полем в зазоре создается вращающий момент, рис. 6.2. Так как ток переменный, вращающий момент каждую половину периода будет менять свой знак и, при малой инерциональности подвижной части, последняя будет совершать колебательное движение.

### 6.5. Осциллограф или Н 102

Осциллограф Н 102 предназначен для визуального наблюдения и для записи на черно-белую или цветную фотопленку до восьми кривых мгновенных значений тока, напряжения, мощности или неэлектрических величин, преобразованных в электрические.

Оптическая схема осциллографа показана на рис. 6.3. Свет от лампы 1 проходит через конденсорную линзу 2 и диафрагму 3, которая разбивает световой поток на восемь узких лучей. Каждый световой луч попадает на одно из поворотных зеркал 4. После отражения от зеркала 4 каждый луч, при записи на цветную пленку, проходит через светофильтр 5. При записи на черно-белую пленку светофильтры убираются. После отражения от зеркал 6 и 7 луч попадает через линзу вибратора 8 на зеркальце вибратора 9. Свет, отраженный от зеркала 9, проходит снова через линзу 8 и, отражаясь от зеркала 7, попадает частично на зеркало 11 и частично на сферическую линзу 15. Часть света, попавшая на зеркало 11, отражается от него, попадает на зеркало 12 и далее цилиндрической линзой 13 фокусируется на пленку 14. Часть света, попавшая на сферическую линзу 15, проходит через цилиндрическую линзу 16 и, отражаясь от зеркальной грани барабана 17, попадает на стеклянный матовый экран 18.

Для записи двух нулевых линий в блоке вибраторов установлены две линзы-зеркала 10.

Для лучшего наблюдения за исследуемым процессом оптическая система осциллографа устроена таким образом, что изображение на матовом экране получается увеличенным в четыре раза по сравнению с изображением на пленке, это достигается с помощью отрицательной линзы 15.

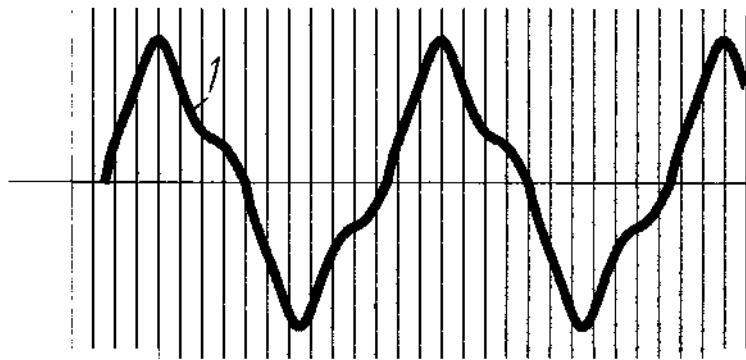
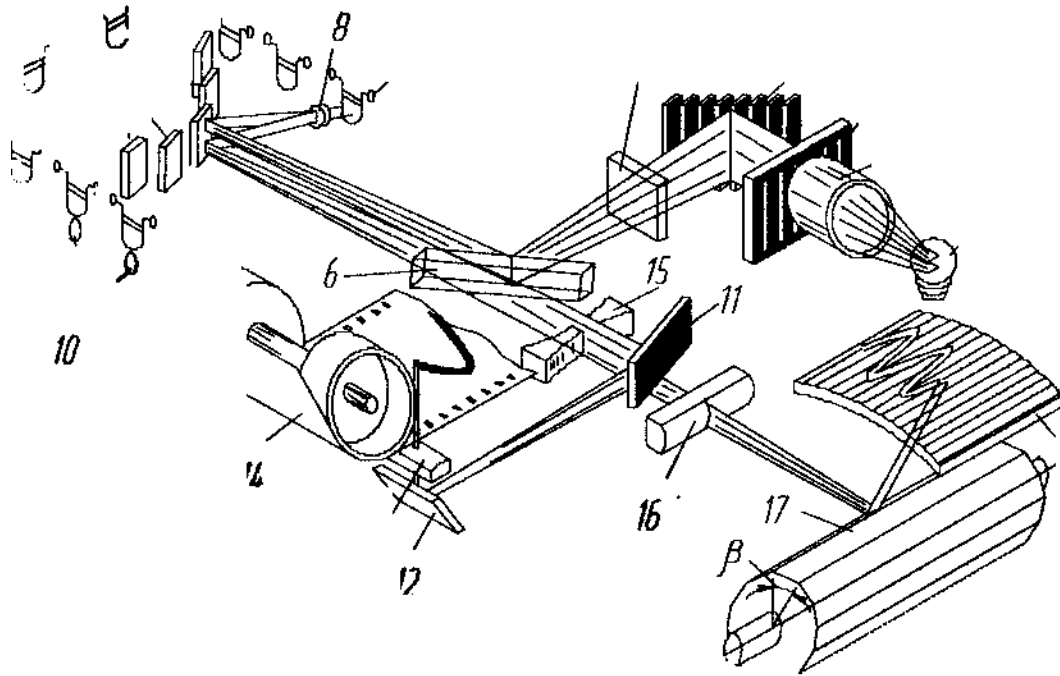


Рисунок 6.4

Если через вибратор пропустить исследуемый ток, то подвижная часть вибратора будет совершать колебания. При неподвижных фотоплёнке 14 и барабане 17 на экране 18 будет видна световая полоса, а на фотоплёнке, после ее проявления, черная полоса.

Если же барабан 17 заставить вращаться с такой постоянной скоростью, при которой время поворота зеркального барабана на угол  $P$  равно  $k \cdot T$  (где  $k$  - целое число и  $T$  - период исследуемой кривой), то на экране появится неподвижная кривая изучаемого тока. На фотоплёнке, при ее движении, эта кривая будет зафиксирована в виде осциллограммы, показанной на рис. 6.4.

Описанный процесс получения кривой с помощью вращающегося зеркального барабана называется разверткой.

Масштаб ординат кривой зависит от чувствительности вибратора. Масштаб по горизонтальной оси (оси времени) определяется при помощи специального приспособления, называемого отметчиком времени. Существуют различные конструкции отметчиков времени. Ось времени  $Z$  на осциллограмме, рис. 6.4, отмечается при помощи нулевого зеркальца 10 на рис. 6.3. Отраженный от этого зеркальца луч попадает на ленту и экран, фиксирует на них прямые линии. Положение нулевого зеркальца можно регулировать для перемещения оси времени в направлении оси ординат.

## 6.6. Светолучевой осциллограф Н 700

Портативный 14-канальный светолучевой осциллограф Н 700 предназначен для регистрации электрических, а также механических, физических, химических, биологических и других процессов, преобразованных в электрический ток или напряжение.

Осциллограф Н 700 является универсальным регистрирующим прибором, позволяющим регистрировать переменные электрические процессы в диапазоне частот 0 - 800 Гц. Это обеспечивается набором гальванометров с различной собственной частотой и широким диапазоном скоростей движения фотобумаги.

Благодаря относительной простоте конструкции, компактности и малому весу осциллограф Н 700 удобен как для лабораторных работ, так и для выездных экспедиционных исследований.

Основные технические данные :

1. В осциллографе устанавливают 14 рамочных гальванометров типа М 001, собранных в общей магнитной системе, либо 13 гальванометров и нулевую вставку для обозначения базисной (нулевой) линии.

Гальванометры различаются собственной частотой, рабочим диапазоном частот, чувствительностью к току, внутренним и внешним сопротивлением и максимально допустимым током, мА.

2. Запись производится на нормальной осциллографической бумаге шириной 120 мм и чувствительностью 500-1000 единиц ГОИ, а также и на



фотопленку. В кассетах предусмотрено устройство, позволяющее производить запись на фотобумаге и фотопленке любой ширины (до 120 мм).

3. Осциллограф имеет 4 сменные ленточные кассеты для записи высокочастотных и низкочастотных колебаний, в каждую из которых входит до 12м фотобумаги.

На кассетах имеются указатели количества израсходованной бумаги.

4. Коробка скоростей и 4 сменные ленточные кассеты позволяют устанавливать 6 различных скоростей движения фотобумаги, указанных в таблице.

Таблица.1

Тип кассеты	Скорость движения бумаги, мм/с		
Ленточная, для записи низкочастотных колебаний	2,5	10	40
Ленточная, для записи высокочастотных колебаний	160,0	640	2500

Таблица.1

Тип кассеты	Скорость движения бумаги, мм/с		
Ленточная, для записи низкочастотных колебаний	2,5	10	40
Ленточная, для записи высокочастотных колебаний	160,0	640	2500

5. Отметки времени наносятся отметчиком времени с точностью до 1% в виде поперечных штрихов с частотой 10 или 200 Гц. Отметки времени наносятся одним из гальванометров, подключенным к контактным часам или к сети переменного тока.

6. Для визуального наблюдения за процессом записи имеется матовый экран с разворачивающим устройством. Скорость развертки плавно регулируется.

7. Питание прибора осуществляется от сети постоянного тока напряжением 27 В, потребляемый ток - не более 6 А.

8. Максимальная регистрируемая скорость светового луча при работе ламп в форсированном режиме (перекал) на фотобумаге чувствительностью 900-1000 ед. ГОИ для ламп СЦ-78 - 75 м/с.

Скорость светового луча определяется по формуле

где  $V$  - скорость, мм/с;  $V = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot A$ ,

$F$  - частота регистрируемого процесса, Гц;  $A$

- амплитуда записи, мм.

9. Длина оптического рычага 300 мм.

10. Габаритные размеры осциллографа с ленточной кассетой не превышают 470 x 245 x 280 мм.

Выбор гальванометров. При работе с осциллографом выбирают такие

гальванометры, чтобы граница их рабочей полосы частот была не ниже максимальной частоты исследуемого процесса. На ручках гальванометра указана их собственная частота, Гц или кГц.

Осветитель Oz отметчика времени освещает неподвижную щелевую диафрагму Д. Над диафрагмой Д, на оси размещены верхний и нижний диски ДВ и ДН с радиальными щелями.

Через определенные промежутки времени на вращающихся дисках ДН и ДВ щели совмещаются с неподвижной щелевой диафрагмой Д. Сквозь них проходит световой пучок, который, отразившись зеркалами Зз и 84, попадает на цилиндрическую линзу Л1 и фокусируется на фотобумаге в виде яркой тонкой горизонтальной черты.

## 6.7. Получение сигнала для ввода в осциллограф

Сигналы, полученные преобразованием каких-либо параметров при помощи необходимых датчиков или отметчиков, могут сразу подаваться на вибратор (шлейф, гальванометр), так как подбором напряжения источника постоянного тока и сопротивления расхода можно получить нужную силу тока, подаваемого на вибратор.

Если при изучении малых упругих деформаций или напряжений применяется мостовая измерительная схема, то ток от разбаланса измерительного моста может оказаться недостаточным для регистрации его осциллографом, поэтому возникает необходимость в применении усилительной аппаратуры.

Мостовые схемы для подобных целей составляются обычно из так называемых тензодатчиков сопротивления, представляющих плоскую спираль, навитую на тонкую проволоку 0,03 мм и наклеенную на папиросную бумагу.



Рис. 6.6. Тензодатчик

Спираль наклеивается клеем ВФ-2 на исследуемую деталь (пружина) и деформируется вместе с ней, при этом изменяется ее сопротивление, что вызывает разбаланс измерительного моста.

## 6.8. Переносной двадцатичетырехканальный осциллограф с ультрафиолетовой записью «НЕВА-МТ»

### 6.8.1. Устройство и работа

Осциллограф «НЕВА-МТ» представляет собой автоматический регулируемый прибор магнитоэлектрической системы, чувствительными элементами которого являются малоинерционные гальванометры, установленные в гнездах магнитных блоков.

Параметр, предназначенный для измерения, при помощи датчика преобразуется в электрический ток, величина которого функционально зависит от измеряемой величины.

Электрический ток подается на гальванометр. Под действием этого тока поворачивается рамка гальванометра вместе с жестко связанным с ней зеркалом, на которое падает пучок света от ртутной лампы. Отраженный от зеркала пучок света с помощью оптической системы направляется на фотобумагу и фокусируется в виде светящейся точки. Изменение положения зеркала, вызываемое поворотом рамки гальванометра, перемещает световую точку в направлении, перпендикулярном направлению движения фотобумаги. На движущейся фотобумаге получается запись изменений измеряемого параметра, развернутого во времени.

Движение фотобумаги на различных скоростях обеспечивается лентопротяжным механизмом.

Для учета времени в осциллографе имеется отметчик времени, посылающий через определенные интервалы времени на импульсную лампу электрические сигналы, вызывающие вспышку этой лампы. Свет от импульсной лампы при помощи оптической системы переносится и фокусируется на фотобумагу, производя на ней запись в виде тонких поперечных линий.

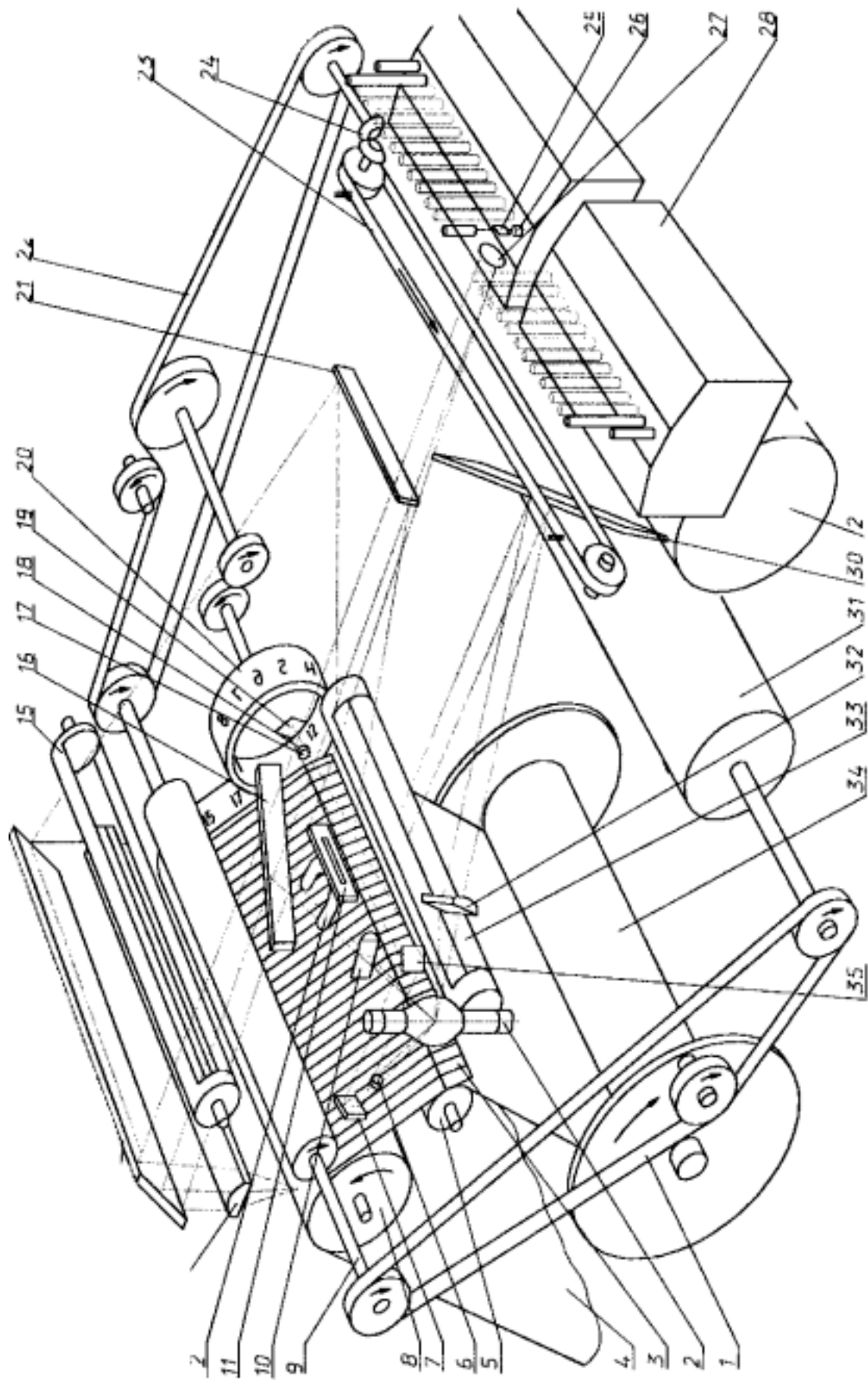
### 6.8.2. Принципиальная схема осциллографа

В качестве источника света, предназначенного в осциллографе для записи исследуемых параметров, используется ртутная лампа 2 (рис 6.7) типа ДРШ-100-2 с точечным телом свечения.

Светящееся тело ртутной лампы с помощью конденсора 10 и зеркала 16 проектируется в виде узкой полосы света на зеркала 24-х гальванометров, установленных в двух магнитных блоках 28.

Световые пучки, отраженные от зеркал гальванометров и промодулированные регистрируемыми процессами, фокусируются цилиндрическим объективом 13 на фотобумаге, движущейся в плоскости изображений, в виде светящихся точек (пятен).

В падающем световом потоке в непосредственной близости от магнитных блоков 28 расположен механизм разметки линий записи гальванометров 23, облегчающий расшифровку осциллограмм при наличии большого количества пересекающихся линий записи. Кроме того, для облегчения расшифровки в приборе имеется проекционное устройство 20, служащее для печатания по краю фотобумаги цифр, соответствующих нечетным порядковым номерам гальванометров. Номера печатаются против разрывов линий записи соответствующих гальванометров.



7 П нци шн р.ф.

Обозначения к рис. 6.7 : 1 - зубчатый ремень; 2 - лампа ДРШ-100-2; 3 - многощелевая диафрагма; 4 - фотографическая бумага; 5 - валик линографа; 6 - конденсор системы оцифровки; 7 - зеркало системы оцифровки; 8 - записывающий валик; 9 - ведущий валик; 10 - конденсор основных процессов; 11 - диафрагма отметки времени; 12 - лампа отметки времени; 13 - цилиндрическая линза; 14 - зеркало; 15 - диафрагма основных процессов; 16 - зеркало основных процессов; 17 - объектив системы оцифровки; 18 - конденсор системы оцифровки; 19 - зеркало системы оцифровки; 20 - цифровой барабан; 21 - зеркало отметки времени; 22 - зубчатый ремень; 23 - обтюратор; 24 - механизм разметки; 25 - зеркало гальванометра; 26 - гальванометр; 27 - линза гальванометра; 28 - магнитный блок; 29 - электродвигатель; 30 - зеркало линографа; 31 - редуктор; 32 - конденсор линографа; 33 - диафрагма линографа; 34 - подающая катушка; 35 - зеркало системы оцифровки.

Движение фотобумаги с заданной скоростью осуществляется лентопротяжным механизмом, состоящим из привода и лентопротяжного устройства. Привод, в свою очередь, состоит из электродвигателя 29 и редуктора 31, а лентопротяжное устройство - из ведущего валика 9, записывающего 8, подающей катушки 34 и кинематических элементов.

В непосредственной близости от записывающего валика 8 расположена многощелевая диафрагма 3, предназначенная для прописи продольных координатных линий.

В кинематическую цепь лентопротяжного механизма входит программный механизм, предназначенный для записи измеряемых параметров отрезками определенной длины (кадрами) с последующим автоматическим отключением привода от лентопротяжного устройства.

Отметка времени осуществляется лампой 12, управляемой электронным отметчиком. Световой поток от лампы отметки времени переносится на фотобумагу зеркалами 21 и 14 и цилиндрической линзой 13 в виде тонких прямых линий, перпендикулярных вектору скорости движения фотобумаги.

### 6.8.3. Оптическая схема

Оптическая схема (рис. 6.8) в сочетании с электрической и кинематической схемами предназначена для записи:

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| а) исследуемых процессов, | в) координатных и базовых линий,      |
| б) линий отметки времени, | г) порядковых номеров гальванометров. |

Обозначения к рис. 6.8 : 1 - цилиндрический объектив; 2, 8, 10, 14, 15, 17, 19, 20 - зеркала; 3 - многощелевая диафрагма; 4 - линза; 5 - цилиндрическая линза; 6 - лампа ДРШ-100-2; 7 - цилиндрическая линза; 9 - цилиндрическая линза; 11 - линза; 12 - шкала; 13 - линза; 16 - лампа ИСК-20-1; 18 - линза отметчика базы.

Лучи света от ртутной лампы с помощью конденсора 7 и поворотного зеркала 17 направляются на многощелевую диафрагму 3 и, пройдя ее, падают на движущуюся фотобумагу и производят запись.

### 6.9. Содержание отчета

1. Назначение и краткое описание осциллографов Н 102, Н 700 и «Нева-МТ».
2. Принцип работы вибратора (гальванометра).
3. Объяснить назначение элементов схем: рис. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8.
4. Получение сигналов для ввода в осциллограф.

### 6.10. Контрольные вопросы

1. Схема гальванометра и принцип действия.
2. Назначение светолучевого осциллографа.
3. Оптическая схема осциллографа Н 102 и ее работа.
4. Принцип получения развернутой кривой исследуемого процесса (осциллограммы).
5. Назначение нулевых линий на осциллограмме и отметок времени.
6. Оптическая схема осциллографа Н 700 и ее работа.
7. Какая существует связь между частотой колебаний исследуемого процесса и скоростью записи на пленку ?
8. Принцип выбора гальванометров для исследования колебательных процессов.
9. Устройство и работа осциллографа «Нева-МТ».
10. Принципиальная схема осциллографа «Нева-МТ» и ее работа.
11. Оптическая схема осциллографа «Нева-МТ» и ее работа.
12. Как осуществляется получение сигнала для ввода в осциллограф?

### Список литературы

1. Электрические измерения / Под ред. А.В. Фремке.,- М.: Госэнергоиздат, 1963. 264 с.
2. Турчин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. М.: Госэнергоиздат, 1954. 220с.
3. Осциллограф типа Н 102, техническое описание и правила пользования.
4. Осциллограф типа Н 700, техническое описание и правила пользования.
5. Переносный 24 - канальный осциллограф с ультрафиолетовой записью «Нева-МТ». Техническое описание.

## ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБРАБОТКА ОСЦИЛЛОГРАММ

### 7.1. Цель работы

*Получение* навыков экспериментального исследования работы оборудования с получением осциллограмм и дальнейшей их обработкой.

### 7.2. Оборудование для выполнения работы

1. Пресс двухстоечный открытый однокривошипный простого действия усилием 250 кН модели К 2324 .
2. Выпрямитель.
3. Осциллограф «Нева-МТ».
4. Усилительная аппаратура,

### 7.3. Методика проведения работы

1. Практическое ознакомление с работой осциллографа и схемой его подключения.
2. Практическая запись на осциллограмму хода ползуна прессы и углов поворота кривошипа.
3. Установление зависимости между ходом ползуна прессы и углом поворота кривошипа.
4. Построение зависимости скорости и ускорения ползуна прессы от угла поворота кривошипа методом графического дифференцирования.
5. Построение зависимости хода ползуна, скорости и ускорения от угла поворота кривошипа по аналитическим зависимостям.
6. Сравнительная оценка полученных данных.

### 7.4. Подготовка осциллографа к работе

1. Произвести внешний осмотр осциллографа и обеспечить доступ воздуха к вентиляционному отверстию.
2. Зарядить осциллограф фотобумагой марки УФ - 67, шириной 200 мм и длиной 30 м (бумага бромодановая ультрафиолетовая).
3. Подключить к сети питания 220 В 50 Гц с помощью кабеля через разъем с подписью «Сеть ~ 220 В».
4. Включить осциллограф, поставив тумблер с надписью «Сеть» в верхнее положение.
5. Проверить работу лентопротяжного механизма и механизма длины кадров. Для этого включить двигатель, нажав кнопку «Двиг.». При этом



кнопки «Скорость мм/сек» должны находиться в выключенном состоянии.

Установить скорость протяжки фотобумаги, нажав на одну из кнопок переключателя с надписью «Скорость мм/сек».

Включить лентопротяжный механизм, нажав кнопку «Пуск».

6. Включить ртутную лампу, нажав кнопку с надписью «Лампа».

7. Через 3 - 4 минуты после включения лампы проверить наличие и яркость световых точек, отраженных от зеркал гальванометров и отметчиков базовых линий.

8. Проверить работу отметчика времени. Для этого поставить ручку переключателя с надписью «Время (сек)» в положение «0,01».

#### 7.5. Методические указания по обработке полученных осциллограмм

Масштаб записи ходограммы ползуна определяют отметкой на фотобумаге его крайних верхнего и нижнего положений и точным замером величины действительного перемещения ползуна между верхней и нижней мертвыми точками. Для проведения замеров необходимо пользоваться штангенциркулем.

Скорость протягивания фотобумаги принять 100-250 мм/с.

После проверки работы приборов можно приступить к проведению эксперимента.

Обработка полученной осциллограммы сводится к построению трех графиков: пути, скорости и ускорения ползуна прессы в зависимости от угла поворота кривошипного вала.

Построение графика «ПУТЬ ПОЛЗУНА-УГОЛ ПОВОРОТА ВАЛА» по осциллограмме производится следующим образом, рис. 7.1.

Расстояние между вершинами, соответствующими верхним мертвым точкам, соответствующее повороту вала на  $360^\circ$ , делится, например, на 12 равных частей, каждая из которых составляет угол  $\alpha_i$ ,  $0,2... \text{ан}$ -

Эта работа облегчается в случае записи на осциллограмму второй кривой - углов поворота кривошипного вала - в виде волнообразных противоположно направленных штрихов. Горизонтальная длина штриха или пробела равна определенному углу поворота кривошипа.

Из точек деления проводятся вертикали до пересечения с кривой «ход ползуна».

Отрезки «а», «в», «с» и т.д., от точек 1,2,3... 12 до верхнего крайнего положения ползуна, дают в соответствующем масштабе перемещения (путь) ползуна от крайнего нижнего положения в зависимости от угла поворота кривошипного вала.

Масштаб пути определяется по уравнению

$$M_p \sim \delta_d / \delta_{\text{осц}} \cdot \alpha$$

где  $\delta_d$  - действительный ход ползуна, мм;

$\delta_{\text{осц}}$  ход ползуна, замеренный по осциллограмме, мм.

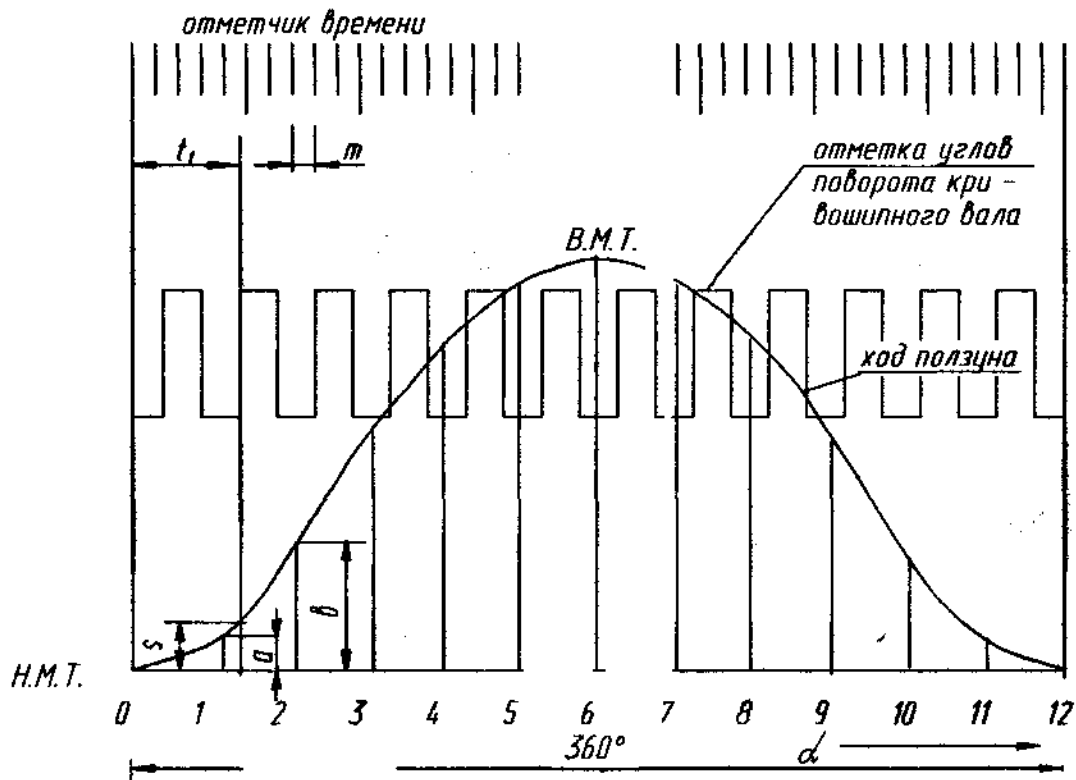


Рис. 7. Ориентировочный вид записи хода ползуна пресса

ВирСАСЛЖК маWиUаU Чу III, МОЛОДИЛ! йу 1Ъ D ВДНСрСуунЛЦЛЛ тiаС IUNJVOA по формуле

$S_1 = M_s \times a$ , мм;  $S_2 = M_s \times b$  и т.д., и строим график пути, рис. 7.2.

Для облегчения этой работы каждому студенту дается копия действительной осциллограммы.

Построив кривую пути ползуна, строят кривые изменений скоростей и ускорений, используя метод графического дифференцирования, любой из числа известных студенту.

Масштаб скорости определяется по формуле?

$$M_v = \frac{M_s}{M_t \times H}$$

где  $M_t$  - масштаб времени, с/мм;

$H$  - полное расстояние на графике пути, мм.

Масштаб времени определяется следующим образом. Время фиксируется на осциллограмме параллельными линиями с частотой 0,01 с.

Следовательно, масштаб времени будет равен:

$$M_t = \frac{0,01}{m}$$

Для большей точности определение масштаба времени рекомендуется размер «т» относить к большему числу колебаний.

Определив масштаб времени  $M_t$  и замерив величину скорости по ординатам 0 -1, 0 -2, 0 -3 ... 0 -12, на графике пути в точках, соответствующих углам  $\alpha$ , осі, аз..  $\alpha_i$ , вычисляем истинную скорость ползуна по формуле

$F_1 = M_F [0-1]$ , мм;  $F_2 = M_F [0-2]$ , мм и т.д.

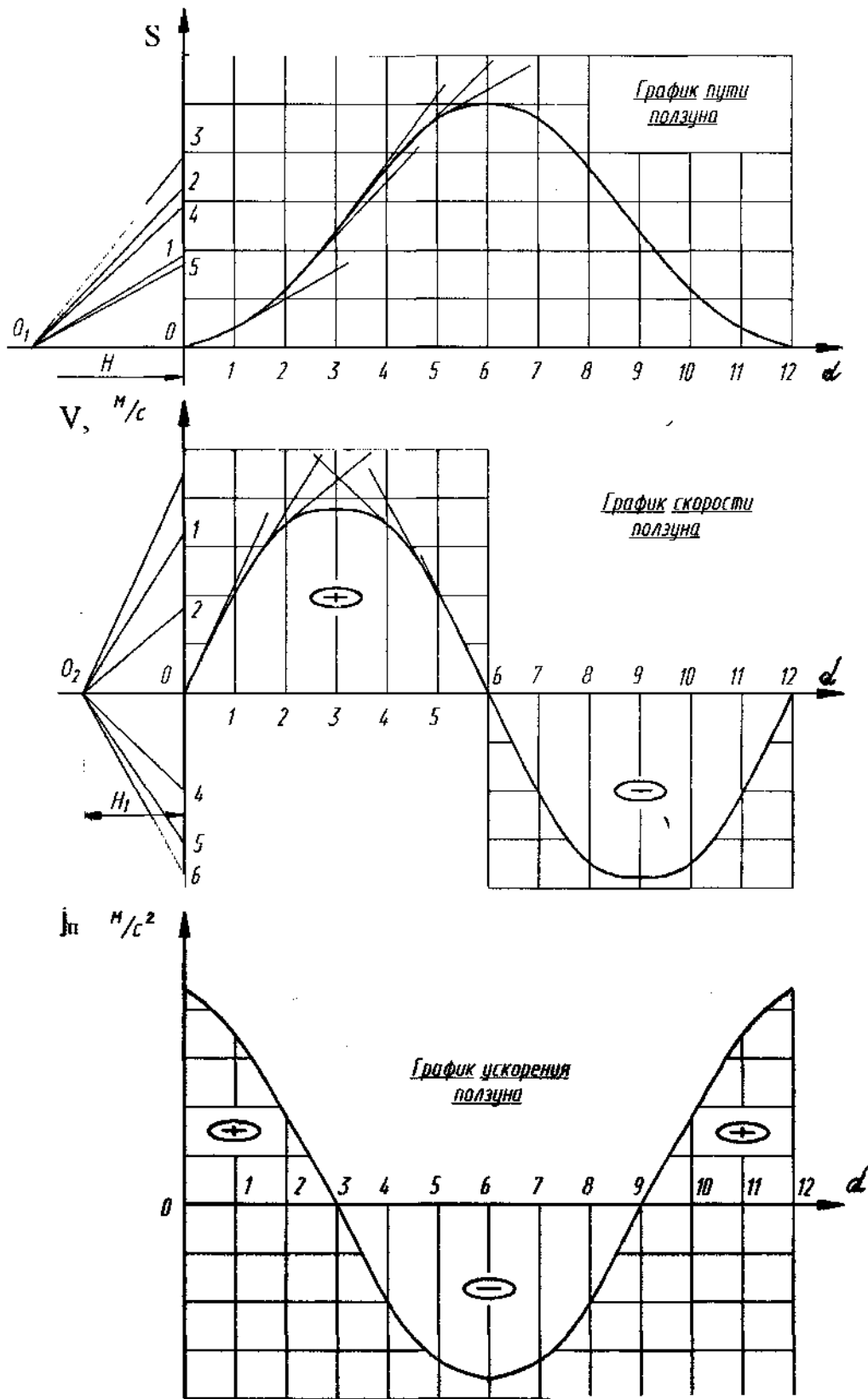


Рис. 7.2. Построение графика пути ползуна и его обработка

Затем строим график скорости.

Для сокращения графических построений принимаем угол поворота коленчатого вала при холостых ходах линейно связанным со временем поворота.

Аналогичным образом определяем  $M_j = \frac{M_V}{M_1 \times H_1}$  где ползуна. При этом масштаб ускорения определяется из выражения

Полусное расстояние  $H_1$  брать в два раза меньше  $H$ . Зная размеры кривошипно-шатунного механизма прессы и используя вышеприведенные формулы, необходимо найти теоретические величины пути, скорости и ускорения в зависимости от угла поворота вала ( $\alpha$  «2, оз...О12). Полученные данные свести в таблицу.

Таблица 7.1

Угол поворота $\alpha$	По осциллограмме			По формуле		
	S	V	j	S	V	«г»
$\alpha_1 = 0$						
$\alpha_2 = 30$						
$\alpha_3 = 60$						
$\alpha_4 = 90$						
$\alpha_5 = 120$						
$\alpha_6 = 150$						
$\alpha_7 = 180$						
$\alpha_8 = 210$						
$\alpha_9 = 240$						
$\alpha_{10} = 270$						
$\alpha_{11} = 300$						—
$\alpha_{12} = 330$						

Сравнительная таблица величин пути, скорости и ускорения

Угол поворота $\alpha$	По осциллограмме			По формуле		
	S	V	j	S	V	j
$\alpha_1 = 0$						
$\alpha_2 = 30$						
$\alpha_3 = 60$						
$\alpha_4 = 90$						
$\alpha_5 = 120$						
$\alpha_6 = 150$						
$\alpha_7 = 180$						
$\alpha_8 = 210$						
$\alpha_9 = 240$						

$j_{a_{10}} = 270^\circ$

$O_{ц} = 300$

$O_{i2} = 330$

$j_{\text{---}}$

По данным таблицы построить теоретические графики изменения пути, скорости и ускорения и сравнить с данными, полученными графоаналитическим методом. (Аналитические кривые можно нанести на аналогичные, ранее полученные, выделив их цветом или толщиной линий). Аналитически путь ползуна определяется по формуле

$$S = R \left[ (1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right]$$

где  $R$  - радиус кривошипа;

$\alpha$  - угол поворота кривошипа вала;

$\lambda$ , - коэффициент, зависящий от отношения радиуса кривошипа к

длине шатуна.  $\lambda = R/L$ . В исследуемом случае ход ползуна  $H = 71$  мм, длина шатуна  $L = 500$  мм

$$V = R\omega_k \left( \sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right),$$

где  $\omega_k$  - угловая скорость кривошипного вала, определенная по числу его оборотов «п»,

$$\omega_k = \frac{\pi n}{30}$$

Число оборотов вала в минуту определяется по отметкам времени осциллограммы.

Для определения ускорения ползуна пресса используем формулу

$$j = -R\omega_k^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha).$$

#### 7.6. Содержание отчета

1. Рабочая осциллограмма. \*
2. График: путь ползуна-угол поворота кривошипа.
3. График: скорость ползуна-угол поворота кривошипа.
4. График: ускорение ползуна- угол поворота кривошипа
5. Сравнительная таблица величин пути, скорости и ускорения, полученных графическим и аналитическим методами. Ц
6. Выводы делаются на основе сравнения результатов графического и аналитического исследований. 15§

#### 7.7. Контрольные вопросы

1. Методика построения графика «путь ползуна - угол поворота кривошипа».
2. Методика построения графика «скорость ползуна - угол поворота кривошипа».
3. Методика построения графика «ускорение ползуна - угол поворота кривошипа».
4. Как определяется масштаб пути?
5. Как определяется масштаб скорости?
6. Как определяется масштаб ускорения?
7. Чем объясняется расхождение результатов^полученных графическим и аналитическим способами?

#### Список литературы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование /А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С.Добринский и др. М.: Машиностроение, 1982. С.16-20.
2. Кузнечно-штамповочное оборудование /А.Н. Банкетов,

Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский и др. М. : Машиностроение, 1970 , С. 241-245.

3. Ланской Е.Н., Банкетов А.Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. М. Машиностроение, 1966. С. 29-39.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА 8.

### Третья этап и назначение работы

Перед началом работы необходимо произвести испытание крешера на осадку, получить индикаторную диаграмму с целью построения диаграммы истинных напряжений в координатах «а - б».

Диаграмма истинных напряжений необходима для последующего расчета усилий, развиваемых прессом, при осаживании крешеров и для замера соответствующих им упругих деформаций.

Рассматриваемый способ определения усилий и упругих деформаций, развиваемых кузнечно-прессовой машиной, имеет большое практическое значение и часто применяется в условиях производства при разрешении спорных ситуаций между службами главного технолога и главного механика.

### 8.2. Цель работы

Закрепление приобретенных из курса теории обработки металлов давлением навыков в построении кривых упрочнения и их практического использования при решении конкретных задач, связанных с работой кузнечно-штамповочного оборудования; ознакомление с понятием «жесткости» (способности машины сопротивляться деформациям) и изучение влияния жесткости на технологические параметры процессов ОМД.

### 8.3. Оборудование для выполнения работы

Универсальная разрывная машина УЙМ-10, кривошипный двухсторонний наклоняемый пресс модели К 2324, усилием 250 кН; осциллограф «Нева-МТ» с датчиками сопротивления, наклеенными на станину прессы; микрометр, металлическая линейка, ЭКВМ.

### 8.4. Материалы для исследования

Набор стальных крешеров одинаковых размеров, имеющих отношение высоты к диаметру не более 1,5, в количестве не менее 18 шт.; набор свинцовых крешеров в количестве не менее 6 шт.

Обработка		поверхностей	крешеров
шлифованием	с j, z / торцевой - и, z /		шероховатостью:
цилиндрической	-	3,2 / торцевой - 0,2 /	Для второго
и последующих			

испытаний подбирать крешеры с предельными отклонениями размеров по диаметру и высоте не более  $\pm 0,02$  мм.



## 8.5 теория вопроса

Жесткостью «С» называется отношение усилия «Р», развиваемого прессом, к суммарной упругой деформации всех его частей «А» в направлении усилия:  $C = P/D$ , Н/мм.

Знание жесткости механических горячештамповочных и чеканочных прессов позволяет судить о точности поковок или чеканенных изделий, которая может быть достигнута на этом оборудовании.

Жесткость открытых одно- и двухстоечных листоштамповочных прессов оказывает влияние на стойкость вырубных штампов.

Работа упругого деформирования пресса в ряде случаев требует значительного увеличения мощности привода. Как показывают опыты по определению жесткости, она не является постоянной величиной и зависит от развиваемого прессом усилия. Поэтому нужно знать не просто величину жесткости «С», а деформационную характеристику пресса:  $P = f(A)$ .

## 8.6. Методика проведения работы

Измерение упругой деформации и одновременное нагружение пресса производят при помощи крешеров - стальных цилиндров, осаживаемых в холодном состоянии между плоскопараллельными бойками.

1. Получение индикаторной диаграммы процесса осаживания крешера на машине УИМ-10.

Замерить исходный крешер, установив его диаметр ( $d_0$ ) и высоту ( $h_0$ ). Измерение размеров крешеров до и после деформации, в этом и последующих случаях, производить с точностью до 0,01 мм.

Осадить один крешер со степенью деформации  $\epsilon \ll 0,5$  и записать индикаторную диаграмму процесса, отметив величину конечной нагрузки  $P_k$ .

Определить конечную высоту крешера после деформации  $h_k$ .

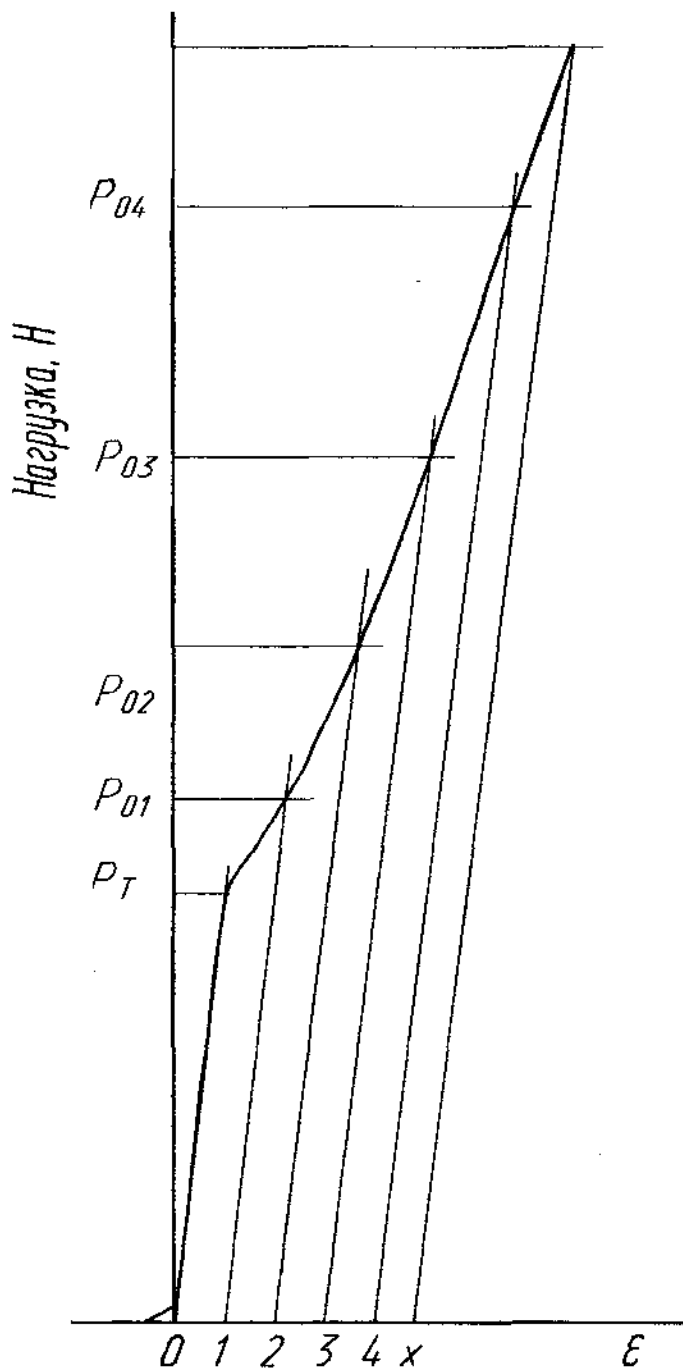
Вычислить полученную степень деформации крешера на формуле

$$\epsilon_0 = \frac{h_0 - h_k}{h_0}$$

2. Обработать индикаторную диаграмму и получить кривую упрочнения (а-е) для материала крешера.

Провести прямую, характеризующую упругость материал крешера для установления предела текучести ( $P_T$ ) и начала координат «О», рис. 8.1.

Из конечной точки диаграммы ( $P_k$ ) провести прямую, параллельную прямой. Пересечение этой прямой с нулевой линией в точке «Х» будет концом отрезка «ОХ», выражающего полную деформацию крешера.



$$h_0 = 11.7$$

$$h_k = 6.1$$

$$d_0 = 8.8$$

$$\varepsilon_0 = \frac{11.7 - 6.1}{11.7} = 0.474$$

V

$$F_0 =$$

$$F_{01} = \frac{V}{h_{01}}$$

$$F_{02} = \frac{V}{h_{02}}$$

$$F_{03} = \frac{V}{h_{03}}$$

$$F_{04} = \frac{V}{h_{04}}$$

$$\sigma_i = \frac{P_i (H)}{F_i (M^2)} \quad (MPa)$$

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$$

$$\sigma_{01} = \frac{P_{01}}{F_{01}}$$

$$\sigma_{02} = \frac{P_{02}}{F_{02}}$$

$$\sigma_{03} = \frac{P_{03}}{F_{03}}$$

$$\sigma_{04} = \frac{P_{04}}{F_{04}}$$

Масштаб усилий 1 мм 500 Н

Рис.8.1. Индикаторная диаграмма, полученная при осаживании крешера, и ее обработка

Отложить по оси абсцисс величины отрезков, соответствующих 10% деформации крешера. Для этого замерить отрезок «ОХ» в миллиметрах. Полученную величину разделить на степень деформации (в приводимом на рис. 8.1 примере - на 4,74). От начала координат «О» отложить целое число 10% отрезков, обозначив их концы точками: 1,2, 3 и т.д.

Найти на диаграмме точки, усилия в которых соответствуют деформации, кратной 10%. Определить эти усилия, принимая во внимание масштаб записи усилий по ординате. Из точек 1, 2...Х провести прямые, параллельные прямой «О - Р». Точки пересечения с кривой усилий соответственно Обозначить «Ро1», «?02» И Т.Д.

Вычислить значения усилий в соответствующих точках. Для чего необходимо умножить масштаб усилий на ординату в миллиметрах.

Определить объем крешера.

Определить площадь, которую имел цилиндрический крешер при осаживании его по высоте на 10%, 20% и т.д. (  $F_{01}, F_{02} \dots F_0$  ) • Для этого объем делиться на соответствующую высоту

$$h_{01} = h_0 (1-0,1), h_{02} = h_0 (1- 0,2), \text{ и т.д.}$$

Определить напряжения течения. Для этого усилия делятся на соответствующие площади.

Построить кривую упрочнения материала крешера в координатах (а - е), рис. 8.2. Для увеличения точности определения величины напряжений рекомендуется брать масштаб напряжений в два раза больший масштаба деформаций.

3. Установить на прессе такое расстояние между бойками, чтобы степень деформации крешера ( $\epsilon_0$ ) составляла примерно  $30^\circ$ .

4. С помощью свинцового крешера определить установленное расстояние между бойками ( $h_i$ ), рис. 8.3.

5. Последовательно, за один ход пресса осаживать один, два ... пять стальных крешеров согласно таблицам 8.1 и 8.2.

Таблица 8.1

Подбор крешеров для проведения экспериментов

№ крешера	do, мм	ho, мм	№ эксперимента
1			
2			
3			
.			
20			

По данным таблицы 8.1 определяют средние значения размеров, площадей и объемов экспериментальных крешеров.

Таблица 8.2

! № эксперим.	Размеры крешеров, мм		dcp	hep	Fcp	Vco
	d	h				
1						
2						
3						
4				s		
5						

Средние данные для расчетов по результатам экспериментов

! № эксперим.	Размеры крешеров, мм		dcp	hep	Fcp	Vcp
	d	h				
1	_____					
2	_____					

Так как крешеры деформируются не только пластически, но и упруго, то для замера деформации пресса вместе со стальным<sup>^</sup> осаживают один небольшой свинцовый крешер в виде цилиндра или брусочка. Его высота будет фиксировать наименьшее расстояние между бойками ( $h^1$ ) в данном процессе.

Усилие, потребное на осаживание свинцового крешера, из-за своей малости практически не вносит погрешности в результаты испытаний.

6. После каждой осадки стальных крешеров производится замер их высоты ( $h_n$ ) и определяется степень деформации. (При осаживании нескольких крешеров определяется их средняя высота).

Размеры крешеров изменяются так, что при увеличении количества «п» одновременно осаживаемых крешеров их высота увеличивается из-за увеличения суммарного усилия деформации, что и вызывает увеличение

упругого деформирования прессы, как показано на рис. 8.3.

7. По вычисленной степени деформации стальных крешеров, используя кривую упрочнения (рис. 8.2), определяют действующие в них напряжения.

От напряжений переходят к действующим усилиям, применяя для расчетов методику, изложенную на рис. 8.1.

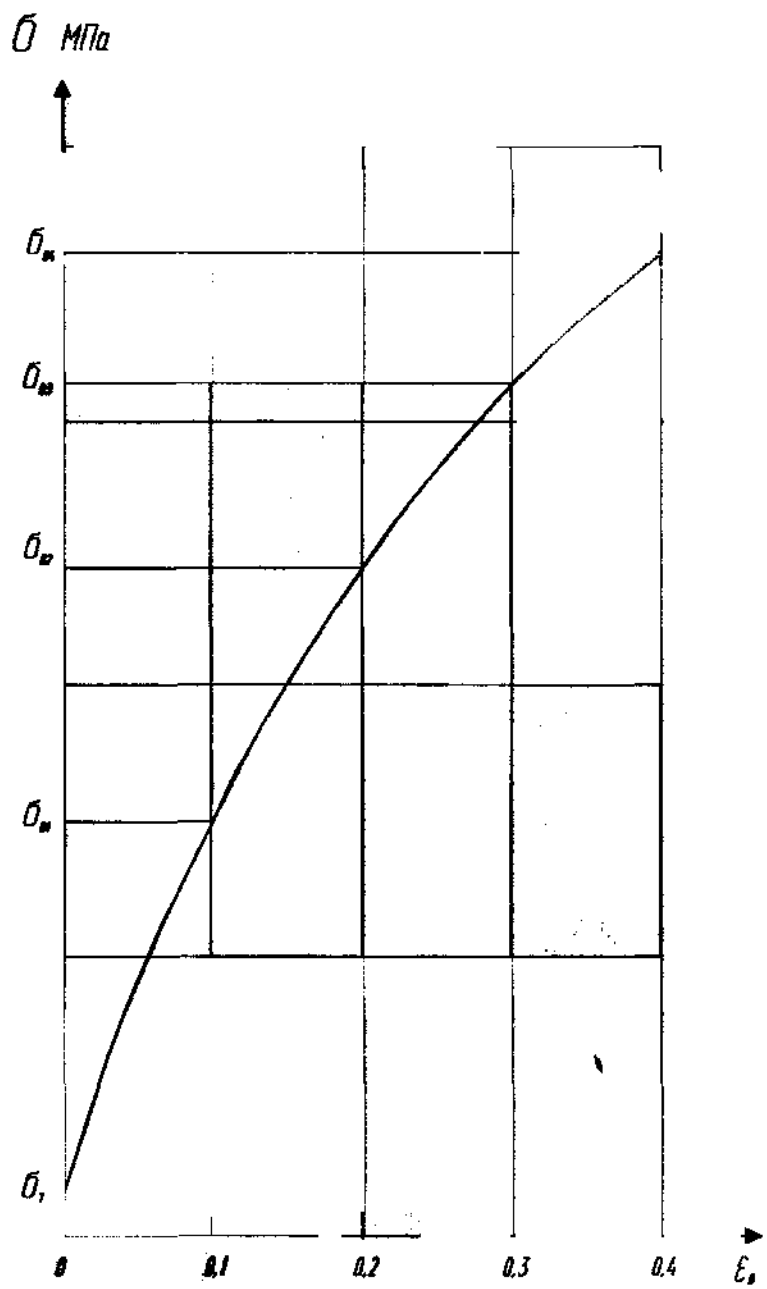


Рис.8.2. Кривая упрочнения

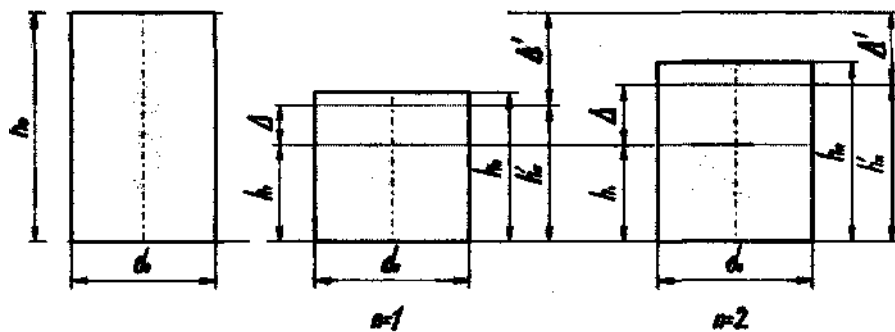


Рис.8.3. Схема деформации крешеров

8. По вычисленным для каждого отдельного случая величинам упругой деформации строят деформационные характеристики пресса  $P_p = f(A)$ ,  $P_o = f(\Delta)$  и зависимость  $P_o = f(\Delta')$ ,  $P_p = f(\Delta')$ .

Примечание. Кривые строят на одном графике с двумя осями абсцисс в разных масштабах для  $A$  и  $\Delta'$ , рис. 8.4.

9. Расчетные формулы:

$$P_p = \frac{n^2 \cdot \sigma_i \cdot V}{\Delta + n \cdot h_o (1 - \varepsilon_o)}, \quad P_o = P' \cdot n; \quad \Delta P = \frac{P_o}{P_p} \cdot 100\%,$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta'}{h_o} \cdot 100\%; \quad \varepsilon_o = \frac{h_o - h_n}{h_o} \cdot 100\%;$$

$$\Delta' = h_o - h'_n; \quad \Delta = h'_n - h_l$$

где  $A'$  - полная деформация крешера;

$h_n$  - расстояние между бойками при «п» осаживаемых крешеров;

$h_j$  - установленное расстояние между бойками;

$h_n$  - высота крешера после деформации с учетом упругого последствия;

$A$  - упругая деформация пресса;  $P_p$  - расчетное усилие деформации «п» крешеров;

$O_j$  - истинное сопротивление деформации материала крешеров определяется по диаграмме упрочнения;

$V$  - объем крешеров;

$n$  - количество одновременно осаживаемых крешеров;

$P$  - усилие деформации одного крешера;

$P_o$  - опытное усилие деформации «п» крешеров;

$AP$  - относительная погрешность определения усилия;

Данные замеров и вычислений заносят в таблицу 8.3.

## 8.7. Содержание отчета

1. Представляется письменный отчет по проведенной работе с графиками и экспериментальными данными, оформленными в виде таблиц.



Таблица 8.3

## Сводные данные расчетов

п. шт	$\varepsilon_0$	$\varepsilon$	$h_0$	$h'_0$	$\Delta$	$\Delta'$	$\sigma,$ МПа	Р	$P_0$	$P_p$	Р, %	С, кН/мм
	%	мм			Н							
1												
2												
3												
4												
5												

По данным табл. 8.3 строят необходимые зависимости по п. 8, рис. 8.

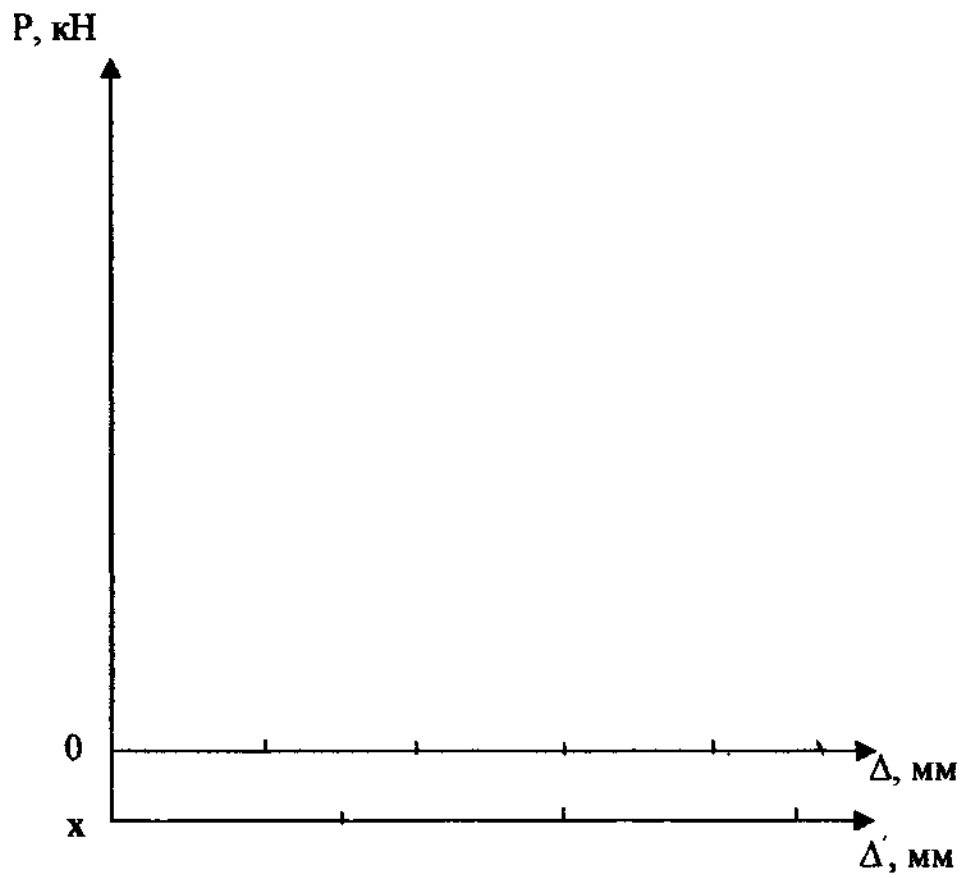


Рис. 8.4. К построению деформационных характеристик пресса

## 808.8. Контрольные вопросы

1. Для чего используется в работе индикаторная диаграмма процесса осаживания одинарного крешера?
2. Методика обработки индикаторной диаграммы.
3. Для чего необходима кривая упрочнения  $\delta$ - $\epsilon$  ?
4. Можно ли использовать в данном исследовании кривую истинных напряжений, полученную при растяжении образца?
5. Каким образом фиксируется наименьшее расстояние между бойками пресса при осаживании крешеров?
6. Как изменяется расстояние между бойками при осаживании одного, двух ... «n» крешеров и почему?
7. Что такое жесткость КППМ? Зависимость жесткости от развиваемого прессом усилия.
8. Влияние жесткости на технологические параметры процессов ОМД.
9. Как определить усилие, развиваемое прессом, при осаживании одного крешера?
10. Как определить усилие, развиваемое прессом, при осаживании «n» крешеров ?  
Как изменяется величина  $A'$  от количества осаживаемых крешеров?
12. Как изменяется величина  $A$  от количества осаживаемых крешеров?
13. Как объяснить противоположный ход кривых  $P = (\Delta A)$ ,  $P = f(\epsilon)$ ?
14. Как определить полную деформацию крешера?
15. Как определить упругую деформацию пресса?
16. В чем разница между величинами  $s$  и  $\delta_0$ ?
17. В чем разница между жесткостью пресса и его деформационной характеристикой?
18. В чем различие осциллограмм поведения пресса под возрастающей нагрузкой?

## Список литературы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для машиностроительных вузов / А.Н.Банкетов, Ю.А.Бочаров и др.; Под ред. А.Н. Банкетова и Е.Н.Ланского. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1982. - 106 с.
2. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В.И.Власов, А.Я.Борзыкин и др.; Под ред. В.И. Власова. М.: Машиностроение, 1982. С. 264.
3. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник / А.Н.Банкетов, Ю.А.Бочаров и др. М.: Машиностроение, 1970. С. 327-328.