

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

Г. С. Кульгейко, И. Н. Головко, С. М. Матвееенкова

ГИДРОПРИВОДЫ СТАНКОВ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

**по одноименному курсу для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2011

УДК 62-82(075.8)
ББК 34.447я73
К90

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 28.06.2010 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Технология машиностроения»
ГГТУ им. П. О. Сухого Э. И. Дмитриченко

Кульгейко, Г. С.
К90 Гидроприводы станков : лаборатор. практикум по одноим. курсу для студента специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Г. С. Кульгейко, И. Н. Головки, С. М. Матвеевкова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 50 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-984-5.

Содержит требования по технике безопасности при проведении лабораторных работ, материалы, необходимые для изучения гидравлического привода станков.

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения.

УДК 62-82(075.8)
ББК 34.447я73

ISBN 978-985-420-984-5

© Кульгейко Г. С., Головки И. Н.,
Матвеевкова С. М., 2011
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2011

Введение

1. Указания по технике безопасности

Инструктаж по технике безопасности при работе в лаборатории гидромашин проводится на первом лабораторном занятии. Студенты, не прошедшие инструктаж, к работе в лаборатории не допускаются.

При выполнении лабораторных работ на стендах, разработанных на кафедре «Гидропневмоавтоматика», следует соблюдать следующие правила:

1. Включение и выключение стендов производится преподавателями или лаборантами. При отсутствии преподавателя или лаборанта включение стендов и работа на них категорически запрещается.

2. В процессе проведения опыта студент, допущенный к выполнению работы, должен находиться на своем рабочем месте, указанном преподавателем или лаборантом. Студенты, не знающие устройства опытной установки и порядка выполнения работы, к выполнению лабораторного опыта не допускаются.

3. При проведении опыта запрещается выполнение действий, не предусмотренных в разделах «Порядок выполнения работы» или не разрешенных преподавателем или лаборантом.

4. По окончании опыта студент покидает рабочее место по указанию преподавателя или лаборанта.

При выполнении лабораторных работ на шлифовальных станках, следует соблюдать следующие правила:

1. Запрещается студентам включать станки в сеть.

2. Перед включением станков в сеть учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязан проверить:

- исправность магнитной плиты;
- надежность крепления абразивного инструмента;
- исправность кожуха;
- свободное вращение шпинделя (вручную).

3. Запрещается находиться в зоне действия подвижных органов станка.

4. Запрещается установка, снятие, измерение детали при вращающемся инструменте над зеркалом стола или магнитной плитой.

5. После окончания работы станок отключить от электросети вводным пакетным выключателем.

6. Не допускается устанавливать абразивные инструменты с окружной скоростью ниже 35 м/с.
7. Строго соблюдать порядок и правила включения и пуска станка.
8. Запрещается открывать крышку электрошкафа.

2. Указания по оформлению отчета

1. Оформление отчетов по лабораторным работам производится в соответствии с действующими стандартами, входящими в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
2. Отчет по каждой работе должен содержать:
 - а) формулировку цели данной работы;
 - б) основные схемы и их описание из теоретической части, основные расчетные формулы;
 - в) схему установки;
 - г) таблицу измерений и расчетов;
 - д) графики зависимостей, цикловые диаграммы и выводы из результатов расчетов и экспериментов.

3. Описание опытной установки

Работы выполняются на лабораторном стенде фирмы FESTO. Принципиальная схема стенда приведена на рис. 1.

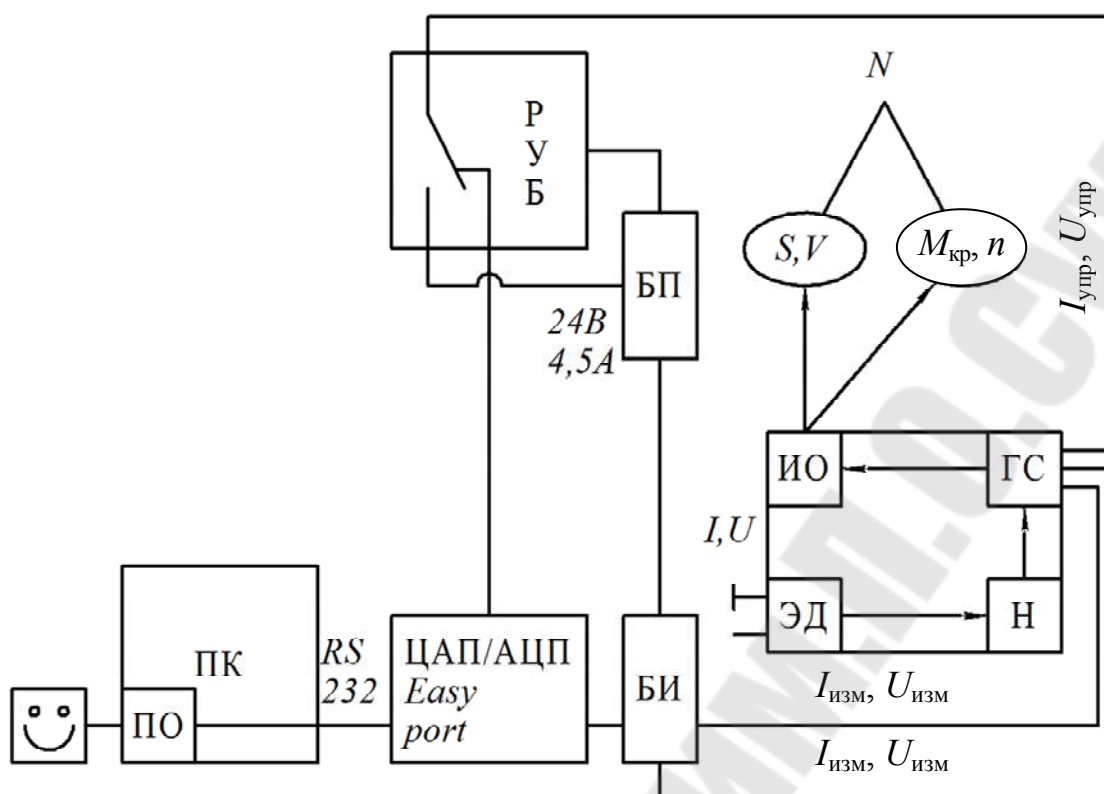

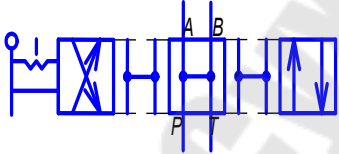
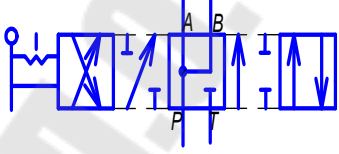
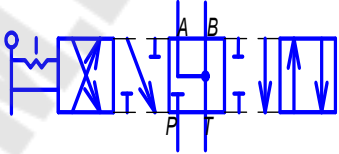
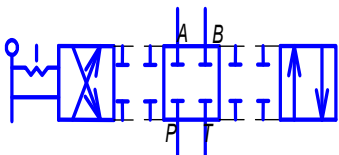
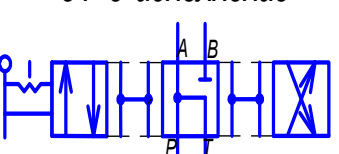
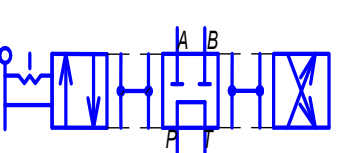

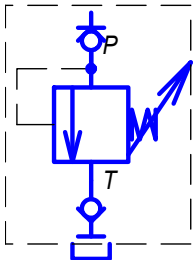



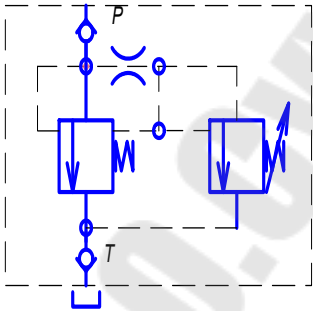
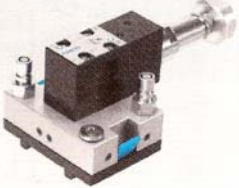
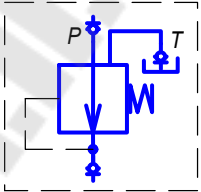

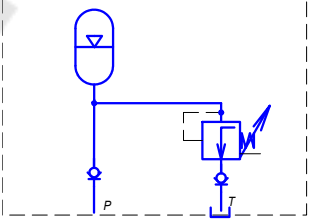

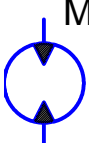

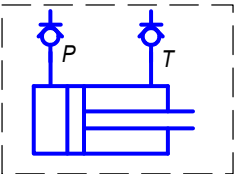

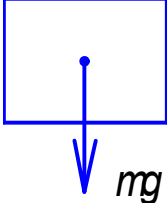

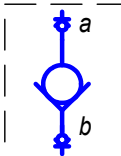
Рис. 1. Принципиальная схема стенда: $I_{упр}$, $U_{упр}$ – ток и напряжения управления; $I_{изм}$, $U_{изм}$ – ток и напряжения измерения; S – перемещение; V – скорость; $M_{кр}$ – крутящий момент; N – мощность; ПК – персональный компьютер; ПО – программное обеспечение; БП – блок питания; БИ – блок измерений; RS 232 – последовательный интерфейс; ЦАП/АЦП – цифроаналоговый, аналого-цифровой преобразователь соответственно; РБУ – релейный блок управления; ЭД – электродвигатель; Н – насос; ГС – гидростанция; ИО – исполнительный орган


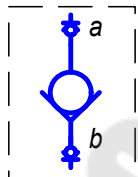

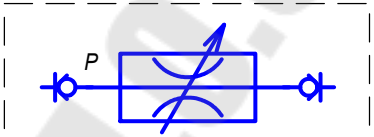

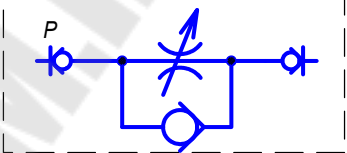

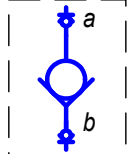

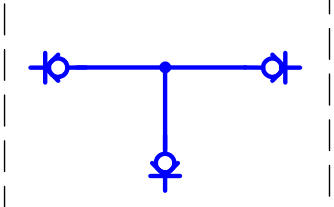

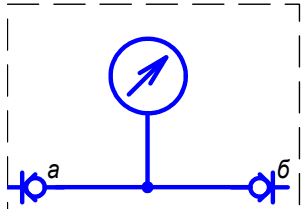

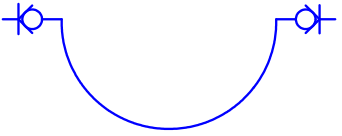

Таблица 1

Гидроэлементы, входящие в состав лабораторного стенда

Внешний вид	Название	Обозначения на схеме
	<p>Двухпозиционный четырехлинейный с ручным управлением фиксацией 574А, 574Е (показано промежуточное положение) (Р)</p>	<p>574А</p> <p>574Е</p>

Внешний вид	Название	Обозначения на схеме
	<p>Трехпозиционный четырехпоточный распределитель с ручным управлением, нейтраль П (P)</p>	<p>14-е исполнение</p>  <p>24-е исполнение</p>  <p>34-е исполнение</p>  <p>44-е исполнение</p>  <p>54-е исполнение</p>  <p>64-е исполнение</p> 
	<p>Предохранительный клапан прямого действия (КП)</p>	<p>КП'</p> 

Внешний вид	Название	Обозначения на схеме
	<p>Предохранительный клапан не прямого действия (КП)</p>	<p>КП</p> 
	<p>Трехлинейный редуцирующий клапан (КР)</p>	<p>КР</p> 
	<p>Гидроаккумулятор в предохранительном блоке (ГА)</p>	<p>ГА</p> 
	<p>Гидромотор</p>	<p>М</p> 
	<p>Гидроцилиндр двустороннего действия (ГЦ)</p>	<p>ГЦ</p> 
	<p>Весовая нагрузка</p>	
	<p>Обратный клапан 0,1 МПа (КО)</p>	<p>КО</p> 

Внешний вид	Название	Обозначения на схеме
	Обратный клапан 0,5 МПа (КО)	КО 
	Дроссель (ДР)	ДР 
	Дроссель с обратным клапаном (ДР)	ДР 
	Отсечной вентиль (В)	КО 
	Тройник	
	Манометр (Мн)	Мн 
	Шланг гидравлический с быстроразъемными соединениями	
	Разгрузочное устройство, позволяющее без приложения больших усилий сбросить избыточное давление, оставшееся в гидроэлементах	

Гидростанция – устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии, подводимой к приводящему электродвигателю, в энергию рабочей жидкости. Схема гидростанции, используемой в составе стенда, приведена на рис. 2.

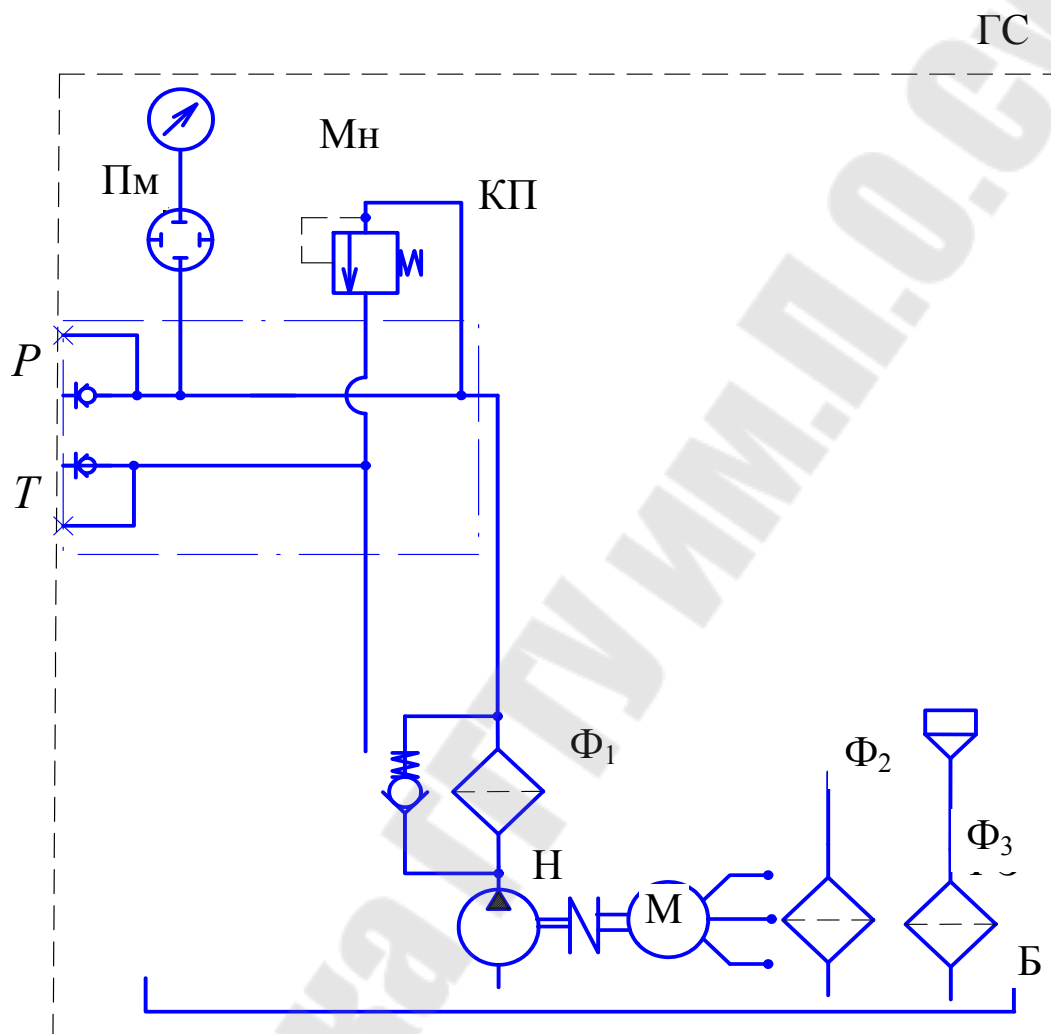
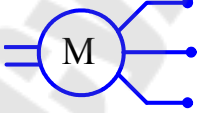
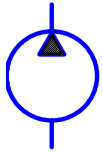



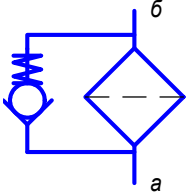


Рис. 2. Схема гидростанции

Жидкость из насоса (Н) через напорный фильтр (Φ) поступает в гидроблок (ГБ). Гидроблок представляет собой переходную гидроплиту, в которой выполнены отверстия для подключения напорной P и сливной T гидролиний. На гидроблоке установлен переключатель манометра (Пм) и манометр (Мн).

Элементы, входящие в состав гидростанции, и их характеристики приведены в таблице 2.

Характеристики элементов гидростанции

Название	Обозначение элемента	Характеристики	Обозначение на схеме
1. Электро-двигатель	ЭД АИР80А4УЗ	Рабочее напряжение – 380 В, 50 Гц Частота вращения – 1390 об/мин КПД – 75 %	
2. Насос шестеренчатый	НШ10-3	Рабочий объем – 10 см ³ Номинальное давление – 6,3 МПа Номинальная частота вращения – 2400 об/мин Объемный КПД – 0,83 % Номинальная подача – 10 л/мин	
3. Муфта	Муфта со звездочкой 31.5-22-1-22-1	Передаваемый крутящий момент – 31,5 Н · м Насосная полумуфта – $d = 22$ мм Полумуфта электродвигателя – $d = 22$ мм	
4. Манометр	МТП-1М	Верхний предел измерения – 60 кгс/см ² Класс точности – 4	
5. Переключатель манометра	КП-6	–	
6. Фильтр	ФГМ 15-25 КУФЛЧ	Номинальная подача – 50 л/мин Номинальное давление – 16 МПа Фильтрация – 25 мкм	

Лабораторная работа № 1

Дроссельное регулирование скорости движения рабочего органа

Цель работы: изучение различных способов дроссельного регулирования скорости рабочего органа и приобретение навыков сборки гидравлических схем.

1.1. Общие сведения о дроссельном регулировании

В данной лабораторной работе рассматриваются различные способы дроссельного регулирования.

При дроссельном регулировании возможны два принципиально различных варианта установки дросселя: последовательно и параллельно рабочему органу (рис. 1.1, *а–в*). Существует два способа установки дросселя последовательно: на входе (рис. 1.1, *а*) и на выходе (рис. 1.1, *б*). Как производное от двух вариантов применяется дифференциально-дроссельное подключение (рис. 1.1, *з*).

В схеме при включении дросселя на входе (рис. 1.1, *а*) при работе насоса *1* с постоянным расходом, жидкость поступает к дросселю *2* и клапану *5*. Дроссель *2* настроен на определенный расход, который необходим для обеспечения какой-то конкретной скорости рабочего органа. Жидкость с этим расходом попадает через распределитель *3* в бесштоковую полость цилиндра *4* и обеспечивает нужную скорость рабочего органа. Тем временем, в трубопроводе между насосом и дросселем создается избыточное давление, так как не вся жидкость, подаваемая насосом *1*, проходит через дроссель *2*. Клапан *5* открывается, и неиспользованная жидкость сливается в бак.

При выборе схемы установки дросселя на входе следует учитывать, что давление в цилиндре меньше, чем перед дросселем, поэтому снижается трение и улучшаются условия работы уплотнений. Поскольку дросселируется поток, поступающий в большую бесштоковую полость цилиндра, облегчается получение малых подач. Однако в этом случае тепло, выделяющееся при дросселировании, поступает в гидросистему и не всегда хватает давления подпора для нормальной работы гидроцилиндров.

Схема с дросселем на выходе (рис. 1.1, *б*) обеспечивает более плавное движение рабочего органа и может использоваться в гидроприводах с изменяющимся направлением действия нагрузки. Однако при применении переменной нагрузки возрастает опасность рывка.

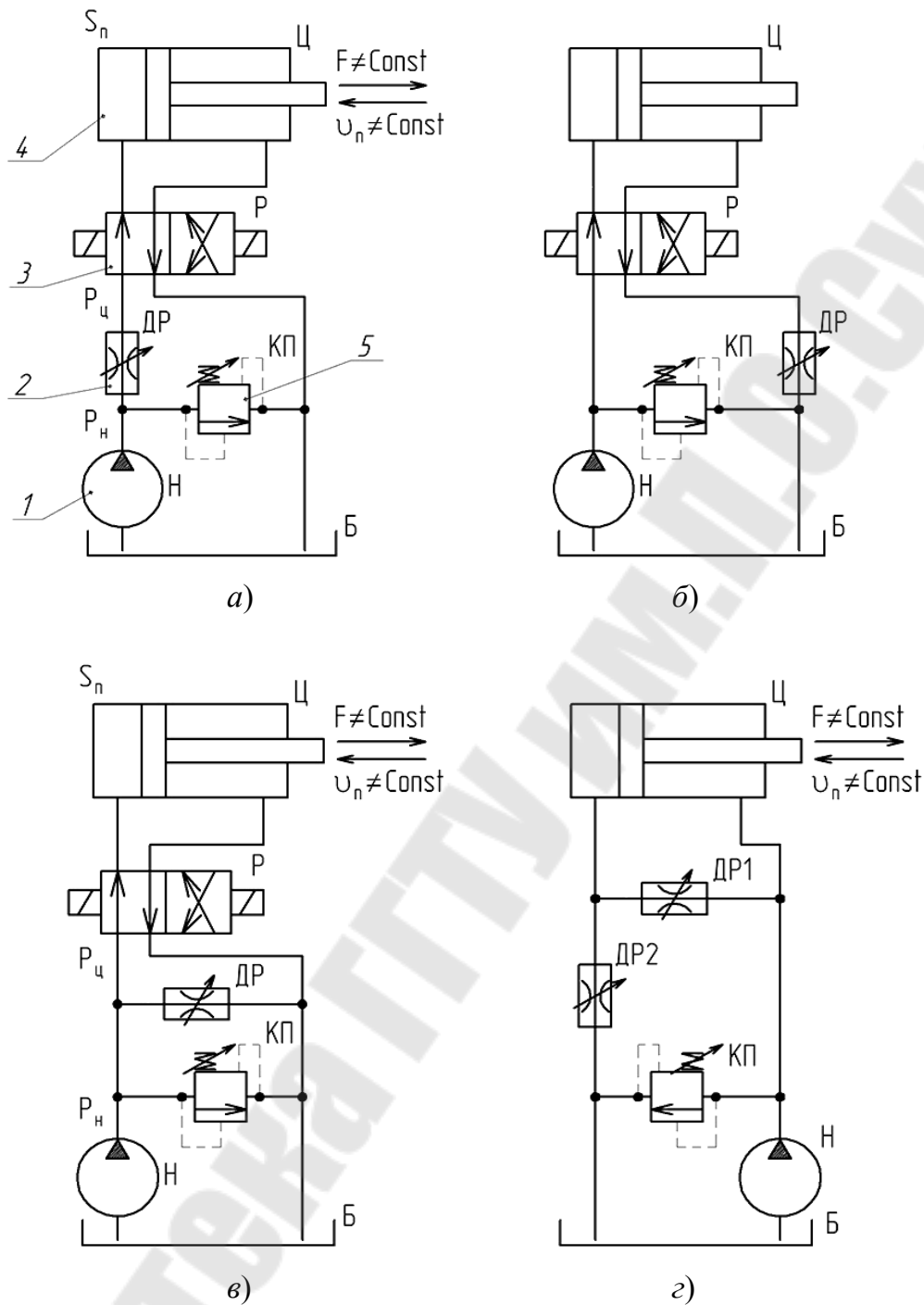


Рис. 1.1. Схема подключения дросселей:

а – последовательно на входе; б – последовательно на выходе;
 в – параллельно; г – дифференциально-дроссельным способом

При установке дросселя параллельно (рис. 1.1, в) снижаются энергетические потери в гидроприводе, так как дросселируется не весь поток рабочей жидкости. Через предохранительный клапан жидкость проходит лишь при перегрузке или остановке поршня. Однако в этом случае скорость, как и в двух предыдущих случаях, зависит от

нагрузки, причем в большей степени, так как с ростом давления перед дросселем увеличивается расход масла через дроссель и одновременно несколько снижается подача в цилиндр.

При дифференциально-дроссельном подключении (рис. 1.1, з) обеспечивается изменение скорости рабочего органа как по величине, так и по направлению. За счет величины открытия дросселя ДР1 можно обеспечить перемещение поршня как в одном, так и в другом направлении, но при этом расход через ДР2 должен быть постоянным. Изменение скорости движения штока можно получить за счет изменения проходного сечения дросселя ДР2, при этом расход через дроссель ДР1 должен быть постоянным.

Рассмотрим особенности дроссельного регулирования, когда действует переменная нагрузка $F \neq \text{const}$ на рабочий орган. В этом случае при постоянной площади проходного сечения дросселя скорость будет изменяться.

Известно, что скорость поршня, пренебрегая гидравлическими сопротивлениями, определяется по формуле

$$v_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{д}}}{S_{\text{п}}},$$

где $Q_{\text{д}}$ – расход жидкости через дроссель; $S_{\text{п}}$ – площадь поршня.

В свою очередь расход через дроссель

$$Q_{\text{д}} = \mu S_{\text{д}} \sqrt{\frac{2\Delta P_{\text{д}}}{\rho}}, \quad (1.1)$$

где μ – коэффициент расхода; $S_{\text{д}}$ – площадь проходного сечения дросселя; $\Delta P_{\text{д}}$ – перепад давления на дросселе

$$\Delta P_{\text{д}} = P_{\text{н}} - P_{\text{ц}}, \quad (1.2)$$

где $P_{\text{н}}$ – давление перед дросселем; $P_{\text{ц}}$ – давление в гидроцилиндре;

$$P_{\text{ц}} = \frac{F}{S_{\text{п}}}, \quad (1.3)$$

где F – нагрузка; $S_{\text{п}}$ – эффективная площадь поршня.

Из формул (1.1)–(1.3) следует, что расход, а значит и скорость, зависят от нагрузки.

При параллельном подключении дросселя (рис. 1.1, в) расход, необходимый для обеспечения какой-то конкретной скорости, определяется следующим образом:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{н}} - Q_{\text{д}},$$

где $Q_{\text{н}}$ – расход насоса; $Q_{\text{д}}$ – расход через дроссель.

Так как потери давления в параллельных трубопроводах равны, то

$$P_{\text{н}} = P_{\text{ц}} = P_{\text{д}} = \frac{F}{Q_{\text{п}}}.$$

Скорость поршня

$$v_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{S_{\text{п}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{д}}}{S_{\text{п}}}, \quad (1.4)$$

а расход через дроссель

$$Q_{\text{д}} = \mu S_{\text{д}} \sqrt{\frac{2P_{\text{д}}}{\rho}};$$

$$Q_{\text{д}} = \mu S_{\text{д}} \sqrt{\frac{2F}{\rho S_{\text{н}}}}. \quad (1.5)$$

При подстановке выражения (1.5) в формулу (1.4) получим:

$$v_{\text{п}} = \frac{1}{S_{\text{п}}} \left(Q_{\text{н}} - \mu S_{\text{д}} \sqrt{\frac{2F}{\rho S_{\text{н}}}} \right). \quad (1.6)$$

Из формулы (1.6) следует, что скорость поршня $v_{\text{п}}$ зависит от нагрузки F .

Для поддержания постоянной скорости рабочего органа (РО) при изменяющихся нагрузках применяют регулятор расхода (рис. 1.2, 1.3).

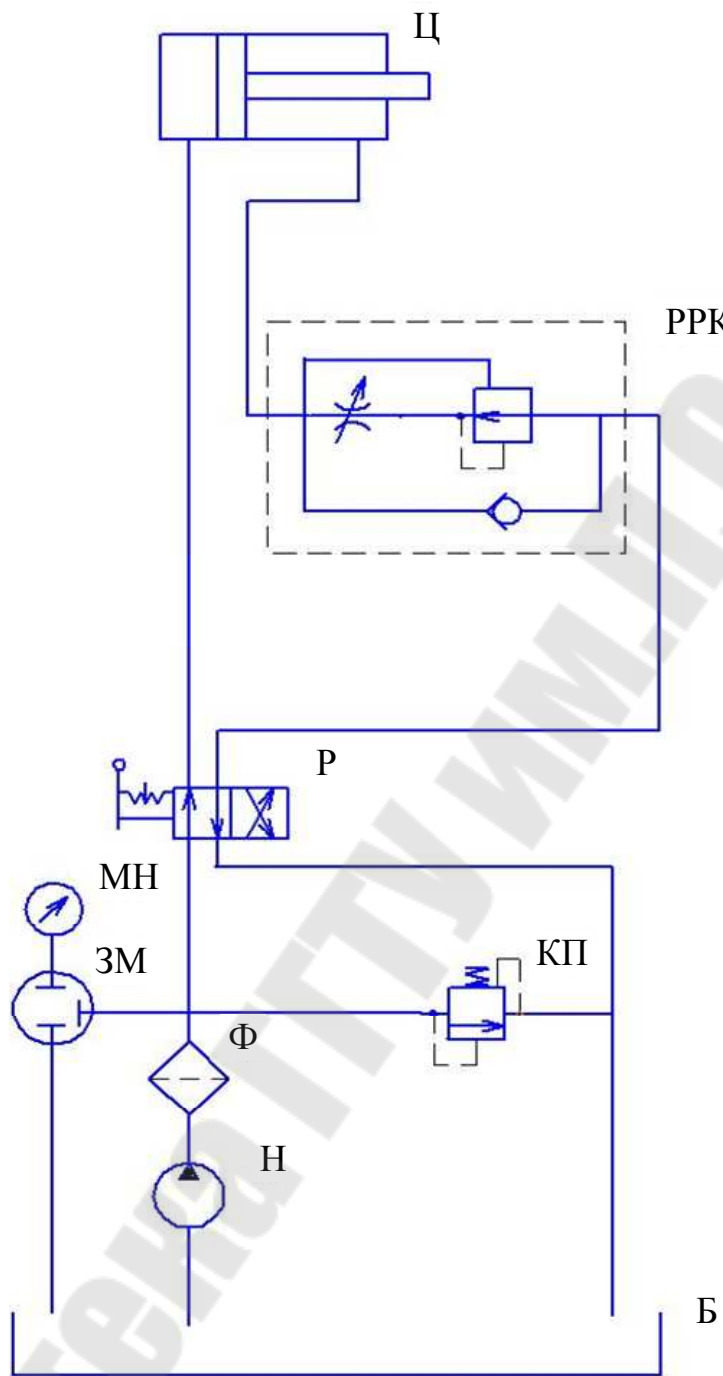


Рис. 1.2. Схема, обеспечивающая регулирование скорости регулятором расхода в одном направлении

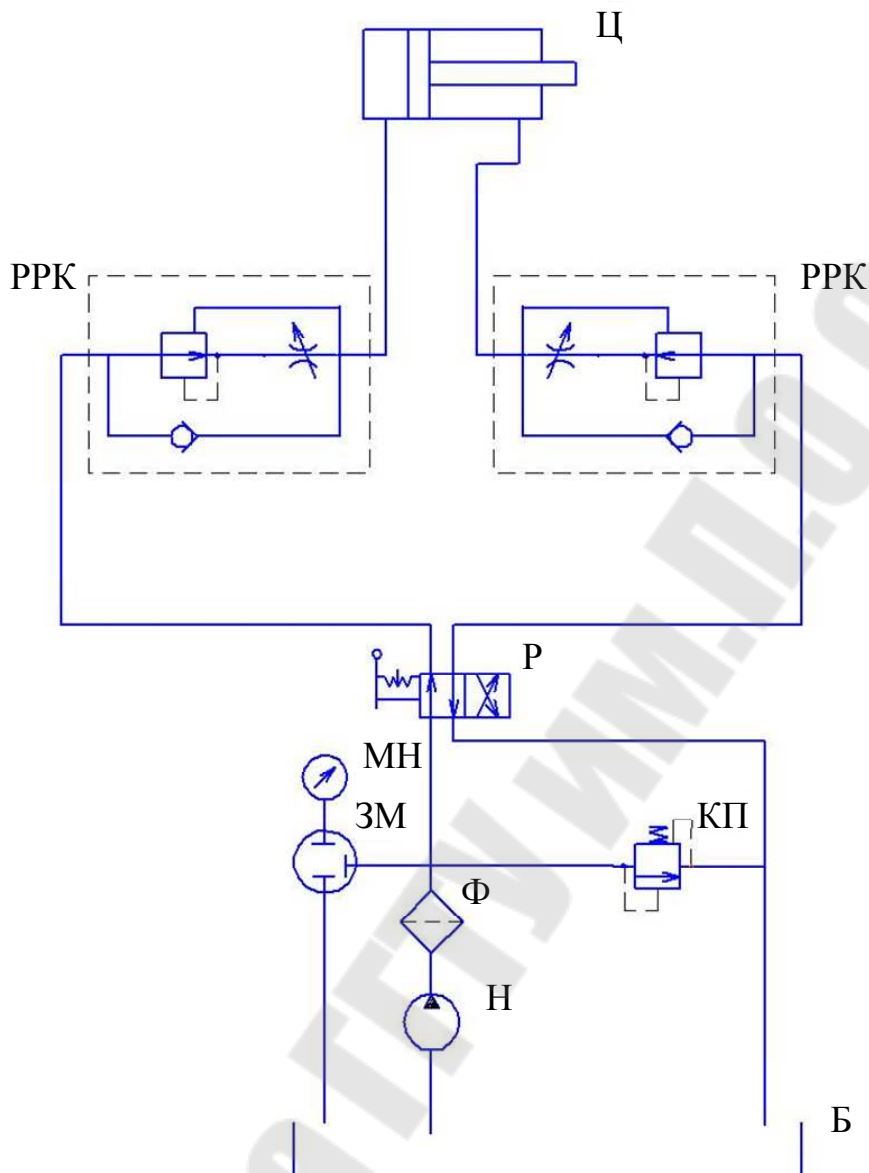


Рис. 1.3. Схема для регулирования скорости рабочего органа регуляторами расхода в прямом и обратном направлении

В современном оборудовании, особенно в станках автоматах и полуавтоматах, когда нужно обслуживать несколько станков, нет возможности каждый раз изменять скорость, поэтому применяют другие схемы – с несколькими дросселями, настроенными на определенный расход. В определенный момент, когда нужна та ли иная подача, с помощью гидрораспределителя жидкость направляется через тот или иной дроссель. Для примера рассмотрим схему на рис. 1.4 со следующим циклом: исходное положение – I рабочая подача – II рабочая подача – III рабочая подача – быстрый отвод.

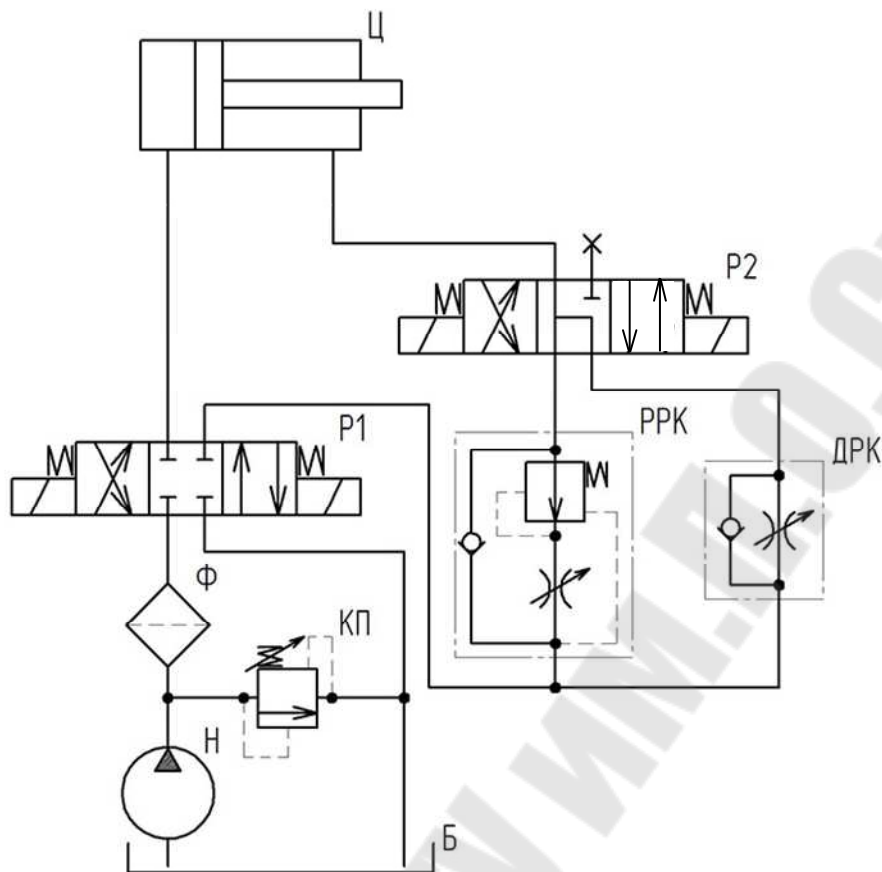


Рис. 1.4. Гидравлическая схема для обеспечения трех скоростей:
ИП – I РП – II РП – III РП – БО

1. Режим работы – «I рабочая подача» осуществляется переключением распределителя P1 в левое положение, тогда жидкость будет подаваться через следующие гидроаппараты: насос Н – фильтр Ф – распределитель P1 – цилиндр Ц – распределитель P2 – дроссель ДРК и регулятор расхода с обратным клапаном РПК одновременно (расход дросселя суммируется с расходом регулятора расхода) – распределитель P1 – сливной бак Б. Так как суммарный расход дросселя и регулятора меньше расхода насоса, то излишки рабочей жидкости сливаются через предохранительный клапан КП в бак Б. Иначе это можно записать следующим образом:

$$Б - Н \begin{cases} \text{Ф} - P1 - Ц / Ц - P2 \\ \text{КП} - Б \end{cases} \begin{bmatrix} \text{РПК} \\ \text{ДРК} \end{bmatrix} - P1 - Б$$

2. Рабочие подачи II и III получаются переключением распределителя P2 в правое или левое положение. В этом случае будут задей-

Перепад давления на дросселе

$$\Delta P_d = P_2 - P_{\text{ГМ}},$$

где $P_{\text{ГМ}}$ – давление на гидромоторе, атм.

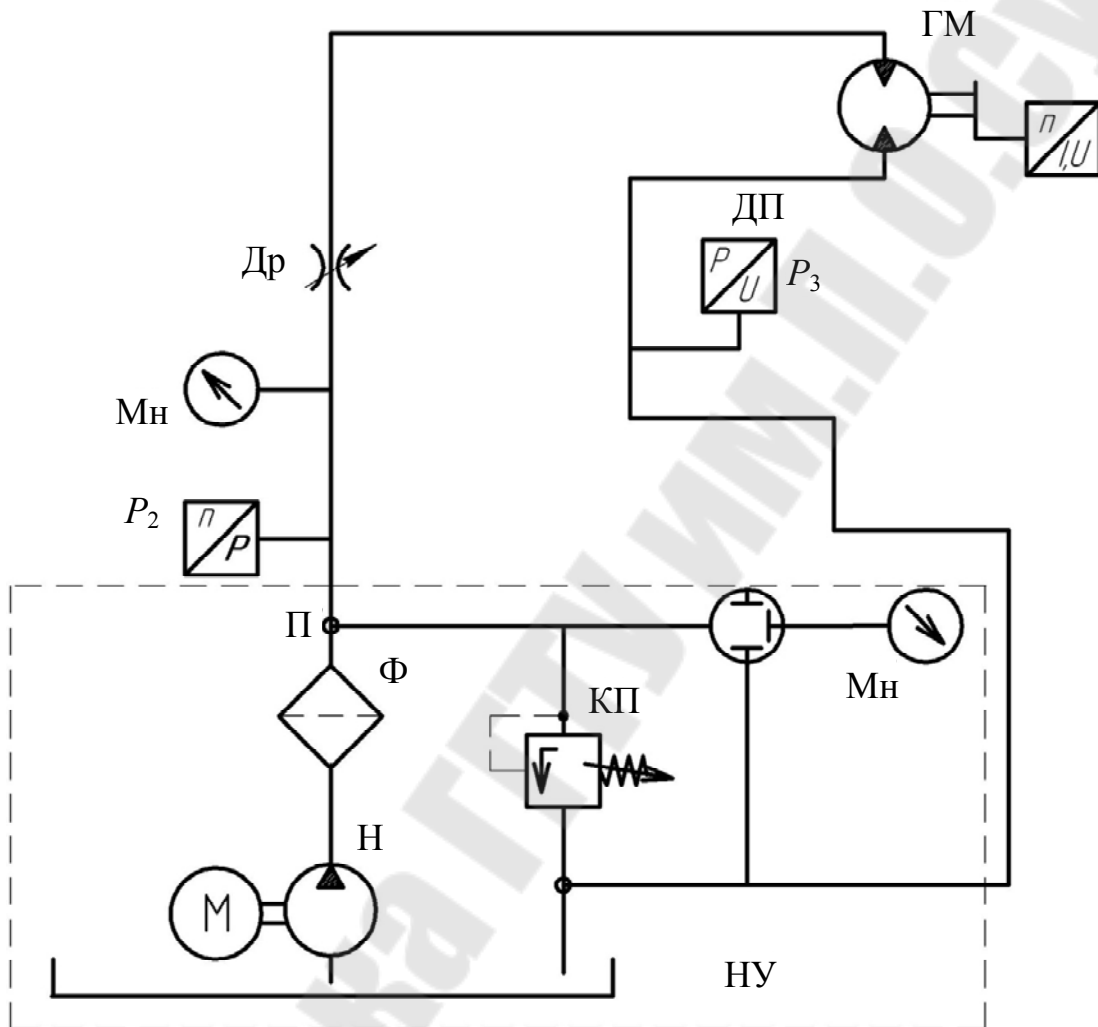


Рис. 1.5. Схема испытаний

5. Закрывать дроссель. Произвести замеры расхода и давления, постепенно увеличивая проходное сечение дросселя до полного его открытия. Результаты замеров занести в таблицу или вставить в отчет рисунок с показаниями на осциллограмме (рис. 1.6).

6. Выполнить описание результатов измерений по каждой зоне расходно-перепадной характеристики установки (описать зависимость давлений P_2 и P_3 от расхода гидромотора $Q_{\text{ГМ}}$ по гидролиниям).

7. Выполнить расчеты параметров по гидравлической схеме. (Тема расчета задается преподавателем индивидуально).

Пример описания результатов измерений

В результате проведения измерений по датчикам установлена следующая зависимость давлений P_2 и P_3 от расхода гидромотора $Q_{\text{ГМ}}$ по гидролиниям (рис. 1.6).

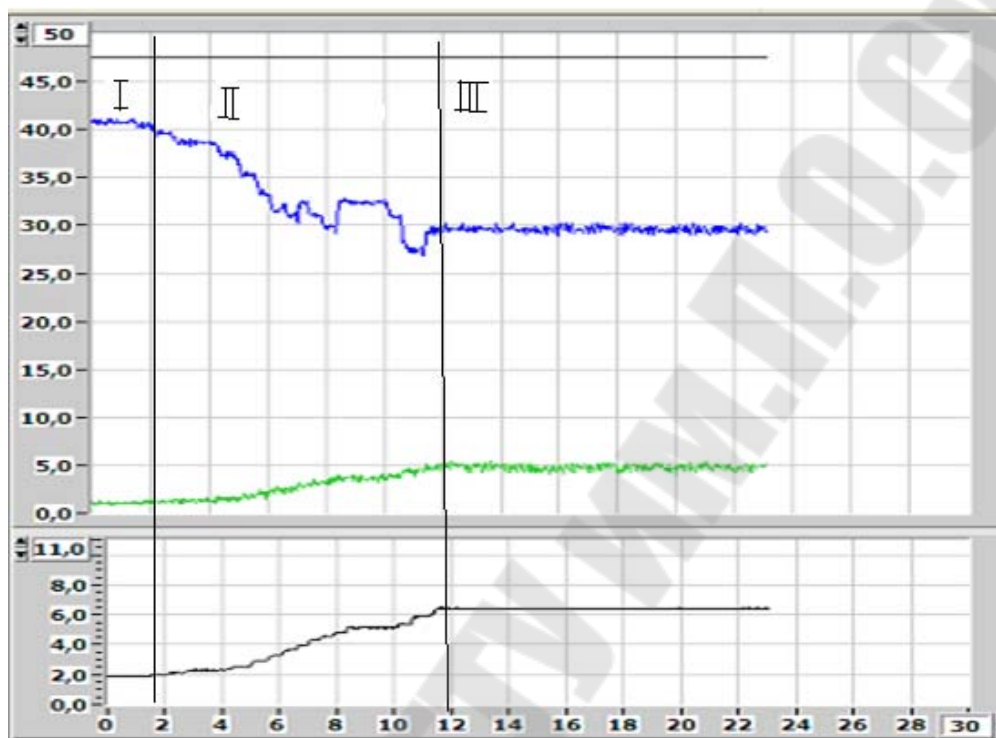


Рис. 1.6. Расходно-перепадная характеристика

График расходно-перепадной характеристики условно разобьем на три зоны:

I – зона исходного положения, перепад давления $\Delta P_{\text{д}}$ в которой максимальный, а расход Q минимален.

II – зона открытия дросселя, в которой $\Delta P_{\text{д}}$ постепенно уменьшается за счет уменьшения давления P_2 (давление P_3 условно считаем постоянным).

III – зона действия гидромотора, в которой дроссель полностью открыт. Перепад давления на дросселе равен

$$\Delta P_{\text{д}} = P_2 - P_{\text{ГМ}}.$$

Расход через дроссель

$$Q_{\text{д}} = \mu_{\text{д}} S_{\text{д}} \sqrt{\frac{2\Delta P_{\text{д}}}{\rho}},$$

где μ_d – коэффициент расхода, зависящий от числа Рейнольдса; S_d – площадь дросселя, м^2 ; ρ – плотность рабочей жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Следовательно, перепад давления на насосе равен

$$\Delta P_n = P_2 + \Delta P_d + P_{\text{гм}} + P_3.$$

Расход через насос

$$Q_n = Q_{\text{ут.н}} + Q_{\text{КП}} + Q_{\text{гм}},$$

где $Q_{\text{гм}}$ – расход через гидромотор; $Q_{\text{КП}}$ – расход через предохранительный клапан ($Q_{\text{КП}} \rightarrow 0$, при $P_2 < P_{\text{КП}}$), л/мин; $Q_{\text{ут.н}}$ – утечки насоса, определяемые по следующей формуле:

$$Q_{\text{ут.н}} = V_o n (1 - \eta_o),$$

где V_o – рабочий объем насоса, л/мин; n – частота вращения насоса, об/мин; η_o – объемный КПД насоса.

1.3. Контрольные вопросы

1. Какие способы регулирования скорости в гидравлических приводах станков вы знаете?

2. Объясните преимущества и недостатки дроссельного регулирования скорости.

3. Какие варианты установки дросселя для регулирования скорости в гидравлических системах вы знаете? Какие из вариантов нашли наибольшее применение в станочных гидроприводах?

4. Зависит ли скорость рабочего органа от нагрузки на нем при дроссельном регулировании? Может ли в этом случае скорость оставаться постоянной при изменяющейся нагрузке?

5. Какое условие должно выполняться для обеспечения постоянной скорости при изменяющейся нагрузке на рабочем органе?

6. Какие аппараты могут обеспечить постоянную скорость движения рабочего органа при изменяющейся нагрузке на нем?

7. Начертите гидравлическую схему привода рабочего органа, которая обеспечивает следующие требования:

– при нагрузке на РО $F = \text{const}$ – регулирование скорости при прямом и обратном ходе РО;

– при нагрузке на РО $F = \text{const}$ – регулирование скорости в прямом и обратном ходе РО с постоянной скоростью.

Лабораторная работа № 2

Управление циклом работы гидравлических цилиндров

Цель работы: изучение гидравлических схем, обеспечивающих работу гидравлических цилиндров по заданному циклу и управление несколькими цилиндрами. Исследование гидравлического привода с автономным управлением работой гидроцилиндров, приобретение навыков по сборке гидросхем.

2.1. Общие сведения об управлении циклом работы гидроцилиндров

2.1.1. Методы контроля и управления циклом работы

Для обеспечения требуемого режима работы гидроцилиндра в цикле или при работе нескольких цилиндров могут применяться три основных метода контроля и управления переходами и последовательностью работы: по давлению, по пути и по времени.

Контроль положения рабочего органа по давлению осуществляется с помощью гидроклапанов давления, гидравлических реле давления и др., реагирующих на изменения давления в гидросистеме, и может быть рекомендован для сравнительно простых циклов. В гидравлических системах с более сложными циклами возникают трудности, связанные с необходимостью поддерживать достаточные величины и постоянство перепадов давления в гидросистеме, и четкость работы гидропривода с этими гидроаппаратами не всегда выдерживается. Однако в системах зажима контроль по давлению является практически единственным надежным способом, гарантирующим команду на рабочий ход лишь после достижения заданного давления в рабочих полостях гидроцилиндра зажима.

Контроль по пути, при котором команда на последующий переход передается от датчика, включаемого рабочим органом, завершившим движение предыдущего перехода, является необходимым и наиболее надежным средством, обеспечивающим заданную последовательность цикла работы. При этом способе контроля и управления исключается влияние изменения скоростей движения механизмов на четкость последовательного выполнения переходов и лишь может несколько изменить темп работы привода. В качестве устройств, сигнализирующих о завершении движения рабочих органов и дающих команду на включение следующего режима работы, применя-

ются золотники с гидравлическим управлением и электрические конечные выключатели. Применение гидравлических путевых золотников управления упрощает электрическую схему привода, однако это ведет к значительному удлинению трубопроводов гидропривода из-за того, что путевые золотники должны быть расположены вблизи тех механизмов, работу которых они контролируют. При этом через золотники может проходить только вспомогательный поток масла, с помощью которого производится переключение основных распределительных золотников гидропривода. Наиболее универсальными и приемлемыми для применения в системах управления гидроприводов являются электрические конечные выключатели, дающие при нажатии на них подвижными упорами управления электрические сигналы о завершении соответствующего перехода цикла работы механизма. Применение электрических конечных выключателей позволяет создать гибкие и работоспособные системы управления, в которых возможно осуществлять надежную последовательность и блокировку отдельных переходов.

Контроль по времени в гидросистемах применяется реже контроля по пути и давлению вследствие возможной нестабильности по времени отдельных переходов цикла. Однако контроль по времени с помощью электрического реле времени применяется, если необходима выдержка рабочего органа на упоре после его остановки.

2.1.2. Управление заданным циклом работы гидроцилиндра

Рассмотрим работу гидропривода по заданному циклу и его гидравлическую схему (рис. 2.1). Цикл работы состоит из следующих элементов: рабочая подача; вторая рабочая подача; переключение на обратный ход (реверс); быстрый отвод; остановка в исходном положении (стоп). Переключение на рабочую подачу РП и быстрый отвод БП осуществляется гидравлическим золотником управления РЗ с контролем по пути при воздействии на него подвижных кулачков. При этом поток рабочей жидкости при рабочей подаче направляется на слив из правой полости цилиндра Ц через дроссель ДР, обеспечивающий регулирование скорости подачи. При быстром подводе основной поток рабочей жидкости направляется через гидроклапан давления КД с дистанционным управлением, обеспечивающий более высокую скорость перемещения за счет большей его пропускной способности и, соответственно, большего расхода слива. В конце второй рабочей подачи происходит переключение на обратный ход, т. е. ре-

верс Р с помощью вспомогательного распределительного золотника Р2 с контролем по пути при воздействии рабочего упора У на конечный выключатель КВ и основного распределительного золотника Р1 с гидравлическим управлением. При быстром отводе БО подача рабочей жидкости в правую рабочую полость цилиндра происходит через обратный клапан КО2. Он установлен параллельно дросселю ДР и имеет большую пропускную способность, чем дроссель. При этом гидроклапан КД настраивается на давление, превышающее величину давления обратного хода. Остановка рабочего органа в исходном положении, т. е. команда стоп обеспечивается обратным клапаном КО1. Через него пропускается рабочая жидкость из полости напора цилиндра на слив, когда первый торец поршня при его перемещении откроет канал к клапану КО1 и рабочий орган остановится в связи с падением давления в области напора.

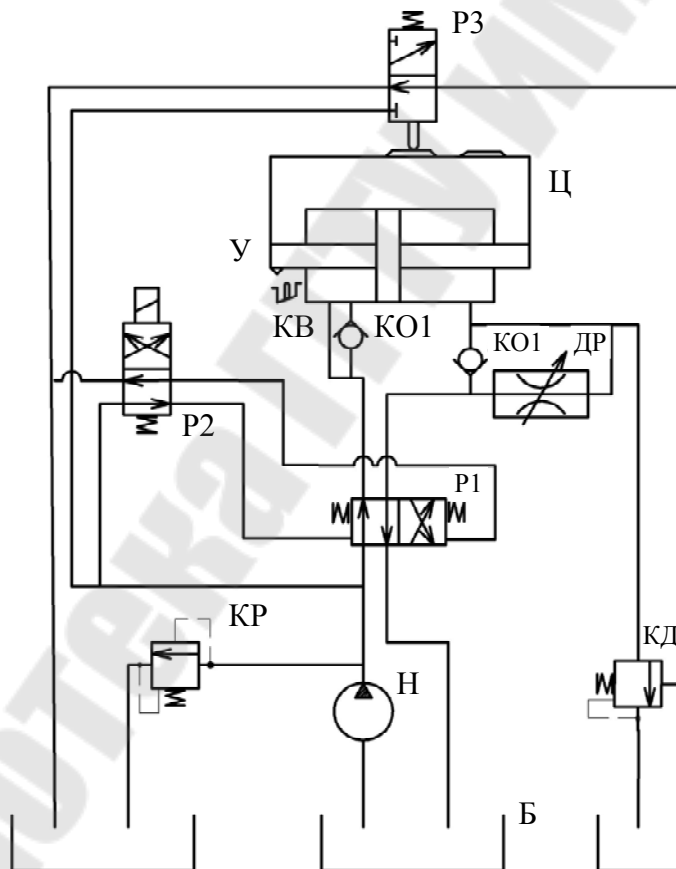
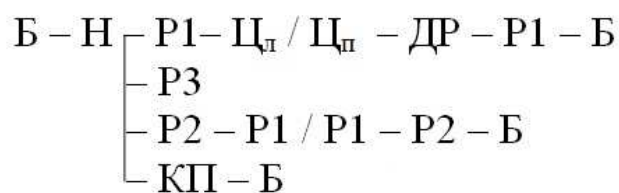


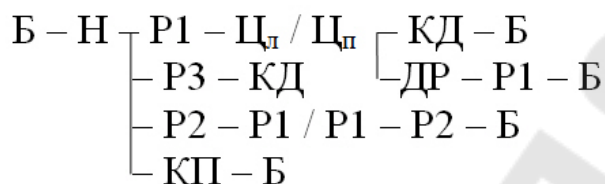
Рис. 2.1. Гидравлическая схема привода с работой гидроцилиндра по заданному циклу

Ниже приведены направления потоков рабочей жидкости в гидрорыводе при выполнении отдельных элементов цикла.

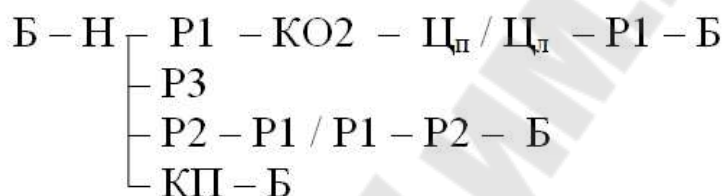
Рабочая подача:



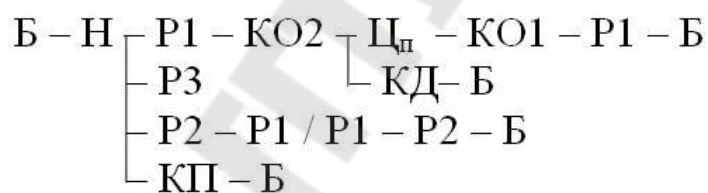
Быстрый подвод:



Быстрый отвод:



Исходное положение (стоп):



2.1.3. Управление циклом работы нескольких цилиндров

Питание нескольких цилиндров может осуществляться от своих независимых насосов или от одного насоса может питаться группа гидроцилиндров. При питании цилиндров от независимых насосов они, совместно с соответствующей аппаратурой, образуют независимый гидропривод. Однако использование независимых гидроприводов для каждого из цилиндров приводит к значительному усложнению гидравлической схемы. Поэтому осуществляется питание нескольких гидроцилиндров преимущественно от одного насоса, но возникает вопрос управления и синхронизации их движения. При этом гидроцилиндры могут работать параллельно или последовательно с различной фазой опережения при одновременном или автономном их управлении.

В гидравлическом приводе может применяться одновременное управление несколькими цилиндрами одним гидрораспределителем. В этом случае включение прямого и обратного хода, т. е. реверсирование движений всех гидроцилиндров будет происходить одновременно. Однако скорости движений исполнительных органов могут регулироваться независимо от каждого цилиндра. При применении автономного управления цилиндрами отдельными гидрораспределителями очередность перемещений исполнительных органов и их реверсирование определяется очередностью переключения распределителей. При этом имеется возможность обеспечить управление параллельной и последовательной работой гидроцилиндров.

При одновременной работе гидроцилиндров имеются некоторые особенности управления. Если от одного насоса питаются два или более цилиндров, работающих при различных давлениях, то обязательно применение регулируемых дросселей. Кроме того, цилиндр, осуществляющий рабочие ходы, не может работать параллельно с цилиндром, осуществляющим холостой ход. Это связано с тем, что при работе цилиндра, осуществляющего холостой ход, давление в гидросистеме определяется именно его условиями работы. При одновременной работе цилиндров, осуществляющих рабочие ходы, дроссели или регуляторы потоков могут устанавливаться на входе или выходе. В обоих случаях давление в системе не зависит от условий работы каждого из цилиндров, а настраивается клапаном давления, благодаря чему работа каждого из цилиндров происходит независимо.

При последовательной работе цилиндров каждый цилиндр, в требуемый момент, с помощью соответствующей аппаратуры подключается к общей магистрали. Для этого может использоваться аппаратура, обеспечивающая контроль по давлению, по пути или по времени. В каждом конкретном случае эта задача решается по-разному.

Ниже представлена схема (рис. 2.2), обеспечивающая принцип возможной синхронизации работы двух цилиндров.

Для согласования одновременного синхронного движения двух поршней в одном рабочем направлении применен принцип регулирования по противодействию с помощью дросселей. Скорость поршня каждого цилиндра может регулироваться независимо дросселями ДР1 и ДР2.

Обратные клапаны КО1 и КО2 подсоединены параллельно дросселям ДР1 и ДР2 для автоматического их отключения при возвращении поршней в исходное положение.

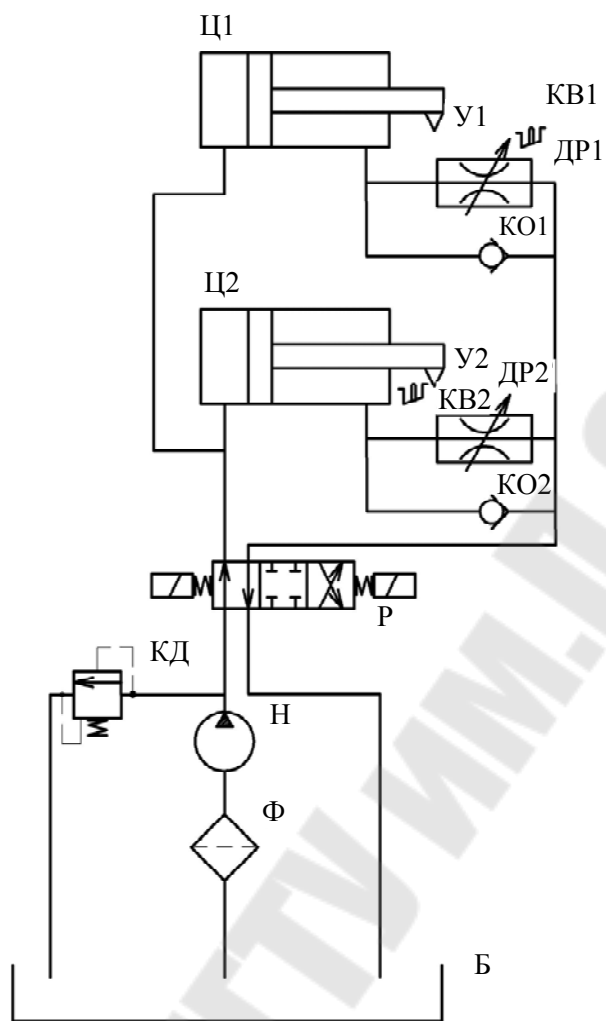


Рис. 2.2. Гидравлическая схема привода с синхронной работой гидроцилиндров в автоматическом режиме

Направления потоков рабочей жидкости при различных режимах синхронной работы двух гидроцилиндров приведены ниже.

Рабочая подача:

$$\begin{array}{l}
 \text{Б} - \Phi - \text{Н} - \text{Р} \left[\begin{array}{l} \text{Ц1}_\text{п} / \text{Ц1}_\text{п} - \text{ДР1} \\ \text{Ц2}_\text{п} / \text{Ц2}_\text{п} - \text{ДР2} \end{array} \right] \text{Р} - \text{Б} \\
 \left[\begin{array}{l} \text{Ц1}_\text{п} / \text{Ц1}_\text{п} - \text{ДР1} \\ \text{Ц2}_\text{п} / \text{Ц2}_\text{п} - \text{ДР2} \end{array} \right] \\
 \text{КД} - \text{Б}
 \end{array}$$

Быстрый отвод:

$$\begin{array}{l}
 \text{Б} - \Phi - \text{Н} - \text{Р} \left[\begin{array}{l} \text{КО1} - \text{Ц1}_\text{п} / \text{Ц1}_\text{п} \\ \text{КО2} - \text{Ц2}_\text{п} / \text{Ц2}_\text{п} \end{array} \right] \text{Р} - \text{Б} \\
 \left[\begin{array}{l} \text{КО1} - \text{Ц1}_\text{п} / \text{Ц1}_\text{п} \\ \text{КО2} - \text{Ц2}_\text{п} / \text{Ц2}_\text{п} \end{array} \right] \\
 \text{КД} - \text{Б}
 \end{array}$$

Последовательная работа гидроцилиндров может обеспечиваться гидросхемой с гидроклапаном давления, выполняющим функции клапана последовательности (рис. 2.3).

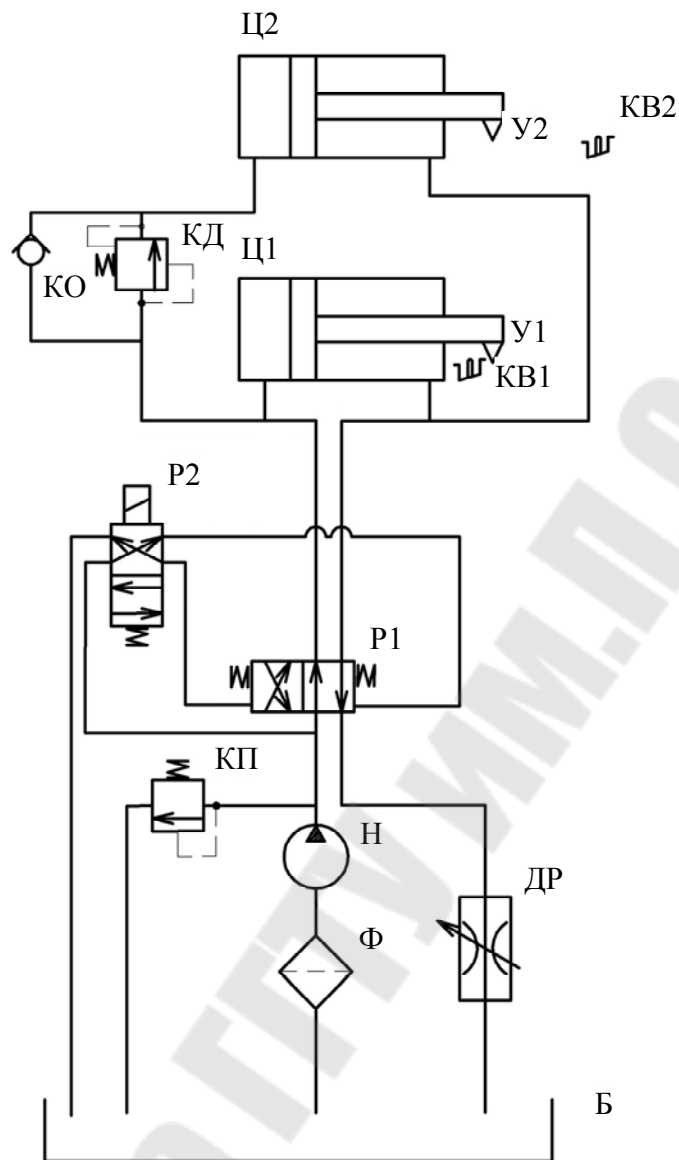
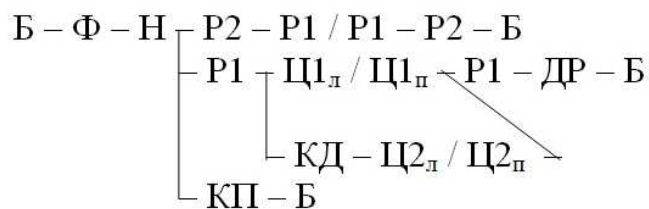


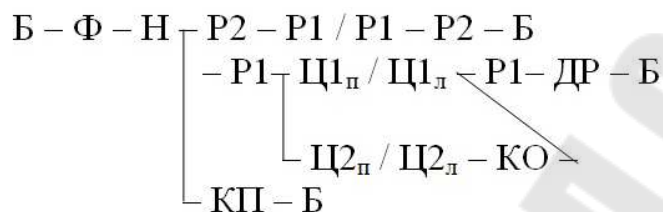
Рис. 2.3. Гидравлическая схема привода с последовательной работой гидроцилиндров в автоматическом режиме

Поршень цилиндра Ц2 начинает совершать рабочий ход только после перемещения поршня цилиндра Ц1 в крайнее положение. При этом повышается давление в напорной магистрали гидросистемы и гидроклапан КД автоматически открывается. Рабочая жидкость через клапан давления КД поступает в левую полость цилиндра Ц2 и поршень начинает перемещаться. При воздействии упора У2 на конечный выключатель КВ2 переключаются распределители Р1 и Р2 и осуществляется обратный ход, а обратный клапан КО шунтирует гидроклапан давления. Направления потоков рабочей жидкости приводятся ниже для прямого и обратного хода цилиндров.

Прямой ход:



Обратный ход:



2.2. Исследование гидравлического привода с автономным управлением работой гидроцилиндров

2.2.1. Порядок выполнения работы

1. Изучить гидравлическую схему привода с автономным управлением работой цилиндров (рис. 2.4).

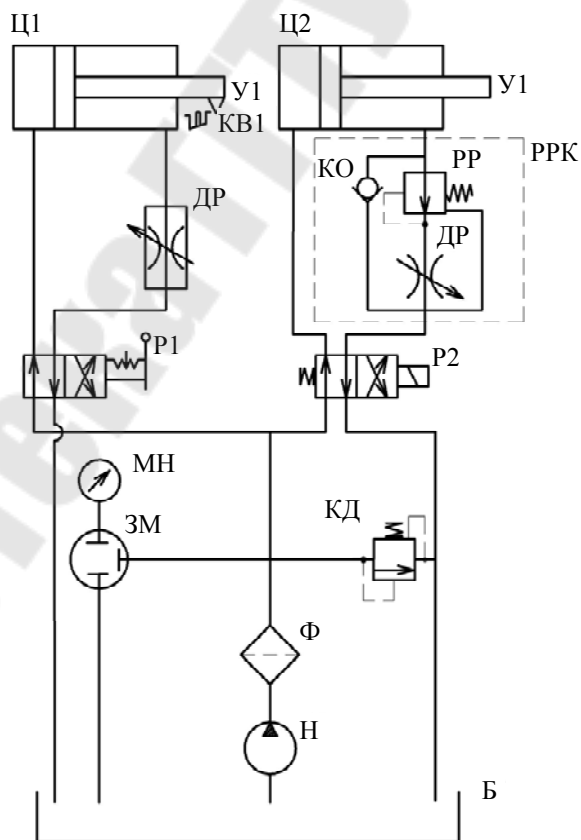


Рис. 2.4. Гидравлическая схема привода с автономным управлением работой цилиндров

2. Составить направления потоков рабочей жидкости при прямом и обратном ходе гидроцилиндров.
3. Подобрать гидродвигатели и аппараты в соответствии со схемой из числа тех, которые перечислены в таблице 1.
4. Собрать на стенде гидравлическую схему привода.
5. Проверить правильность сборки схемы и предъявить преподавателю для проверки.
6. Отрегулировать дроссель и регулятор расхода на определенный расход и установить гидрораспределитель Р1 в исходное положение.
7. Включить насосную установку с разрешения преподавателя.
8. Снять показания измерительных устройств.
9. На основании анализа экспериментальных данных сделать выводы об особенностях работы заданной гидросистемы (см. с. 20 «Пример описания результатов измерений»).
10. Выполнить расчеты параметров по гидравлической схеме.
(Тема задания и вид измерительных устройств, показания которых необходимы для выполнения расчета, задаются преподавателем индивидуально).

2.3. Контрольные вопросы

1. Назовите методы контроля и управления циклом работы гидродвигателей.
2. С использованием каких аппаратов и приборов осуществляется контроль положения рабочего органа по давлению?
3. Объясните суть метода и способы осуществления контроля движения гидроцилиндра по пути и по времени.
4. Объясните работу гидроцилиндра по заданному циклу по схеме, приведенной на рис. 2.1.
5. Каковы особенности управления параллельной работой цилиндров?
6. Назовите способы обеспечения синхронной работы гидроцилиндров.
7. Объясните синхронную работу гидроцилиндров в автоматическом режиме с применением принципа регулирования по противодавлению с помощью дросселей по схеме, приведенной на рис. 2.2.
8. Объясните последовательную работу гидроцилиндров в автоматическом режиме с использованием клапана последовательности по схеме, приведенной на рис. 2.3.

Лабораторная работа № 3

Изучение работы гидропривода шлифовальных станков

Цель работы: изучение гидравлического привода плоскошлифовального станка 3Д71 и особенностей гидроприводов шлифовальных станков. Моделирование работы гидравлического привода подачи круглошлифовального врезного автомата со ступенчатым регулированием скорости подач.

3.1. Общие сведения о гидроприводе шлифовальных станков

Гидравлический привод получил широкое распространение в шлифовальных станках для привода столов, устройств правки круга, механизмов поперечных подач и различных вспомогательных механизмов. Рассмотрим некоторые особенности работы станков, которые определяют технические требования к гидравлическим приводам.

На круглошлифовальных станках при обработке ступенчатого вала (рис. 3.1) стол с заготовкой, совершая возвратно-поступательные движения, перемещается на величину l и в крайних положениях изменяет направление движения, т. е. реверсируется, поэтому крайние точки хода называют точками реверса.

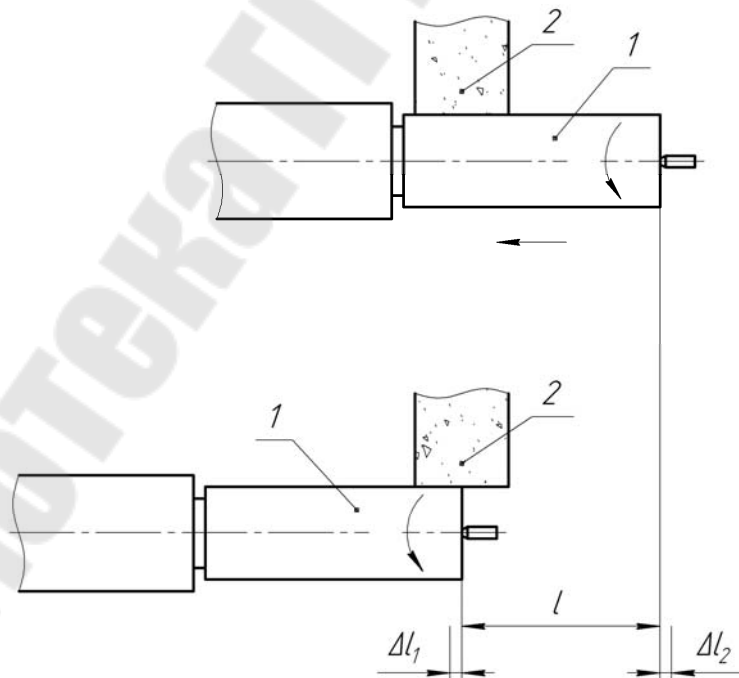


Рис. 3.1. Схема обработки деталей на круглошлифовальном станке

В зависимости от скорости движения стола точки реверса имеют разброс Δl_1 и Δl_2 . В крайнем правом положении (рис. 3.1) стол с заготовкой должен иметь повышенную точность реверса ($\Delta l_2 \approx 0,1-0,2$ мм), так как шлифовальный круг 2 входит в канавку на заготовке 1. При реверсе в крайнем левом положении (рис. 3.1) круг выводится на заготовке примерно на 1/3 его ширины и требования по точности реверса или обработке со свободным выходом круга ниже, чем при обработке с выходом в канавку.

Аналогичные требования предъявляют к приводам на внутришлифовальных и универсально-заточных станках.

В отличие от этих станков при обработке заготовок на плоскошлифовальных станках с прямоугольным столом деталь, установленная на столе, должна при реверсе стола выходить из контакта со шлифовальным кругом. Для получения высокого качества обрабатываемой поверхности необходимо, чтобы во время контакта детали с кругом скорость движения стола оставалась постоянной, а разгон и торможение происходили после выхода детали из зоны резания, т. е. на выбеге стола (рис. 3.2).

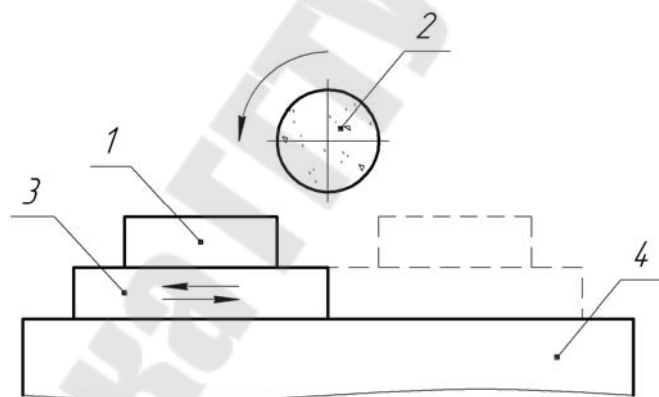


Рис. 3.2. Схема обработки детали на плоскошлифовальном станке

Если обобщить эти требования к приводам стола, то шлифовальные, заточные и другие станки с аналогичными движениями стола можно разделить на две группы: с повышенными требованиями по точности реверса и с реверсом после выхода круга из контакта с заготовкой.

В станках с повышенными требованиями по точности реверса стола для управления его приводом в основном применяются гидропанели реверса типа ГЗ4-2 с гидромеханическим управлением. Эти панели обладают высокой надежностью в условиях частных перемещений.

Рассмотрим схему (рис. 3.3) привода стола шлифовального станка, в котором используется панель реверса ГЗ4-2 и распределитель РО пуска и останова стола с ручным управлением.

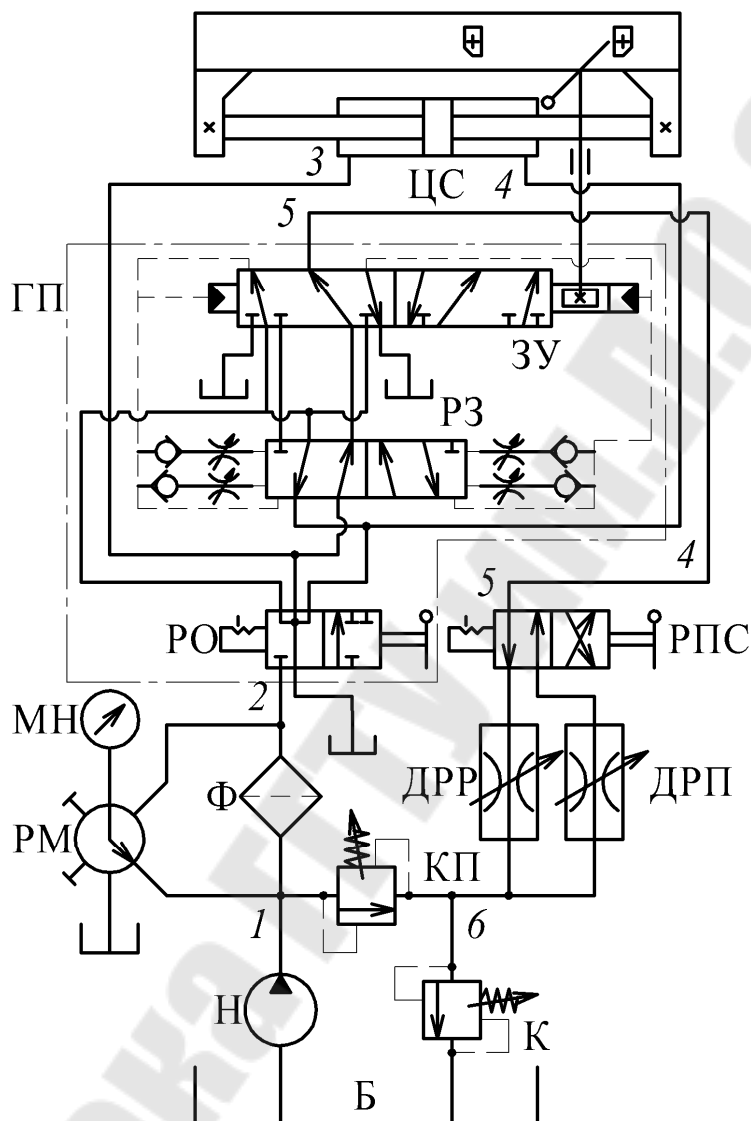


Рис. 3.3. Принципиальная гидравлическая схема привода стола шлифовального станка

На рис. 3.3 схема представлена в положении, когда напорная линия 1 перекрыта, а рабочие линии 2, 3 гидроцилиндра соединены распределителем РО между собой и со сливом. Стол в этом случае удерживается только силами трения и его при необходимости можно перемещать механизмом ручного перемещения. Насос Н постоянной производительности подает масло в напорную линию 1, откуда оно под давлением, соответствующим настройке переливного клапана КП, проходит в линию слива и через подпорный клапан К – в бак. Клапан

КП в шлифовальных станках настраивают на давление 1–1,5 МПа. Клапан К нужен, чтобы уменьшить возможность попадания воздуха при работе привода и включении насоса. Давление подпора составляет около 0,1 МПа.

При переключении распределителя РО в положение «Работа» масло из напорной линии поступает к реверсивному золотнику РЗ и через гидролинию 4 в правую полость цилиндра стола. Из левой полости цилиндра масло через линию 3 проточки золотников РЗ и ЗУ, линию 5, распределитель переключения скорости (РПС) стола, дроссель регулирования рабочей подачи ДР1, линию слива 6 и подпорный клапан К сливается в бак. Стол перемещается влево, пока закрепленный на нем правый упор не переключит рукоятку управления панели и связанный с ней золотник ЗУ. При его перемещении происходит торможение стола за счет перекрытия выхода масла из гидроцилиндра дросселирующим элементом в виде конуса на золотнике, который кинематически жестко связан с движением стола через механическую передачу. Эта связь образована упором 9, рычагом 7, зубчато-реечной передачей 8 и золотником. Таким образом, получается, что при торможении стол своим движением перекрывает выход масла из цилиндра и останавливает свое движение, начиная с момента контакта упора 9 с рычагом 7 и до полного перекрытия конусом золотника выхода масла из цилиндра. Такой способ управления торможением называют в гидроприводе торможением с контролем по пути. Этот способ обладает очень важным свойством – высокой надежностью.

После торможения масло от насоса через распределитель РО и золотник управления ЗУ подводится к правому торцу золотника реверса РЗ, переключая его в другую позицию. Вследствие этого, масло из магистрали 2 через золотник реверса РЗ поступает по линии 3 в левую полость гидроцилиндра подачи стола. Из противоположной полости цилиндра масло от линии 4 через РЗ и ЗУ поступает по линии 5 в РПС, дроссель ДР1 на слив в бак. В конце хода упор 10 поворачивает рычаг управления 7 и начинается процесс торможения, аналогичный описанному выше. Для перевода стола на движение со скоростью правки круга переключается распределитель РПС и слив масла из линии 5 направляется через дроссель ДР2, регулирующий скорость правки.

Типовыми представителями станков, у которых реверс стола происходит после выхода шлифовального круга из контакта с заготовкой, являются плоскошлифовальные станки.

Рассмотрим фрагмент гидравлической схемы (рис. 3.4) плоскошлифовального станка модели 3Л722В. Движение стола станка осу-

ществляется при подаче рабочей жидкости из цепи нагнетания I через распределитель с электромагнитным управлением $P1$ и распределитель PC с гидравлическим управлением в одну из плоскостей цилиндра подачи по линиям 2 или 3 . Стол перемещается со скоростью, определяемой настройкой дросселя $ДР3$. Регулирование дросселя проводится дистанционно электродвигателем $M1$ и электрическим датчиком $ЭА2$ положения дросселя.

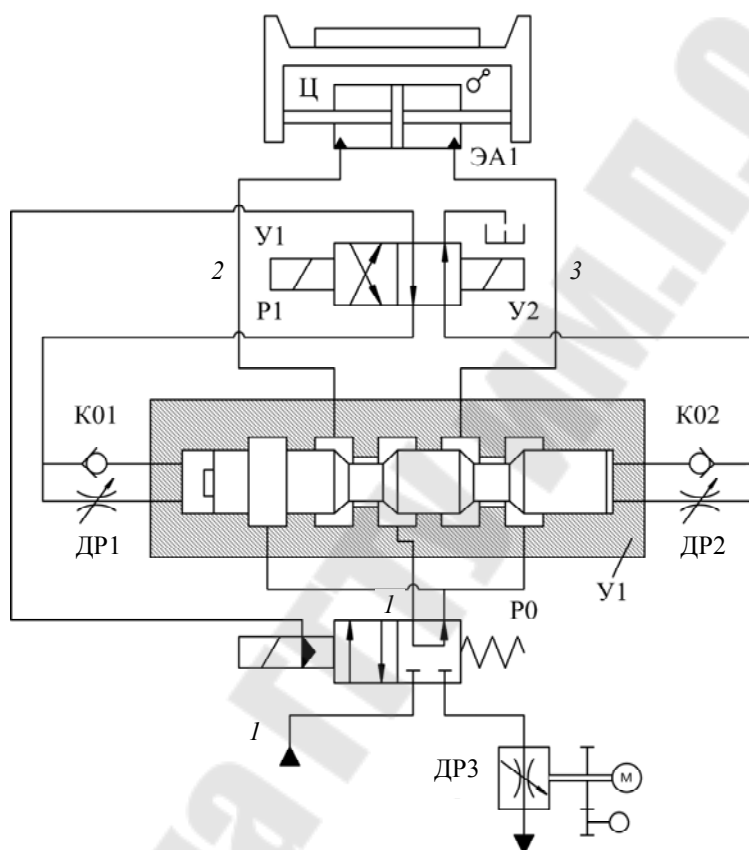


Рис. 3.4. Часть гидравлической схемы плоскошлифовального станка

В систему управления реверсом входит электрический датчик $ЭА1$, кинематически связанный со столом, который во время движения подает сигналы, соответствующие фактическому положению стола. В крайних положениях, когда круг выходит из контакта с деталью, датчик $ЭА1$ подает команду на переключение электромагнитов распределителя $P1$. Так, в крайнем правом положении подается команда на отключение электромагнита $У1$ и включения электромагнита $У2$. При этом масло из насоса через распределитель $P1$ подается через обратный клапан $К02$ в камеру под правый торец золотника PC . Масло из камеры под левым торцом золотника через дроссель $ДР1$ идет через распределитель $P1$ на слив. Вследствие этого золотник своими ко-

ническими поясками плавно перекрывает потоки масла, поступающего в цилиндр и вытесняемого из него, что соответствует торможению стола. Затем золотник изменяет направление этих потоков (пройдя средние положения) и плавно увеличивает проходные сечения, что соответствует разгону стола и его движению влево. Таким образом, с начала и до конца движения стола золотник распределителя РС кинематически не связан со столом и движется независимо со скоростью, определяемой настройкой дросселей ДР1 и ДР2 плавности реверса. Такой способ управления реверсом называют торможением с контролем по времени. При таком способе точность реверса стола и перебеги соизмеримы с длиной пути торможения, т. е. измеряются миллиметрами и десятками миллиметров, что можно допустить только при обработке с выходом круга.

3.2. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные характеристики, общее устройство станка ЗГ71 и устройство кинематической схемы станка.
2. Изучить принцип работы станка.
3. Закрепить деталь на столе станка, установить необходимую частоту вращения и подачу.
4. Описать последовательность работы механизмов переключения в ручном и автоматическом режимах работы.
5. Изучить гидравлическую схему станка.
6. Начертить циклограмму работы станка ЗГ71 в координатах S – перемещение РО и t – время движения РО, $S = f(t)$.
7. Собрать гидравлическую схему (рис. 3.9), имитирующую работу гидравлического привода подач круглошлифовального врезного автомата со ступенчатым регулированием скорости подачи.
При этом необходимо:
 - подобрать соответствующую гидравлическую аппаратуру;
 - соединить ее между собой, а также с гидроцилиндром и насосной установкой;
 - проверить (совместно с преподавателем или лаборантом) работоспособность собранной схемы.
8. Включить насосную установку с разрешения преподавателя.
9. Снять показания измерительных устройств.
10. На основании анализа экспериментальных данных сделать выводы об особенностях работы заданной гидросистемы (см. с. 20 «Пример описания результатов измерений»).
11. Выполнить расчеты параметров по гидравлической схеме.

(Тема задания и вид измерительных устройств, показания которых необходимы для выполнения расчета, задаются преподавателем индивидуально).

3.3. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

3.3.1. При выполнении пп. 1–4 необходимо изобразить на схеме станка 3Г71 основные движения и описать последовательность использования органов управления при настройке станка на заданные режимы резания, воспользовавшись рис. 3.5 и таблицей 3.2.

Общее устройство и основные характеристики станка

Универсальный плоскошлифовальный станок модели 3Г71 повышенной точности с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом (рис. 3.5) предназначен для шлифования плоских поверхностей периферией шлифовального круга. В определенных границах возможна обработка поверхностей, расположенных под углом 90° к зеркалу стола.

Станок состоит из следующих основных узлов (рис. 3.5): А – колонна; Б – шпиндельная головка; В – стол; Г – станина; Д – крестовой суппорт.

Органы управления станком приведены в таблице 3.1.

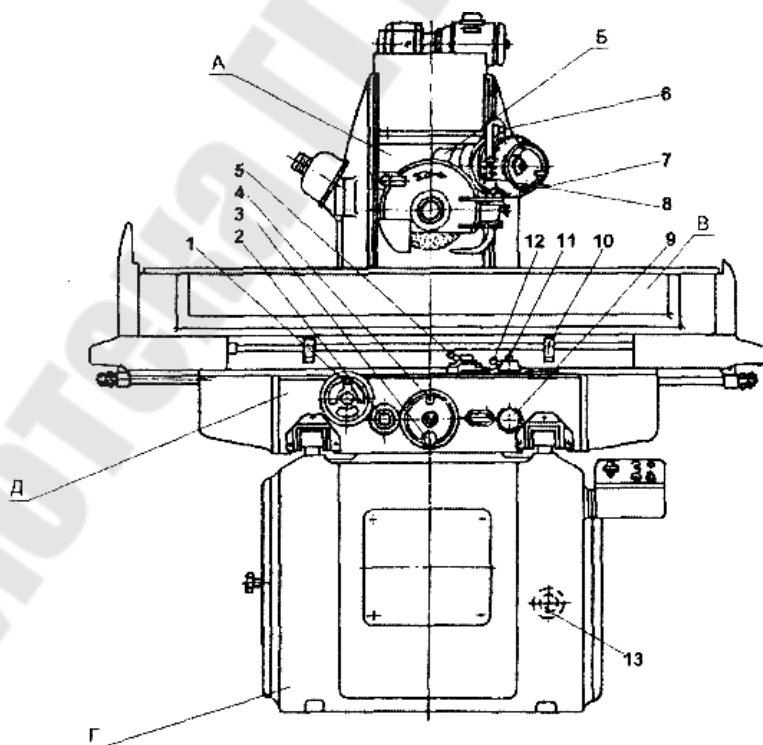


Рис. 3.5. Основные узлы и органы управления плоскошлифовального станка

Таблица 3.1

Органы управления станком

Номер позиции	Наименование органов управления
1	Рукоятка продольного ручного перемещения стола
2	Лимб установки величины автоматической поперечной подачи стола
3	Лимб ручной поперечной микрометрической подачи стола
4	Рукоятка ручной поперечной подачи стола
5	Рукоятка ручного продольного реверсирования стола
6	Рукоятка установки величины автоматической вертикальной подачи
7	Рукоятка ручной вертикальной подачи
8	Рукоятка крана регулировки подачи охлаждающей жидкости
9	Кнопка включения реверсирования подачи охлаждающей жидкости
10	Упоры продольного реверса стола
11	Рукоятка «Пуск» стола, «Стоп» стола и «Разгрузка гидропривода»
12	Рукоятка скорости движения стола
13	Вводный пакетный выключатель
14	Кнопка «Пуск» гидропривода
15	Переключатель режима работы «С плитой» и «Без плиты»

С применением различных приспособлений на станке 3Г71 возможно профильное шлифование различных деталей. Точность профиля при этом зависит от метода заправки профиля инструмента и от применяемого приспособления для крепления деталей.

Обрабатываемые детали закрепляются на столе с помощью электромагнитной плиты, тисков или при помощи специальных приспособлений и прижимов.

Конструкция узлов станка позволяет выбирать различные режимы шлифования сочетанием различных подач скоростей стола. Рекомендуемые режимы обработки приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2

Рекомендуемые пределы режимов обработки

Характер обработки поверхности	Скорость движения заготовки v_z , м/мин	Поперечная подача на ход стола S_B , мм/ход	Подача на глубину стола S_{tx} , мм/ход
Черновое шлифование	6–20	$(0,5–0,8)B_K^*$	0,006–0,06
Окончательное шлифование	5–20	8–50	0,004–0,08

* B_K – ширина абразивного инструмента.

Таблица 3.3

Техническая характеристика станка 3Г71

Параметры	Данные станка
Расстояние от оси шпинделя стола, мм:	
наименьшее	80
наибольшее	445
Поперечное перемещение стола, мм	235
Продольное перемещение стола, мм:	
наименьшее	70
наибольшее	710
Наибольшие размеры шлифуемых изделий, мм:	
длина	630
высота	320
ширина	200
Параметры зеркала стола, мм:	
длина	630
ширина	200
Цена одного деления лимба маховичка поперечного перемещения стола, мм	0,05
Продольное перемещение стола на 1 оборот маховичка, мм	15,3
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	235
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной бабки, мм	365
Размеры абразивного инструмента	250 × 32 × 76
Частота вращения шпинделя об/мин	2740
Окружная скорость, м/с	35
Тип подшипников шпинделя	Скольжения
Привод шпинделя	Плоскоременной
Габаритные размеры, мм:	
длина	1870
ширина	1550
высота	1980
Поперечная автоматическая подача стола на каждый ход, мм/ход:	
наибольшая	4,2
наименьшая	0,3
Скорость продольного перемещения стола, м/мин:	
наибольшая	20
наименьшая	5

Описание работы станка

На станине в поперечном направлении по двум V-образным направляющим качения перемещается крестовый суппорт.

По направляющим крестового суппорта, плоской и V-образной, в продольном направлении перемещается стол. В продольном направлении стол получает движение от гидроцилиндра, расположенного между его направляющими.

В нижней части крестового суппорта расположены следующие механизмы: поперечной подачи, продольного перемещения стола, продольного реверса стола, поперечного реверса стола, а также распределительная панель и гидравлическая панель ВШПГ-35.

С задней стороны на станине устанавливается колонна, по вертикальным направляющим качения которой перемещается шлифовальная головка. Внутри станины установлен гидроагрегат.

Описание кинематической схемы станка

Абразивный инструмент размером $250 \times 25 \times 76$ (рис. 3.6), установленный на шпинделе IV, получает главное движение от электродвигателя M1, посредством ременной передачи 27 и 25.

Вертикальная подача может быть ручная и автоматическая от гидросистемы.

Ручная вертикальная подача осуществляется от маховичка, установленного на валу III, и далее через червячную пару 22 и 23 на ходовой винт 20.

Ускоренная вертикальная подача шлифовальной головки 24 осуществляется от электродвигателя M2, вал II, червячную пару 19–18, ходовой винт 20 и гайку.

Электродвигатель M2 соединен с червяком предохранительной муфтой.

Поперечная подача крестового суппорта также может быть ручной и автоматической. Ручную подачу осуществляют маховичком, установленным на валу IX, посредством колес 8 и 9, вращающим ходовой винт 2, при этом гайка 1 перемещается по винту вместе со столом. Тонкую ручную подачу можно осуществлять лимбом, закрепленным на валу X, по той же схеме.

Автоматическая поперечная подача осуществляется с помощью лопастного насоса, установленного на валу XII, пуск которого происходит от рукоятки вала XIII и далее через зубчатую передачу 7. Вращение ротора гидравлического цилиндра передается храповому колесу 6, зубчатым колесам 5, 4, 3 и ходовому винту 2. Колесо 3 может

быть включено в зацепление непосредственно с шестерней 5, вследствие чего винт получит обратное вращение. Поперечная подача суппорта происходит в конце каждого продольного хода.

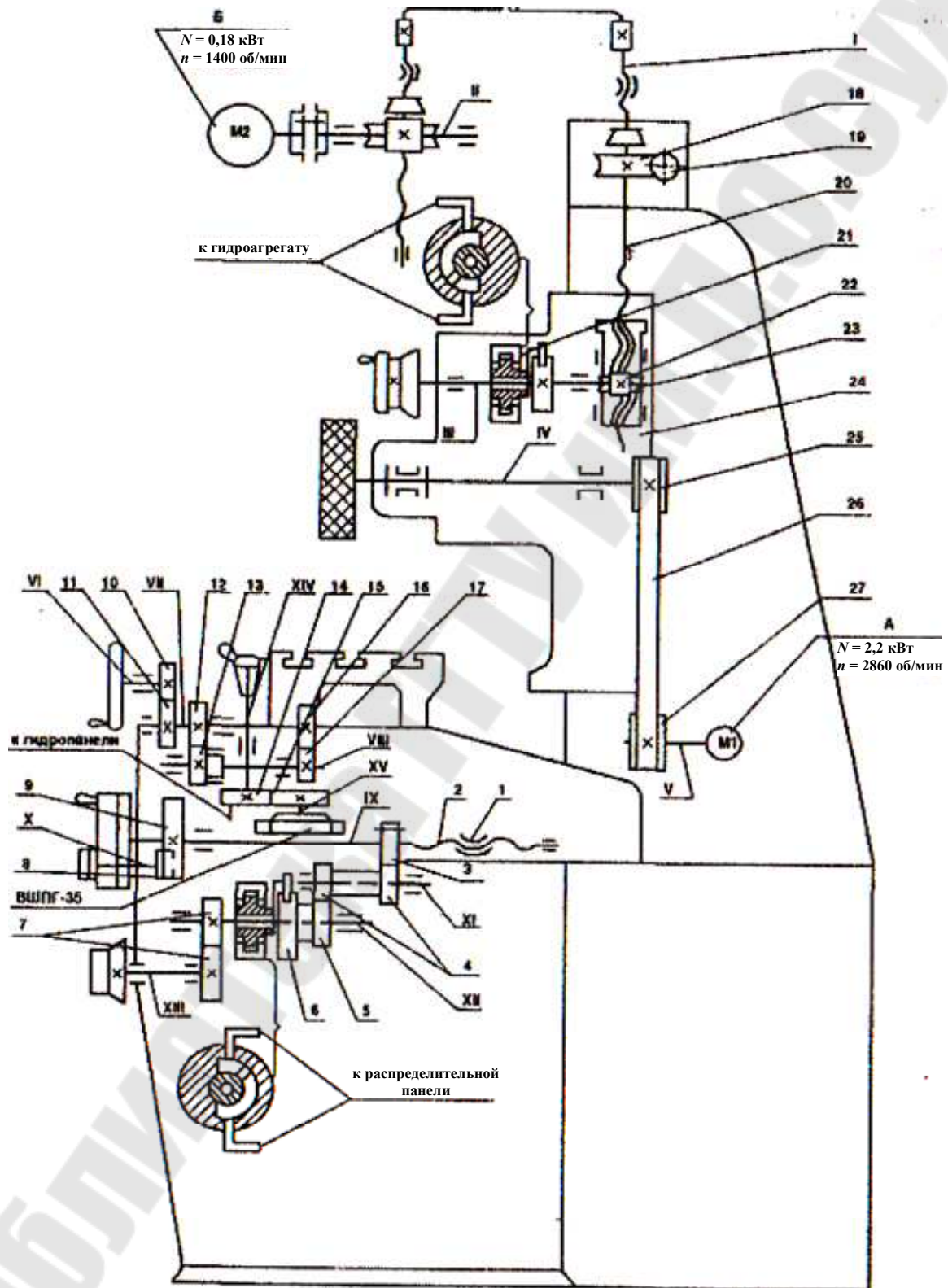


Рис. 3.6. Кинематическая схема станка

Продольная подача стола может быть ручной и автоматической от гидравлической системы. Ручная продольная подача осуществляется маховичком, установленным на валу VI, далее через зубчатые колеса 10 и 11, вал VII, зубчатые колеса 12 и 13, вал VIII, зубчатое колесо 17 и рейку 16 прикрепленную к столу станка. При включении гидравлической системы зубчатое колесо 17 автоматически выводится из зацепления с рейкой 16.

Продольный реверс стола осуществляется от кулачка, закрепленного на столе и установленного на валу XIV, через зубчатые колеса 14 и 15. Зубчатое колесо 15 управляет золотником ВШПГ-35.

3.3.2. При выполнении пп. 4 и 5 необходимо изучить гидропривод станка, а также работу подвижных узлов в автоматическом режиме, построить цикловую диаграмму для станка по наибольшим значениям режимов резания. Указать на циклограмме зоны разгона и торможения рабочего узла.

Гидропривод универсального плоскошлифовального станка модели ЗГ71

В плоскошлифовальном станке модели ЗГ71 (рис. 3.7) гидропривод осуществляет: 1) продольное возвратно-поступательное перемещение стола с регулируемой скоростью; 2) автоматическую прерывистую поперечную подачу на каждый продольный ход стола; 3) реверс поперечной подачи стола; 4) автоматическое отключение и блокировку механизмов ручного перемещения во время работы; 5) автоматическую вертикальную подачу на каждый поперечный реверс. От гидропривода осуществляется смазка направляющих стола.

В гидропривод станка входят насос Н пластинчатого типа, гидроцилиндр перемещения стола ЦС, неполноповоротные гидродвигатели для поперечной подачи ДПП и вертикальной подачи ДВП, гидроцилиндр включения поперечной подачи ЦПП, гидроцилиндр блокировки ЦБ. Реверсирование стола и регулирование его скорости осуществляется с помощью гидропанели ВШПГ-35; механизмы поперечной подачи управляются от разделительной панели, снабженной крановым гидроаппаратом для включения и отключения механизма реверса поперечной подачи. Механизмы вертикальной подачи управляются золотником и крановым распределителем.

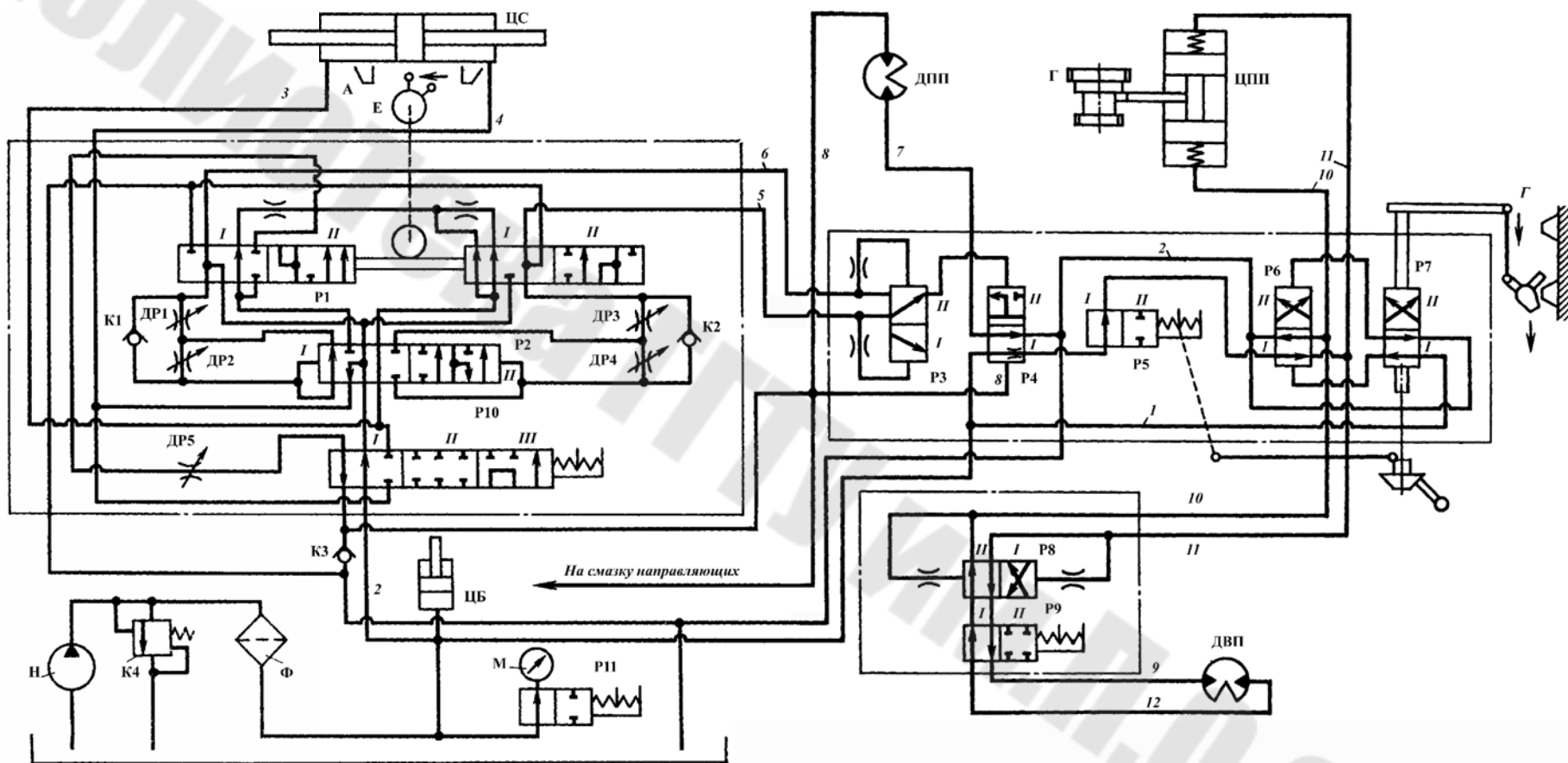


Рис. 3.7. Гидравлическая схема универсального плоскошлифовального станка

Пуск гидропривода и перемещение стола. Гидропривод станка включается в работу нажатием кнопки «Гидропривод». Для осуществления движения стола крановый гидроаппарат Р10 панели ВШГП-35 устанавливается в положение «Пуск» (положение I). Поток масла от насоса Н, пройдя через фильтр тонкой очистки Ф по трубопроводу 1, поступает к гидрораспределителю Р2. Плунжер гидрораспределителя Р2 занимает положение I или II в зависимости от положения плунжера гидрораспределителя управления Р1. Гидрораспределитель управления Р1 переключается упорами А, связанными со столом, посредством системы шестерен Е. При положении I плунжера гидрораспределителя Р2 масло по трубопроводу 4 поступает в правую полость ЦС. Стол движется влево. Масло из правой полости ЦС сливается в гидробак по трубопроводу 3, через гидрораспределители Р2 и Р1, гидродроссель ДР3, гидрораспределитель Р10 и гидроклапан К3. Скорость перемещения стола регулируется гидродросселем ДР3.

Реверсирование стола. При перемещении стола влево правый упор А перебрасывает рычаг реверса, который переключает гидрораспределитель управления Р1 в положение II. В результате происходит реверсирование стола и стол перемещается вправо. В крайнем правом положении рычаг реверса перебрасывается обратно. Происходит реверсирование стола влево. Плунжер гидрораспределителя Р1 при его переключениях конусами сначала перекрывает выход масла из цилиндра ЦС, осуществляя торможение стола, а затем дает команду на реверсирование гидрораспределителя Р2 и после этого полностью перекрывает выход масла из цилиндра. Осуществляется останов стола. На входе в торцовые полости гидрораспределителя Р2 установлены обратные гидроклапаны К1 и К3, а также по два гидродросселя ДР1, ДР2 и ДР3, ДР4. Гидродроссели ДР2 и ДР4 предназначены для регулирования плавности реверсирования стола, а гидродроссели ДР1 и ДР3 – для регулирования времени задержек стола в крайних положениях. При переключениях плунжера гидрораспределителя Р2 масло вытесняется сначала через гидродроссель задержки (ДР1 или ДР3), а после того как плунжер перекрывает канал гидродросселя задержки, – через гидродроссели ДР1, ДР2 или ДР4, ДР3, оказывающиеся включенными последовательно. На первой половине пути скорость перемещения плунжера гидрораспределителя Р2 будет больше, чем на второй. Время и плавность реверсирования стола в каждом направлении регулируются отдельно.

Поперечная подача. Поперечная подача происходит во время каждого реверсирования стола. После того как плунжер гидрораспределителя Р2 займет положение II, масло по трубопроводу 5 поступает к гидрораспределителю Р3 и через его каналы к гидрораспределителю Р4. Гидрораспределитель Р4 переключается в положение II, а гидрораспределитель Р3 – в положение I (с необходимой задержкой). Поток масла из канала 7 через гидрораспределитель Р4 по каналу 7 поступает к гидродвигателю ДПП, осуществляя поворот его ротора. Для того чтобы работал механизм поперечной подачи, необходимо рукоятку реверса В, заблокированную с крановым гидроаппаратом Р5, повернуть по часовой стрелке до упора. Крановый гидроаппарат Р5 при этом переключится в положение I. Масло из трубопровода I через гидрораспределители Р4 и Р6 попадает в трубопровод 11 и далее – в верхнюю полость гидроцилиндра ЦПП. Нижняя полость ЦПП через трубопровод 10, гидрораспределитель Р6 сообщается со сливным каналом 2. Гидроцилиндр ЦПП осуществляет зацепление подвижной шестерни механизма поперечной подачи с шестерней храпового механизма. Крестовый суппорт станка перемещается на заданную величину.

После того как плунжер гидрораспределителя Р3 займет верхнее положение, верхняя торцовая камера гидрораспределителя Р4 через каналы гидрораспределителя Р3, трубопровод 6 и канал гидрораспределителя Р1 (находящегося в положении II) сообщается со сливной линией 2. Под давлением масла в канале 8 плунжер гидрораспределителя Р4 переключится в положение 7. При этом трубопровод 7 сообщается со сливной гидролинией 2 и ротор гидродвигателя ДПП под давлением масла в трубопроводе 8 смещается в исходное положение. При последующем реверсе стола (плунжер гидрораспределителя Р1 оказывается в положении 7) масло по трубопроводу 6 вновь поступает к гидрораспределителям Р3 и Р4. Цикл работы механизма поперечной подачи повторится.

Реверсирование поперечной подачи. Поперечная подача реверсируется гидрораспределителем Р6, команду на переключение которого дает гидрораспределитель Р7, управляемый вручную или упорами Г крестового суппорта. При реверсировании поперечной подачи в линию 10 поступает масло из линии нагнетания, а гидролиния II сообщается со сливом. Цилиндр ЦПП, переключая шестерни, осуществляет реверсирование поперечной подачи.

Вертикальная подача. При поперечной подаче масло по трубопроводу 11 поступает к гидрораспределителю Р8, плунжер которого начинает медленно перемещаться из положения II в положение I. В то же время масло через канал этого гидрораспределителя и трубопровод 9 поступает к гидродвигателю ДВП вертикальной подачи. Ротор

двигателя поворачивается, поворачивая храповой механизм и осуществляя вертикальную подачу. Через трубопроводы 12 и 10 и каналы гидрораспределителя Р6 масло от ДВП поступает к сливной гидролинии 2. Когда плунжер гидрораспределителя Р8 займет положение I, масло через каналы 11 и 12 поступает в ДВП, возвращая его ротор в исходное положение. Слив масла из ДВП происходит через трубопроводы 9, 10 и 2. Механизм вертикальной подачи работает только при реверсировании поперечной подачи (при переключении гидрораспределителя Р6 из положения II в положение I). Выключение гидродвигателя ДВП осуществляется распределителем Р9.

3.3.3. При выполнении второй части работы (пп. 6–8) необходимо:

1. Изучить схему, имитирующую работу круглошлифовального врезного автомата.

2. Описать циркуляцию жидкости для всех режимов цикла автомата.

3. Собрать гидравлическую схему (рис. 3.9), имитирующую работу гидропривода подач круглошлифовального автомата. При этом необходимо:

– подобрать соответствующую гидравлическую аппаратуру;
– соединить ее между собой, а также с гидроцилиндром и насосной установкой.

4. Включить насосную установку с разрешения преподавателя.

5. Снять показания измерительных устройств.

6. На основании анализа экспериментальных данных сделать выводы об особенностях работы заданной гидросистемы (см. с. 20 «Пример описания результатов измерений»).

7. Выполнить расчеты параметров по гидравлической схеме.

(Тема задания и вид измерительных устройств, показания которых необходимы для выполнения расчета, задаются преподавателем индивидуально).

Работа круглошлифовального врезного автомата

Некоторые шлифовальные станки могут производить обработку методом врезного шлифования. При этом обрабатываемой заготовке сообщается только вращательное движение вокруг своей оси (n_2) (рис. 3.8). Шлифовальная бабка вместе со шлифовальным кругом совершает быстрый подвод (БП), черновую рабочую подачу (S_1) и чистовую подачу (S_2). После окончания обработки осуществляется быстрый отвод (БО).

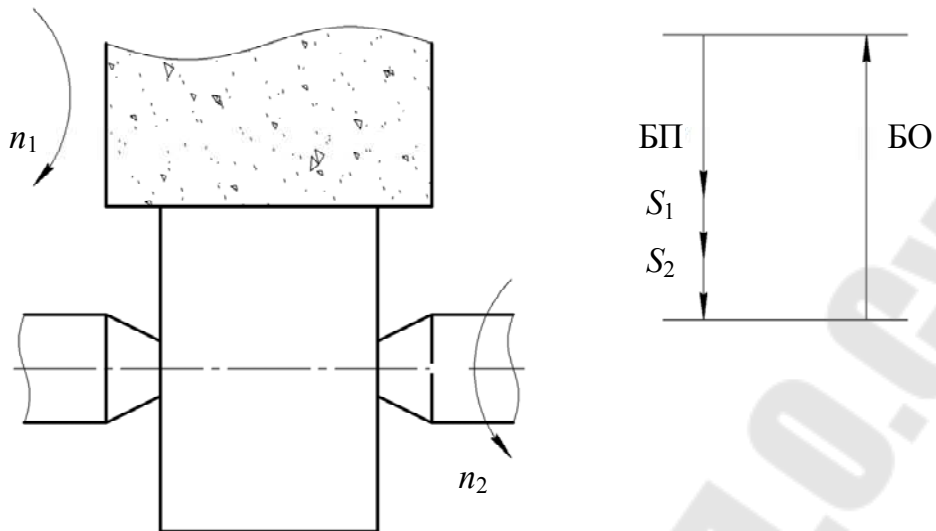


Рис. 3.8. Схема обработки методом врезного шлифования

Гидравлическая схема, имитирующая работу круглошлифовального врезного автомата, представлена на рис. 3.9.

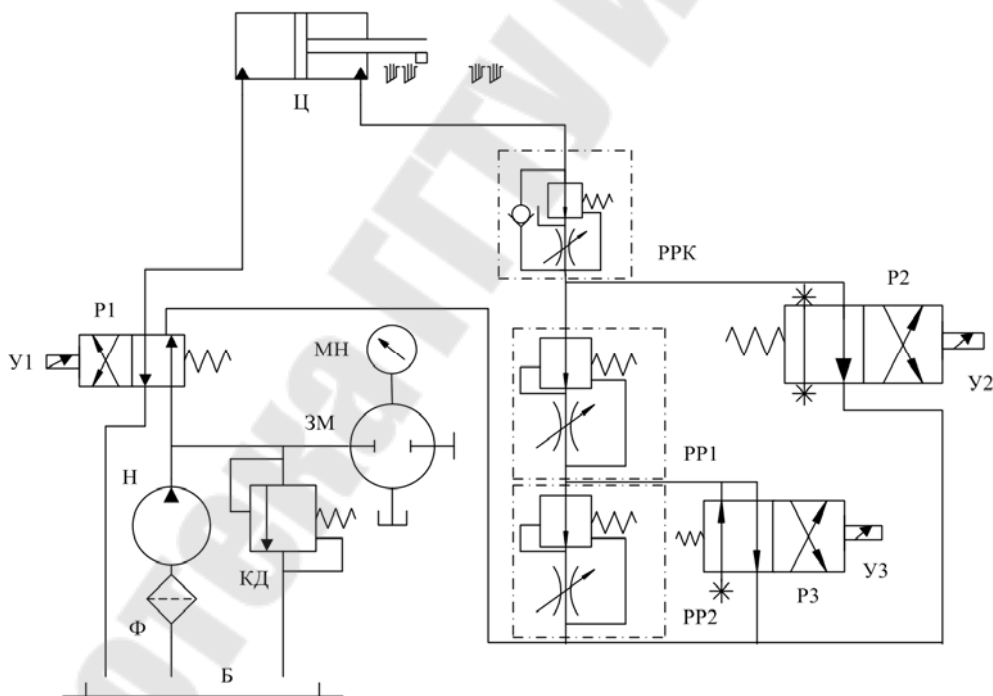


Рис. 3.9. Принципиальная гидравлическая схема, имитирующая работу круглошлифовального врезного автомата

3.4. Контрольные вопросы

1. Какие существуют типы плоскошлифовальных станков?
2. Какие факторы влияют на точность обработки и шероховатость поверхности?

3. С какой целью в гидравлическом приводе шлифовальных станков используют гидравлические панели реверса?
4. Начертите упрощенную цикловую диаграмму движения стола круглошлифовального станка $S = f(t)$.
5. Назначение и область применения станка 3Г71.
6. Какие рабочие и установочные движения имеются на плоскошлифовальном станке модели 3Г71?
7. Перечислите основные узлы и органы управления станка.
8. Объясните принцип работы станка.
9. Объясните работу гидравлической системы станка.
10. Какой способ регулирования скорости движения РО используется в гидравлическом приводе?
11. Объясните работу цилиндра по гидравлической схеме круглошлифовального врезного автомата (рис. 3.9).

Литература

1. Бирюков, Б. Н. Гидравлическое оборудование для металлорежущих станков / Б. Н. Бирюков. – Москва : Машиностроение, 1979. – 115 с.

2. Гинзбург, А. А. Дроссельное регулирование в гидросистемах и адаптация гидропривода к нагрузке (*LS*-принцип) : курс лекций для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / А. А. Гинзбург. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 77 с.

3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учеб. для машиностр. вузов / Т. М. Башта [и др.]. – Изд. 2-е, перераб. – Москва : Машиностроение, 1982. – 423 с.

4. Пинчук, В. В. Гидроприводы станков : лаборатор. практикум для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / В. В. Пинчук. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 22 с.

5. Михайлов, М. И. Изучение конструкций и настройка станков моделей 1112, 2К52-1, И32 ЗГ71 : лаборатор. практикум по дисциплине «Станочное оборудование» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / М. И. Михайлов, В. Е. Калашников. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 63 с.

6. Столбов, Л. С. Основы гидравлики и гидропривод станков / Л. С. Столбов, А. Д. Перова, О. В. Ложкин. – Москва : Машиностроение, 1988. – 256 с.

Содержание

Введение.....	3
<i>Лабораторная работа № 1. Дроссельное регулирование скорости движения рабочего органа.....</i>	<i>11</i>
<i>Лабораторная работа № 2. Управление циклом работы гидравлических цилиндров</i>	<i>22</i>
<i>Лабораторная работа № 3. Изучение работы гидропривода шлифовальных станков.....</i>	<i>31</i>
Литература	49

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Кульгейко Галина Степановна
Головко Иван Николаевич
Матвееенкова Светлана Михайловна

ГИДРОПРИВОДЫ СТАНКОВ

Лабораторный практикум
по одноименному курсу для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. И. Жукова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 24.03.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,3.

Изд. № 79.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.