

Цель работы: изучение устройства и принципа работы предохранительного клапана прямого действия; изучение способов управления давлением жидкости в гидросистеме.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Предохранительный клапан – это трубопроводная арматура, предназначенная для защиты от механического разрушения оборудования и трубопроводов избыточным давлением путем автоматического выпуска рабочего тела из систем и сосудов с давлением сверх установленного. Клапан также должен обеспечивать прекращение сброса рабочего тела при восстановлении рабочего давления.

Предохранительный клапан является арматурой прямого действия, работающей непосредственно от рабочей среды, наряду с большинством конструкций защитной арматуры и регуляторами давления прямого действия.

Предохранительные клапаны классифицируются по следующим признакам.

По принципу действия:

- клапаны прямого действия (обычно именно эти устройства имеют в виду, когда используют словосочетание «предохранительный клапан»; они открываются непосредственно под действием давления рабочей среды);
- клапаны непрямого действия (клапаны с управлением путем использования постороннего источника давления или электроэнергии; общепринятое название таких устройств – импульсные предохранительные устройства).

По характеру подъема замыкающего органа:

- клапаны пропорционального действия (используются на несжимаемых средах);
- клапаны двухпозиционного действия.

По высоте подъема замыкающего органа:

- малоподъемные,
- среднеподъемные,
- полноподъемные.

По виду нагрузки на золотник:

- грузовые или рычажно-грузовые,
- пружинные,
- рычажно-пружинные,
- магнито-пружинные.

Рассмотрим принцип работы предохранительных клапанов и их устройство.

Предохранительные клапаны обычно устанавливаются в напорную линию параллельно. В случае достижения в гидролинии давления настройки предохранительного клапана он открывается и пропускает поток (или часть потока) из напорной линии в сливную, тем самым понижая давление в гидролинии. Как только давление в гидролинии становится меньше давления настройки клапана, он закрывается, перекрывая поток жидкости из напорной линии в сливную.

На рис. 10.1 показана принципиальная схема предохранительного клапана седельного типа.

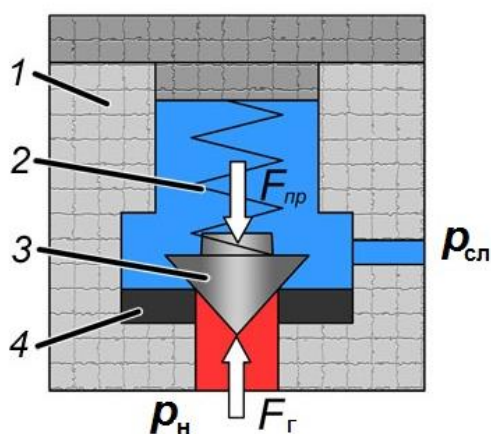


Рис. 10.1. Принципиальная схема предохранительного клапана седельного типа:

1 – корпус; 2 – пружина;
3 – запорно-регулирующий элемент; 4 – седло

В исходном состоянии усилие $F_{\text{пр}}$ пружины 2 прижимает запорно-регулирующий элемент (конус) 3 к седлу 4. Напорная линия отделена от сливной.

В случае если сила F_{Γ} давления потока на запорно-регулирующий элемент превысит силу $F_{\text{пр}}$, конус сместится вверх, пропуская поток из напорной линии в сливную с давлением $p_{\text{сл}}$.

При отсутствии давления в линии слива величина усилия F_{Γ} определяется по формуле:

$$F_{\Gamma} = p_{\text{н}} \cdot A, \quad (10.1)$$

где A – площадь уплотняемой поверхности; $p_{\text{н}}$ – давление в гидросистеме.

Регулировка давления настройки предохранительного клапана осуществляется путем изменения предварительного поджатия пружины.

В клапанах прямого действия на запорно-регулирующий элемент с одной стороны действует усилие пружины, с противоположной – сила давления жидкости.

Пружину в таких клапанах называют силовой, так как именно она оказывает силовое воздействие, удерживающее запорно-регулирующий элемент до момента открытия.

Предохранительный клапан седельного типа, рассмотренный ранее, является примером клапана прямого действия. К этому же типу относят клапаны золотникового типа (рис. 10.2).

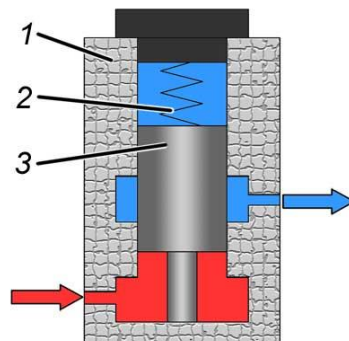


Рис. 10.2. Принципиальная схема
предохранительного клапана седельного типа:
1 – корпус; 2 – пружина; 3 – золотник

В исходном состоянии золотник 3 (см. рис. 10.2), установленный в корпусе 1, перекрывает каналы в напорной и сливной линиях. При увеличении силы давления до величины, превышающей усилие пружины 2, золотник будет перемещаться вверх, открывая канал для прохода потока из напорной линии в сливную.

Работа предохранительных клапанов оценивается статическими и динамическими характеристиками. Статической характеристикой (расходно-перепадной) называется зависимость давления срабатывания клапана от изменения расхода жидкости, протекающей через него. Характеристика предохранительного клапана прямого действия имеет достаточно большой подъем (рис. 10.3).

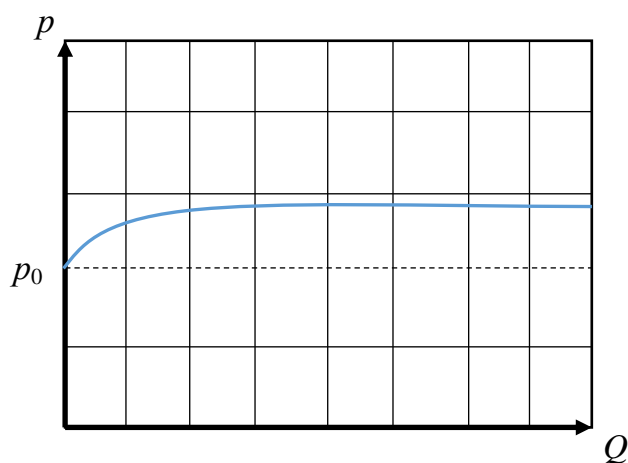


Рис. 10.3. Расходно-перепадная характеристика предохранительного клапана прямого действия

Клапаны прямого действия склонны к автоколебаниям. При больших расходах и высоких давлениях размеры пружины должны быть очень большими.

На работу предохранительного клапана влияют не только статические, но и динамические нагрузки.

Для снижения негативного влияния автоколебаний подпружиненного запорно-регулирующего элемента в предохранительных клапанах прямого действия используют устройства демпфирования.

Наиболее распространенным устройством демпфирования является демпфирующий поршень, который жестко связан с запорно-регулирующим элементом.

Для демпфирования в поршне может быть выполнен узкий канал или снята лыска, как в примере, показанном на рис. 10.4.

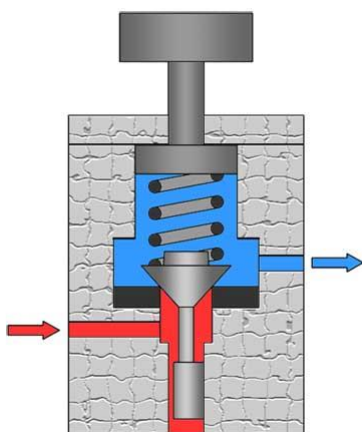


Рис. 10.4. Принципиальная схема предохранительного клапана прямого действия с демпфирующим поршнем

Во время движения поршня жидкость движется в малом зазоре. При этом возникает демпфирующее усилие, направленное в сторону, противоположную движению поршня.

В конструкции большинства современных гидравлических предохранительных клапанов прямого действия присутствует демпфирующий поршень.

При увеличении расхода через предохранительный клапан необходимо увеличивать и диаметры подводных каналов, и запорно-регулирующие элементы. Вследствие увеличения площади уплотняемой поверхности потребуется и увеличение усилия поджатия пружины, а значит, и увеличение самой пружины.

Для обеспечения относительно небольших габаритов клапана при больших значениях расхода используют предохранительные клапаны непрямого действия, состоящие из основного и управляющего клапанов, (рис. 10.5).

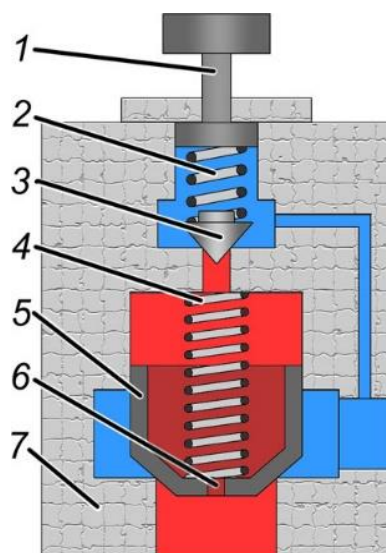


Рис. 10.5. Принципиальная схема
предохранительного клапана непрямого действия:

- 1 – регулировочный винт; 2 – силовая пружина;
3 – вспомогательный запорно-регулирующий
элемент (управляющий клапан); 4 – нерегулируемая пружина;
5 – переливной запорно-регулирующий элемент
(основной клапан); 6 – дроссель; 7 – корпус

Клапан управления представляет собой классический предохранительный клапан прямого действия, который способен пропустить лишь небольшой объем жидкости. Однако при его открытии за счет возникшего перепада давления на постоянном дросселе 6 запорно-регулирующий элемент 5 переместится вверх, соединив напорную линию со сливом. Пружина 4 в этом клапане мягкая, она предназначена для возвращения запорно-регулирующего элемента в исходное состояние.

Настройка клапана осуществляется регулировочным винтом 1, который позволяет изменять предварительное поджатие силовой пружины 2.

Характеристика предохранительного клапана непрямого действия более пологая, клапан этой конструкции имеет меньшие габариты, чем аналогичный клапан прямого действия.

Если в гидросистеме требуется поддерживать три различных уровня давления, то помимо настройки регулятора давления на насосе давление

дополнительно может регулироваться двумя предохранительными клапанами прямого действия, управляемыми через 4/3-гидрораспределитель.

Управляя предохранительными клапанами посредством 4/3-гидрораспределителя, можно добиться ступенчатого изменения максимального или рабочего давления в системе.

Различают последовательный и параллельный типы подключения.

При параллельно подключенных предохранительных клапанах минимальное установленное давление определяет максимальное давление в гидросистеме.

При последовательном подключении предохранительных клапанов давление за клапанами равно сумме давлений, настроенных на каждом из клапанов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание

- Ознакомиться и кратко законспектировать общие сведения о предохранительных клапанах.
- Изучить условия задачи и спецификацию гидроаппаратов, которые потребуются для ее решения (табл. 10.1).
- Самостоятельно разработать гидравлическую схему решения задачи.
- Разработанную гидравлическую схему сравнить с рис. 10.6 и дорисовать недостающие элементы.
- Дать описание работы гидравлической схемы.
- Сделать выводы по результатам проведенной работы и ответить на контрольные вопросы.

Условия задачи

Для управления двумя гидроцилиндрами одностороннего действия и рабочим режимом станка в гидросистеме необходимо реализовать три линии с различными уровнями давления.

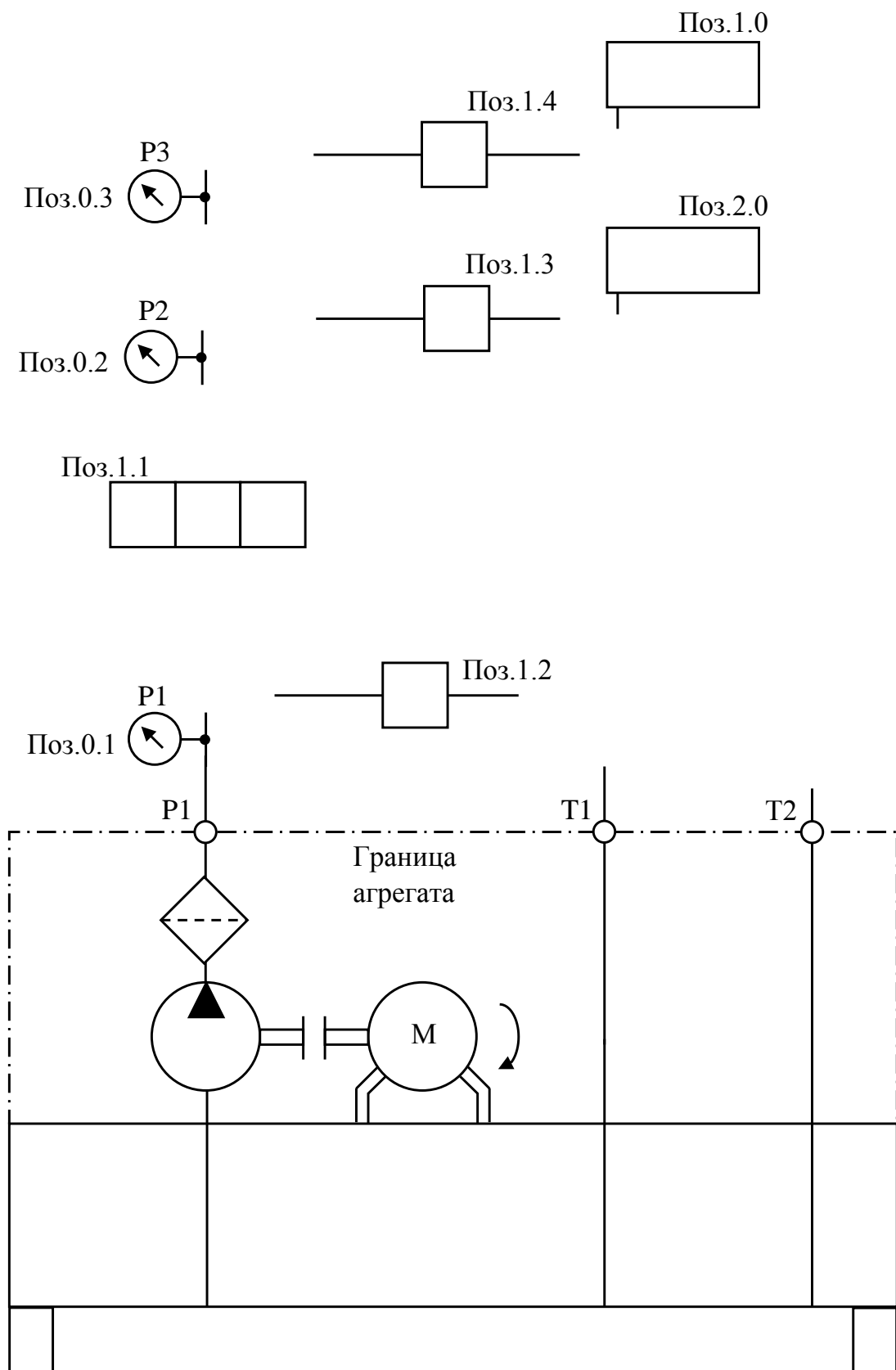
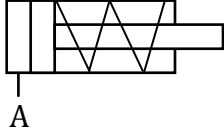
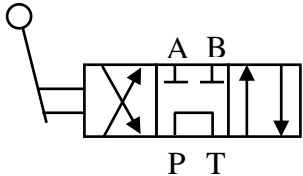
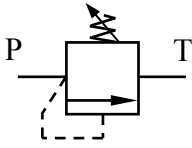



Рис. 10.6. Гидравлическая схема регулирования давления при помощи нескольких предохранительных клапанов (параллельное подключение)

Спецификация к гидравлической схеме

Позиция	Количество, шт.	Название устройства	Обозначение типа устройства	Символ
1.0 2.0	2	Гидроцилиндр одностороннего действия	ГЦ1	
1.1	1	Гидрораспределитель четырехлинейный трехпозиционный с ручным управлением	Р4/3-РУ	
1.2 1.3 1.4	3	Предохранительный клапан с ручным управлением	КП-РУ	
0.1 0.2 0.3	3	Тройник с манометром	ТМ	

Контрольные вопросы

1. Для чего используют последовательное и параллельное подключение предохранительных клапанов в гидросистеме?
2. Назовите еще способы ступенчатого регулирования давления в гидросистеме.
3. Как обозначается предохранительный клапан непрямого действия на гидравлической схеме?