УДК 621.22

Филипова Людмила Геннадьевна, Ст. преподаватель,
Белорусский Национальный Технический Университет
Filipova Lyudmila Gennadevna,
Belarusian National Technical University

Джежора Светлана Владимировна, Ст. преподаватель,
Белорусский Национальный Технический Университет
Dzhezhora Svetlana Vladimirovna,
Belarusian National Technical University

Гринкевич Мария Олеговна, студентка,
Белорусский Национальный Технический Университет
Grinkevich Maria Olegovna,
Belarusian National Technical University

Садовская Дарья Александровна, инженер,
Белорусский Национальный Технический Университет
Sadovskaya Daria Alexandrovna,
Belarusian National Technical University

АНАЛИЗ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ
ANALYSIS OF SCHEMATIC AND DESIGN PATTERNS OF SAFETY VALVES AND THEIR CLASSIFICATION

Аннотация. В данной статье описывается методика расчета предохранительных клапанов, которая учитывает их статические и динамические характеристики. Приводится анализ схем и конструкций предохранительных клапанов, их конструктивных особенностей.

Abstract. This article describes a methodology for calculating safety valves that takes into account their static and dynamic characteristics. An analysis is provided of the schemes and designs of safety valves, as well as their structural features.

Ключевые слова: Предохранительный клапан, рабочая жидкость, гидросистема, пружина, запорный элемент.

Keywords: Safety valve, working fluid, hydraulic system, spring, locking element.

Введение

Предохранительные клапаны служат для ограничения давления рабочей жидкости в гидросистеме сверх заданной величины. Существует ряд схем и конструкций этих устройств, что вызывает определенные затруднения при расчете его параметров. В большинстве известных работ расчеты таких клапанов основаны на статике, где они сводятся к определению проходного сечения клапанной щели и параметров пружины. Однако необходима методика расчета, учитывающая как статические, так и динамические характеристики клапанов, а также возможные изменения физических параметров рабочей жидкости. Поэтому ниже приведен анализ схем и конструкций предохранительных клапанов, их конструктивных особенностей.

Основная часть. Анализ схем и конструкций предохранительных клапанов и их классификация. Предохранительные клапаны, как правило, эпизодического действия и их

запорно-регулирующие элементы открываются лишь при давлении жидкости в гидросистеме, превышающем установленное.

Принцип действия этих клапанов основан на уравновешивании силы давления жидкости усилием пружины, весом груза, силой, развиваемой электромагнитом. Чаще в клапанах мобильных машин используются пружины. Когда сила давления жидкости, действующая на запорно-регулирующий элемент (клапан), преодолевает усилие пружины, клапан смещается со своего седла и открывает проход жидкости, а при понижении давления происходит обратный процесс, т.е. клапан перекрывает этот проход. Внешняя сила создается обычно пружиной с регулируемой затяжкой или усилием пружины, к которому добавляется дополнительная сила (давление жидкости и пр.), изменяющая в процессе работы закон нагружения.

По воздействию потока жидкости на запорно-регулирующий элемент такие клапаны делятся на:

– клапаны прямого действия (однокаскадные);
– клапаны непрямого действия (двухкаскадные).

Клапаны прямого действия используются в гидросистемах с относительно небольшими расходами жидкости и величинами давления. Если же эти параметры значительные, то применяются предохранительные клапаны непрямого действия. Они содержат два запорно-регулирующих элемента (основной и вспомогательный). В них рабочее проходное сечение в затворе (клапан – седло клапана) изменяется вследствие воздействия рабочей жидкости на клапан, т.е. силы, вызванной перепадом давления.

Диаметры затворов клапанов прямого действия при высоких давлениях ограничены величиной 25 мм, поскольку при больших значениях диаметра размеры пружины недопустимо возрастают, что влияет на габариты, работу, стабильность настройки давления клапана. Следует отметить, что предохранительные клапаны должны пропускать необходимый поток жидкости, иметь высокую герметичность и стабильность давления их настройки (±5%).

Для облегчения анализа схем и конструкций предохранительных клапанов прямого действия можно воспользоваться их классификацией:

1. Клапаны с прямым потоком жидкости, без демпфирования и с нецентрированным запорным элементом:

1) шариковые (рисунок 1, позиция 1);
2) конические (рисунок 1, позиция 2);
3) тарельчатые (рисунок 1, позиция 3);
4) с разрывной диафрагмой (рисунок 1, позиция 4);
5) с трубкой растяжения (рисунок 1, позиция 5).

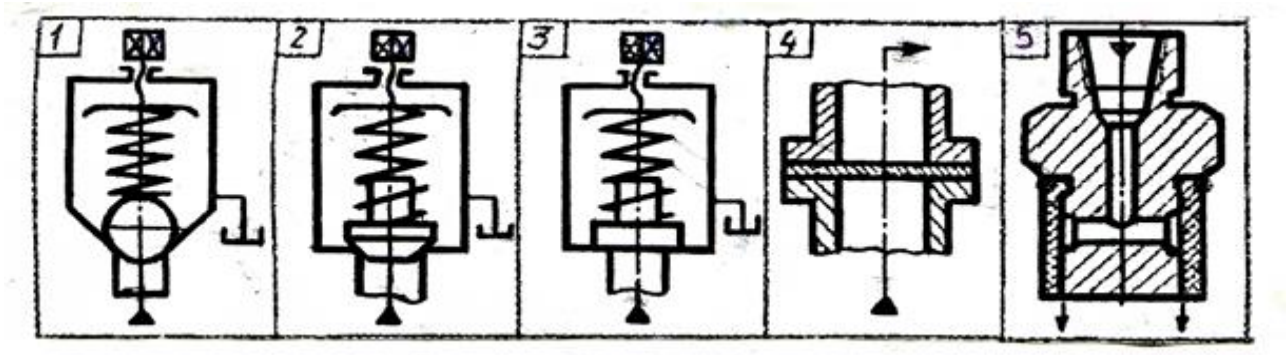

Рисунок 1. Предохранительные клапаны прямого действия
с несцентрированным запорным элементом

Простейшие клапаны (рисунок 1, позиция 1…3) чаще всего применяются для условных проходов 2…8 мм. При значительных расходах и высоких давлениях он имеют большие габариты и усилия пружины, работают с шумом и вибрациями, если режим работы неустановившийся. Их запорный орган несцентрирован в корпусе, в результате чего создаются вибрации, которые могут вызвать смещение клапана, приводящее к преждевременному износу его седла.

Клапаны прямого действия с разрушаемой жидкостью диафрагмой (рисунок 1, позиция 3) или с устройством для ее принудительного прокалывания, как правило, однократного действия, работают в режиме предохранения системы при значительных аварийных перегрузках. Трубка растяжения (рисунок 1, позиция 5), выполненная из эластичного материала или пластмассы, используется в клапанах прямого действия, применяемых для аварийного предохранения гидросистем низкого давления. Они в основном используются в тех случаях, когда затруднительно применение других клапанов. Величина предельного давления клапана определяется толщиной трубки и ее упругостью.

2. Клапаны с прямым потоком жидкости и со сцентрированным запорным элементом:

1) шариковые (рисунок 2, позиция 1);
2) конические (рисунок 2, позиция 2);
3) с плоской формой запорного органа (рисунок 2, позиция 3);
4) с канавками на центрируемой поверхности запорного органа (рисунок 2, позиция 4);
5) золотниковые (рисунок 2, позиция 5).

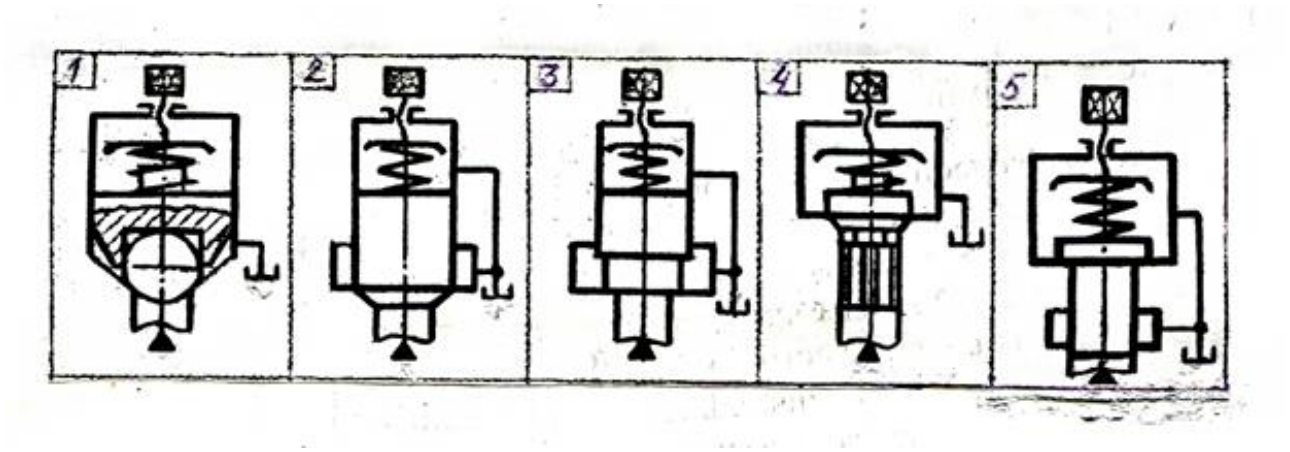

Рисунок 2. Предохранительные клапаны прямого действия
со сцентрированным запорным элементом

Так как запорный орган сцентрирован в корпусе, то седло менее подвержено разрушению, особенно при высоком давлении. Причем сила трения, возникающая в запорных устройствах, частично демпфирует возможные вибрации и способствует повышению динамической устойчивости клапана.

3. Клапаны с прямым потоком жидкости, со сцентрированным запорным элементом и демпфированием движения клапана (рисунок 3, позиции 1…6):

1) с фрикционным демпфированием (рисунок 3, позиция 1);
2) с гидравлическим демпфированием (рисунок 3, позиция 2 и 3).

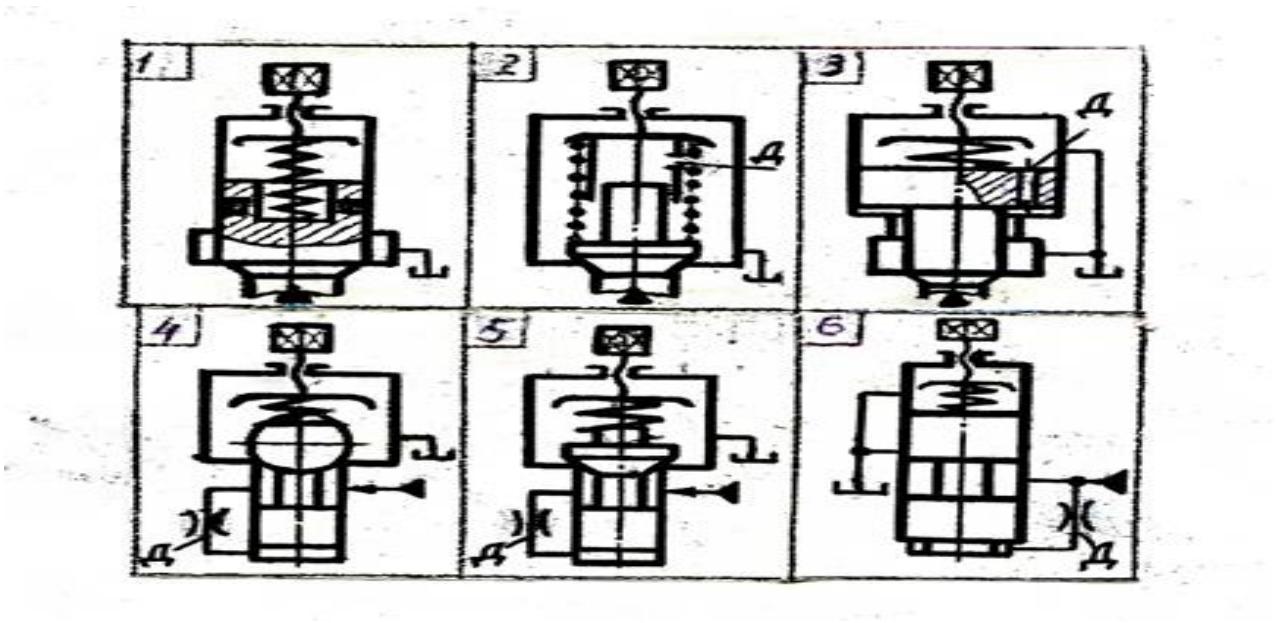

Рисунок 3. Предохранительные клапаны со сцентрированным запорным элементом и демпфированием движения клапана

Демпфером может служить кольцо 1 (рисунок 3, позиция 1) или дроссели Д (рисунок 3, позиции 2…6). Демпфирование движения клапана повышает динамическую устойчивость работы клапана, особенно при неустановившемся режиме. Демпфирование может быть осуществлено как в сливной полости (рисунок 3, позиция 2), так и в напорной (рисунок 3, позиция 4 и 5). Следует отметить также, что оно снижает чувствительность клапана.

Существуют также предохранительные клапаны этой группы более сложные по конструкции с золотниково-подклапанным дросселированием.

4. Двухступенчатые предохранительные клапаны прямого действия.

Они не получили широкого распространения, но следует отметить, что в них имеется две ступени, каждая из которых работает при давлении, равном половине рабочего. Это повышает их долговечность и позволяет использовать при высоких давлениях (до 63 Мпа).

5. Дифференциальные клапаны (рисунок 4, позиции 1…3)

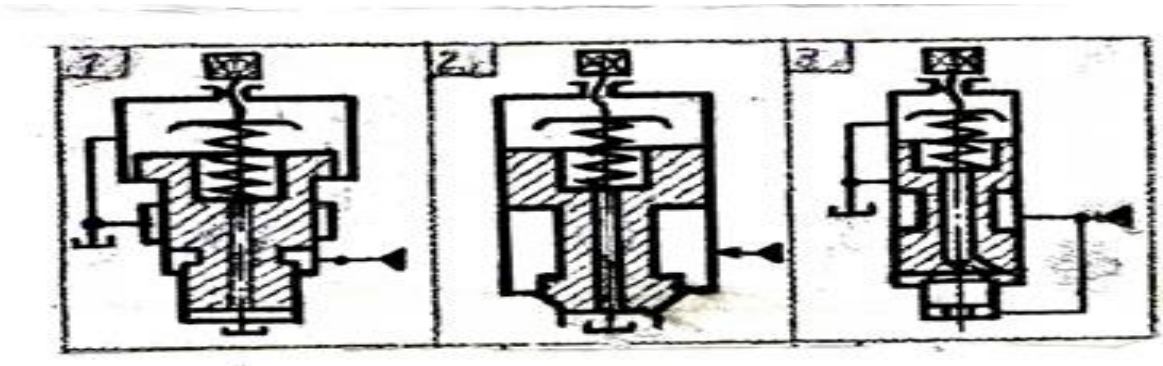

Рисунок 4. Предохранительные дифференциальные клапаны прямого действия

Они используются для уменьшения габаритов пружины клапана. В них небольшая активная площадь действия жидкости образуется за счет разности площадей клапана и уравновешивается относительно слабой пружиной.

Эти клапаны могут выполняться с демпфированием как в сливной, так и напорной полостях. Можно также в них использовать индикаторный стержень.

Дифференциальные клапаны работают относительно хорошо и при высоких давлениях (до 32 Мпа) и больших расходах, так как пружина в них получается меньшего размера по сравнению с рассмотренными схемами выше.

6. Клапаны с обратным потоком жидкости (рисунок 5, позиции 1…4)

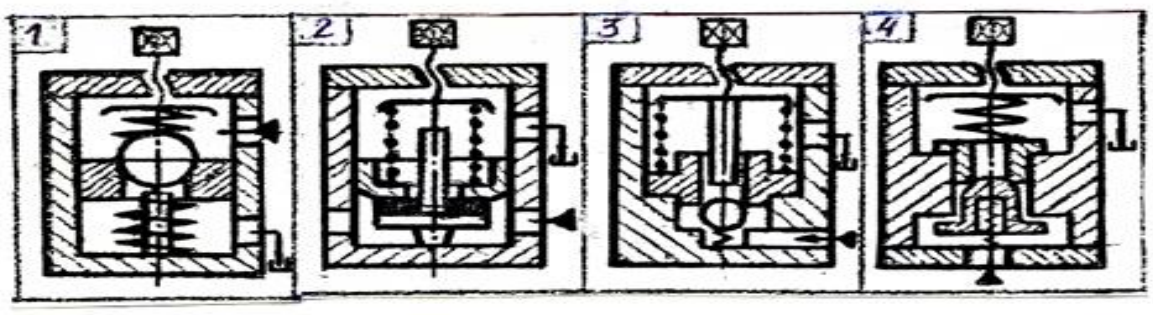

Рисунок 5. Предохранительные клапаны прямого действия с обратным потоком жидкости

Они содержат упор в сливной (рисунок 5, позиция 3) и напорный (рисунок 5, позиция 4) полостях.

Эти клапаны позволяют сохранить постоянство контактного давления, с которым запорный орган прижимается к седлу, на всем диапазоне изменения рабочего давления жидкости. В этих клапанах при низких давлениях допускается скорость жидкости до 15 м/с, а при высоких – до 30 м/с, но при этом усиливается эрозийный износ седла. Запорные элементы в них могут быть шариковыми, коническими и тарельчатыми.

Заключение

Так как в клапанах прямого действия рабочее проходное сечение изменяется в результате непосредственного воздействия потока рабочей жидкости на запорно-регулирующий элемент, то при открытии последнего давление перед ним падает, а за ним – возрастает, что приводит к уменьшению рабочей щели. Клапан работает в условиях переходных режимов, включающих в ряде случаев вибрационные процессы, это существенно усложняет его функционирование, так как может иметь место ударное действие сил, которые открывают или закрывают клапан, вызывают дополнительную выработку седел, приводящую к потере герметичности и другим дефектам. В ряде случаев для уменьшения колебаний клапана в момент его открытия или закрытия применяют гидравлические или механические демпферы, но и эти мероприятия не всегда исключают возникающие проблемы.

Список литературы:

1. Средства гидроавтоматики: лабораторные работы (практикум) по дисциплинам «Средства гидропневмоавтоматики» и «Элементы управления и регулирования гидропневмосистем» для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / сост.: П.Р. Бартош [и др.].- Минск: БНТУ, 2010.- 86 с.

2. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики: Учебное пособие для вузов по специальности «Гидропривод и гидропневмоавтоматика». – М.: Машиностроение, 1979. – 232 с.

3. Андреев А.Ф., Артемьев П.П., Бартош П.Р., Барташевич Л.В., Богдан Н.В., Королькевич А.В., Метлюк Н.Ф. ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА И ГИДРОПРИВОД МОБИЛЬНЫХ МАШИН. Средства гидропневмоавтоматики. – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998.-224 с.