

УДК 66.011

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНАХ

¹Лебедев А.Е., ¹Капанова А.Б., ²Мельцер А.М., ²Солопов С.А., ²Неклюдов С.В.¹Ярославский государственный технический университет, Ярославль;²ЗАО «НПО РЕГУЛЯТОР», Ярославль, e-mail: lae4444@gmail.com, kapranova_anna@mail.ru

Регулирование давления жидких сред в трубопроводах является одной из наиболее необходимых и часто используемых операций. Для этих целей используют различные типы редуцирующих устройств, понижающих давление перекачиваемой среды. Одним из наиболее эффективных способов снижения давления в напорных трубопроводах является дросселирование потока. При дросселировании используется достаточно большое количество различных приспособлений. В работе представлен анализ конструкций и параметров дроссельных устройств, обладающих различными характеристиками. Описаны основные преимущества и недостатки. Выявлены конструкции устройств, наиболее подходящих для использования в регулируемых клапанах осевого (прямоточного) типа, устанавливаемых на нефте- и газопроводах, где необходимо осуществлять частое изменение расхода и возможно возникновение кавитационных эффектов. Предложены рекомендации по проведению мероприятий для снижения кавитации и шумов.

Ключевые слова: клапан, регулирование, дроссель, поток, давление, устройство

ANALYSIS OF THE DEVICES FOR REDUCING PRESSURE IN A CONTROL VALVE

¹Lebedev A.E., ¹Kapranova A.B., ²Melcer A.M., ²Solopov S.A., ²Neklyudov S.V.¹Yaroslavl state technical university, Yaroslavl;²ZAO «NPO Regulyator», Yaroslavl, e-mail: lae4444@gmail.com, kapranova_anna@mail.ru

The pressure regulation of liquids in pipelines is one of the most necessary and frequently used operations. For these purposes various types of pressure reducing devices which lower the pressure of the pumped medium. One of the most effective ways of reducing the pressure in the pressure piping is a restriction of flow. When throttling is used a sufficiently large number of different devices. The paper presents the analysis of structures and parameters of throttle devices having different characteristics. Describes the main advantages and disadvantages. Revealed the design of devices, the most suitable for the use of axial control valves (direct-flow) type, installed at the oil and gas pipelines, where it is necessary to make frequent changes in flow and possible occurrence of cavitation effects.

Keywords: valve, regulating, throttle, flow, pressure, device

Регулирующий клапан – наиболее часто применяющийся тип регулирующей аппаратуры как для непрерывного (аналогового), так и для дискретного регулирования расхода и давления [3]. В общем случае регулирующий клапан состоит из корпуса клапана, привода запорного органа, датчиков и других узлов.

Регулирующие клапаны являются важнейшими элементами гидравлической сети. Неисправность или отказ регулирующего клапана может серьезно повлиять на работу установки, состояние окружающей среды и, в конечном итоге, получаемую прибыль [4].

В связи с многообразием конструкций регулировочной аппаратуры в настоящее время существует достаточно большое количество классификаций по различным признакам [4].

Согласно проведенным исследованиям и анализу опубликованных источников установлено, что в качестве регулирующей аппаратуры наибольшее распространение получили прямоточные (осевые) клапаны с делителями (рассеивателями) потока, предназначенными для снижения кавитации и шума [4]. Регулирование давления жид-

ких сред в трубопроводах является одной из наиболее необходимых и часто используемых операций [4]. Для этих целей используют различные типы редуцирующих устройств, понижающих давление перекачиваемой среды. Одним из наиболее эффективных способов снижения давления в напорных трубопроводах является дросселирование потока [4,5]. В качестве устройств для дроссельного регулирования применяют различные типы рассеивателей потока, которых в настоящее время разработано огромное количество.

В регулируемых клапанах осевого типа [5] наибольшее распространение получили устройства цилиндрической формы. Причиной этого является простота организации осевого течения и возможность изменения проходного сечения путем осевого перемещения запорного органа. Другие типы используются реже [4].

В зависимости от требуемого перепада давления регулируемые клапаны могут иметь несколько ступеней дросселирования [6]. Чем выше перепад давлений, тем большее количество дроссельных регуляторов используется в клапане.

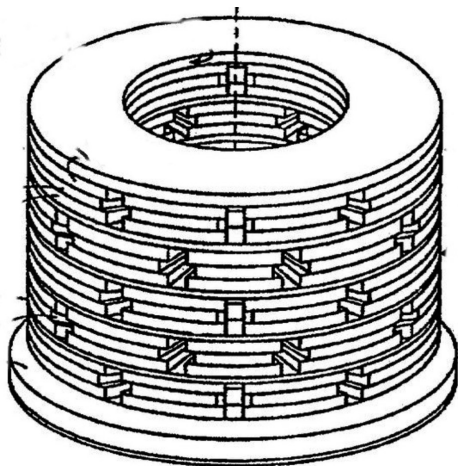


Рис. 1. Схема дроссельной насадки с отверстиями в виде креста

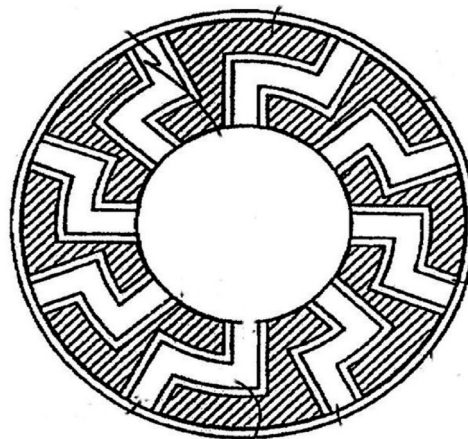


Рис. 2. Вариант формирования каналов

Форма отверстий в делителях потока оказывает существенное влияние на гидродинамические параметры работы клапана и эффективность снижения шума кавитационных явлений [1, 4]. В промышленной регулирующей арматуре известно использование дросселей со множеством форм отверстий, от простых круглых и пластинчатых до многоугольных, звездчатых и криволинейных. В большинстве дроссельных приспособлений применяются отверстия постоянной формы [2, 3]. Однако в некоторых конструкциях с целью повышения эффективности регулирования используются отверстия, изменяющие свою форму. Процесс изменения формы происходит путем перекрытия, наложения и слияния отверстий с поверхностями и выступами деталей. Кроме того, известны случаи применения комбинаций отверстий постоянной и переменной форм.

С целью улучшения регулировочных характеристик дроссельных устройств многими фирмами в конструкциях своей регулирующей арматуры используются каналы для течения жидкости ломаной и криволинейной форм. Это позволяет повысить гидродинамическое сопротивление и снизить кавитацию.

Наиболее часто используемая форма каналов – прямолинейная. Существенно реже в конструкциях клапанов применяются другие типы каналов. Это объясняется, прежде всего, сложностью изготовления, а также повышенной турбулизацией потока.

Авторами патента [7] предложено дроссельное устройство для снижения давления, которое состоит из набора дисков, уложенных в стопу, между которыми

сформирован массив каналов, проходящих между внутренней и наружной поверхностями устройства.

Несмотря на достаточно высокую эффективность данного вида устройств по снижению давления, их применение в регулирующих клапанах осевого типа сдерживается. Причинами этого являются сложность конструкции, изготовления и монтажа в корпусе прямооточного клапана. Кроме того, достаточно сложно использовать данное приспособление при частом изменении давления.

Кроме различной формы проходного сечения отверстий, в дросселях данного типа имеется возможность формировать канал, соединяющий внутреннюю и внешнюю поверхности, различной формы, например, ломаного типа (рис. 2).

Вышеописанное дроссельное многослойное устройство может использоваться для регулирования потоков различных жидкостей при большом диапазоне перепадов давлений. Однако, как и ранее описанные ограничители, его достаточно сложно использовать в регулирующей арматуре с осевыми потоками.

Не менее важным недостатком данных устройств является возникновение кавитации и шумов при его работе.

Дроссель, описанный в патенте [8] выполнен из набора кольцевых пластин, формирующих стопу. Каждая пластина содержит наружную поверхность и полую центральную часть, которые при наложении пластин друг на друга, располагаются концентрично относительно продольной оси стопы. Пластины состоят из входного (проточного) сектора, имеющего две

ступени для формирования первой входной области и первой выходной зоны, один выходной проточный сектор, содержащий выходную проточную ступень для получения второй входной и выходной зон.

Несмотря на эффективность снижения давления данным устройством, оно не лишено ряда существенных недостатков:

- сложность конструкции;
- трудность регулирования расхода;
- незначительное снижение кавитации.

Описанная в патенте [6] дроссельная вставка содержит решетку с отверстиями, в которых установлены без зазора дополнительные дроссели. В отверстиях решетки нарезана резьба, а дополнительные дроссели выполнены в виде резьбовых пробок, внутри которых размещены пересекающиеся встречные каналы, образующие на торцах и в теле пробок разделительные и поворотные гребни (рис. 3 и 4).

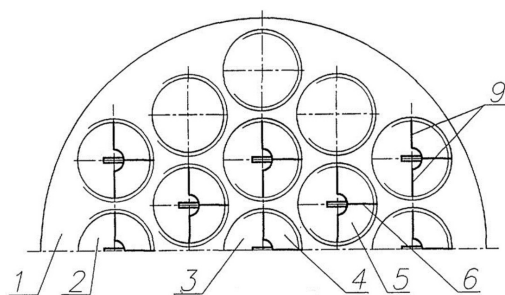


Рис. 3. Схема размещения отверстий

Регулирующее устройство состоит из решетки 1 с отверстиями 2, имеющими резьбу, в которые установлены дополнительные дроссели 3. Дроссели 3 представляют собой резьбовые пробки с винтовыми каналами 4 и 5, которые в начальном и конечном участках пробки отделены гребнями 6 и 7. В дополнительном дросселе нанесена резьба 8, а на торцах сделаны торцевые плоскости 10 и шлиц 11 для отвертки, необходимый для его извлечения и перемещения. Встречные винтовые каналы на входе и выходе дополнительного дросселя разделены на торцах кромками 9.

При взаимодействии с гребнем струя жидкости на входе в дополнительный дроссель разделяется, а на выходе из него сливается, образуя камеру смешения, после чего опять разделяется, понижая при этом скорость почти в два раза.

Применение дросселей данного типа сдерживается сложностью регулирова-

ния параметрами потока и быстрым износом их элементов кавитационными эффектами.

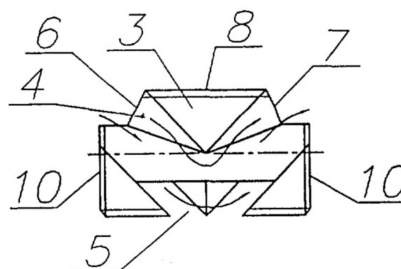


Рис. 4. Схема течения жидкости

Это практически исключает возможность возникновения кинжальных струй на выходе из дополнительного дросселя. С целью получения равномерности потока, выходящего из дросселирующей решетки, дополнительные дроссели направляют друг относительно друга.

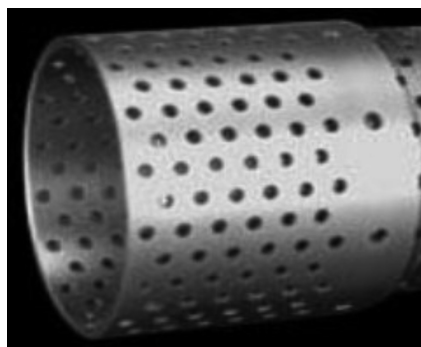


Рис. 5. Делитель потока

Наибольшее распространение в исследуемом типе клапанов нашли цилиндрические дроссельные делители потока [4] (рис. 5).

Широкое распространение данные устройства получили благодаря простоте конструкции и изготовления, а также возможности их использования с запирающими элементами плунжерного типа. Данный вид устройств широко используется в качестве дросселирующих приспособлений регулирующих клапанов осевого потока. Наибольшее распространение получили цилиндрические перфорированные делители потока с запирающим органом, выполненным в виде поршня.

В современных конструкциях регулирующей арматуры дросселирующие приспособления данного типа могут использоваться как в виде одиночных цилиндров,

так и устанавливаться группами (соосное размещение).

Количество и форма отверстий в делителях потока в основном зависит от типа перекачиваемой жидкости и перепада давлений.

Список литературы

1. Арзуманов Э.С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. – М.: Энергия, 1978. – С. 304.
2. Башта Т.М. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы / Т.М. Башта и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 504 с.
3. Гумеров А.Г. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций / А.Г. Гумеров, Р.С. Гумеров, А.М. Акбердин. – М.: «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 475 с.
4. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением: Справочник / Д.Ф. Гуревич, О.Н. Заринский, С.И. Косых и др.; под общ. ред. С.И. Косых. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 320 с., ил.
5. Моквелд. Регулирующие клапаны. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mokveldm.com/attachments/article/10/1-1.pdf>. (дата обращения: 20.10.2015).
6. Пат. 2406001 Российская Федерация, МПК F 16 K47/14. Дроссельная вставка / Р.Р. Ионайтис – Оpubл. 10.12.14, Бюл. № 34.
7. Пат. 2437018 Российская Федерация, МПК F 16 K47/14. Устройство для снижения давления текучей среды / М.У. Маккарти – Оpubл. 27.05.10, Бюл. № 17.
8. Пат. 2453753 Российская Федерация, МПК F 16 K47/14. Устройство для снижения давления текучей среды, используемое в процессах с высокими коэффициентами падения давления / Э.К. Фэйгерлунд – Оpubл. 30.07.06, Бюл. № 17.