

# Задвижки: конструкции, новые разработки. Выбор в зависимости от условий и параметров эксплуатации

**Г.И. Севастьянин**, главный конструктор проекта ЗАО «НПФ «ЦКБА»

*От редакции. Практика, вне всяких сомнений являясь критерием истины, обладает в то же время одним неприятным, и даже опасным, если взглянуть в разрезе не месяцев, но десятилетий, свойством. Она — сужает поле зрения, ограничивает творческий интерес лишь тем узким предметом, каковым непосредственно занят практикующий. Вот, например, перед нами успешная торговая компания, много лет работающая на рынке задвижек для коммунальных сетей, знающая этот рынок как «облупленный». Можно ли ее специалистов считать знатоками трубопроводной арматуры типа «задвижка»? Увы, нет. Потому что многие из них объяснить, что есть такое задвижка шибберная, и не сумеют даже. Спросите — а зачем им об этом знать? Есть ли польза от пусть неглубокого, на уровне ликбеза, но системного и полного понимания предмета, которым занят? Вопрос настолько очевиден, что ответить на него неимоверно трудно. И те, кто мыслят в разрезе месяцев — все равно не поверят в положительный ответ, а те, кто в разрезе десятилетий — понимают его безо всяких объяснений.*

*Итак, есть такой тип трубопроводной арматуры, самый вроде бы простой, и самый, наверное, древний. Называется — «задвижка»...*

## ◆ 1. Функциональное назначение задвижек

**Задвижка** — это тип арматуры, у которой запирающий элемент или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды возвратно-поступательно или возвратно-поворотнo.

По функциональному назначению наиболее предпочтительным и распространенным для задвижек является применение их в качестве **запорной арматуры**, то есть арматуры, предназначенной для перекрытия потока рабочей среды с определенной степенью герметичности в затворе. Такой режим работы характерен тем, что запирающий элемент задвижки может находиться либо в положении «открыто», либо в положении «закрыто».

Помимо функции запорной арматуры такое применение задвижек позволяет осуществлять двухпозиционное (дискретное) регулирование потока рабочей среды.

В определенных технологических системах допустимо применение задвижек в качестве запорно-регулирующей арматуры (при кратковременно частично открытом затворе).

В связи с тем, что такой режим работы резко снижает показатели надежности задвижек как запорной арматуры, он должен особо оговариваться разработчиком в руководстве по эксплуатации задвижек или согласовываться с разработчиком конструкторской документации.

Помимо основной функции запорной арматуры — герметичное перекрытие потока рабочей среды, имеются дополнительные функции, такие как: в открытом положе-



нии иметь требуемую пропускную способность, которая определяется условным проходом (DN) с учетом коэффициента сопротивления.

## ◆ 2. Конструктивные модификации задвижек

**2.1. Модификация задвижек по основным классификационным признакам может быть представлена в следующем виде:**

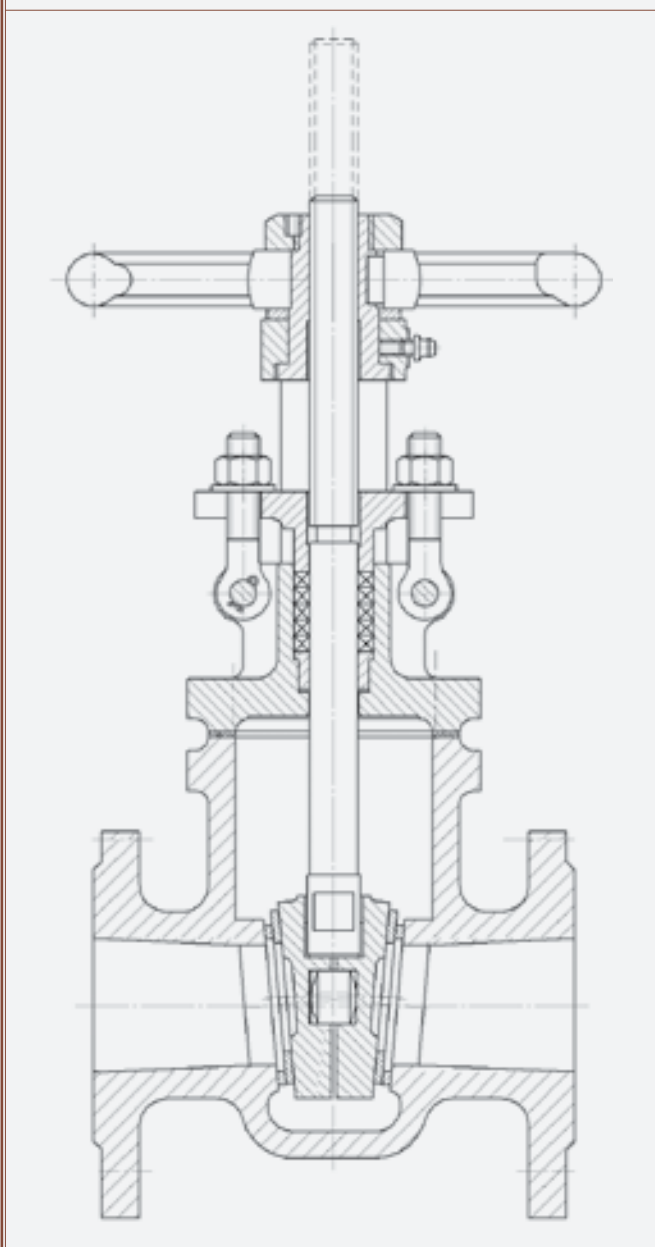
### 2.1.1. По типу формообразования корпусных деталей:

- литые;
- сварные;

- кованные (штампованные);
- комбинированные (кованосварные, штампосварные, литосварные);
- из шланга в виде эластичного патрубка.

На *рисунке 1* представлена литая задвижка – представитель типоразмерных рядов задвижек на PN 1,6; 2,5; 4,0; 6,3 МПа, серийно выпускаемых ОАО «Знамя Труда», как наиболее распространенная по формообразованию корпусных деталей.

*Рис. 1. Задвижка литая*



На *рисунке 2* представлена сварная задвижка – представитель типоразмерных рядов задвижек на PN 1,6; 2,5; 4,0 МПа, серийно выпускаемых ЗАО «Строммаш», как наиболее представительная из числа сварных задвижек.

На *рисунке 3* представлена шланговая задвижка – представитель типоразмерных рядов задвижек на PN 0,6; 1,0 МПа, серийно выпускаемых ООО «Балтпромарматура».

При выборе формообразования задвижек, в первую очередь, учитываются технические и технологические возможности изготовителей задвижек.

Однако, с точки зрения безопасности, определяющими факторами являются:

- стойкость выбранного материала к рабочей среде при выбранном способе формообразования;
- качественные характеристики материала;
- ограничения по параметрам применения (давление, температура) для различных марок материала.

При изготовлении корпусных деталей задвижек из металлов наиболее распространенным формообразованием является литье.

Однако при высоких требованиях к качественным характеристикам металла задвижек предпочтение следует отдать кованому (штампованному) или комбинированному (кованосварному, штампосварному) формообразованию.

Для обеспечения требуемой жесткости корпусных деталей из металлических материалов предусматриваются ребра жесткости, которые могут располагаться как на наружной, так и на внутренней поверхностях корпусных деталей.

Для шланговых задвижек наиболее распространенным материалом эластичных патрубков являются резиновые смеси.

#### 2.1.2. По типу шпинделя задвижки подразделяются на:

- задвижки с выдвигаемым шпинделем;
- задвижки с невыдвигаемым шпинделем.

**Задвижка с выдвигаемым шпинделем** – задвижка, при открытии которой шпиндель (шток) совершает поступательное движение, выдвигаясь относительно оси присоединительных патрубков на величину хода задвижки.

Задвижки с выдвигаемым шпинделем находят широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе и для установки на трубопроводах, предназначенных для транспортирования высоко агрессивных, токсичных и взрывопожароопасных сред.

Это объясняется, главным образом, тем, что у задвижек с выдвигаемым шпинделем ходовая резьба шпинделя располагается снаружи, в бугельном узле, и перемещается по ходовой резьбе резьбовой втулки, не находясь в контакте с рабочей средой, что позволяет иметь более ремонтнопригодный узел ходового соединения.

**Задвижка с невыдвигаемым шпинделем** – задвижка, при открытии которой шпиндель совершает вращательное движение, а резьбовая его часть постоянно находится во внутренней полости корпуса задвижки.

Задвижки с невыдвигаемым шпинделем имеют ограниченное применение, так как обладают практически только одним преимуществом – меньшими, по сравнению с задвижками с выдвигаемым шпинделем, габаритами по высоте.

Это преимущество делает целесообразным их применение для подземных коммуникаций, колодцев, в качестве нефтяных фонтанных задвижек для установки на «елках» нефтяных скважин и т. п.

У задвижек с недвижным шпинделем ходовая резьба шпинделя, по которой перемещается запирающий элемент задвижки, находится непосредственно в рабочей среде, и поэтому нормальная работа резьбовой пары шпиндель – резьбовая гайка может протекать лишь в чистой среде, не засоренной примесями и не приводящей к коррозии ходовой резьбовой пары.

Кроме того, в задвижках с недвижным шпинделем затруднены наблюдение, уход и ремонт ходовой резьбовой пары.

В последнее время потребляемое количество конструкций задвижек с недвижным шпинделем сокращается.

**2.1.3. По типу затвора** задвижки подразделяются на варианты:

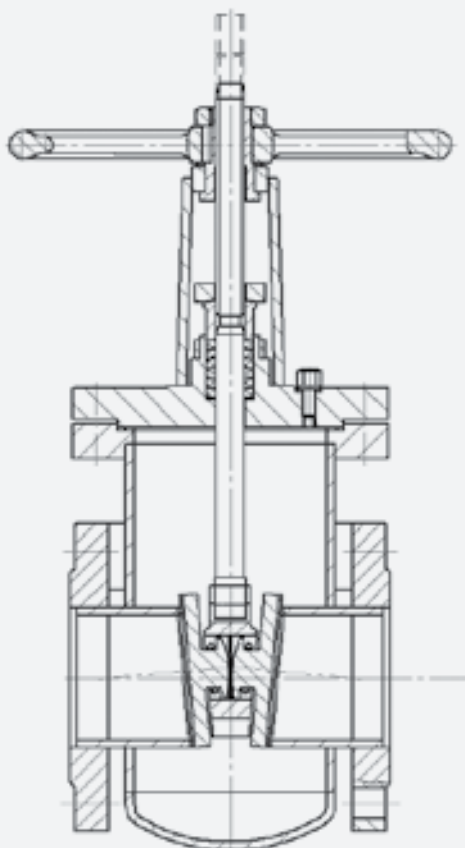
- с клиновым запирающим элементом (клиновые задвижки);
- с параллельным запирающим элементом (параллельные задвижки).

**Задвижка клиновая** – задвижка, у которой уплотнительные поверхности затвора расположены под углом друг к другу, и запирающий элемент или регулирующий элемент выполнен в форме клина.

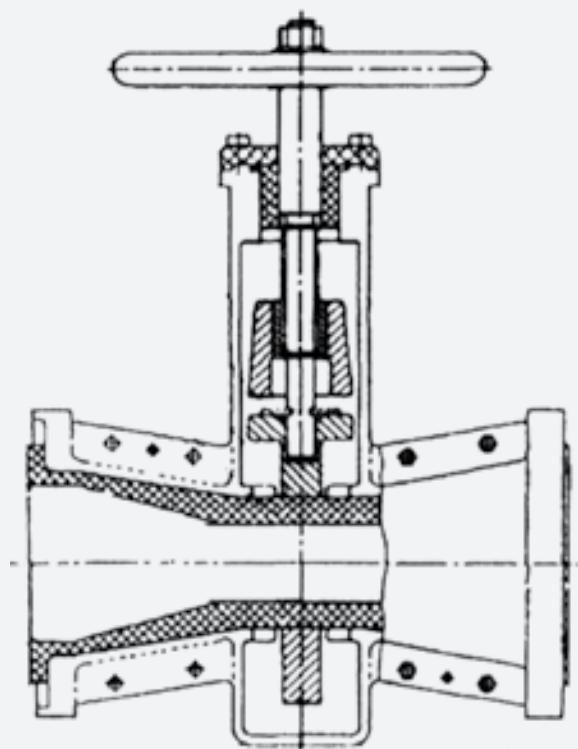
Клиновые задвижки подразделяются на:

- задвижки с цельным клином;
- задвижки с упругим клином;
- задвижки с составным клином.

*Рис. 2. Задвижка сварная*



*Рис. 3. Задвижка шланговая*



**Задвижки с цельным клином** позволяют иметь жесткую, надежную конструкцию, с относительно минимальной металлоемкостью, позволяющую достигнуть высокой степени герметичности в затворе.

Однако, с другой стороны, задвижки с цельным клином:

– требуют высокоточного оборудования для изготовления деталей узла затвора и осуществления ремонта из-за необходимости обеспечения совпадений углов наклона уплотнительных поверхностей седел корпуса и уплотнительных поверхностей клина;

– склонны к заклиниванию при высоких температурах транспортируемой среды, что может привести к возникновению аварийной ситуации из-за невозможности открыть задвижку;

– имеют конструкцию, позволяющую производить ремонт только со снятием с трубопровода, так как требуется специальное оборудование, обеспечивающее совпадение уплотнительных поверхностей запирающего элемента и седла.

**Задвижки с упругим клином** позволяют исключить возможность заклинивания при колебаниях температуры транспортируемой среды.

**Задвижки с составным клином** подразделяются на:

- двухдисковые без обоймы, диски которых соединены с помощью простейших распорных элементов (валик и т. п.);
- двухдисковые с обоймой, у которых диски вставляются в обойму и крепятся к ней подвижно.

Задвижки с составным клином:

- не требуют специального оборудования для изготовления деталей узла затвора задвижек;

- позволяют обеспечить плотное прилегание уплотнительных поверхностей дисков к уплотнительным поверхностям седла корпуса благодаря гарантированной самоустановке дисков по седлам корпуса.

С точки зрения безопасности основным преимуществом задвижек с составным клином по сравнению с задвижками с цельным или упругим клином является их лучшая ремонтпригодность.

Следует отметить, что конструирование узла затвора клиновых задвижек является сложной задачей, обусловленной тем, что затвор задвижки – это единственный из затворов всех типов арматуры, при проектировании которого решается 3-х координатная задача.

В последнее десятилетие освоен серийный выпуск клиновых задвижек на PN 1,6 МПа от DN 50 до DN 250 для газового хозяйства с упругим уплотнительным элементом в затворе, что позволило в рамках базовых конструкций задвижек с уплотнением «металл по металлу» получить герметичность в затворе по классу «А» ГОСТ 9544-95 (без видимых протечек), причем во всем интервале давлений рабочей среды (от номинального до нуля).

**Задвижка параллельная** – задвижка, у которой уплотнительные поверхности деталей затвора взаимно параллельны.

Параллельные задвижки имеют несколько конструктивных модификаций.

**Однодисковые параллельные задвижки** имеют один диск, который прижимается уплотнительной поверхностью к уплотнительной поверхности седла корпуса. Усилие по штоку передается на диск при помощи шарнира, расположенного в центре диска, или поджимается за счет одного или двух клиновых распоров, расположенных в корпусе.

**Двухдисковые параллельные задвижки** могут выполняться как с клиновым, так и с пружинным распором.

**Шиберная задвижка** – параллельная задвижка, у которой запирающий элемент выполнен в форме плоской пластины (шибера).

По способу перемещения шибера задвижки шиберные могут быть:

- с шибером возвратно-поступательного типа;
- с шибером поворотного типа.

В шиберных задвижках уплотнение по шиберу осуществляется за счет подвижных подпружиненных седел, которые прижимаются к шиберу за счет пружин, расположенных между корпусом и седлами.

Имеются разновидности шиберных задвижек поворотного типа, состоящие из двух неподвижных дисков с отверстиями, через которые проходит транспортируемая среда. Между этими отверстиями устанавливается подвижный диск, который при повороте вокруг своей оси обеспечивает перекрытие потока среды.

Гарантированное прилегание контактирующих поверхностей дисков у таких задвижек обеспечивается упругими демпфирующими элементами.

Такие параллельные задвижки могут иметь уплотнительные кольца из полимерного материала, который обеспечивает самоуплотнение диска за счет давления транспортируемой среды, действующей на диск, обеспечивая самоуплотнение параллельной задвижки в седле корпуса.

**2.1.4. По типу уплотнения подвижных элементов относительно внешней среды** задвижки могут быть представлены как:

- сальниковые;
- сильфонные;
- с уплотнительными элементами, имеющими эффект самоуплотнения.

**Задвижки сальниковые** – задвижки, у которых герметизация подвижных деталей (шпинделя, штока) относительно внешней среды обеспечивается сальником.

**Сальник** (сальниковое уплотнение) – конструктивный элемент подвижных деталей (узлов) трубопроводной арматуры, в котором в качестве уплотнительного элемента применена сальниковая набивка с принудительным созданием радиальных напряжений, необходимых для обеспечения требуемой степени герметичности.

В настоящее время, учитывая терминологию, вошедшую в практику, было бы правильным к сальниковым уплотнениям отнести все конструктивные элементы с использованием упругих и неупругих неметаллических материалов.

При этом сальниковые уплотнения задвижек можно подразделить на следующие основные модификации:

- а) без самоуплотнения (с принудительным поджатием или использованием гидрозатвора);
- б) с самоуплотнением (под воздействием рабочей среды).

В качестве уплотнительных элементов, имеющих эффект самоуплотнения могут применяться:

- детали из резин (кольца круглого сечения, манжеты и т.п.);
- детали из пластмасс (кольца со специальным профилем);
- жидко-металлические уплотнители, использующие эффект пластических свойств металла при увеличении температуры.

**Задвижки сильфонные** – бессальниковая арматура, у которой в качестве элемента для герметизации относительно внешней среды подвижных деталей (шпиндель, шток) используется сильфон.

**Сильфон** – упругая однослойная или многослойная гофрированная оболочка из металлических, неметаллических и композиционных материалов, сохраняющая плотность и прочность при многоцикловых деформациях сжатия, растяжения, изгиба и их комбинаций под воздействием внутреннего или внешнего давления,

температуры и механических нагрузений. В данном случае сильфон применяется в качестве герметизирующего элемента.

**2.1.5. По типу передачи усилия управления к запирающему элементу** задвижки могут быть:

- с приводом вращательного типа;
- с приводом поступательного типа.

**2.1.6. По виду управления задвижки могут быть:**

- с ручным управлением от маховика (штурвала);
- с ручным управлением через редуктор;
- с электроприводом;
- с пневмоприводом;
- с гидроприводом;
- действующие от рабочей среды.

При наличии электро-, пневмо- или гидропривода задвижки снабжаются ручным дублером управления для того, чтобы иметь возможность управлять задвижкой при отсутствии электрической энергии или давления в системе управления задвижкой.

В специфических условиях эксплуатации для снижения усилий, необходимых для открывания задвижки и уменьшения вероятности возникновения гидравлического удара в системе, задвижки снабжаются обводом. В задвижках применяется только наружный обвод. Он ставится, как правило, на задвижках больших диаметров прохода и на меньших диаметрах прохода при больших давлениях транспортируемой среды.

Модификация задвижек по основным классификационным признакам лежит как в основе терминологии и условных обозначений по таблицам фигур, так и силового расчета.

В частности, в 2003 году выпущен новый стандарт СТ ЦКБА 002-2003 «Арматуры трубопроводная. Задвижки. Методика силового расчета».

Следует обратить внимание, что большое количество факторов (в том числе еще и недостаточно изученных), влияющих на результат силового расчета, требует обязательной адаптации методики силового расчета задвижки практически в каждом конкретном случае.

**2.2. Конструктивные модификации отдельных деталей и узлов задвижек.**

Из конструктивных модификаций отдельных деталей и узлов задвижек следует выделить следующее:

**2.2.1. По типу присоединения к трубопроводу** задвижки

подразделяются на:

- фланцевые;
- под приварку;
- муфтовые;
- цапковые;
- с комбинированным присоединением.

Наибольшее распространение имеют задвижки с присоединением к трубопроводу при помощи фланцев. Уплотнение разъема между фланцами осуществляется прокладками из различных материалов в зависимости от химсостава транспортируемой среды, конструкции фланца, давления и температуры.

Для опасных производственных объектов конструкции фланцев оговорены требованиями ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

Хорошо зарекомендовал себя в эксплуатации метод приварки задвижек к трубопроводу без применения фланцев. Отсутствие фланцев предотвращает возможные протечки в соединении с трубопроводом, уменьшает массу задвижек, снижает количество деталей, способствует улучшению экологии вследствие повышения надежности и безопасности.

Однако демонтаж задвижек, в случае снятия корпуса задвижки с трубопровода для ремонта, при этом несколько усложняется.

Эксплуатация подтвердила, что положительные качества и надежность приварного соединения задвижек с трубопроводом значительно превосходят недостатки. Поэтому такое присоединение стальных задвижек к трубопроводу находит широкое применение в промышленности.

В некоторых случаях задвижки малых проходов могут присоединяться к трубопроводу при помощи муфт или цапф.

В особых случаях имеют место задвижки с комбинированным присоединением к трубопроводу.

**2.2.2. По типу соединения «корпус-крышка»** (основного разъема) задвижки подразделяются на:

- фланцевые;
- на резьбе;
- бесфланцевые.

**В соединении корпуса с крышкой** в задвижках низкого и среднего давления, в преобладающем большинстве, применяется фланцевое соединение. Между фланцами для уплотнения разъема устанавливаются прокладки из различных материалов в зависимости от химсостава транспортируемой среды, давления, температуры и конструкции собственно фланцевого соединения. Однако опыт эксплуатации показывает, что при высоких давлениях и при высоких температурах фланцевые соединения не всегда обеспечивают надежную герметичность. Колебания температуры, изменения сил, действующих на фланцевое соединение, создают возможность пропуска среды, поскольку усилия от давления среды и усилия вдоль шпинделя действуют в сторону разуплотнения прокладочного стыка.

Перспективной альтернативой фланцевым соединениям являются конструкции **бесфланцевого соединения** корпуса с крышкой, при которых давление среды и усилие вдоль шпинделя действуют в сторону самоуплотнения соединения.

Для обеспечения герметичности соединения корпуса с крышкой применяется бесфланцевое самоуплотняющееся соединение с упорным кольцом.

При монтаже бесфланцевого соединения вначале производится предварительный затяг уплотнения, благодаря чему прокладка фасонного профиля заклинивается между соответствующим конусом крышки и поверхностью корпуса. При возникновении давления транспортируемой среды обеспечивается надежная герметичность такого соединения.

Для уплотнения бесфланцевых соединений применяются металлические, неметаллические или комбинированные кольца.

**2.2.3. Уплотнительные поверхности** элементов узла затвора.

Уплотнительные поверхности седел корпуса и запирающих элементов для повышения надежности выполняются с твердыми наплавками из различных материалов, обеспечивающих надежную герметичность в затворе в условиях длительной эксплуатации.

Кроме того, задвижки для загрязненных сред и пульп могут иметь в запирающем элементе и седлах корпуса втулки, выполненные из специального материала, например, керамики.

**2.2.4. Бугельный узел.**

При управлении задвижками в шпинделе возникают значительные осевые усилия, воспринимаемые буртом шпинделя или буртом гайки, расположенными в бугельном узле.

В опоре бурта возникает большой момент от силы трения, для уменьшения которого в бугельном узле устанавливаются подшипники качения. Благодаря этому значительно снижается необходимая мощность привода. Подшипники качения устанавливаются в бугельном узле задвижек как с ручным управлением, так и с электроприводом. Задвижки больших и средних проходов, работающие при высоких давлениях среды, снабжаются упорными подшипниками.

**2.2.5. Суженные задвижки.**

В 2002 году вступил в действие ГОСТ Р 5762-2002 «Арматура трубопроводная промышленная. Задвижки на номинальное давление не более PN 250. Общие технические условия», который впервые стандартизировал суженные задвижки, у которых диаметры отверстий в седле меньше выходных отверстий магистральных патрубков корпуса.

Появившиеся как результат рационализации задвижек полнопроходных в процессе изготовления, суженные задвижки, хотя и обладают несколько большими коэффициентами сопротивления, находят широкое применение в мировой практике как в системах, где коэффициент сопротивления, который имеет суженная задвижка, не противопоказан, так и в системах, в которых лимитирующими факторами являются габариты по высоте и усилия управления.

Подробно конструкции узлов и элементов задвижек рассмотрены в работе [14].

*(Продолжение следует)*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

Для более подробного ознакомления с задвижками могут быть рекомендованы следующие литературные источники информации.

1. Л.С. Боднарчук, П.А. Жунев, Ю.Н. Вишнев, А.А. Ушапов. Основные направления развития запорной и предохранительной арматуры. Обзорная информация. Москва: ЦИНТИХимнефтемаш, 1977.
2. Б.Ф. Брагин и др. Трубопроводный гидротранспорт твердых материалов. Части 1, 2, 3. Киев: Изд. Министерства образования Украины, 1993.
3. А.В. Воловик, Г.И. Севастьянихин. Трубопроводная арматура для пульп. Экспресс-информация. Москва: Изд. ЦИНТИХимнефтемаш, 1979.
4. А.Х. Гарбер. Энергетическая арматура высоких параметров. Москва: Машиностроение, 1960.
5. Д.Ф. Гуревич, А.В. Воловик. Арматура трубопроводная металлургических производств. Справочник. Москва: Металлургия, 1984.
6. Д.Ф. Гуревич, В.В. Ширяев, И.Х. Пайкин. Арматура атомных электростанций. Москва: Энергоиздат, 1982.
7. Д.Ф. Гуревич, О.Н. Шпаков. Справочник конструктора трубопроводной арматуры. Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987.

8. Д.Ф. Гуревич, О.Н. Шпаков, Ю.Н. Вишнев. Арматура химических установок. Ленинград: Химия, Ленинградское отделение, 1979.
9. Д.Ф. Гуревич, О.Н. Шпаков, О.А. Соболев. Промышленная арматура для химически активных сред. Санкт-Петербург: Химия, 1993.
10. М.И. Имбрицкий. Краткий справочник по трубопроводной арматуре. Москва: Энергия, 1969.
11. Е.А. Карякин и др. Промышленное газовое оборудование./ Справочник, Саратов: Газовик, 2002.
12. Ю.М. Котелевский, Л.И. Экслер, И.Г. Фукс, Г.В. Мамонтов, Л.Н. Нисман. Современные конструкции трубопроводной арматуры для нефти и газа. Москва: Недра, 1970.
13. А.Т. Куликов. Материалы и арматура для судовых трубопроводов. Ленинград: Судостроение, 1973.
14. Г.И. Севастьянихин, О.Н. Заринский. Оптимальные технические решения узлов клиновых задвижек, выпускаемых зарубежными фирмами. Обзорная информация. Москва: ЦИНТИХимнефтемаш, 1991.
15. С.В. Сейнов. Трубопроводная арматура. Исследование. Производство. Ремонт. Москва: Машиностроение, 2002.