

УДК 62-3

**ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ
АРМАТУРА***Телепнева¹ А. В., Дымочкин² Д. Д.,
Телепнев³ М. В.*^{1,2}Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация³ООО «Камоцци Пневматика», Москва,
Российская Федерацияdvornikova.1995@inbox.rudydedmi_77_06_02@mail.rutmv1991@mail.ru

В работе проведён анализ литературных источников в области запорно-регулирующей арматуры. Даны рекомендации для технических специалистов, студентов и магистрантов, начинающих изучение данного вопроса. Работа может использоваться как навигатор в поиске необходимой информации для решения различных задач в области применения запорно-регулирующей арматуры.

Ключевые слова: запорно-регулирующая арматура, трубопроводная арматура, приводы запорно-регулирующей арматуры.

Введение. Трубопроводная (запорно-регулирующая) арматура применяется практически во всех отраслях промышленного производства для управления потоками как технологических, так и вспомогательных жидких, газообразных сред и различных суспензий. У неспециалистов в данной области может сложиться упрощенное представление о данном виде оборудования, хотя современное арматуростроение представляет собой высокотехнологичную инновационную отрасль промышленности.

Особый интерес представляет регулирующая арматура с пропорциональным управлением. Современные конструкции регулирующих кранов или клапанов с установленными позиционными приводами и системой управления могут представлять собой сложные сборочные единицы стоимостью в несколько миллионов рублей, поломка которых из-за неграмотной эксплуатации может приводить к серьезным убыткам предприятия.

Данный обзор предназначен для студентов, магистрантов и технических специалистов, начинающих изучение этой области техники.

Источники, посвященные запорно-регулирующей арматуре (ЗРА) можно разделить на несколько групп: каталоги производителей [1–9], учебники, учебные пособия, монографии [10–19], справочники [20–23], публикации в периодических изданиях [24–26], нормативная и техническая документация [27–30].

Как отдельный раздел можно выделить приводы запорно-регулирующей арматуры, которым будет посвящен отдельный обзор.

UDC 62-3

SHUT-OFF AND CONTROL VALVES*Telepneva¹ A. V, Dymochkin² D. D.,
Telepnev³ M. V.*^{1,2}Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation³ООО «Camozzi», Moscow, Russian Federationdvornikova.1995@inbox.rudydedmi_77_06_02@mail.rutmv1991@mail.ru

The work analyzes the literature sources in the field of shut-off and control valves. The recommendations are given for technical specialists, students and undergraduates who are beginning to study this issue. The work can be used as a navigator in the search for the necessary information to solve various tasks in the field of application of shut-off and control valves.

Keywords: shut-off and control valves, pipeline valves, shut-off and control valves drives.

Каталоги. Каталоги рассматриваются вначале, т.к. дают наиболее актуальное представление о современной номенклатуре и новинках запорно-регулирующей арматуры. Каталог — лицо компании. Поэтому производители стараются поместить в каталог дополнительную полезную для потребителя информацию. Каталоги ведущих производителей фактически представляют собой технический справочник (иногда с элементами учебного пособия) по арматуре данного производителя.

Так, например, в [1], кроме основных технических характеристик, габаритных и установочных размеров регулирующих клапанов и вентилях, приводится их внутренняя конструкция, что позволяет изучать их принцип действия, составлять математические модели. Приводятся данные по совместимости уплотнительных материалов (NBR, HNBR, CR, ACM, VMQ, FVMQ, FKM, FFKM, AU, NR, SBR, EPDM, IIR, CSM, PTFE) с более чем пятьюстами жидкими и газообразными средами, что весьма полезно для разработчиков и эксплуатационщиков.

Каталог [2] может быть интересен тем, что в нем приводится функциональная классификация, функциональные схемы и принципы работы автоматических регулирующих клапанов прямого действия без дополнительных приводов, приводятся интересные графические данные для выбора клапанов по условию безкавитационной работы.

В [3] приводится классификация регуливающей арматуры по принципу действия, а также методика расчёта и выбора арматуры по коэффициенту пропускной способности K_v для жидкостей, газов и водяного пара. Для регулирующих клапанов прямого действия приводятся ещё более широкие, чем в [2] классификация по назначению и данные по кавитации. Для клапанов непрямого действия даются рекомендации по выбору приводов.

В [4] приводятся общие технические сведения по конструкции, выбору и эксплуатации общепромышленной трубопроводной арматуры — затворов, кранов, регулирующих и обратных клапанов.

Номенклатурный каталог-справочник [5–8] в большей степени адресован профессионалам и не предназначен для изучения вопроса. Он содержит самую широкую номенклатуру запорно-регулирующей арматуры, выпускаемой предприятиями России и СНГ, а также в нём приводится принятое в отечественном арматуростроении условное обозначение арматуры (чего нет в других источниках).

В [9] приводится подробное описание конструкций на основе 3D-моделей клапанов с плунжерным и клеточным затворами, регулируемых осесимметричных клапанов, антипомпажных и предохранительных клапанов, а также некоторые специфические сведения, например, о принципе лабиринтного регулирования.

Учебники и монографии. Первую часть [10] можно рекомендовать как основной материал для начала изучения запорно-регулирующей арматуры. Рассмотрены классификация, конструкция, принципы работы и особенности основных видов запорно-регулирующей арматуры и её приводов. Вторая часть посвящена различным вопросам конструирования ЗРА (гидравлический и силовой расчёт, расчёт деталей). Работы [11–12] являются современным переизданием монографии.

Монографии [13–15] представляют собой, пожалуй, одни из наиболее фундаментальных современных трудов в данной области. Предназначены для широкого круга специалистов.

В [13] рассматривается специальная и общепромышленная арматура целевого назначения. Представлены общие характеристики трубопроводной (в т.ч. и запорно-регулирующей) арматуры и их влияние на показатели технологических установок. Даются рекомендации по выбору арматуры в зависимости от условий эксплуатации, показателей технологических систем и по

показателям качества. Приводятся общие правила эксплуатации, рекомендации по монтажу и техническому обслуживанию, по технологическому обеспечению ремонта промышленной арматуры.

В [14] описываются основы производства трубопроводной арматуры целевого назначения: организация и управление процессом производства, правила обеспечения технологичности. Представлены правила разработки типовых технологических процессов и выбор средств оснащения. Описана технология и рекомендуемая точность изготовления корпусных деталей, валов, фланцев, деталей из полимеров и нанесения полимерных покрытий на уплотнительные поверхности герметизаторов. Также описано испытательное оборудование, стенды и оснастка, технология и нормы испытаний запорной, регулирующей, предохранительной и защитной арматуры. Приводятся общие положения, оборудование, оснастка также технологические процессы монтажа арматуры.

В [15] приведены международные классификации и стандарты на трубопроводную арматуру, а также системы управления качеством, технического контроля и сертификации, базирующиеся на стандартах ИСО 9000:2000, средства метрологического обеспечения, правила оценки уровней качества, практические рекомендации, необходимые для технического регулирования и менеджмента качества при производстве специальной и общепромышленной арматуры. Представлены правила разработки и виды технического контроля, системы технического контроля при организации и управлении арматурным производством, технический контроль при проектировании и изготовлении арматуры. В книге имеются необходимые общие положения технического регулирования в арматуростроении.

В учебном пособии [16] рассмотрены технические характеристики, схемы установки различных регуляторов, клапанов и другого оборудования, широко применяемого в системах водяного отопления зданий различного назначения. Представлены виды и способы присоединения запорно-регулирующей арматуры на трубах систем отопления, а также размещение и примеры подбора запорно-регулирующей арматуры.

В источнике [17] рассматриваются общие сведения, назначение элементов трубопроводной арматуры, их классификация, принципы действия, достоинства и недостатки, а также их использование в промышленности. Рассматриваются общие сведения современных тенденций smart-арматуры.

В учебно-методическом пособии [18] имеются необходимые данные для расчета и конструирования трубопроводных приводных задвижек с клиновыми затворами. Приведены общие сведения о конструировании арматуры, имеются данные для расчета приводной головки. Представлено описание проверки прочности деталей, допуски на изготовление, сборка и испытание арматуры.

В источнике [19] представлена классификация, элементы трубопроводной арматуры, подробно описаны типовые конструкции запорной арматуры и регулирующей арматуры, даны сравнительные характеристики.

Справочники. Справочники предназначены, в первую очередь для квалифицированных специалистов, однако могут содержать и теоретические сведения, полезные при изучении вопроса.

Так, в [20] приведены необходимые теоретические сведения по расчету и выбору элементов трубопроводных систем, приведены формулы, номограммы и справочные данные по определению коэффициентов местных сопротивлений клапанов, задвижек, затворов, компенсаторов.

В справочнике [21] частично дублируются теоретические и справочные данные из [22], но добавлены методы расчёта трубопроводных (гидравлических и вентиляционных) систем.

В источнике [21] приведены общие технические данные и нормативы, относящиеся к трубопроводной арматуре, представлено описание основных эксплуатационных и монтажных параметров, даны общие сведения о назначении и характеристиках арматуры. В справочнике приведены понятия и типы запорной арматуры, а также других видов арматуры, есть описание выбора трубопроводной арматуры.

В справочнике [23] описываются краны с автоматическим управлением, назначение, основные типы, область применения. Приведены технические характеристики, габаритные чертежи клапанов из числа наиболее часто применяемых конструкций арматуры общетехнического назначения. Рассмотрены распределительные клапаны с электромагнитным приводом. Приводятся регуляторы уровня жидкости, их устройство и принцип работы.

Периодические издания. Здесь следует в первую очередь отметить журнал «Арматуростроение» (<http://www.valve-industry.ru>). Несмотря на то, что большинство материалов в журнале носит рекламно-информационный характер, есть постоянно действующие рубрики «Технологии производства», «Материалы в машиностроении», «Уплотнительная техника», «Конструкции и применение», в которых содержится довольно много полезной при изучении ЗРА информации. Также в журнале большой объём интересных переведённых работ иностранных авторов.

Журнал «Сфера Нефтегаз» (<http://www.s-ng.ru/magazin/0/>) публикует материалы технического, аналитического, информационного и рекламного характера, охватывающие все направления нефтегазового, нефтехимического и энергетического комплекса. В разделах «Автоматизация», «Транспортировка нефти, газов, нефтепродуктов», «Трубопроводы» публикуются и материалы по ЗРА. Из последних публикаций можно отметить [24–26].

Нормативная и техническая документация. Здесь в первую очередь следует выделить систему ГОСТов «Арматура трубопроводная» и стандарты АО «НПФ «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (ЦКБА). Полный перечень стандартов содержится в [27].

Среди ГОСТов в первую очередь следует выделить [28], который содержит более 150 терминов и определений, принятых в арматуростроении. Стандарт [29] может быть полезен молодым специалистам в области ЗРА, т.к. содержит рекомендуемые опросные листы для выбора различных типов арматуры.

Из стандартов ЦКБА для начинающих специалистов наиболее полезен может быть [30]. Здесь приводятся критерии, по которым необходимо производить выбор ЗРА, методики расчёта пропускной способности и выбора номинального диаметра при течении сжимаемых и несжимаемых сред. В приложениях представлены рекомендации по применению ЗРА в зависимости от условий эксплуатации, по устранению кавитационных и критических режимов, расчёта числа Рейнольдса и коэффициента гидравлического трения.

Заключение. Подведя итоги анализа следует отметить, что более подробно теоретическую часть можно получить из справочников, учебников и периодических изданий. С помощью этой литературы можно изучить трубопроводную арматуру и узнать особенности запорно-регулирующей арматуры. В практической части необходимо применять каталоги, монографии, техническую документацию. Эти источники можно использовать для расчетов, составления математических моделей, для изучения номенклатуры изделий и изучения принципов работы.

Библиографический список

1. Каталог трубопроводной арматуры. Версия 8 / ООО «Камоцци Пневматика»; Москва, 2017. — 266 с. — Режим доступа: <http://catalog.camozzi.ru/#!d51g01s00p01/> (дата обращения 18.04.2018).
2. Логанова, Ю. Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник: в 4 т. Т. 3. Задвижки. Задвижки шланговые. Клапаны и затворы обратные. Клапаны невозвратно-запорные и невозвратно-управляемые. Клапаны герметические. Клапаны предохранительные / Ю. Д. Логанова. — Москва: Алекс, 2006. — 686 с.
3. Регулирующая арматура: управление параметрами различных сред [электронный ресурс] / АДЛ. В основе успешных проектов. — Режим доступа: <http://aa61.ru/d/187940/d/reguliruyuschaya-armatura.pdf> (дата обращения: 12.03.2018).
4. Каталог 2106. Трубопроводная арматура [электронный ресурс] / Danfoss. — Режим доступа: http://www.danfoss.info/content/files/truboprovodn_armatura_catalogue.pdf (дата обращения: 12.03.2018).
5. Логанов, Ю. Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник: в 4 т. Т. 1. Краны. Указатели уровня. Затворы дисковые поворотные / Ю. Д. Логанов. — Москва: Алекс, 2006. — 614 стр.
6. Логанов, Ю. Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник: в 4-х томах. Том 2. Клапаны запорные. Клапаны отсечные / Ю. Д. Логанов. — Москва: Алекс, 2006. — 584 с.
7. Логанов, Ю. Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник: в 4 т. Т. 3. Задвижки. Задвижки шланговые. Клапаны и затворы обратные. Клапаны невозвратно-запорные и невозвратно-управляемые. Клапаны герметические. Клапаны предохранительные / Ю. Д. Логанов. — Москва: Алекс, 2006. — 686 с.
8. Логанов, Ю. Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник: в 4 т. Т. 4. Клапаны регулирующие. Регуляторы давления и других параметров. Клапаны смесительные. Распределители. Клапаны циклические. Конденсатоотводчики. Дроссельные устройства. Элеваторы водоструйные. Арматура устьевая и фонтанная. Фильтры и решетки защитные. Приводные устройства для управления арматурой. Предприятия изготовители трубопроводной арматуры и приводов, приведенных в каталоге-справочнике. Указатель изделий // Ю. Д. Логанов. — Москва: Алекс, 2006. — 692 с.
9. Каталог. Трубопроводная арматура. Научно-производственное объединение «Регулятор». 2017. — 54 с.
10. Гуревич, Д. Ф. Конструирование и расчет трубопроводной арматуры / Д. Ф. Гуревич. — Москва: Машиностроение, 1968. — 888 с.
11. Гуревич, Д. Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры: Расчет трубопроводной арматуры / Д. Ф. Гуревич. — Москва: Издательство ЛКИ, 2008. — 480 с.
12. Гуревич, Д. Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Промышленная трубопроводная арматура. Конструирование трубопроводной арматуры / Д. Ф. Гуревич. — Москва: Издательство ЛКИ, 2017. — 416 с.
13. Арматура трубопроводная целевого назначения: в 3 т. Т. 1: Выбор. Эксплуатация. Ремонт / А. И. Гошко. — Москва: Машиностроение, 2003. — 432 с.
14. Гошко, А. И. Арматура трубопроводная целевого назначения: в 3 т. Т. 2: Производство. Испытания. Монтаж / А. И. Гошко. — Москва: Машиностроение, 2003. — 336 с.

15. Гошко, А. И. Арматура трубопроводная целевого назначения: в 3 т Т. 3. Управление качеством. Технический контроль. Сертификация / А. И. Гошко. — Москва : Машиностроение, 2003. — 224 с.
16. Еремкин, А. И. Запорно-регулирующая арматура в системах отопления: учеб. пособие / А. И. Еремкин. — Пенза : ПГУАС, 2013. — 88 с.
17. Новиков, В. Т. Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза. Ч. 1. Трубопроводная арматура: Учебное пособие / В. Т. Новиков. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. — 292 с.
18. Плотников, П. Н. Запорная задвижка с приводной головкой. Расчет и конструирование: учебно-методическое пособие / П. Н. Плотников. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 136 с.
19. Филиппов, В. В. Технологические трубопроводы и трубопроводная арматура. Учебное пособие / В. В. Филиппов. — Самара: СамГТУ, 2012. — 66 с.
20. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Штейнберга. — 3-е изд., перераб. и доп.—Москва : Машиностроение, 1992. — 672 с.
21. Юрьев, А. С. Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем / А. С. Юрьев [и др.]. — Санкт-Петербург : Мир и семья, 2001. — 1154 с.
22. Гуревич, Д. Ф. Трубопроводная арматура: справочное пособие / Д. Ф. Гуревич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Машиностроение, 1981. — 368 с.
23. Гуревич, Д. Ф. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением. Справочник / Д. Ф. Гуревич [и др.]. — Ленинград : Машиностроение, 1982. — 325 с.
24. Выбор устройств контроля давления для применения в нефтегазовой сфере [электронный ресурс] // Сфера. Нефть и газ. — 2017. — №4. — с. 94–96. — Режим доступа: http://www.s-ng.ru/pdf/main_2104.pdf / (дата обращения: 18.04.2018).
25. Мягков, К. А. Анализ эффективности работы самостабилизатора давления от воздействия гидроудара в системе [электронный ресурс] / К. А. Мягков [и др.] // Сфера. Нефть и газ. — 2017. — №5. — с. 48–55. — Режим доступа: http://www.s-ng.ru/pdf/main_2124.pdf / (дата обращения: 18.04.2018).
26. Оборудование для безопасности резервуаров [электронный ресурс] // Сфера. Нефть и газ. — 2017. — №5. — с. 82–83. — Режим доступа: http://www.s-ng.ru/pdf/main_2132.pdf / (дата обращения: 18.04.2018).
27. Указатель нормативных документов на трубопроводную арматуру [электронный ресурс] / АО «НПФ «Центральное конструкторское бюро арматуростроения»; [г. Санкт-Петербург], 2018. — 16 с. — Режим доступа: http://www.ckba.ru/images/wisiwig/СКБА_Ukazatel_standartov_2018.pdf / (дата обращения: 18.04.2018).
28. ГОСТ Р 53674-2009. Арматура трубопроводная. Номенклатура показателей. Опросные листы для проектирования и заказа.
29. ГОСТ Р 53674-2009. Арматура трубопроводная. Номенклатура показателей. Опросные листы для проектирования и заказа.
30. СТ ЦКБА 040 — 2006. Арматура трубопроводная. Арматура регулирующая. Методика выбора в системы автоматического регулирования: Стандарт ЦКБА / АО «НПФ «ЦКБА»; [г. Санкт-Петербург]. — 2006 г. — 58 с.