

# ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

## ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА

**ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫЙ  
КОНСТРУКЦИОННЫЙ ПОДХОД  
ПОЗВОЛЯЕТ РЕШИТЬ  
СТАРЫЕ ПРОБЛЕМЫ**



**Роберт Экерт  
(Robert Eckert)**  
дипломированный инженер FRIATEC AG



Основной принцип функционирования запорной арматуры, применяемой в питьевом водоснабжении – заслонки или задвижки – остаётся неизменным в течение уже многих десятилетий, предполагая, таким образом, неизменность и применяемой конструкционной концепции. В то же время данные статистики отказов [1], опубликованные Немецким объединением газо- и водоснабжения (DVGW), убедительно показывают, что основные проблемы запорной арматуры по-прежнему связаны с её неудовлетворительным функционированием или отказами, вызванными, главным образом, коррозией и нарушениями герметичности (рис. 1).

Эти проблемы, присущие традиционному запорному оборудованию, позволяет эффективно решить полиэтиленовая арматура принципиально нового типа.

### Некоторые исходные предпосылки

Требования, предъявляемые к запорной арматуре, являются весьма многообразными и достаточно жёсткими. Основные проблемы при её эксплуатации связаны с коррозией, гигиеной, образованием налётов, функционированием, долговечностью и т.п.

Значительные нагрузки, обусловленные внутренним давлением трубопровода, а также возникающие

Рис. 1. Причины отказов трубопроводной арматуры за период 1997-2004 гг. (по данным DVGW)



под действием усилий, прилагаемых при управлении запорной арматурой классических типов, практически исключают любые конструкционные альтернативы применению чугунных корпусов. Вследствие этого даже в повсеместно внедряемых ныне полиэтиленовых трубопроводных системах на участке установки такой арматуры приходится оставлять крайне нежелательные переходы с одних материалов на другие – либо фланцевые соединения, либо интегрированные в корпус полиэтиленовые штуцеры. Из-за этого становится невыполнимым давно уже предъявляемое эксплуатирующими организациями требование о создании трубопроводных систем, абсолютно гомогенных с точки зрения применяемых в них материалов.

Принципиально новый конструкционный подход позволил компании FRIATEC AG создать полиэтиленовую запорную арматуру марки FRIALOC®, у которой полностью отсутствуют слабые места, свойственные запорной арматуре классических типов.

**Рис. 2. Полиэтиленовый напорный трубопровод диаметром 560 мм, при монтаже которого применялась технология электромужфтовой сварки.**



Рассматриваемая запорная арматура обеспечивает полное и надёжное перекрытие потока через полиэтиленовый корпус за счёт своей изогнутой формы в сочетании с гибкостью.

Новая полиэтиленовая запорная арматура рассчитана на максимальное рабочее давление по классу PN 16 бар. В настоящее время такие элементы арматуры предлагаются только типоразмеров  $\text{r}90$  мм,  $\text{r}110$  мм и  $\text{r}125$  мм, однако уже к середине 2008 года к ним должны присоединиться типоразмеры  $\text{r}160$  мм и  $\text{r}180$  мм, в отношении которых уже начато освидетельствование со стороны DVGW и направлены соответствующие запросы о регистрации.

### Планирование, строительство и эксплуатация трубопроводов газо- и водоснабжения

Полиэтиленовые трубы используются уже в течение 50 лет в системах водоснабжения, и около 40 лет – в системах газораспределения. Те многочисленные преимущества, которые предоставляет полиэтилен по сравнению с обычно применявшимися в этой области материалами, способствовали быстрому и широкому распространению полиэтиленовых труб, которые использовались сначала при выполнении домовых вводов, затем, по мере накопления позитивного опыта, в газораспределительных трубопроводах диаметром до 225 мм, ныне же достаточно обычными являются даже крупномасштабные проекты с диаметрами до 800 мм.

Постоянно ведущиеся работы над дальнейшим совершенствованием используемых материалов позволили получить трубы и фасонные детали с улучшенными свойствами, которые в состоянии, например, выдерживать ещё более высокие рабочие давления, а также в течение очень длительного времени успешно противостоять всё более суровым условиям эксплуатации.

Применяемое сварочное оборудование обеспечивает получение гомогенных и надёжных соединений труб. За счёт этого отдельные конструкционные элементы трубопроводной сети объединяются в единую систему, гомогенную и неразъёмную (рис. 2). Таким образом, технология электромужфтовой сварки с использованием интегрированных нагревательных элементов стала действительно универсальной методикой соединения как труб и фасонных деталей, так и элементов арматуры седлового типа, предназначенных для подключения ответвлений.

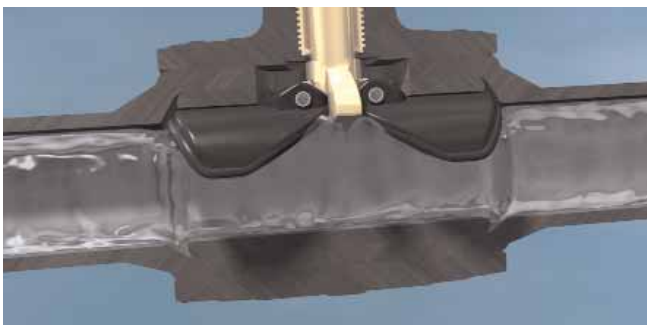
Разумеется, при разработке таких конструкционных элементов должны непременно учитываться и некоторые неблагоприятные свойства, присущие полиэтилену, такие как, например, холодная текучесть, склонность к ползучести и относительно невысокие по сравнению с металлами прочность и твёрдость. В частности, для полиэтиленовых соединительных деталей механического типа, используемых в области газоснабжения, настоятельно предписывается применение опорных втулок, обеспечивающих сохранение формы и компенсирующих склонность полиэтилена к холодной текучести, которая может приводить, причём уже в среднесрочной перспективе, к нарушению герметичности получаемых соединений.

### Нагрузки, которым подвергается запорная арматура, установленная бесколодезным методом

Запорная арматура, установленная бесколодезным методом, подвергается воздействию сложных комбинированных нагрузок, которые в долгосрочной перспективе могут вести к нарушению герметичности элемента арматуры при перекрытии расхода. Появление таких нагрузок может быть вызвано теми воздействиями, которые оказываются на них:

- механическими реакциями, например, опор, которые могут быть различными, в зависимости от конкретной ситуации, в которой произведён монтаж;
- деформацией под действием внешних статических нагрузок;
- деформацией, возникающей под действием внутреннего давления и/или гидравлических ударов;
- растягивающими нагрузками, возникающими при использовании элемента арматуры в качестве точки опоры для трубопроводной системы;
- изгибающими напряжениями, вызванные осадкой;
- поперечными усилиями, которые прилагаются при открывании и закрывании элемента арматуры в условиях меняющегося давления;
- механическими реакциями, возникающими вследствие приложения управляющим приводом чрезмерных усилий к арматуре уже после принятия ею полностью открытого и полностью закрытого положения.

**Рис. 3. Запорная арматура FRIALOC® – открыто: положение, занимаемое створками, обеспечивает, несмотря на компактность конструкции, наличие прохода, величина которого практически равна номинальному диаметру (слева); закрыто: двойное перекрытие в сочетании с амортизирующим действием, которое обеспечивается наличием свободного пространства между створками (справа).**



### Конструктивное исполнение запорной арматуры

Замыслы большинства конструкторов традиционно формируются сначала, что называется, «в стали». Однако современные пластмассы требуют совершенно иного, комплексного подхода, что обусловлено, прежде всего, ограниченной линейностью свойств, проявляемых пластмассами, а также теми деформациями, которым они могут подвергаться под действием различных напряжений и нагрузок. Простое копирование механической части металлических задвижек для конструкций, выполняемых из пластмассы, привело бы к предъявлению завышенных требований в отношении как прочности и твёрдости, так и свойств, проявляемых в связи с холодной текучестью. Вследствие этого основной проблемой в рассматриваемом случае является воплощение тех требований, которые предъявляются к арматуре данного типа, в виде конструкции, пригодной для исполнения в пластмассе.

В соответствии с указанными выше условиями были разработаны различные основополагающие методы прерывания потока сред, транспортируемых по трубопроводам, а также была проведена их оценка с точки зрения общей функциональности, технической осуществимости и надёжности.

### Двухстворчатая запорная часть

В ходе исследований выявилось превосходство механической части, выполненной по принципу двойной створки. Такое устройство обладает всеми преимуществами, обеспечиваемыми запорными клапанами и шиберами (задвижками) обычных типов, не имея, однако, свойственных перечисленным устройствам недостатков. Основная идея рассматриваемой конструкции состояла в том, чтобы обеспечить использование в качестве створок соответственно выполненных сегментов трубы (рис. 3). Это позволило получить максимально возможную величину гидродинамической площади при оптимальной компактности конструкции в целом. Наряду с прочими многочисленными преимуществами, полиэтиленовая запорная арматура семейства FRIALOC® характеризуется, в частности, очень незначительной монтажной высотой. Исполнение и размещение опорной втулки створки призвано обеспечивать в полностью открытом положении сохранение в арматуре свободного прохода, равного по своей величине номинальному диаметру трубы. В отличие от устройств, в которых используются опорные втулки центрального (аксиального) типа, рассматриваемая полиэтиленовая арматура не предполагает ни возрастания гидравлического сопротивления, ни каких-либо ограничений по применению устройств, вводимых в трубопровод для диагностики, чистки и т.п., ни возникновения любого рода проблем, связанных с герметизацией рассматриваемого узла.

На участке уплотнений корпуса потенциально существует проблема появления деформаций вслед-

ствии концентрации напряжений, возникающей при запираании арматуры. С целью заблаговременного устранения этой причины будущих неисправностей механической частью привода обеспечивается распределение усилий, прилагаемых в процессе управления арматурой, при этом одновременно обеспечивается уменьшение динамических поперечных сил, вызываемых воздействием потока транспортируемой по трубопроводу среды на шпиндельный привод. Это достигается, с одной стороны, за счёт формы запирающего сегмента, поскольку запирающий элемент, выполненный по типу створки, предоставляет существенно меньшую площадь для приложения гидродинамических сил; с другой стороны, снятие сил реакции обеспечивается поперечной направляющей, которая предусмотрена в корпусе. Благодаря этой конструкционной «уловке» шпиндельный привод полностью разгружается от воздействия поперечных усилий, чего невозможно добиться для клиновой задвижки обычного типа. Всё это позволило достичь ещё более значительного уменьшения усилий, прилагаемых при открывании и закрывании арматуры рассматриваемого типа.

**Рис. 4. Управляющие крутящие моменты в течение 8 месяцев эксплуатации: стабильно низкие прилагаемые усилия**



**Рис. 5. Клапан гибко адаптируется к контуру уплотнения. Из эластомера выполнена только окантовка створки клапана.**



### Приводы: комфортность в управлении

Дополнительное снижение усилий, прилагаемых при управлении арматурой рассматриваемого типа, обеспечивается ещё одной её важной конструкционной особенностью – наличием сразу двух согласованно действующих створок, между которыми образуется свободное пространство, амортизирующее и отчасти гасящее появляющуюся при работе арматуры раз-

ность давлений. Речь в данном случае идёт о гидродинамическом напоре транспортируемой среды при закрывании арматуры и давлении подпора при её открывании. Благодаря этому существенно уменьшаются те пиковые крутящие моменты, которые должны быть приложены к запирающему элементу в областях его конечных положений.

Достигнутая за счёт этого лёгкость хода привода позволяет не только обеспечить большее удобство оператору. Что гораздо важнее в условиях длительной эксплуатации, она способствует значительному повышению долговечности механической части арматуры, поскольку уменьшение прилагаемых усилий объективно приводит к снижению интенсивности механического износа. Благодаря использованию рассматриваемого конструкционного принципа такая полиэтиленовая запорная арматура может с успехом применяться не только в трубопроводных сетях газо- и водоснабжения, но и в составе самых различных установок и систем, поскольку в этом случае переключение арматуры производится, как правило, значительно чаще, чем в сетях, смонтированных по бесколлодному принципу, вследствие чего здесь заметно повышаются требования, предъявляемые именно к живучести механической части.

На рис. 4 представлены результаты измерений, проводившихся в эксплуатационных условиях. В ходе эксплуатации испытуемого элемента арматуры, контролировавшегося в течение 8 месяцев, управляющие крутящие моменты стабильно оставались очень незначительными – в пределах всего лишь от 5 до 10 Н·м, при этом (арматура типа FRIALOC® Ø125 мм) для приведения створок к нижнему упору и окончательного запираания арматуры (80 Н·м) приводу потребовалось выполнить всего девять оборотов. Аналогичные показатели были определены и в ходе контроля процесса открывания: после преодоления момента отрыва дальнейшее управление арматурой осуществлялось с приложением самых незначительных усилий.

Результаты параллельных испытаний, проводившихся в идентичных условиях монтажа и эксплуатации, показывают, что столь низкие величины управляющих крутящих моментов сохраняются у пластмассовой запорной арматуры и по истечении ещё более продолжительных промежутков времени.

Известно, насколько опасны явления кавитации для трубопроводной арматуры всех видов. Особенно актуальной данная проблема становится при работе арматуры в неуставившихся режимах, например, при неполном открывании, когда скорость потока жидкости может сильно возрасти, что приводит к «захлопыванию» кавитационных пузырьков, сопровождающемуся локальными скачками давления и даже гидравлическими микроударами, которые могут, при продолжительном воздействии, «выбивать» из близлежащих поверхностей целые фрагменты материала. Данное явление, называемое кавитационной эрозией, со временем может довести конструкционный элемент до полного разрушения. Одна-

ко у арматуры FRIALOC® риск возникновения кавитации сведён к минимуму за счёт применения «энергопоглощающей» пластмассы, а также благодаря амортизации разности давлений на участке между створками.

**Рис. 6. Стенд для проведения динамических испытаний арматуры при рабочих давлениях до 16 бар и с расходами до 250 м³/ч.**



### Основной элемент конструкции – запорная створка

Чтобы исключить возникновение опасно высокой концентрации напряжений, что является особенно актуальным из-за свойственной полиэтилену склонности к холодной текучести, особое внимание было уделено разработке согласованного исполнения запирающей механической части и области уплотнения. Чем сильнее обжимается клиновидная часть затвора, применяемого в запорной арматуре обычного, шибберного типа, тем выше риск деформации полиэтиленового корпуса и нарушения герметичности перекрытия потока.

Решение проблемы было найдено в оригинальной конструкции запорной створки, которая применяется в арматуре FRIALOC®. Для этого створке была придана форма, обеспечивающая в закрытом состоянии плотное прижатие её кромок к стенкам корпуса под действием рабочего давления транспортируемой среды. При незначительных рабочих давлениях герметичность уплотнения на данном участке дополнительно обеспечивается эластомерной окантовкой створки. При высоких рабочих давлениях створка изогнутой формы упруго деформируется под действием напора или подпора (рис. 5), принимая оптимально подходящую форму. Таким образом, створка как бы «дышит», т.е. самопроизвольно подгоняется сжимающей нагрузкой к уплотняющей поверхности корпуса.

### Уплотняем лишь там, где в это действительно необходимо

Нами используется специальная технология, позволяющая получить надёжное и прочное соединение на участке между полиамидом тела створки и применяемым уплотняющим материалом. Однако вместо того, чтобы полностью «одевать» весь запирающий эле-

мент в оболочку из уплотняющего материала, что является обычным, например, для затворного клина задвижки шибберного типа, в рассматриваемом случае уплотнение обеспечивается лишь для ограниченной функциональной зоны по краям створки. Такой подход позволяет, помимо прочего, существенно снизить возможность размножения микроорганизмов на выполненной из эластомера уплотняющей поверхности, поскольку площадь такой поверхности сведена к абсолютному минимуму (рис. 5). Данное преимущество является чрезвычайно актуальным, в частности, для сетей питьевого водоснабжения.

### Корпус и привод

Корпус полиэтиленовой запорной арматуры рассматриваемого типа полностью выполнен из полиэтилена марки ПЭ 100. Стенки корпуса имеют значительную толщину, что позволяет им с запасом выдерживать любые механические нагрузки, обычные для эксплуатации арматуры в нормальных режимах, в частности, внешние нагрузки, которые могут быть разными в зависимости от конкретных условий монтажа, внутренние нагрузки от рабочего давления, а также дополнительные нагрузки, обусловленные приложением управляющих усилий. Функциональные элементы привода выполнены из материалов, устойчивых к коррозии. Уникальная конструкция шпинделя обеспечивает приводу несравненную лёгкость хода, при этом полное открывание или закрывание створок производится с минимальным количеством оборотов. Например, у запорной арматуры с условным проходом DN 100 для этого требуется всего девять оборотов шпинделя.

### Снижение веса за счёт полиэтиленового корпуса

Использование полиэтилена в качестве основного конструкционного материала позволяет добиться значительного снижения веса запорной арматуры FRIALOC®, особенно по сравнению с обычными шибберными и клиновыми задвижками, выполненными из металла. Совершенно очевидно, что чем легче запорная арматура, тем ниже затраты трудовых и иных ресурсов в ходе её транспортировки, погрузки-разгрузки и монтажа.

### Испытания и первый опыт практической эксплуатации.

#### Требования стандартов и норм

Основой для получения допуска запорной арматуры марки FRIALOC® к практическому применению явилось принятое DVGW Контрольное требование VP647 «Запорная арматура из полиэтилена (марок ПЭ 80 и ПЭ 100) для систем питьевого водоснабжения: требования и испытания». Данное положение, впервые обнародованное в 2007 году, разрабатывалось на ос-

нове международных и национальных нормативных требований аналогичного плана. При его формулировании были приняты во внимание специфические контрольные требования, предъявляемые к пластмассовой арматуре согласно стандарту DIN EN 12201-4 «Пластмассовые трубопроводные системы для сетей водоснабжения – Полиэтилен (PE) – Часть 4: Арматура», а также применимые к данному случаю требования стандарта DIN EN 1074-1, -2 «Арматура, используемая в области водоснабжения – Требования, предъявляемые в отношении пригодности к применению, и испытания на соответствие им».

При том, что требования, принятые стандартом DIN EN 1074, были разработаны из расчёта на типовую металлическую арматуру, все предписанные им испытания должны быть в полном объёме проведены также и для арматуры из полимеров. Разумеется, это чрезвычайно высокая планка как для конструкции, так и для применяемого материала. Следует также иметь в виду, что требования, предъявляемые к результатам типовых испытаний на прочность корпуса, выполнение функции запирания в течение длительного времени, износостойкость привода и, само собой, герметичность в ходе длительной эксплуатации, сформулированы в стандарте DIN EN 1074 значительно жёстче по сравнению со стандартом DIN EN 12201. В то же время успешное прохождение столь сложных испытаний с ещё большей убедительностью подтвердило бы, что и по этим показателям пластмассовая запорная арматура, как минимум, не уступает арматуре металлической. Итак, испытания на получение допуска DVGW начаты и проходят успешно, а запрос о регистрации уже направлен DVGW.

### Испытания, проводимые фирмой-производителем

Для проведения испытания на изгиб нами был разработан специальный испытательный стенд, позволяющий имитировать разнообразные воздействия, которые могут оказываться на вмонтированную арматуру по мере развития усадочных явлений. Одновременно здесь можно подавать на арматуру различные рабочие давления, а также осуществлять управление ею. В ходе испытаний протечек выявлено не было, ни наружу, ни через запорные элементы.

Для арматуры, предназначенной для монтажа с последующей засыпкой грунта (бесколодезным методом), успешная отработка функций управления должна быть подтверждена по результатам 250 испытательных циклов. Данное испытание проводится посредством односторонней подачи статического давления на пребывающую в закрытом состоянии арматуру с её последующим открыванием, сопровождающимся сбросом давления. Для запорной арматуры FRIALOC® соответствующее подтверждение было получено по результатам 2500 испытательных циклов, что в 10 раз превышает нагрузку, устойчивость к которой предписана действующими нормами для бесколодезной арматуры.

Специально для имитации экстремальных условий эксплуатации был разработан и построен уникальный стенд для испытания арматуры (рис. 6), который позволяет проводить не только обычные статические испытания, но и испытания на долговечность, и всё это при рабочих давлениях до 16 бар и с расходами до 250 м<sup>3</sup>/ч. Благодаря этому появилась возможность провести испытания привода на долговременную устойчивость к износу по результатам многих тысяч испытательных циклов, отработавшихся в самых жёстких условиях эксплуатации, которые только могут встречаться на практике.

Рис. 7. Готовая к монтажу полиэтиленовая запорная арматура FRIALOC® с приводной штангой типа FBS



Рис. 8. Полиэтиленовая запорная арматура FRIALOC®, вмонтированная в чугунный трубопровод



### Полевые испытания, проводившиеся на территории предприятия фирмы-производителя

При ответственном и компетентном подходе к разработке любых нормативных актов лабораторного мо-

делирования разнообразных условий эксплуатации недостаточно. Всегда предусматриваются некие дополнительные требования, для подтверждения соответствия которым невозможно обойтись без полевых испытаний. Такие испытания, конечно же, проводились и с полиэтиленовой запорной арматурой марки FRIALOC®, для чего использовалась как территория наших предприятий, так и объекты ряда известных коммунальных предприятий. В ходе этих полевых испытаний принимались меры, обеспечивающие имитацию как можно более жёстких эксплуатационных условий.

Для получения данных о том, насколько присутствие осадка будет способствовать образованию налёта и накапливанию отложений, один из прототипов запорной арматуры FRIALOC® был установлен в наземном надколхозном павильоне. Поступающая туда неочищенная природная вода характеризуется чрезвычайно высоким содержанием твёрдых частиц. После монтажа, состоявшегося в середине 2006 года, полиэтиленовая арматура неоднократно проверялась на предмет функционирования и сохранения управляемости. Поскольку полиэтилен в принципе не способствует образованию налетов и накапливанию отложений, а привод арматуры выполнен таким образом, чтобы обеспечивалась его максимальная устойчивость к загрязнению, наличие в воде значительного количества твёрдых частиц не оказало какого-либо влияния ни на работоспособность, ни на состояние арматуры. Данная запорная арматура по сей день продолжает функционировать надёжно и без сбоев, причём управляющие крутящие моменты остались такими же, как и у совершенно новой арматуры. Поскольку изначально предполагалось, что испытываемая пластмассовая арматура будет ненадолго изыматься из трубопровода для контроля, перед нею и после неё были одновременно установлены также и металлическая запорная арматура клинового типа. Вопреки всем ожиданиям, уже очень скоро управлять этими металлическими задвижками можно было лишь с приложением весьма существенно возросших усилий.

Другие элементы запорной арматуры были установлены в сети питьевого водоснабжения предприятия, выполненной из чугунных и полиэтиленовых труб. До сих пор здесь не отмечалось каких бы то ни было особенностей. Как по общим эксплуатационным показателям, так и с точки зрения безупречности функционирования претензий не было.

### **Внефирменные полевые испытания – первый опыт практической эксплуатации**

После проведения полевых испытаний от ряда крупных предприятий водоснабжения поступили первые подтверждения пригодности рассматриваемой полимерной запорной арматуры, полученные в условиях реальной эксплуатации.

Так, городские коммунальные службы Ганновера, контролируемые компанией Enercity, установили эле-

мент арматуры FRIALOC® в уже существующую трубопроводную систему старого образца, выполненную из чугуна, для чего использовались свариваемые фланцы марки FRIALEN, тип EFL (рис. 7 и рис. 8). Для данных условий монтажа, а именно установки в уже имеющуюся чугунную трубопроводную сеть, особенно важным считается получение подтверждения пригодности пластмассовой запорной арматуры с точки зрения воздействий, оказываемых на неё налетом и иными твёрдыми веществами в ходе продолжительной эксплуатации. Сначала управление арматурой осуществлялось вручную. Однако результатов измерения крутящих моментов до сих пор не поступало, поскольку применяемые здесь динамометрические ключи могут отображать значения лишь от 30 Н·м и выше.

Указанная выше арматура располагается в удобном для доступа месте, благодаря чему она может регулярно приводиться в действие, что позволит впоследствии сделать выводы о тех изменениях её состояния и характеристик, к которым следует готовиться в долгосрочной перспективе.

В Дармштадте компанией HSE были установлены две полимерные запорные арматуры, но уже в полиэтиленовую трубопроводную сеть. Участки монтажа новой арматуры были тщательно задокументированы, что позволит целенаправленно контролировать её функционирование и герметичность.

### **Рис. 9. Свободный сток воды через арматуру в положении дросселирования (т.е. не полностью открытую) – крайне тяжёлое испытание для любой запорной арматуры**



В ходе полевых испытаний, проводившихся компанией Gelsenwasser AG на своей водопроводной станции Хальтерн (Haltern), имитировались особо тяжёлые условия эксплуатации. Здесь полиэтиленовая запорная арматура сначала была подвергнута ряду различных испытаний на прочность и герметичность в лаборатории. После получения положительных результатов были проведены полевые испытания, описание которых нуждается в некоторых предварительных пояснениях. Дело в том, что запорная арматура в

основном рассчитана на эксплуатацию в полностью открытом или полностью закрытом состоянии. В принципе, запорная арматура по определению не должна эксплуатироваться при промежуточных положениях своего запирающего органа. Нельзя, однако, исключить, что на практике такая арматура будет использоваться, что называется, «не по прямому назначению», поэтому в рассматриваемом случае испытываемая арматура была осознанно приведена в частично открытое состояние с шириной просвета 1 см и функционировала таким образом в течение двух недель при рабочем давлении около 8 бар. Поток воды через арматуру свободно сбрасывался в инфильтрационный бассейн (рис. 9). Те мощные силы, воздействию которых арматура подвергается при её эксплуатации в таком режиме, приводят к возникновению очень значительных вибраций, далеко распространяющихся по основанию, на котором смонтирована арматура. Тем не менее, после прекращения подачи воды даже самый тщательный визуальный контроль не позволил выявить сколь-нибудь существенных изменений. Не было обнаружено ни малейших повреждений створок, уплотнений, корпуса или привода (рис. 10). Затем были ещё раз проведены лабораторные испытания на герметичность и прочность (давле-

нием 30 бар в течение 15 минут), которые снова дали положительные результаты, а результат измерения управляющих крутящих моментов оказался и вовсе удивительным, поскольку после всех этих, можно сказать, «измывательств», открывание и закрывание арматуры по-прежнему осуществлялось крутящим моментом всего 19 Н·м, то есть без малейшего изменения.

С точки зрения требований гигиены самые положительные оценки получила конструкция блока привода, исключая появление зон стоячей воды. Привод постоянно оmyвается водой.

В блоке привода предусмотрены металлические упоры как для верхнего, так и для нижнего крайнего положения запирающих элементов. Благодаря этому, а также чрезвычайной лёгкости хода шпинделя достижение любого из конечных положений безошибочно определяется оператором даже при управлении запорной арматурой, подвергающейся воздействию максимально высокого рабочего давления. Надёжность и прочность конструкции привода практически исключают возможность его фатальной перегрузки. Блок управления интегрирован в корпус с кинематическим замыканием, благодаря чему он в состоянии без ущерба для себя выдерживать уп-

Рис. 1. Причины отказов трубопроводной арматуры за период 1997-2004 гг. (по данным DVGW)





равляющие крутящие моменты величиной порядка 400 Н·м.

При этом конструкция привода продумана таким образом, чтобы даже в случае его повреждения вследствие перегрузки можно было быть абсолютно уверенным в том, что уж отсюда вода поступать ни при каких обстоятельствах не будет.

### Контроль качества

Каждый из элементов полиэтиленовой запорной арматуры марки FRIALOC® состоит из отдельных частей, поступающих партиями. Вся информация о них тщательно регистрируется и архивируется в рамках процесса документирования производственных данных. Распознавание, необходимое для обратного отслеживания, обеспечивается штрих-кодом, который предусмотрен на каждом из устройств. Все данные сохраняются в архиве в течение 10 лет, следующих за датой выпуска.

Информация по каждому отдельно взятому конструкционному элементу, считанная со штрих-кода, может быть сохранена в протоколе, который ведётся сварочным аппаратом, после чего она автоматически присовокупляется к прочим технологическим данным, описывающим процесс монтажа методом электродуговой сварки.

Кроме того, на куполообразном выступе каждого из элементов арматуры предусмотрено дополнительное обозначение высокой стойкости, выполненное в виде кольца синего цвета. Оно позволяет безошибочно и с первого взгляда определить, что данный элемент арматуры предназначен для использования в составе водопроводных сетей.

После сборки каждый из элементов арматуры подвергается многоступенчатой процедуре контроля качества, которая включает в себя:

- проверку герметичности перекрытия потока при давлении 0,5 бар, по отдельности для каждой из сторон арматуры;
- проверку герметичности перекрытия потока при давлении 24 бара, по отдельности для каждой из сторон арматуры;
- определение управляющего крутящего момента посредством открывания и закрывания арматуры при дифференциальном давлении 16 бар;
- проверку прочности и проверку внешней герметичности при давлении 24 бара.

Данный цикл испытаний обязательно следует за сборкой каждого отдельно взятого элемента полиэтиленовой запорной арматуры марки FRIALOC®. Благодаря этому достигается качество, на которое всегда можно без малейшего риска полагаться при выполнении работ на строительной площадке.

Кроме того, отдельные образцы, отбираемые из каждой партии поставляемых деталей и частей, подвергаются ещё более многообразным и тщательным сопутствующим производственным проверкам, таким, как, например, испытание на длительную стойкость под действием внутреннего давления.

### Выводы

С появлением представленной выше полиэтиленовой запорной арматуры марки FRIALOC® номенклатура изделий, необходимых для получения гомогенных по материалу трубопроводных сетей, приобрела своё последнее недостающее звено. Благодаря этому разнообразные механические соединения и фланцы становятся столь же излишними, сколь и дорогостоящими мероприятия, направленные на защиту от коррозии. Относительно небольшой вес в сочетании с малым количеством оборотов и отсутствием необходимости в приложении значительных усилий при закрывании и открывании такой арматуры позволяет существенно облегчить как монтаж, так и эксплуатацию полиэтиленовых трубопроводных сетей в любых реально возможных условиях. Инновационная конструкция механической части запирающего элемента рассматриваемой арматуры действует по абсолютно новому принципу т.н. «дышащей» створки, что позволило добиться её оптимального соответствия всем тем специфическим требованиям, появление которых было обусловлено использованием корпуса, полностью выполненного из полиэтилена. В дополнение к вышесказанному, управляющий привод арматуры характеризуется исключительной устойчивостью к износу и нагрузкам. Он продолжал безупречно функционировать и после 2500 полных циклов, и это в экстремально тяжёлых условиях длительного динамического испытания при максимальных показателях дифференциального давления и расхода.

Что касается требований гигиены, то конструкционная концепция полиэтиленовой запорной арматуры FRIALOC® абсолютно исключает наличие зон стоячей воды и возникновение любого рода застойных явлений. За счёт сведения к минимуму площади поверхностей, покрытых уплотняющими материалами, достигнуто дальнейшее существенное снижение биологических рисков по показателю пригодности для размножения микроорганизмов (см. документ W 270, принятый DVGW).

Таким образом, важнейшими преимуществами рассматриваемой полиэтиленовой запорной арматуры являются исключительная механическая прочность и безотказность привода, высочайшая надёжность перекрытия потока, а также возможность создания совершенно гомогенной (по материалу) полиэтиленовой трубопроводной сети, без переходов на другие материалы даже на участках монтажа запорной арматуры.

### Литература

1. Niehues, B.: DVGW-Schadensstatistik Wasser: Ergebnisse aus den Jahren 1997 bis 2004; energie wasser praxis (2006) Nr.10.
2. DVGW W 270 "Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung".