

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТМАССОВЫХ ДИСКОВЫХ ПОВОРОТНЫХ ЗАТВОРОВ

К.Ю. Зерщиков, Ю.В. Семенов, ООО «Константа-2»

Одним из перспективных видов запорной арматуры является дисковый поворотный затвор. Это объясняется рядом технико-экономических показателей, присущих данному виду запорной арматуры, а именно, простотой в эксплуатации и обслуживании, малыми габаритами и, соответственно, низкой стоимостью.

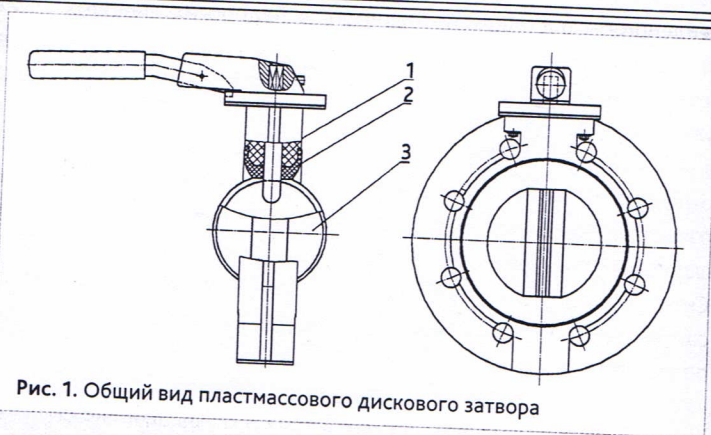


Рис. 1. Общий вид пластмассового дискового затвора

Дисковый затвор представляет собой устройство, состоящее из поворотного диска (3), уплотняемой эластомерной манжетой (2), установленной в корпусе (1), внутренний диаметр которой меньше наружного диаметра диска (рис.1). В момент закрытия затвора диск деформирует манжету, высокоэластические свойства резины способствуют возникновению усилия, направленного радиально вдоль плоскости диска по всему его периметру. Возникающее контактное давление позволяет материалу уплотняющей манжеты плотно обжать диск и тем самым обеспечить герметичность затвора.

Дисковые затворы, у которых корпус и запирающий элемент – поворотный диск выполнены из полимерных материалов (в основном это арматура из поливинилхлорида или хлорированного поливинилхлорида), имеют очевидные преимущества по сравнению со стальными и чугунными: коррозионная стойкость элементов затвора и отсюда долговечность, высокая надежность при работе в химически активных, абразивных средах, технологичность и экономичность. Однако, их недостатки: малая жесткость корпуса, невысокая теплостойкость ПВХ – сдерживают применение этой арматуры на больших давлениях, при повышенных температурах. В результате, отсутствует предложение арматуры на большие диаметры, с высоким ресурсом эксплуатации. Так, проведенные ресурсные испытания пластико-

вого дискового затвора из ПВХ импортного производства показали падение герметичности с 1,3 МПа до 0,1 МПа после 5000 циклов «открыто-закрыто».

Следовательно, существует необходимость исследования основных конструктивно-технологических параметров дисковых пластмассовых затворов с целью повышения их рабочих характеристик и надежности в эксплуатации: максимального давления, ресурса, т. е. максимального количества циклов «открыто-закрыто», при котором не снижается рабочее давление, максимальной температуры эксплуатации при рабочем давлении, момента поворота диска.

Очевидно, что предельная температура эксплуатации и максимальное рабочее давление зависят в первую очередь от физико-механических и теплофизических характеристик материала, используемого для изготовления корпуса. Поэтому для оценки возможности применения материала при максимальной рабочей температуре методом термомеханического анализа (ТМА) определяли температуру падения прочности. Результаты ТМА (рис. 2) показывают, что предельная температура эксплуатации композиции на основе ПВХ не превышает 60 °С, тогда как применение реактопластов позволяет поднять ее минимум до 150 °С. Кроме того, за счет армирования реактопласта непрерывными волокнами снижается коэффициент линейного расширения, что увеличивает стабильность размеров при повышенных температурах.

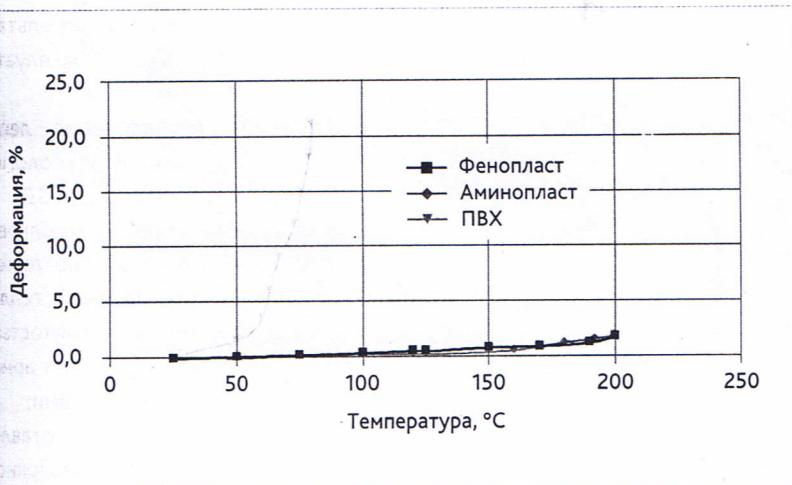


Рис. 2. Сравнительные характеристики теплостойкости

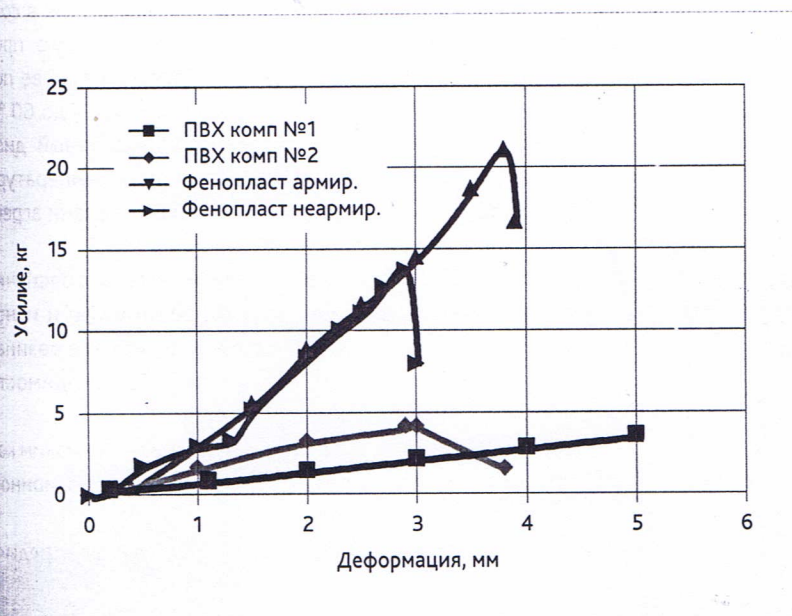


Рис. 3. Сравнительные зависимости прочности при изгибе различных композиций

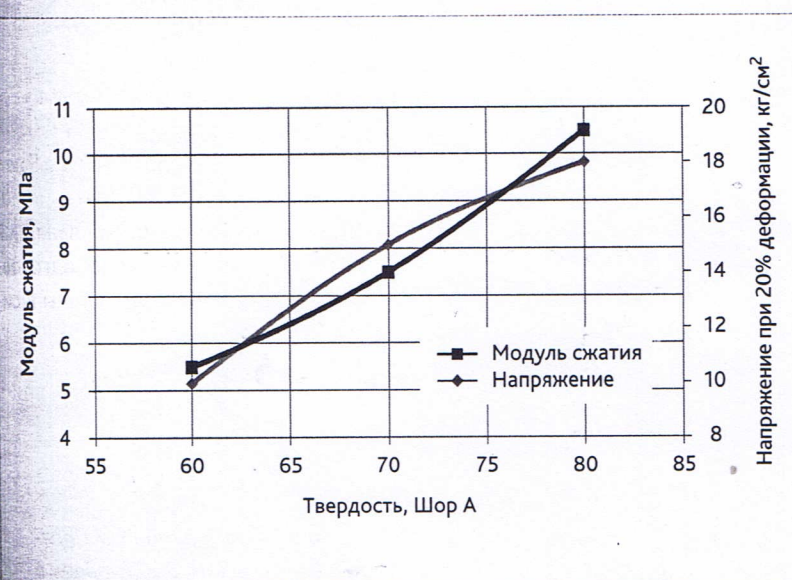


Рис. 4. Зависимость модуля упругости при сжатии и напряжения при 20%-ой деформации от твердости эластомера на основе этилен-пропиленового каучука

Чтобы оценить прочностные характеристики материала корпуса, провели сравнительные исследования прочности при изгибе различных композиций. Метод определения прочности при изгибе был выбран исходя из условий нагружения затвора. Испытания проводили согласно ГОСТ 4648-71 для образцов на основе ПВХ и фенопласта с целью оптимизации состава композиций. На рис.3 видно, что изменение состава композиции на основе ПВХ позволяет в некоторых пределах повысить прочность и жесткость (композиция №2), но не обеспечивает показателей, сравнимых с реактопластами. Армирование, как и ожидалось, повышает деформационно-прочностные характеристики, что увеличивает надежность конструкции в эксплуатации. Характеристика жесткости – модуль упругости при изгибе армированного реактопласта составляет 4500 МПа, тогда как для ПВХ он равен 2800 МПа. Повышение прочности и модуля упругости позволяет получить более стабильный по размерам, более жесткий и прочный корпус с улучшенными массогабаритными характеристиками.

Очевидно, что основное влияние на герметичность, оцениваемую как отсутствие протечек при максимально возможном давлении, оказывают упруго-прочностные характеристики резиновой манжеты. Возникающее в уплотнении контактное давление при использовании эластомерных уплотнений согласно данным [1] пропорционально величине модуля сжатия резины: чем выше модуль, тем выше контактное давление и, соответственно, герметизирующая способность, а, следовательно, рабочее давление. На рис. 4 представлена зависимость модуля сжатия от твердости резины в диапазоне деформации от 0 до 30 % и напряжения, образующиеся в резине при 20%-ой деформации. Как видно, и модуль и напряжение растут симбатно росту твердости, следовательно, задавая твердость манжеты, можно прогнозировать величину контактного давления на границе диск – манжета и, следовательно, давление, выдерживаемое затвором без протечек.

На рис. 5 (1, 2) отображена зависимость герметичности от твердости резиновой манжеты. Исследования проводили на серийных образцах затвора серии ЗД с условными проходами DN 50 и DN 100 с манжетами из резины на основе этилен-пропиленового каучука. Герметичность определяли по

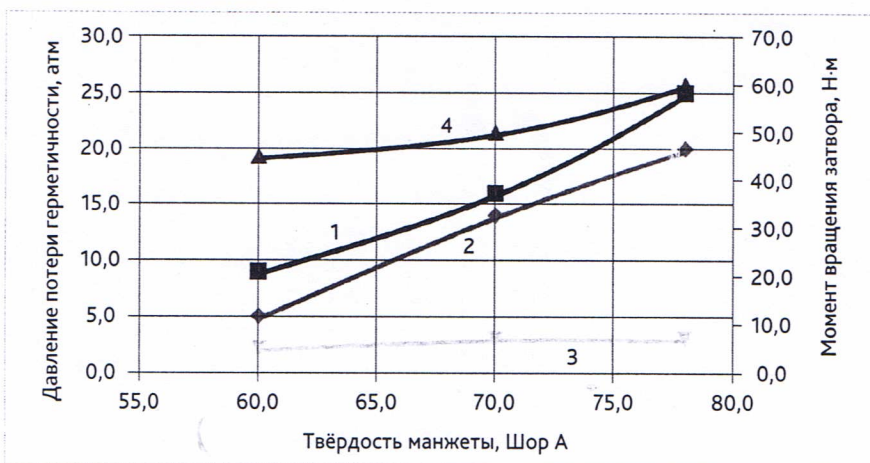


Рис. 5. Влияние твердости резиновой смеси на основе этилен-пропиленового каучука на давление, выдерживаемое затвором без протечек (1, 2), и момент поворота диска (3, 4) для условных проходов DN 50 (1, 3) и DN 100 (2, 4)

классу А согласно ГОСТ 9544 при испытаниях воздухом. Наблюдается взаимно однозначное соответствие между твердостью и герметичностью, оцениваемой по максимальному давлению, выдерживаемому затвором без пропуска воздуха через уплотнение: с увеличением твердости до 78 ед. по Шор А растет максимальное давление до 25 атм и до 20 атм для затворов с разным условным проходом. При прочих равных условиях герметичность ниже у затвора с большим условным проходом, что объясняется влиянием масштабного фактора.

Однако с ростом твердости резины при постоянном коэффициенте трения момент поворота диска также возрастает. На рис. 5 (3, 4) представлены зависимости момента на шпинделе от твердости резины, из которой изготовлена манжета. Как и следовало ожидать, момент увеличивается с ростом твердости, но при всех значениях остается не выше 10 Нм для затвора с условным проходом DN 50, что является для данного проходного сечения на уровне лучших показателей.

Таким образом, необходимо в каждом конкретном случае искать компромиссное решение для оптимизации показателей работоспособности. Так, для затворов DN 100, чтобы использовать экономичные приводы с моментом 50 Нм, необходимо применять манжеты с твердостью не более 70 ед. по Шор А.

Механизм уплотнительного действия обусловлен не только механическим взаимодействием контактирующих поверхностей, но и химическими превращениями материалов в процессе эксплуатации [1]. Эти процессы деградации свойств происходят в полимерных материалах в результате воздействия эксплуатационных сред и, в особенности, вследствие воздействия повышенных температур. Для оценки совместного влияния температуры и давления на надежность проводили термоциклирование корпусов – 10-кратный нагрев до 150 °С и охлаждение до комнатной температуры с последующим замером герметичности при давлении 1,5 МПа. Проведенные испытания показали, что применяемые материалы не изменяют свойств и обеспечивают стабильность размеров после воздействия по-

вышенных температур, в результате достигается неизменность эксплуатационных характеристик.

Проведенные исследования легли в основу конструкции и технологии, реализованных в затворах серии ЗД:

- односекционный корпус выполняется из терморектопластов либо термопластов, обладающих высокой теплоустойчивостью, химической стойкостью, прочностью и жесткостью за счет армирования непрерывными волокнами;
- металлопластиковый диск, изготавливаемый из усиленного стекловолокном поливинилхлорида или фторопласта, позволяет эксплуатировать затворы при высоком давлении и температуре в сре-

дах любой агрессивности, обеспечивая высокую пропускную способность; композитный диск на основе поливинилхлорида применяется при невысокой – до 60 °С температуре в агрессивных средах; композитный диск на основе фторопласта применяется при температуре эксплуатации до 150 °С в средах высокой степени агрессивности и горячей воде;

- конструкция и состав материала манжеты обеспечивают высокую герметичность, коррозионную и износостойкость, а минимальное трение в системе резина-полимерный композит снимает необходимость применения энергоемких приводов;
- применяются специальные рецептуры резин с низким коэффициентом трения и высокой тепло- и коррозионной стойкостью;
- исполнение шпинделя имеет защиту от выброса среды и сниженное трение в узле вращения.

Оптимизация позволила получить уникальные для пластмассового дискового затвора характеристики:

1. Температура эксплуатации до 150 °С.
2. Максимальное давление до 1,5 МПа.
3. Условный проход от DN 50 до DN 300.
4. Герметичность в затворе по классу А ГОСТ 9544.
5. Ресурс не менее 6000 циклов.
6. Прогнозируемый срок службы узла уплотнения до 5 лет.

Проведенные исследования и натурные испытания показали, что пластмассовые дисковые затворы являются оптимальными для применения в системах водоподготовки, а также могут с успехом заменить шаровые краны в системах коммунального водопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Уплотнения и уплотнительная техника // Справочник. А.И. Голубев, Л.А. Кондаков, В.В. Гордеев и др. М.: Машиностроение, 1994 г.