

К.Ю. Зерщиков, канд. техн. наук (ООО «Константа-2», г. Волгоград, Россия).
E-mail: om@constanta-2.ru

Исследование рабочих характеристик пластиковых дисковых затворов российского производства

Пластиковые дисковые затворы представлены в основном импортными образцами из поливинилхлорида (ПВХ) или хлорированного поливинилхлорида. Они обладают высокой коррозионной стойкостью по отношению к прокачиваемым средам и окружающей среде, недорогостоящи и просты в эксплуатации. Однако пластиковые затворы недостаточно терmostойкие (максимальная температура эксплуатации не превышает 60 °С) и рассчитаны на невысокие давления.

Данные об их ресурсе зачастую недостоверны, так как основаны не на реальных испытаниях, а на сравнительных оценках. Так, исследование долговечности пластикового дискового затвора из ПВХ импортного производства показало падение давления (потери герметичности) с 1,3 до 0,1 МПа после заявленных как гарантированный ресурс 5000 циклов «открыто-закрыто» из-за деградации основного уплотнительного элемента — эластичной манжеты.

Такое положение объясняется отсутствием ресурсных испытаний перед запуском в производство, а также недостаточностью данных по зависимости ресурса от конструктивно-технологических параметров затворов. Поэтому необходимо исследование основных закономерностей, определяющих работоспособность пластикового затвора, и зависимости ресурса от конструктивно-технологических факторов.

Исследование проводили на серийных затворах марки ЗД производства ООО «Константа-2», изготавливаемых по ТУ 3700-016-34724672-2012 (рис. 1).

Основные элементы затвора — корпус, поворотный диск и эластичная манжета. От их конструкции и исполнения в значительной степени зависят характеристики работоспособности затвора. Данные затворы по жесткости и терmostойкости близки к затворам в металлическом корпусе, а по коррозионной

стойкости не уступают пластиковым затворам из ПВХ. Односекционный корпус изготавливается из термопластов с высокими химической стойкостью, прочностью и жесткостью (за счет армирования), что позволяет увеличивать максимальную температуру эксплуатации до 150 °С; композитный диск изготавливается из химически стойкого и терmostойкого полимера с армирующим металлическим вкладышем, что позволяет прокачивать среды любой агрессивности при высоких давлениях; манжета удерживающей конструкции изготавливается из терmostойкой резины с высокой химической стойкостью в рабочих средах.

Характеристики работоспособности затвора — максимальное рабочее давление, ресурс (максимальное количество циклов «открыто-закрыто»), долговечность (период времени, в течение которого затвор сохраняет заявленные характеристики), главным образом зависят от характера взаимодействия поворотного диска с манжетой. Согласно [1] в контактных уплотнениях неподвижных соединений механизм герметизации определяется характером контакта уплотняемых поверхностей соединения и уплотнителя, поэтому велико значение шероховатости поверхностей и структуры стыка при их сближении под действием сил, создающих контактное давление. Следовательно, величина контактного давления в уплотнении очень значима для обеспечения высоких рабочих характеристик.

Для создания оптимального контактного давления деформация резиновых колец круглого сечения должна быть в пределах 20...30 %. При этом развивается максимально возможное давление при минимальной остаточной деформации. Увеличение деформации сопровождается возрастанием давления и остаточной деформации, что приводит к падению контактного давления в уплотнении в процессе эксплуатации и потере герметичности.

Исследование напряжений, развивающихся в резине при сжатии в зависимости от деформации, показало, что при деформациях порядка 20...30 % напряжения сжатия варьируются в достаточно широких пределах (от 10 до 25 Н/мм²) в зависимости от твердости материала (рис. 2), что позволяет регулировать характеристики затвора. Чем мягче резина, тем больше деформация, при которой зависимость напряжений от деформации становится нелинейной: при увеличении твердости по Шору от 60 до 80 А предел упругой деформации снижается от 50 до 30 %. При этом напряжения, соответствующие этим деформациям, примерно одинаковы и составляют 26 Н/мм².

Увеличение твердости и деформации сжатия позволяет обеспечить улучшение герметичности [2], однако приводит к возрастанию усилия, затрачиваемого на

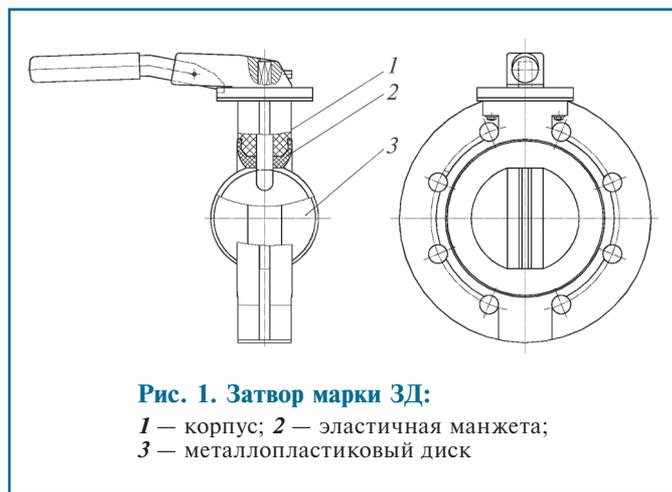


Рис. 1. Затвор марки ЗД:

1 — корпус; 2 — эластичная манжета;
3 — металлопластиковый диск

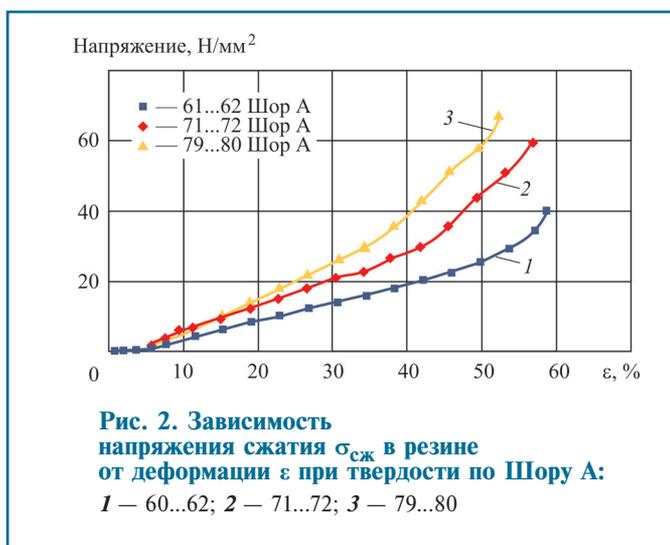


Рис. 2. Зависимость напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ в резине от деформации ϵ при твердости по Шору А:
1 — 60...62; 2 — 71...72; 3 — 79...80

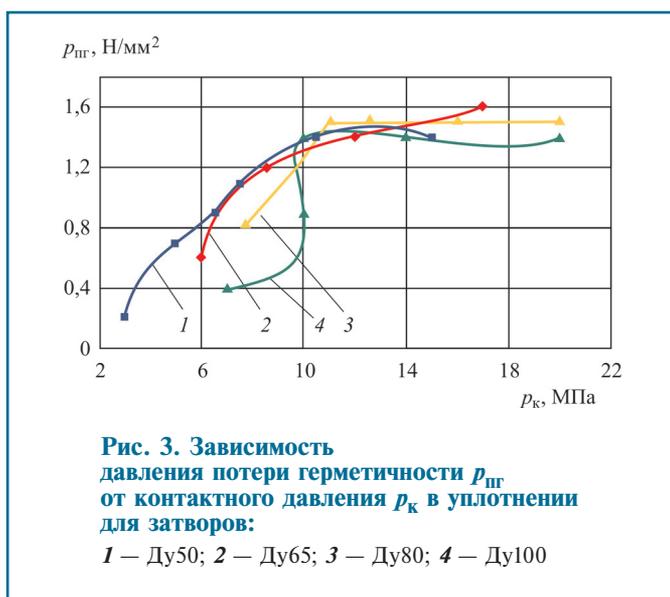


Рис. 3. Зависимость давления потери герметичности $p_{пг}$ от контактного давления p_k в уплотнении для затворов:
1 — Ду50; 2 — Ду65; 3 — Ду80; 4 — Ду100

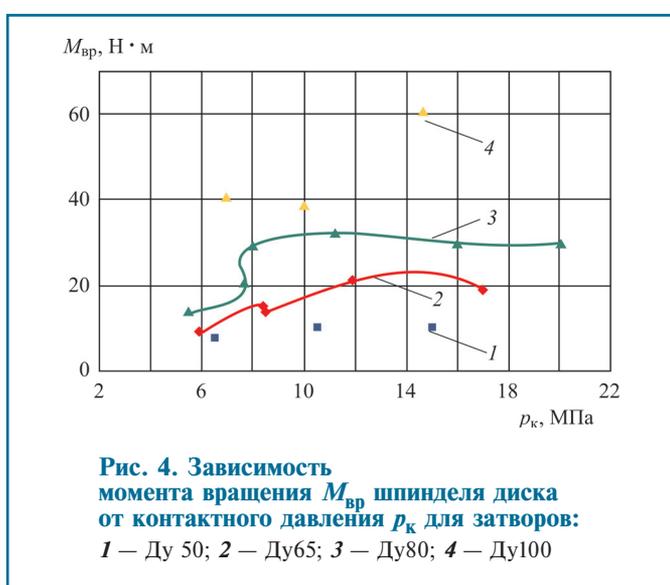


Рис. 4. Зависимость момента вращения $M_{вр}$ шпинделя диска от контактного давления p_k для затворов:
1 — Ду50; 2 — Ду65; 3 — Ду80; 4 — Ду100

преодоление сил трения в соединении, и соответственно возрастанию момента на рукоятке привода вращения диска. Поэтому основной задачей при разработке была оптимизация соотношения между моментом на рукоятке и деформацией манжеты, обеспечивающей герметичность узла при заданном уровне давлений.

Продолжение экспериментов — исследование зависимости давления потери герметичности и момента вращения от контактного давления в уплотнительном узле *диск — манжета*. Герметичность определяли при испытании воздухом давлением 0,6 МПа по классу А (отсутствие протечек) по ГОСТ 9544–2005.

Давление потери герметичности возрастает с увеличением контактного давления до 10...12 МПа, далее стабилизируется, и дальнейшее увеличение контактного давления не приводит к увеличению давления потери герметичности (рис. 3).

Момент вращения также увеличивается с увеличением контактного давления (рис. 4), и при оптимальных значениях контактного давления 10...12 МПа не превышает значений, рекомендуемых для применения наиболее экономичных приводов.

Эти особенности были приняты за основу при конструировании уплотнительного узла *диск — манжета*. При данных значениях конструктивных параметров были проведены ресурсные испытания затворов ЗД (Ду50 — Ду100) с приводами ПК 50-Ш-11-2ДУ2 (производства Тулаэлектропривод) и КСАТО 6НЗМ 52/20-0,25 УЗ (производства АБС ЗэиМ) с максимальными моментами вращения 50 Н·м. Для всех типоразмеров достигнутый ресурс составляет не менее 6000 циклов «открыто-закрыто».

Для определения долговечности использовали расчетно-экспериментальный метод, основанный на расчете для типовой модели эксплуатации, а также статистические данные по эксплуатации подобного оборудования. Согласно [3] дисковый поворотный затвор является изделием непрерывного длительного применения, необслуживаемым в процессе эксплуатации, переход которого в предельное состояние определяется старением и изнашиванием. Полный средний срок службы затвора составил более 10 лет.

Выводы

Проведенные исследования позволили получить затвор с уникальным для пластиковой арматуры сочетанием свойств: максимальная температура эксплуатации до 150 °С, максимальное рабочее давление до 1,5 МПа, возможность эксплуатации в средах практически любой степени агрессивности.

По показателям экономичности (затраты на приобретение и обслуживание) рассматриваемая запорная арматура находится на уровне лучших образцов.

Список литературы

1. Голубев А.И., Кондаков Л.А., Гордеев В.В. и др. Уплотнения и уплотнительная техника. Справочник. М.: Машиностроение. 1994.
2. Зерщиков К.Ю., Семенов Ю.В. Оптимизация характеристик пластмассовых дисковых поворотных затворов // Арматуростроение. № 1 (82). 2013. С. 46–48.
3. ГОСТ 27.003–90 «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности».