

При пуске в эксплуатацию Белорусской АЭС и снижении цен на электроэнергию интервал грузонапряженности сместится в меньшую сторону.

Таким образом, электрификация Белорусской железной дороги является существенным ресурсосберегающим мероприятием.

#### Список литературы

1 Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь № 345 от 28.04.2016.

2 Белорусская железная дорога [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа : [http://www/rw/by](http://www/rw.by). – Дата доступа : 10.08.19.

3 Турбин, И. В. Изыскания и проектирование железных дорог : учеб. для вузов / И. В. Турбин. – М. : Транспорт, 1989. – 479 с.

УДК 678.06:62-762

### СОСТАВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШАРОВЫХ КРАНОВ

*В. В. МИКЕЛЕВИЧ, В. Г. СОРОКИН, Т. Н. ПЫЖИК, А. В. МЕДВЕДЬ*

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь*

**Введение.** Одной из наиболее значимых задач для трубопроводной арматуры является перекрытие потока транспортируемой жидкой или газообразной среды. Эта задача является актуальной как для бытовых потребителей, так и для крупных промышленных предприятий. Решается она путем установки на трубопровод специальной трубопроводной арматуры, служащей для перекрытия потока [1–3].

Шаровые краны – решение задачи перекрытия потока.

Цель настоящего исследования – разработать состав композиционного материала на основе термоэластопласта с полимерными компонентами и технологию, технологическую оснастку для переработки его в уплотнительные кольца для шаровых кранов.

**Материалы, методика и техника эксперимента.** В кранах шарового типа герметичность соединения запорного органа и корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами. Тип материала колец, их механические и химические свойства играют большую роль при выборе области применения и конструкции данного вида запорной арматуры.

В связи с этим в зависимости от условий эксплуатации применяют различные уплотнительные материалы. Наиболее распространены металлические уплотнения из алюминия, бронзы, латуни [1].

Как наиболее прогрессивный материал для герметизирующих уплотнений шаровых кранов можно выделить политетрафторэтилен (тефлон) [2]. Он доминирует над остальными материалами, т. к. в чистом виде может выдерживать, сохраняя прочностные свойства, повышение температуры до 230 °С.

Есть, правда, один недостаток – текучесть даже при сравнительно небольших нагрузках. Седельные кольца шаровых кранов в сборе, выполненные из фторопласта, находятся в напряженно-деформированном состоянии, а этот материал имеет свойство при таком состоянии «течь», что приводит через определенное время к нарушению герметичности и потере работоспособности запирающего устройства.

Для исследований использовали материалы на основе ТПУ (термопластичный полиуретан) с добавлением в различном процентном содержании СФД (сополимер формальдегида) и АБС-пластика (акрилбутадиенстирол). Цель применения компонентов в виде добавок СФД и АБС-пластика – повышение эксплуатационных характеристик уплотняющего элемента, а также повышение ресурса его работы. Образцы для испытаний были изготовлены методом литья под давлением на термопластавтомате ДЕ 3130. Перед изготовлением образцов из композитов гранулы различных материалов в определенном процентном соотношении смешивали термомеханическим способом.

Для компьютерного моделирования механических, физических и даже химических процессов выбран программный продукт SolidWorks Simulation. Система автоматизированного проектирования SolidWorks является интегрированной средой трехмерного параметрического моделирования, использующей традиционный интерфейс операционных систем семейства Windows Microsoft [3].

**Результаты.** Смоделированная эпюра деформации для ТПУ с содержанием 30 мас. % СФД показывает, что под действием нагрузки уплотнительное седло из этого композиционного материала имеет наибольшее напряжение на внутренней поверхности кольца, но особого изменения геометрии поверхности при стандартной нагрузке не наблюдается. Это говорит о том, что данный материал по модельному представлению пригоден для эксплуатации в виде уплотнительного кольца шарового крана.

Смоделированы эпюры для композиционных материалов ТПУ с добавлением 10 мас. % СФД и ТПУ с добавлением 20 мас. % СФД. По результатам модельных испытаний можно сделать вывод, что уплотнительный элемент из ТПУ с содержанием СФД 30 мас. % имеет оптимальные показатели по упругости, прочности и пределу текучести для применения в шаровых кранах по сравнению с остальными образцами. Поэтому уплотнительный элемент из этого композиционного материала обеспечит более надежную герметизацию и работоспособность запирающего устройства.

В условиях УП «Цветлит» разработана и изготовлена технологическая оснастка для уплотнительных элементов шаровых кранов.

Образцы для испытаний были изготовлены методом литья под давлением на термопластавтомате ДЕ 3130. Перед изготовлением образцов из композитов гранулы различных материалов в определенном процентном соотношении смешивали термомеханическим способом.

Деформационно-прочностные испытания (на прочность, твердость, эластичность) изготовленных образцов проводили с использованием комплекса ИПМ-1К, которая предназначена для сравнительного анализа физико-механических свойств эластомерных материалов. Испытания физико-механических свойств образцов проводились по четыре раза на каждый, и затем устанавливали среднее значение каждого из параметров.

Таким образом, деформационно-прочностные испытания показали, что образцы из ТПУ с содержанием 30 мас. % СФД имеют более высокие результаты, что подтверждает результаты модельных испытаний.

Проведены испытания на герметичность. Испытания на герметичность с уплотнениями из различных композиционных материалов проводили с использованием шаровых кранов в собранном виде. В результате испытаний на герметичность было установлено, что шаровые краны с уплотнениями из ТПУ с добавлением СФД 10 мас. %, 20 мас. %, 30 мас. %, в неполной сборке герметичны по затвору, а без наличия герметика в соединении «корпус – крышка» и без опорной шайбы дают небольшую течь на 30-секундной проверке. Однако в полной сборке, со всеми составляющими компонентами, шаровые краны герметичны.

Проведен анализ испытаний на цикличность базовых уплотнений из фторопласта и уплотнений композиции ТПУ с содержанием СФД 30 мас. % при кратности 10000 раз, который показал, что предлагаемые уплотнения из этого состава имеют отказов на 10 % меньше, т. е. их износостойкость и надежность выше.

По результатам проведенных исследований и экономической целесообразности предложено технологическое решение – использовать для изготовления уплотнительных элементов шаровых кранов термопластичный полиуретан с добавлением 30 мас. % СФД.

Результаты исследований вызвали заинтересованность у технического персонала и руководства завода УП «Цветлит» и будут выступать как один из возможных вариантов разработки новых композиционных материалов для уплотняющих элементов шаровых кранов.

**Заключение.** В исследовании разработаны составы, оптимизирующие герметичность и эксплуатационные характеристики уплотнений для шаровых кранов. Выполнены модельные испытания напряженно-деформированного состояния уплотнений в среде Solid Works для анализа напряжений, возникающих на всех внешних и внутренних поверхностях уплотнений. Проведены деформационно-прочностные испытания уплотнений на прочность, твердость, эластичность, подтвердившие результаты модельных испытаний. Разработаны технологическая оснастка и технология изготовления уплотнений шаровых кранов.

#### Список литературы

5 Краны шаровые муфтовые, краны шаровые фланцевые // Водоснабжение и канализация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.proektant.by/content/3206.html>. – Дата доступа : 19.09.2019.

6 Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие / М. Л. Карбер [и др.] : под ред. А. А. Берлина. – СПб. : Профессия, 2008. – 560 с.

7 Норенков, И. П. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии) / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 217 с.