

О применении керамики в затворах регулирующей и запорной арматуры, разработанной в ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Альберт Карлович Матушак работает в ЗАО «НПФ «ЦКБА» 50 лет, с 1958 года. Занимал ведущие должности – начальника отдела запорной арматуры, заместителя главного инженера ЦКБА и другие.



За прошедший период приходилось работать в разных областях арматуростроения. Были разработаны новые виды арматуры с увеличенными сроками эксплуатации с применением резинотехнических деталей в узлах уплотнения. За работы по арматуре для оборонной промышленности награжден правительственными наградами.

Олег Иванович Федоров работает в арматуростроении с 1959 года. Начинал слесарем-инструментальщиком на опытном заводе арматуростроения «Знамя Труда», затем в ЗАО «НПФ «ЦКБА»



работал в отделе теплофизических исследований арматуры, был начальником исследовательского отдела уплотнений. Является разработчиком государственных стандартов по фланцам, прокладкам, классам и нормам герметичности в затворах, отраслевых стандартов на узлы уплотнений и трения арматуры.

А.К. Матушак, О.И. Федоров

В оборудовании нефтедобывающей, газодобывающей и ряда других отраслей промышленности эксплуатируются трубопроводы $P_N > 6,4$ МПа для транспортировки рабочих сред, содержащих механические примеси. Большой процент номенклатуры трубопроводной арматуры для управления такими потоками составляют регулирующие клапаны, задвижки и краны шаровые. Фактический срок службы этих изделий по причине абразивного износа элементов затвора составляет порой несколько десятков суток при требуемом назначенном сроке службы в $10 \div 15$ лет.

Разработанные в ЗАО «НПФ «ЦКБА» конструкции узлов затворов с применением керамических материалов, направлены на повышение в несколько раз фактического срока службы затворов. Конструктивные решения затворов с керамикой могут быть реализованы как при проектировании новых изделий, так и при модернизации существующих конструкций арматуры с некоторыми локальными изменениями элементов затвора.

Для воплощения предложений в реальные конструкции была проведена обработка конструктивных исполне-

ний керамических пар и технология изготовления металлокерамических деталей с учетом физико-механических свойств керамических материалов.

Основными задачами, которые необходимо было решить при создании узлов затворов с керамическими парами, являлись обеспечение надежного соединения керамических деталей с металлическими (золотника со штоком, седла с корпусом) и соосности керамических деталей при посадке золотника в седло.

В разработанном НПФ «ЦКБА» и изготовленном АО «Знамя труда» клапане регулирующем с МИМом DN 50, $P_N 160$ (черт. Р65361-050) для газлифтной добычи нефти была применена керамическая пара «золотник-седло» из оксидной керамики типа ВК-94-1. Седло выполнено цельнокерамическим, а крепление его в корпусе – механическое с уплотнением резиновыми и фторопластовыми кольцами. Золотник соединен со штоком с помощью эпоксидного клея «Жидкий металл» фирмы ОХЗ АООТ «Пластполимер» с дополнительным механическим креплением резьбового хвостовика, проходящего через сквозное отверстие в керамической детали.

При обработке технологии соединения керамической детали со штоком особое внимание уделялось обеспечению соосности направляющей поверхности штока и уплотнительной поверхности золотника, так как керамика плохо работает при воздействии неравномерных радиальных и окружных напряжений в контакте.

Регулирующие клапаны прошли предварительные и приемочные испытания с положительным результатом. Заводом АО «Знамя труда» было изготовлено несколько партий клапанов, которые успешно эксплуатируются в составе установок газлифтной подачи нефти в условиях Крайнего Севера.

Несмотря на положительные результаты испытаний, слабым местом в конструкции оставалось механическое крепление с помощью гайки, которая оставалась открытой для контакта с регулируемым абразивным потоком среды. Поэтому при дальнейшем усовершенствовании крепления золотника со штоком была отработана конструкция крепления золотника без сквозного отверстия. Помимо клевого соединения, применено механическое крепление по типу цангового соединения. Усовершенствованная конструкция керамической пары в макете клапана наработала 12000 циклов «открыто-закрыто» при контактных усилиях, равных эксплуатационным. Механическое цанговое соединение обеспечило плотное, без люфта, крепление.

В области запорной арматуры в НПФ «ЦКБА» разработана конструкция задвижки поворотного типа DN 100, PN 80 (черт. ЦКБА-15003-100) из углеродистой стали с ручным управлением для нужд Газпрома. Запорный орган задвижки представляет собой стальные неподвижные и подвижные диски, проходные отверстия которых и запорные части оснащены керамическими втулками и кольцами из карбидокремниевой керамики по ТУ АДИ 533-2002 ГУП «Центрального научно-исследовательского института материалов». Карбидокремниевая керамика имеет наиболее низкий коэффициент трения по сравнению с другими керамическими материалами.

При проектировании «заделки» керамических колец в стальных дисках учитывалось различие в коэффициентах термического расширения керамики и стали и обеспечивался гарантированный зазор в охватывающем и охватываемом сопряжениях. Кольца и втулки из керамики в гнездах стальных дисков закреплены с помощью термостойкого эпоксидного клея марки КДС-27Н ТУ АДИ 545-2003 с разрушающим напряжением при сдвиге при $t = 100^\circ\text{C}$ не

менее 10 МПа. Во избежание скалывания острых кромок керамики применены известные конструктивные элементы сопряжения (притупления острых кромок керамической детали большим радиусом, чем соответствующее место в гнездах стальных дисков). С целью исключения радиальных и окружных напряжений предусмотрено обеспечение плоского контакта торцевых поверхностей колец между собой и в гнездах стальных дисков. Конструкторская документация на задвижку передана для освоения производства в ГУП «Приборостроительный завод» г. Трехгорный.

Примером модернизации существующих изделий может служить проведенная в НПФ «ЦКБА» совместно с ОАО «Надымгазпром» модернизация клапанов дроссельных фирмы «Бреда», эксплуатируемых на газопромысловых скважинах с абразивосодержащими средами. Модернизация клапана заключалась в замене металлической дроссельной пары на керамическую с применением карбидокремниевой керамики. Плунжер клапана доработан и выполнен составным. Вместо металлического профильного наконечника к штоку присоединен золотник из керамики, имеющий профиль, аналогичный металлическому наконечнику. Разработано 2 варианта крепления керамического золотника со штоком: с клево-механическим соединением и с клевым соединением с применением клея КДС-27Н.

В металлическое седло клапана установлена керамическая вставка с помощью клея КДС-27Н с фиксацией от осевого перемещения завальцовкой металлического кольца. Конструкция дроссельной керамической пары выполнена таким образом, что рабочая среда при дросселировании контактирует только с керамическими поверхностями. Модернизированные клапаны прошли приемочные испытания на объектах Медвежинского ГПУ ООО «Надымгазпром» с положительным результатом. В 2007 году была проведена модернизация нескольких десятков клапанов фирм «Бреда», «Европа», «Хюбнер-Вамаг», Бакинского производства. Эксплуатация модернизированных клапанов подтвердила правильность принятых решений. Применение керамических пар позволило увеличить срок службы модернизированных клапанов до 10 лет против 1 года. В настоящее время прорабатывается вопрос организации серийных поставок дроссельных клапанов повышенной долговечности на объекты Медвежинского ГПУ ООО «Надымгазпром».

Ничего великого никогда не было достигнуто без энтузиазма.

Ральф Уолдо Эмерсон, американский писатель