

# О НОВОМ, не имеющем мировых аналогов, подходе к созданию запорного элемента шарового крана

М.М. Тверской, д.т.н., В.Н. Андрианов, к.т.н., ООО ПГ «УралАрм», г. Челябинск

**П**рогресс в развитии отечественного арматуростроения тесно связан с развитием новых организационно-экономических форм хозяйствования, соответствующих рыночным условиям, созданием и внедрением новых технологий, а также с достижениями в области конструирования и применения новых материалов. Только продвижение одновременно по всем этим направлениям может остановить тенденцию тотального проникновения на наш внутренний рынок современных образцов трубопроводной арматуры зарубежных компаний, объемы поставок которых уже превысили объемы отечественного производства [2].

В области производства запорной арматуры, в частности шаровых кранов, назрела необходимость широкого внедрения кооперации и организации самостоятельных специализированных цехов (заводов) по производству сферических запорных элементов – шаровых пробок, представляющих собой очень специфические, с точки зрения технологии производства, изделия. Специализированные производства по изготовлению таких высокоточных элементов как шаровые пробки могут обеспечивать на потоке требуемое качество продукции при приемлемой для основного контингента производителей цене. Только таким образом можно противостоять и засилью китайской продукции как контрафактной, так и легальной.

Организационно-экономические мероприятия обязательно должны опираться на новые конструктивно-технологические и материаловедческие решения. Рассмотрим более подробно вопросы повышения эффективности производства шаровых пробок и существенного снижения их стоимости при сохранении эксплуатационных свойств на уровне, соответствующем их изготовлению из коррозионностойких сталей.

Шаровая пробка совместно с двумя уплотнительными седлами образует затвор шарового крана и в значительной степени определяет герметичность, долговечность и стоимость крана. Материал шаровой пробки должен обладать коррозионной и эрозивной стойкостью, а также хорошей обрабатываемостью, поскольку шероховатость сферической рабочей поверхности пробки для качественной арматуры должна соответствовать значению не менее Ra 0,16 мкм, а отклонение от сферичности – не более нескольких сотых миллиметра.

В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют коррозионностойкие стали

12X18H10T, 10X17H13M2T и другие, однако их высокая стоимость приводит к удорожанию крана в целом (в стоимости крана шар-пробка может составлять от 20 до 40%).

Широко известны попытки решить вопрос снижения стоимости шаровых пробок за счет изготовления их из обычной конструкционной стали (Ст 10, Ст 20 и т.п.) и хромирования наружной сферической поверхности [3]. Однако, достижимый современными технологиями уровень толщины покрытия от нескольких сотых до нескольких десятых долей миллиметра совершенно недостаточен для обеспечения надежной эксплуатации кранов с такими пробками из-за их относительно быстрого истирания, сопровождающего открытие-закрытие крана во время эксплуатации, и повреждения тонкого слоя покрытия наружной поверхности пробки различными твердыми включениями в рабочую среду (жидкость, газ, пар).

Другим решением является запорный элемент для шарового крана в виде сферической пробки со сквозным цилиндрическим отверстием, изготовленной из алюминиевого сплава, чугуна или стали с алюминиевым покрытием [5]. На сферической поверхности пробки, сопрягающейся с седлом шарового крана, сформировано защитное покрытие  $Al_2O_3$  толщиной 15-500 мкм с переменным по толщине фазовым составом покрытия, в котором содержание  $\alpha$ -фазы  $Al_2O_3$  возрастает в направлении от наружных к внутренним слоям. Недостаток указанного технического решения – высокие трудоемкость изготовления и стоимость пробок.

Авторами данной статьи разработана конструкция [4] и технология изготовления биметаллических шаровых пробок, представляющих собой сферические оболочки со сквозным отверстием для пропуска рабочей среды и пазом для поворота (рис. 1а).

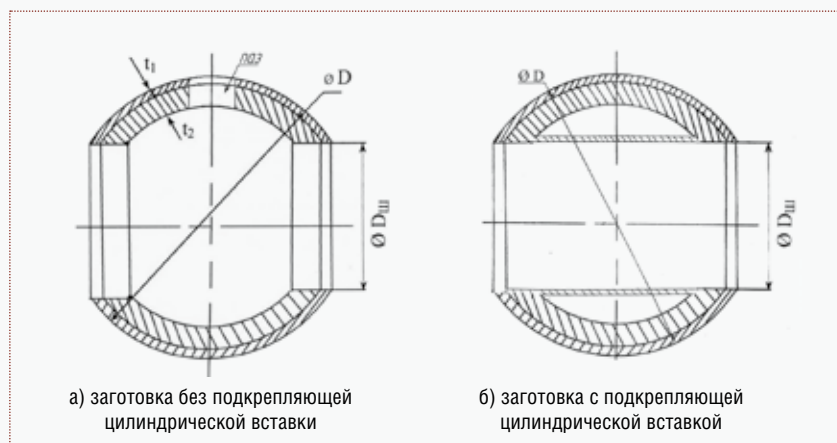


Рис. 1. Биметаллическая шаровая пробка

Таблица 1. Соотношение (К) стоимостей материалов заготовки шаровой пробки: биметаллической ( $S_{бим.}$ ) и обычной из коррозионностойкой стали ( $S_{нерж.}$ )

Номинальный диаметр крана DN		50	80	100	125	150	200				
Диаметры: наружный (D) и отверстия ( $D_{ш}$ ) шара-пробки, мм		80/49	120/75	159/98	190/125	228/149	300/198				
Параметры заготовки											
Толщина (t)	обычная заготовка ( $t = t_1 + t_2$ ), мм	5	6,1	6	6	6	6	8	8	9	
	бимет. заготовки	нерж. ( $t_1$ ), мм	1,5	2,1	1,5	2,5	1,5	2,5	2	2	2
		черн. ( $t_2$ ), мм	3,5	4	4,5	3,5	4,5	4,5	4,5	6	6
$K = S_{бим.}/S_{нерж.}$ %		38,00	41,92	33,57	48,33	33,57	43,06	33,57	33,57	30,97	

Шаровая пробка состоит из двух тонкостенных концентрических оболочек, одна из которых, внешняя, толщиной 0,5-3,0 мм, выполнена из коррозионностойкой стали, а другая, внутренняя, – из конструкционной стали.

Особенность предлагаемой шаровой пробки заключается в том, что внешняя и внутренняя оболочки соединены в единое целое за счет их упруго-пластического взаимодействия при изготовлении заготовки. При этом начальная толщина  $t_1$  внешней оболочки из коррозионностойкой (нержавеющей) стали составляет 1,0÷3,5 мм, что достаточно для того, чтобы известными механическими способами обработки придать высокое качество и хорошую геометрию сферической наружной поверхности пробки и оставить необходимую толщину под последующее истирание в процессе эксплуатации. Внутренняя оболочка  $t_2$  толщиной до 10 мм в зависимости от типоразмера крана изготавливается из обычного конструкционного материала (Ст 10, Ст 20 и т.п.) и обеспечивает необходимую технологическую и эксплуатационную жесткость шаровой пробки.

Ценовой выигрыш на материале предлагаемой конструкции биметаллического варианта шаровой пробки по сравнению с обычной для шаровых кранов (с плавающей пробкой) составляет в зависимости от типоразмера от 30-40% и увеличивается с ростом ее размера (см. таблицу 1).

Для условий серийного производства была разработана технология изготовления биметаллических заготовок шаровых пробок с указанными выше техническими параметрами. Партия шаровых пробок прошла, в частности, независимые испытания на сцепляемость слоев в аккредитованном для работы в области трубопроводной арматуры «Испытательном центре ОАО «ГРЦ Макеева» г. Миасс (аттестат аккредитации № РОСС. RU.0001.21АЯ16 от 6.08.2008 г.).

Испытания (рис. 2) показали: сцепляемость слоев при созданной технологии настолько хорошая, что на всей испытуемой партии в силу технических ограничений не удалось создать момент, необходимый для проворота одной оболочки (внешней) относительно другой (внутренней). При этом создаваемый момент в шесть раз превышал момент, прикладываемый к шаровой пробке при эксплуатации крана. О надежности работы биметаллических ша-



Рис. 2. Вид установки для испытаний запорного элемента (шара)

ровых пробок свидетельствует и успешная эксплуатация шаровых кранов [1] с такими запорными элементами.

В настоящее время авторами ведется работа по применению разработанной технологии к изготовлению биметаллических заготовок для шаровых пробок с подкрепляющей цилиндрической оболочкой (см. рис. 1б), обеспечивающей плавность течения потока рабочей жидкости и повышение технологической и эксплуатационной жесткости пробки, что особенно важно при высоком давлении рабочей среды. В этом случае цилиндрическая подкрепляющая оболочка может изготавливаться из того материала, который диктуется рабочей средой. Экономический выигрыш при применении новой технологии в этом случае многократно увеличивается, особенно при применении дорогих материалов (10X17H13M2T т.д.).

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. В.Н. Андрианов, М.М. Тверской, В.А. Маркин. «Неразъемный штампованный шаровый кран из коррозионностойких материалов» // «Арматуростроение», 2006, 5 (44).
2. О.В. Афанасьева, А.А. Бакулина, А.Е. Ряховский. «Российское арматуростроение в 2010 году. Аналитический обзор. Цифры и факты». // «Арматуростроение», 2011, 3 (72).
3. ОАО «Тяжпромарматура», г. Алексин. Каталог продукции: 2008 г. Трубопроводная арматура. Краны шаровые.
4. Патент № 95378. RU. МПК F16K5/06, опубли. 27.06.2010.
5. Патент № 2347126. RU. МПК F16K 5/06, опубли. 20.02.2009 г.