

УДК 621.646.4

Н.В. Павлов

ООО «Мониторинг», Щелковское шоссе, 100/5, офис 42, г. Москва, РФ, 105523

e-mail: pavlov@monitoring-ooo.ru

Д.В. Бакут

«Habonim Industrial Valves & Actuators», Kfar Hanasi, upfer Galilee, Israel, 12305

e-mail: dimab@habonim.com

ШАРОВАЯ АРМАТУРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ СРЕД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ

Характеристики запорной и регулирующей арматуры влияют на основные показатели технологического оборудования с потоками рабочих веществ в различных фазовых состояниях. Широкий ряд шаровых кранов для самых тяжёлых условий эксплуатации производит компания «Habonim Industrial Valves & Actuators». Особенность шаровой арматуры — минимальные гидравлические сопротивления, простота конструкции и надёжность в работе, а также быстроедействие по сравнению с другими видами арматуры. Рассматриваются конструкции шаровых кранов для высоких давлений (серия H27), а также криогенных температур. Сообщается о создании регулирующих кранов серии «Profix». Краны всех типов могут выпускаться с приводом «CompACTII», который позволяет использовать их в автоматизированных системах. Излагается алгоритм формирования заказа на криогенные краны.

Ключевые слова: Шаровой кран. Давление. Вакуум. Температура. Криогенные клапаны. Надёжность. Безопасность.

N.V. Pavlov, D.W. Bakst

BALL VALVES FOR FLOW MANAGEMENT IN TECHNOLOGICAL PROCESSES ENVIRONMENTS THAT USES INDUSTRIAL GASES

The characteristics of locking and control valves have influence over the basic parameters of process equipment in which medium flows in operation where, during various phases, conditions are adjusted at essentially changing pressure and temperatures. Wide numbers of ball valves for such specified conditions are made by «Habonim Industrial Valves and Actuators». Among the main advantages of Habonim valves — minimal hydraulic resistance, simplicity of design, safety in operation, and a quicker operation comparing to other kinds of valves. The article describes designs of ball valves for high pressures (series H27) and also for cryogenic temperatures. It also discusses the «Profix» series control valves. Valves of this type could be produced with pneumatic actuator «CompACTII» for usage in automatic systems. The algorithm of formation of part numbers for cryogenic valves is included.

Keywords: Armature. Ball valve. Pressure. Vacuum. Temperature. Cryogenic valves. Reliability. Safety.

1. ВВЕДЕНИЕ

Запорная и регулирующая арматура — важнейшая составная часть технологических схем всех химических, массо- и теплообменных процессов. От её надёжности зависят качественные и количественные параметры работы узлов, установок и производств в химической, нефте- и газоперерабатывающей промышленности, а так же многих других областях производства. Арматура находит широкое применение в холодильных и криогенных системах, компрессорных установках, криогенном ёмкостном, газификационном и транспортном оборудовании.

Одним из наиболее распространённых типов запорной арматуры являются шаровые краны. Отличительная особенность шаровых кранов — минимальное гидравлическое сопротивление, простота конструкции и надёжность в работе, а также быстроедействие по сравнению с другими видами запорной арматуры.

Область применения шаровых кранов настолько широка (от бытовых водопроводов до ракетной техники и атомной промышленности), что этот вид арматуры можно считать наиболее распространённым.

Современные технологические процессы предъявляют высокие требования к качественным показателям

телям и надёжности шаровых кранов. Всем этим требованиям удовлетворяет продукция компании «Nabonim Industrial Valves & Actuators»* — ведущего производителя высококачественной арматуры.

Проанализируем достоинства и остановимся на особенностях указанной арматуры.

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШАРОВЫХ КРАНОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ «НАВОНИМ»

Производственная программа компании — это промышленные запорные и запорно-регулирующие шаровые краны с условным проходом от 1/4" до 8". Диапазон рабочих давлений — от вакуума 10^{-6} торр до 413 бар и выше**; диапазон температур — от -269 °С до $+320$ °С.

Краны устанавливаются на потоках пожаровзрывоопасных, агрессивных и токсичных сред. Надёжность при этом определяется: используемыми материалами; специальными конструкциями уплотнений и устройств против статического электричества; пожаробезопасной конструкцией, а также устройствами предотвращения и контроля утечек опасных сред в окружающую среду.



Фото 1



Фото 2

Шаровые краны выпускаются с различными вариантами концевых элементов и присоединений:

резьбовые (NPT или BSPT) (фото 1), фланцевые (фото 2), под сварку в стык или внахлёт (фото 3), с «санитарным» разъемом для пищевых производств и фармацевтической промышленности (фото 4), с компрессионными фитингами (фото 5) и другими соединениями.



Фото 3



Фото 4



Фото 5

Многообразны варианты исполнения многоходовых (3,4,5-ходовых) шаровых кранов (фото 6). Многовариантность обеспечивается возможностью монтажа до пяти присоединительных концевых элементов к корпусу крана, а также различной конфигурацией отверстий в шаре (см. рис. 7).

Все серии выпускаемых кранов могут снабжаться электро- или пневмоприводами (фото 8), обеспечивающими автоматизацию процесса управления потоками сред.

* Далее будем применять «Nabonim» как сокращённое название компании.

** Для исполнения с металлическими седлами.



Фото 6

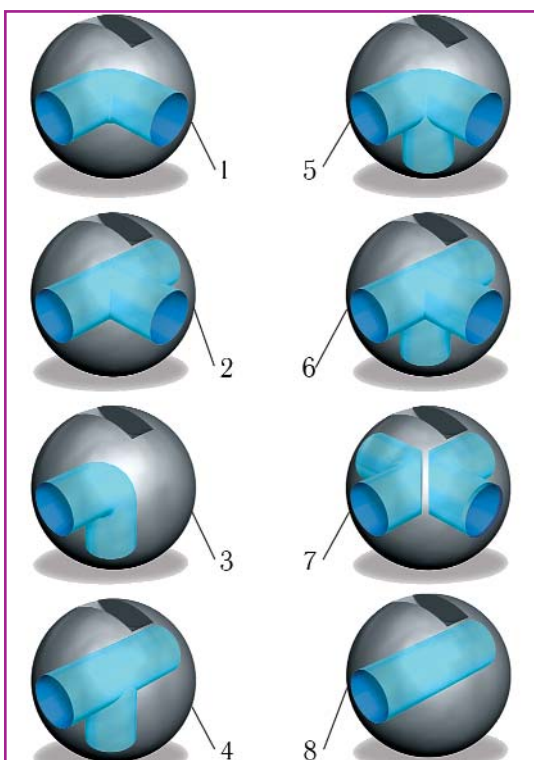


Рис. 7. Типы шаров для одно- и многоходовых кранов с различными видами отверстий:
 1, 3 — L-образные с горизонтальным и вертикальным расположением каналов;
 2, 4 — T-образные с горизонтальным и вертикальным расположением каналов;
 5-8 — LL-, TT-, X- и I-образные

Приведём более подробную информацию о некоторых сериях кранов, выпускаемых компанией «Nabornim».

3. ШАРОВЫЕ КРАНЫ ДЛЯ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

Серия кранов H27 специально разработана для применения их при высоких давлениях сред. Уникальная конфигурация шара и седел обеспечивает отсутствие возмущений потока среды и высокую герметичность в обоих направлениях потока. Корпус и концевые элементы кранов этой серии изготавливаются на металлорежущих станках из круглого металлопроката, что позволяет получать высокие точность сопрягающихся деталей и чистоту поверхностей.



Фото 8

Краны этой серии обладают надёжной работоспособностью в самых жёстких условиях и используются, в частности, на морских буровых установках, в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, в компрессорах высокого давления, при комплектации различных реципиентов, ресиверов.

На фото 9 показаны некоторые виды исполнения шаровых кранов серии H27.

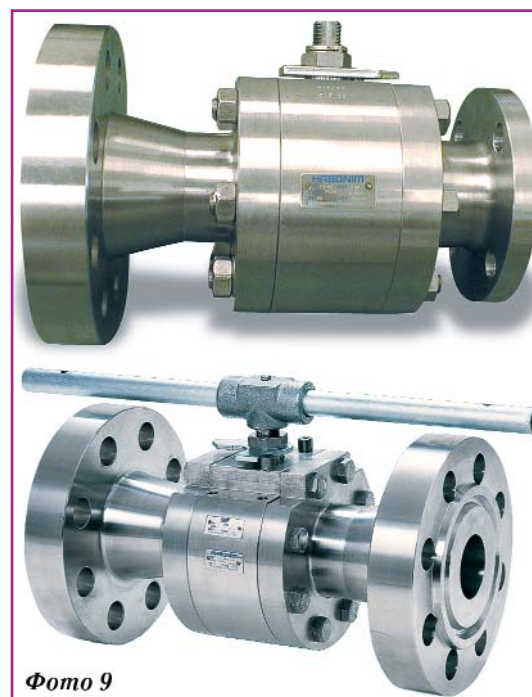


Фото 9

Краны с условным проходом от 1/4" до 2 1/2" выпускаются на давления до 413 бар; размером от 3" до 8" на давления до 255 бар. На рис. 10 приведён график зависимости максимального рабочего давления от температуры среды при использовании двух типов полимерных материалов седел и уплотнений: DELRIN (является торговой маркой компании DuPont); PEEK — полиэфирэфиркетон. Также компания производит краны с

металлическими сѐдлами, позволяющими надёжно эксплуатировать краны и при более высоких давлениях.

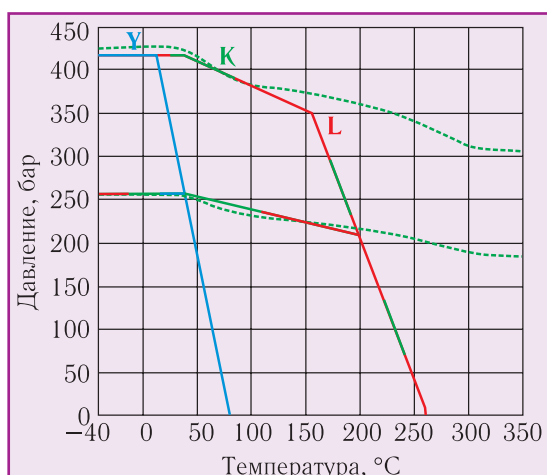


Рис. 10. Области предпочтительного применения кранов в системе координат «давление-температура» при использовании следующих материалов для сѐдел и уплотнений: Y — DELRIN; K, L — PEEK

Таблица 1. Значения C_v или K_v для шаровых кранов серии H27

Условный проход крана	Коэффициенты расхода	
	C_v	K_v
1/2"	8	6,9
3/4"	12	10,3
1"	32	27,6
1 1/4"	57	49,1
1 1/2"	80	69
2"	104	89,7
2 1/2"	240	206,9
3"	320	275,9
4"	580	500
6"	820	706,9
8"	1540	1327,6

Примечания: C_v — расход в галлонах США в минуту (US GPM), давление в фунтах на квадратный дюйм (psi); K_v — расход в м³/ч, давление в барах. Показатели расхода определены при полностью открытом положении крана при температуре воды в 15 °С.

Краны могут поставляться с блокиратором положения («открыто» или «закрыто»), который позволяет закрыть на замок кран в том или ином положении, что исключает доступ посторонних лиц к управлению потоком среды. Производятся серийно краны с уплотнением штока для водорода или гелия. Эта система уплотнений содержит многослойные элементы, позволяющие достичь максимальной герметизации при высоких рабочих давлениях.

Важной расходной характеристикой кранов серии H27 являются значения C_v

или K_v . В табл. 1 приводится информация о коэффициенте расхода различных кранов.

Краны серии H27 производятся с расчётом на долгий срок службы и минимальное обслуживание. Они изготавливаются из углеродистой и нержавеющей стали, хастеллоя и других специальных материалов.

4. ШАРОВЫЕ КРАНЫ ДЛЯ КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЙ

Несколько компаний в мире производят шаровые краны для применения в области криогенных температур (ниже -150 °С). Компания «Nabim» занимает лидирующие позиции в этой области.

Шаровые краны криогенной серии используются в воздухоразделительных установках, установках ожижения, хранения и транспортирования сжиженного природного газа (LNG), системах производства сжиженного гелия и водорода, а также в других областях, где требуется надёжная арматура при работе в области сверхкритических температур. Рабочий диапазон температур составляет -269...+200 °С. При этом рабочее давление может быть от вакуума 10⁻⁶ торр до 205 бар.

Условный проход кранов от 1/4" до 6". Краны изготавливаются с использованием литых заготовок или точёных деталей из аустенитной нержавеющей стали 316/316L. Криогенные краны производятся на базе корпусов серий 27, 47, 31, 32, 73, 74, 77, 78. Краны могут быть как двух-, так и многоходовыми.

На рис. 11 показаны различные варианты исполнения криогенных шаровых кранов. Как видно, краны могут иметь различные виды корпусов и соединительных элементов. В связи с применением их при криогенных температурах в конструкцию входят удлинённые штоки в защитном кожухе, обеспечивающие защиту уплотнений от воздействия сверхнизких температур.

Для использования кранов в областях, не требующих высокой жаростойкости, в качестве уплотнения

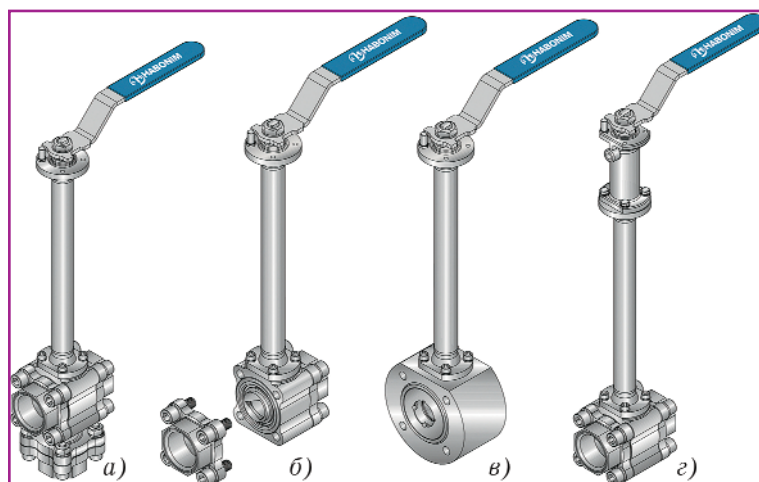


Рис. 11. Криогенные краны различного назначения: а — кран-дивертор для переключения потоков; б — регулирующий кран с возможностью перекрытия потока; в — кран для межфланцевого размещения; г — криогенный кран для пожароопасных и токсичных сред с гарантированным предотвращением утечки через шток

штока применяется уникальное запатентованное уплотнение «Hermetix» (фото 12). Геометрия уплотнения «Hermetix» такова, что обеспечивает отсутствие утечек и не требует обслуживания при эксплуатации. Гибкая X-образная форма «Hermetix» позволяет достигать герметичного динамического уплотнения даже при значительных боковых нагрузках на шток. Гарантия на данный вид уплотнения — 4 года.

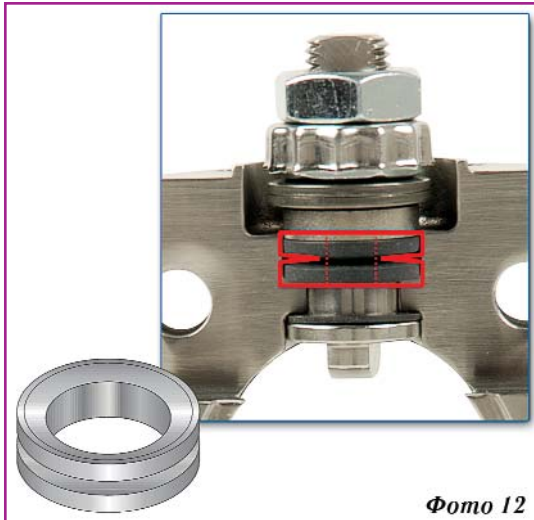


Фото 12

При создании криогенных кранов особое внимание специалисты компании уделяют выбору материалов для сёдел и уплотнений. При этом учитываются не только проходные размеры кранов, но и условия их эксплуатации с учётом температур и давлений. Области наиболее предпочтительного применения кранов приведены на рис. 13. Он позволяет правильно выбрать тип корпуса и марку уплотняющего материала в зависимости от рабочих температур и давлений.

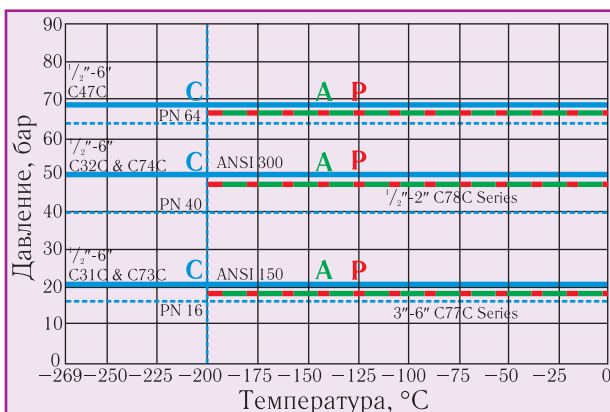


Рис. 13. Области предпочтительного применения криогенных кранов в системе координат «давление-температура» при использовании следующих материалов для сёдел и уплотнений:
 P — NRG; A — TFM (трифторметан);
 C — PCTFE (полихлортрифторэтилен)

Для предотвращения недопустимого роста давления внутри корпуса крана из-за испарения криогенной жидкости при закрытом положении шар имеет

специальное разгрузочное отверстие.

В кранах, предназначенных для пожароопасных сред, применяются, кроме условно «мягких» сёдел, противопожарные кромки на концевых элементах (фото 14), которые обеспечивают уплотняющий контакт с шаром при повреждении седла высокими температурами открытого огня.

Все краны криогенной серии проходят жёсткий контроль качества и подвергаются испытаниям в соответствии с требованиями международных стандартов.



Фото 14

5. АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ КОДА ШАРОВОГО КРАНА (НА ПРИМЕРЕ КРИОГЕННОЙ СЕРИИ)

Компания «Навонит» производит несколько тысяч моделей шаровых кранов. Для выбора конкретных моделей нужно сформировать их коды. Алгоритм определения кодов характеризуется табл. 2.

Рассмотрим, что означает сформированный с помощью табл. 2 код криогенного крана 10C47C-6666PT/BW: 10 — размер 1"; C — криогенный; 47C — трёхсоставной 47-ой серии; 6 — корпус из нержавеющей стали; 6 — концевые соединения из нержавеющей стали; 6 — шар из нержавеющей стали; 6 — шток из нержавеющей стали; P — седло из материала NRG; T — уплотнительная прокладка из PTFE; BW — концевое соединение под сварку в стык.

6. РЕГУЛИРУЮЩИЕ ШАРОВЫЕ КРАНЫ

Современные системы управления потоками сред невозможны без средств автоматизации. Ключевым элементом при этом является на-



Фото 15

Таблица 2. Алгоритм формирования кода криогенного крана

1	2	3	4	5	6	7	8	-	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	-	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	V	F	C	4	7	C	-	6	6	6	6	A	G	/	V	S	P	T	-											
Размер		Назначение			Серия			Корпус		Шар	Шток		Седло		Уплотнение	Концевой присоединительный элемент				Специальное применение											

Размер			Назначение		Серия		Корпус / Концевой присоединительный элемент		Седло		Концевой присоединительный элемент**		
Код	дюймы	мм	В	С*	47С	31С	32С	6	А	С	Р	BSPT	
02	1/8"	6	В	С*	Конструкция 3 шт.	ANSI 150	ANSI 300	6	TFM	PCTFE	NRG	BS 21	
03	1/4"	10	С*	В	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	DIN DIN 2999 (BSPP)	
05	1/2"	15	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	NPT B1.20.1	
07	3/8"	20	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	BW Стыковое соединение Sch 5, 10, 40, 80	
10	1"	25	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	XBW Расширенное сварное стыковое соединение	
12	1 1/8"	32	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	SW Сварное соединение внахлест	
15	1 1/2"	40	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	XSX Сварное расширенное соединение внахлест	
20	2"	50	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	BWO Труба внешнего диаметра	
25	2 1/2"	65	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	ETD Труба расширенного внешнего диаметра	
30	3"	80	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	SWO Труба внешнего диаметра для соединения	
40	4"	100	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	TC Зажим Tri-Clamp	
60	6"	150	В	С*	ANSI 150	ANSI 150	ANSI 300	6	С	PCTFE	NRG	Фланцевое соединение	
												150	ANSI 150 RF
												300	ANSI 300 RF
												PN16	DIN RF
												PN40	DIN RF

Специальное применение	
VB30	Характеризующий контрольный шар
NACE	Обслуживание Nace
WR	Шток DD
FF	Плоская поверхность
HC	Установка штока для высокоциклического использования

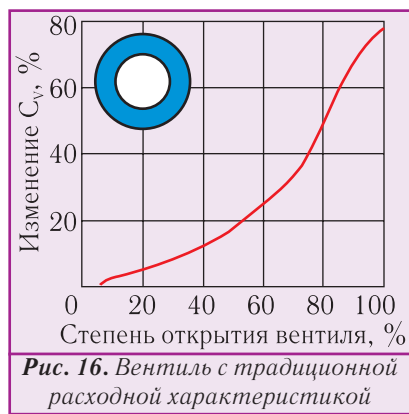
Все криогенные клапаны компании "Навопiт" поставляются с антистатическим устройством и в стандартной конфигурации готовы к работе с кислородом.

* Клапан типа "С" будет всегда иметь разгрузочное отверстие со стороны "вверх по потоку".

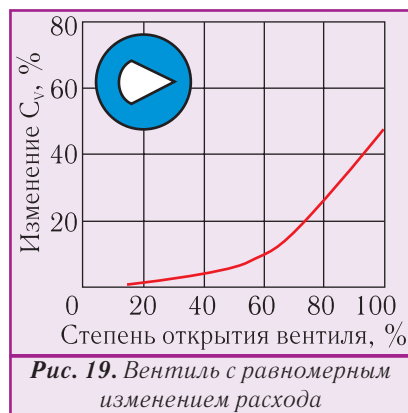
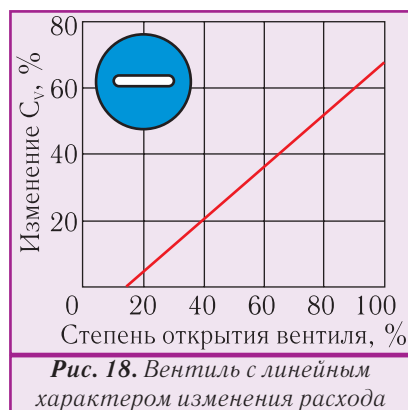
** Другие типы концевых соединений поставляются по заказу.

дёжная приводная регулирующая арматура. Компания «Навопiт» разработала уникальную серию регулирующих шаровых кранов «Profix» (фото 15), обладающих хорошими расходными характеристиками.

нопроцентную (рис. 19) регулировочные характеристики крана.



У обычных шаровых кранов с круглым сечением проходного отверстия расходная характеристика весьма неэффективна (рис. 16). Компания производит шары, а также седла с щелевым и V-образным отверстиями (фото 17). При их использовании удаётся обеспечить соответственно линейную (рис. 18) и рав-



Применение шаров и седел из коррозионно стойких металлов с покрытием из нитридов металлов методом низкотемпературной плазмы позволяет компании производить надёжные регулирующие краны для

высокоагрессивных и абразивных сред. При этом достигается весьма широкий диапазон эффективного регулирования потока при открытии крана в интервале 20...80 %.



Шаровые регулирующие краны, комплектуемые пневматическим четырёхпоршневым приводом ComrACTII, специально разработанным компанией, дают возможность в несколько раз снизить габариты и металлоёмкость автоматической регулирующей арматуры (фото 20) при сохранении той же пропускной способности, а также значительно уменьшить расход воздуха для привода и увеличить быстродействие.

Регулирующие краны могут изготавливаться компанией на базе основных серий, в том числе кранов высокого давления и криогенных кранов.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С приходом на рынок стран СНГ уникальной продукции компании «Habonim Industrial Valves & Actuators» появляются новые возможности в совершенствовании технологических процессов за счёт применения высокотехнологичной, эффективной и надёжной арматуры. Все модели компании имеют сертификаты ГОСТ-Р и разрешение на применение Ростехнадзора РФ.

Официальным дистрибутором компании в России является ООО «Мониторинг» (г. Москва).