

**От редакции.** Эта статья подготовлена по материалам докладов, прозвучавших на совещаниях в Варшайне (Германия) и Кургане. В ней представлены уникальные разработки арматуры, сделанные в разные годы в ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ».

По понятным причинам мы не сможем более подробно рассказать о тех технических решениях, которые применены в представленных разработках, и даже опытному конструктору нелегко будет почерпнуть из них что-то конкретное для своей работы. Но, предлагая вниманию читателей эту статью, мы исходили из того, что они листают наш журнал не только в утилитарных целях, но отчасти и в эстетических. Мы считаем нелишним напомнить, что российская арматура — это не только притертые на коленке 41-е задвижки. И что порой и клапан может быть произведением искусства! И что далеко не по всем статьям мы уступаем Западу с китайцами — у нас пока еще есть чем гордиться!

# Опыт создания арматуры для АЭС

**С.В. Бабушкин, Е.Б. Пелевин, В.М. Рогожин, С.В. Чернов,**  
ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ», г. Нижний Новгород, Россия

## О предприятии

ОАО «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения имени И.И. Африкантова» (ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ») образовано постановлением правительства (СНК) СССР от 27 декабря 1945 г. и с этого времени активно участвует в создании оборудования для атомной промышленности, военно-морского и гражданского флотов.

Среди разработок ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»:

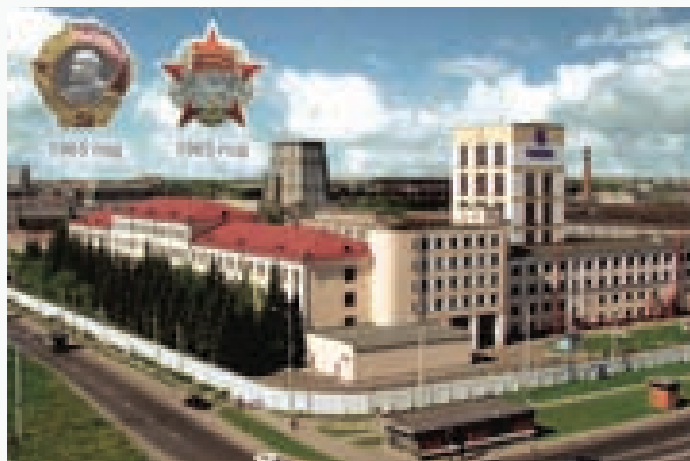
- серийное оборудование газодиффузионных заводов по производству обогащенного урана;
- ряд ураново-графитовых и тяжеловодных промышленных реакторов для получения оружейного плутония, других ядерных материалов и изотопов для нужд обороны и народного хозяйства;
- несколько поколений ядерных реакторов и паропроизводящих установок для кораблей ВМФ, ледоколов и других судов гражданского флота;
- энергетические реакторы на быстрых нейтронах.

В составе ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»:

1. Конструкторское отделение, которое выполняет:

- проектирование, многовариантный поиск оптимальных конструкций;
- расчетный анализ и обоснование проектно-конструкторских решений, характеристик и режимов эксплуатации;
- анализ и обобщение результатов эксплуатации действующих установок;
- авторский надзор за производством, монтажом и эксплуатацией разработанных изделий;
- разработку и внедрение информационных технологий в процессе управления предприятием.

2. Научно-исследовательский испытательный комплекс (НИИК), на базе которого действуют более 70 испытательных стендов и проводятся полномасштабные испытания:



- активных зон ядерных реакторов;
- сосудов высокого давления;
- широкой номенклатуры теплообменного оборудования, включая парогенераторы на параметры пара до 550 °С и 16 МПа;
- насосов производительностью до 20000 м<sup>3</sup>/ч и газодувок;
- всех видов энергетической арматуры;
- точного электромеханического оборудования, приводов и манипуляторов и других механизмов для атомной энергетики и других отраслей промышленности.

3. Производственный комплекс, оснащенный современным технологическим оборудованием (530 единиц сложного технологического оборудования на 16 440 м<sup>2</sup> производственных площадей) и позволяющий обеспечить изготовление опытных образцов разрабатываемого оборудования, стендов для испытаний, отдельных видов оборудования для атомной энергетики и флота, а также — неядерного оборудования общепромышленного назначения.

## Опыт создания арматуры

ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» располагает более чем 40-летним опытом создания специальной запорной, предохранительной, регулирующей, защитной и фазоразделительной арматуры для проектируемых в ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» водо-водяных реакторов транспортного назначения (ВВР), реакторов на быстрых нейтронах (РБН), высокотемпературных газовых реакторов (ВТГР), реакторов для атомных станций теплоснабжения (АСТ) и атомных теплоэлектроцентралей (АТЭЦ).

В соответствии с типом теплоносителя, принятого в разных проектах реакторных установок, рабочими средами для арматуры являются – вода, пар, жидкий натрий или гелий.

Диаметр условного прохода создаваемой арматуры – от 6 до 600 мм.

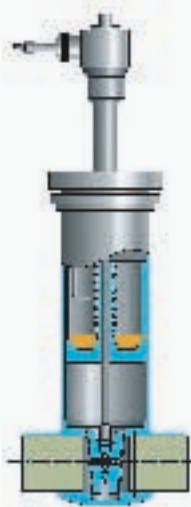
Необходимость в создании арматуры в ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» чаще всего продиктована следующим:

- специфичностью задач, возлагаемых на неё в силу тех или иных схемно-компоновочных решений по реакторной установке и, как следствие – необходимостью в арматуре новых классов (ПАУ, ГУП, РЭД, ПК);
- уникальностью набора требований к арматуре традиционных классов, требующих большого объема опытно-экспериментальных работ при единичной, по сути, потребности в данной арматуре (свариваемой в страховочный корпус);
- особенностью привязки, ограниченным доступом и затрудненными условиями ремонта традиционной арматуры в проектируемых реакторных установках, диктующие необходимость в специальных исполнениях арматуры (двухзапорная);
- отсутствием освоенной отечественными поставщиками требуемой арматуры.

## Образцы арматуры

### Задвижка клиновая двухдисковая

- Предназначена для герметичного перекрытия потока рабочей среды (натрий) в технологических линиях реакторных установок с натриевым теплоносителем.
- Управление осуществляется выносным электромеханическим приводом.
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая герметичность в затворе.
- Надежное замораживающее уплотнение в сальнике.
- Высокие эксплуатационные качества подтверждены безотказной работой в течение более 20 лет.



Исполнение	I	II
Условный проход, мм	500	600
Рабочее давление, МПа	1,2	0,3
Рабочая температура, °С	300	500
Масса, без привода, кг	5850	5875

### Клапан запорный сифонный

- Предназначен для герметичного перекрытия потока рабочей среды (вода) в технологических линиях реакторных установок.
- Управление осуществляется пневмоприводом нормально-закрытого действия с ручным дублером.
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая герметичность в затворе.
- Экологическая безопасность.
- Дистанционная сигнализация крайних положений затвора.



Исполнение	I	II	III
Условный проход, мм	10	32	100
Рабочее давление, МПа	3,5	3,5	3,5
Рабочая температура, °С	200	200	200
Время срабатывания, с	1	5	5
Масса, кг	34	65	235

### Клапан двухзапорный

- Предназначен для двойного перекрытия проходного сечения трубопроводов пара с дренажом возможных протечек из межседельной полости, а также для изменения направления потока проводимой среды при закрытом основном затворе.
- Функционально заменяет две последовательно расположенные задвижки.
- Управление основным затвором осуществляется с помощью комбинированного привода (пневмопривод с механическим ручным дублёр), управление дополнительным затвором – с помощью ручного механического привода.



- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая герметичность в затворах.
- Экологическая безопасность.
- Дистанционная сигнализация крайних положений затворов.

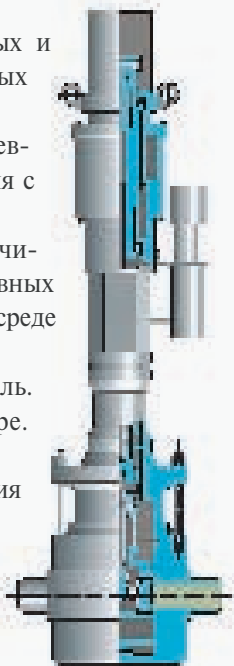
Условный проход, мм	150
Рабочее давление, МПа	3,8
Рабочая температура, °С	325
Время срабатывания, с	7
Масса, кг	600

### Задвижка полнопроходная сифонная

- Предназначена для использования в качестве запорного устройства в системах перегрузки разгрузоч-

но-загрузочного комплекса гелиевых и других газоохлаждаемых реакторных установок.

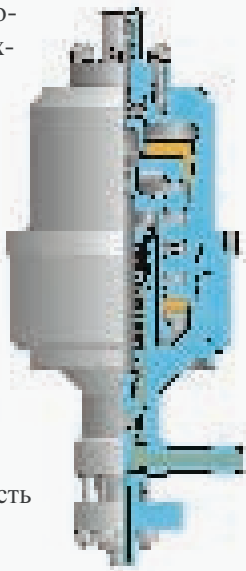
- Управление осуществляется пневмоприводом двухстороннего действия с ручным дублером.
- В открытом положении обеспечивается прохождение шаровых топливных элементов с содержанием в газовой среде графитовой пыли.
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая герметичность в затворе.
- Экологическая безопасность.
- Дистанционная сигнализация крайних положений затвора.
- Фиксация привода в крайних положениях затвора при отказах в системе управления.



Условный проход, мм	65
Рабочее давление, МПа	5,2
Рабочая температура, °С	150
Время срабатывания, с	10
Масса, кг	385

### Предохранительное автоматическое устройство

- Предназначено для защиты от превышения давления замкнутых участков систем реакторных установок.
- До момента срабатывания обеспечивается абсолютная герметичность предохраняемой системы относительно полости сброса за счёт сплошной стенки предохранителя.
- Срабатывает без использования дополнительных энергоисточников и вмешательства персонала.
- При повышении давления сверх допустимого автоматическое разрушение предохранителя обеспечивает сброс рабочей среды (вода).
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая точность и надёжность срабатывания.
- Экологическая безопасность.
- Дистанционная сигнализация состояния.
- Компактность.



Исполнение	I	II
Давление срабатывания, МПа	3,0	2,0
Диаметр прохода, мм	8	5
Время срабатывания, с	1	1
Масса, кг	50	33

### Гидроуправляемый гидрораспределитель

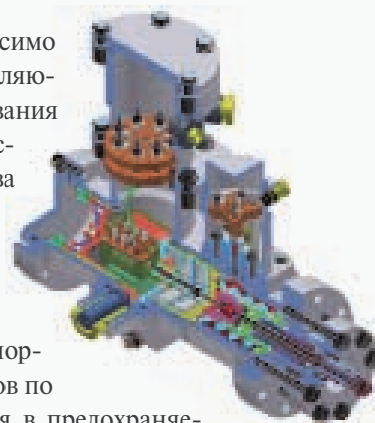
- Предназначен для автоматического включения систем безопасности реакторной установки при аварийном росте давления управляющей среды (вода).
- Срабатывает без использования дополнительных энергоисточников и вмешательства персонала.
- При срабатывании обеспечивается перераспределение рабочей среды (воздух) с переключением пневмоприводной арматуры и других механизмов систем безопасности.
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая точность и надёжность срабатывания.
- Экологическая безопасность.
- Дистанционная сигнализация состояния.
- Компактность.



Исполнение	I	II
Давление срабатывания, МПа	2,05	22,5
Диаметр прохода управляющей среды, мм	10	10
Диаметр прохода рабочей среды, мм	15	15
Масса, кг	75	50

### Размыкатель электропитания по давлению

- Предназначен для обесточивания электродвигателей приводов оборудования и электромагнитов исполнительных механизмов.
- Срабатывает независимо от электрических управляющих систем, без использования дополнительных энергоисточников и вмешательства персонала, с выдачей электрических сигналов положения контактных групп.
- Принцип действия основан на размыкании нормально замкнутых контактов по аварийному росту давления в предохраняемой системе, за счёт перемещения подвижных частей.
- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая точность и надёжность срабатывания.
- Экологическая безопасность.
- Компактность.



Параметры силовых электроцепей	
– напряжение переменного тока	380 В
– сила тока	15 А
– частота	50 Гц
Давление срабатывания, МПа	22,1
Масса, кг	70

### Предохранительное устройство

- Предназначено для защиты от превышения давления замкнутых участков систем реакторных установок.

- Срабатывает без использования дополнительных энергоисточников и вмешательства персонала – по прямому импульсу роста давления в предохраняемой системе.

- При повышении давления сверх допустимого автоматическое перемещение поршня и соединение предохраняемой системы с полостью сброса.

- Обеспечивает возможность проведения эксплуатационных проверок работоспособности с измерением фактической величины давления срабатывания без разгерметизации предохраняемой системы, а также возможность поднастройки устройства на величину давления срабатывания.

- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая точность и надёжность срабатывания.



Давление срабатывания, МПа	0,5
Диаметр прохода, мм	150
Максимальный расход вода, кг/с	500
Масса, кг	47

### Предохранительное устройство

- Предназначено для перепуска рабочей среды (воздуха) из предохраняемого помещения при аварийном повышении в нём давления в смежное (сбросное) помещение локализуемой системы реакторной установки.

- Срабатывает без использования дополнительных энергоисточников и вмешательства персонала – по прямому импульсу роста давления воздуха в предохраняемом помещении.

- При повышении давления сверх допустимого обеспечивается автоматическое перемещение поршня и соединение аварийного помещения со смежным.



Давление срабатывания, МПа	0,06
Диаметр прохода, мм	600
Коэффициент гидравлического сопротивления, не более	2
Масса, кг	70

- Обеспечивает возможность проведения эксплуатационных проверок работоспособности с измерением фактической величины давления срабатывания без раз-

герметизации предохраняемого помещения, а также возможность поднастройки устройства на величину давления срабатывания.

- Материалы – нержавеющая сталь.
- Высокая точность и надёжность срабатывания.

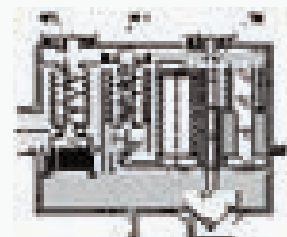
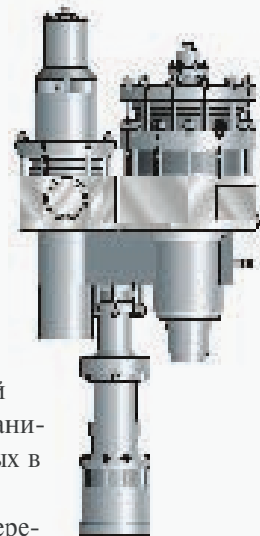
### Комплекс предохранительный

- Предназначен для защиты от превышения давления первого контура реакторной установки ГТ-МГР и аналогичных газоохладяемых высокотемпературных установок.

- Состоит из мембранно-разрывного устройства (МРУ) и предохранительного клапана импульсного типа, включающего в себя импульсный предохранительный клапан (ИПК) и главный предохранительный клапан (ГПК), размещенных в едином корпусе.

- Обеспечивает герметичное перекрытие трубопровода до первого срабатывания за счёт перекрытия проходного сечения мембраной, разрыв мембраны, открытие и закрытие предохранительных клапанов на заданных параметрах.

- Материалы – нержавеющая сталь.
- Дистанционная сигнализация состояния.



Условный проход, мм	80
Рабочее давление, МПа	5,1
Рабочая температура, °С	100
Давление срабатывания, МПа	5,3
Масса, кг	600

### Заключение

С учётом накопленного опыта отработки арматуры для реакторных установок различного назначения представляется целесообразным привлечение ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» к созданию наукоёмких образцов арматуры, требующих значительного объёма НИОКР, изготовления которой невыгодно с экономической точки зрения для традиционных поставщиков арматуры.

По нашему мнению, было бы целесообразно активизировать работы по созданию надежных и эффективных конструкций арматуры пассивного действия применительно к атомным энергоблокам новых поколений или модернизируемым АЭС.

Опыт, которым располагает ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» по работам в области создания арматуры пассивного действия, внушает уверенность в правильности выбранного направления.