

# Обсуждение технологий: арматура для атомной промышленности

## Technology Discussion: Nuclear Valves



Bopp & Reuther 



Sempell 

**Маркус Йеннебах**  
Markus Jennebach

Руководитель подразделения ядерной промышленности и член Совета директоров компании Bopp & Reuther Sicherheits- und Regelarmaturen GmbH, Германия

Head of Business Unit Nuclear Industries and member of the board, Bopp & Reuther Sicherheits- und Regelarmaturen GmbH, Germany

**Пол Шаллер**  
Paul Schaller

Sempell Aktiengesellschaft в должности Менеджера по продажам в области атомной энергетики для России, Украины и стран СНГ

Sempell Aktiengesellschaft Sales Manager, nuclear, for Russia, Ukraine and NIS

### Какие основные требования предъявляются к арматуре в секторе атомной энергетики?

**Маркус Йеннебах:** Конструкции арматуры должны быть адаптированы к новому «3 поколению» реакторов, таких типов как AREVAS EPR, KHNP's AP 1400 или российскому реактору типа VVR 1200. Тесное сотрудничество между производителями арматуры, проектными институтами и операторами будет играть важную роль в успешности будущих проектов.

**Пол Шаллер:** Прежде всего, безопасность и надежность. Поломка клапанов и насосов сыграла свою роль в ряде аварий на атомных электростанциях, наиболее известная из которых – это авария на Три-Майл-Айленд. Много подобных аварий, приводящих к остановкам электростанций, описано в газетных новостях и научных исследованиях.

Операторы электростанций ожидают от производителей, таких как SEMPELL, более безопасные и надежные конструкции клапанов. SEMPELL отвечает на эти запросы усовершенствованием безопасности и надежности своих изделий. Другим обязательным условием является абсолютная герметичность.

### What are the major challenges faced for valves in the Nuclear sector?

**Markus Jennebach:** Valve designs have to be adapted for the new “generation 3” reactor types like AREVAS EPR, KHNP's AP 1400 or Russian VVR 1200. A close cooperation between the valve manufacturer, design institutes and operators will play an important role in the success of future projects.

**Paul Schaller:** Safety and reliability first. Valve and pump failure has played a part in several incidents at nuclear power stations, most notably in the Three Mile Island accident. Such failures continue to trigger shutdowns, headlines and enquiries.

The operators desire to improve enables manufacturers like SEMPELL to come up with safer, more reliable valves. SEMPELL is responding to the need for increased safety and reliability. Leak tightness is another absolute must.

### How do you see this sector developing in the coming decade?

**Markus Jennebach:** More than 100 new reactors are planned to be built within the next 20 years worldwide. Russia is one of the biggest markets in this sector. The valve manufacturers operating in this market are increasing

## Что Вы можете сказать о направлении в развитие сектора на ближайшее десятилетие?

**Маркус Йеннебах:** В ближайшие 20 лет планируется строительство свыше 100 новых реакторов по всему миру. Россия является одним из крупнейших рынков в этом секторе. Производители арматуры, работающие на этом рынке, наращивают свои мощности, чтобы обеспечить неизбежное повышение потребностей рынка ядерной энергетики.

За последние два года количество полученных заказов и товарооборот компании Bopp & Reuther увеличились вдвое.

**Пол Шаллер:** Потребление энергии увеличивается во всем мире, особенно в Китае и других странах Азии. Некоторые страны планируют, или имеют намерения построить свои первые атомные электростанции (Турция, Таиланд, Египет, Ливия, Марокко, Алжир, Тунис, Австралия, Индонезия, Польша), а другие страны пересматривают свою политику поэтапного сокращения атомной энергетики (Голландия, Аргентина). Все это говорит о «возрождении» атомной энергетики только в тех странах, которые недооценивали ее значение в последние годы. Однако, в Азиатско-Тихоокеанском регионе развитие атомной энергетики не прекращалось никогда. Во времена стагнации атомной энергетики на Западе в Китае, Японии и Южной Корее продолжалось строительство новых электростанций. Китай планирует повысить долю своей атомной энергетики от теперешних 2 процентов от общего производства электроэнергии до 4 процентов к 2020 году. Если говорить о типах реакторов, то китайцы ограничиваются заказами разработок от компаний Westinghouse, AREVA и Канадской AECL, в то же время продолжая разработку собственной конструкции реактора с шаровой засыпкой. После Китая следующим крупнейшим потребителем энергии в Азии является Индия. Россия, которая уже построила два реактора в Индии, заключила договор о строительстве еще четырех реакторов на индийской электростанции в Куданкуламе. Это реакторы с водяным охлаждением NPP-92. Индия также использует тяжеловодные ядерные реакторы PHWR, подобные по конструкции реактору CANDU, а также планирует строительство трех реакторов типа EPR. В то же время, Япония и Южная Корея разрабатывают свои собственные конструкции реакторов. Toshiba разрабатывает новый водяной кипящий реактор BWR для замены хорошо зарекомендовавших себя реакторов PWR, унаследованных по конструкции от Westinghouse, а Южная Корея предложила реактор APR1400, первый экземпляр которого будет введен в эксплуатацию в 2013 или 2014 г.

their capacity to be able to meet the imminent demand of the nuclear market.

Bopp & Reuther has doubled the orders received and turnover over the last two years.

**Paul Schaller:** Demand for energy consumption is increasing world-wide, especially in China and the rest of Asia. A number of countries are planning or thinking of building their first nuclear power capacity (Turkey, Thailand, Egypt, Libya, Morocco, Algeria, Tunisia, Australia, Indonesia, Poland), while others are reconsidering or reversing their phase-out policies (the Netherlands, Argentina). All the recent talk about a “nuclear renaissance” applies only to those countries that soft-pedalled nuclear power in recent years. In the Asia Pacific area, however, nuclear power never went away. When nuclear power in the West stagnated, construction of new power stations continued in China, Japan and South Korea. China is planning to double its nuclear capacity from its current 2 per cent of electricity to 4 per cent by 2020. When it comes to reactor type, the Chinese are hedging their bets, ordering designs from Westinghouse, AREVA and Canada’s AECL, while also developing an indigenous form of pebble bed reactor. Next to China, India is Asia’s largest consumer of energy. Russia, which has already built two reactors in India, has agreed to build four more at India’s Kudankulam power plant. These are NPP-92 water-cooled reactors. India also employs PHWRs similar to the CANDU design and is planning three EPRs. Meanwhile Japan and South Korea are each developing their own reactor designs. Toshiba is developing a new BWR to set alongside the well established PWR it inherited with Westinghouse, while South Korea has come up with the APR1400, the first example of which will be commissioned in 2013 or 2014.

Europe and the CIS countries are the two other regions where nuclear power can be expected to grow significantly. France, which is already 75%-reliant on nuclear for its electricity, builds a reactor at Flamanville in Normandy and is also hosting ITER.

In Europe the overall outlook is mixed: In Finland AREVA’s Olkiluoto 3 EPR is under construction. Other countries proposing, planning or building nuclear facilities include the Netherlands, Romania, Slovakia, Slovenia and the Czech Republic. In Germany the moratorium on new construction still holds.

Major changes have been seen in the structure of the Russian nuclear sector together with ambitious plans for reactor construction at home, export plans to other markets and involvement in many international initiatives within the fuel cycle. In 2006 it was decided to create a single vertically-integrated state holding company for Russia’s nuclear power sector. On domestic power generation, it is important to note that Russian demand

Европа и страны СНГ – два других региона, где ожидается существенное развитие атомной энергетики. Франция, которая уже производит 75% своей электроэнергии на атомных станциях, строит реактор в Фламанвиле в Нормандии, а также ведет программу ITER.

В странах Европы наблюдаются разные перспективы: В Финляндии компания AREVA строит EPR реактор Olkiluoto 3. Другие страны также намечают, планируют или строят атомные электростанции, в том числе Голландия, Румыния, Словакия, Словения и Чешская Республика. В Германии все еще действует мораторий на развитие атомной энергетики.

Кардинальные изменения происходят в структуре Российского атомно-энергетического сектора вместе с амбициозными планами по собственному строительству реакторов, экспорту на другие рынки, а также участием во многих международных инициативах по топливному циклу. В 2006 году было принято решение о создании единого вертикально интегрированного государственного холдинга для Российского атомно-энергетического сектора. Что касается собственного производства электроэнергии в России, то нужно отметить, что после десятилетия стагнации потребности существенно повышаются. Однако, важнее всего, что в настоящий момент основной внутренней политикой России, очевидно, является экспорт газа, а не использование этого газа для собственного производства электроэнергии. В сентябре 2006 года была провозглашена цель - повысить до 23% долю производства атомной энергии к 2020 году. Эти планы, несомненно, амбициозны. Тем не менее, проблема финансирования реакторов в России, которая ограничивала планы их строительства с 1990 года, по-видимому, в значительной степени преодолены. Предстоящие проблемы, скорее всего, будут аналогичны общемировым, а именно – наличию достаточных возможностей для производства компонент реактора в необходимом объеме.

### **Клапаны играют ключевую роль в оперативном управлении атомных электростанций. Какие решения Вы предлагаете конкретно для российского сектора атомной энергетики?**

**Маркус Йеннебах:** Bopp & Reuther предлагает большое количество арматуры, идеально соответствующей требованиям российского рынка атомной энергетики. Основными продуктами являются: предохранительные клапаны, регулирующие клапаны и запорные клапаны различного назначения. Bopp & Reuther накопили огромный опыт в разработке и поставке различных типов арматуры на российские АЭС с 1982 года. Предохранительные клапаны предназначаются для установки на выходных коллекторах или

is rising strongly after more than a decade of stagnation. The most important point, however, is that it is now clearly Russian policy to export gas rather than use it for domestic power generation. In September 2006, a target of nuclear providing 23% of electricity by 2020 was announced. These plans are undoubtedly ambitious. Nevertheless, the problem concerning finance for reactors in Russia, which has constrained plans for much of the period since 1990, would appear to be largely over. Difficulties in the future are likely to be similar to that elsewhere in the world, such as the availability of enough capacity to manufacture the major reactor components in sufficient volume.

### **Valves play a key role in the day to day operations of NPP's. What specific solutions do you have for the Russian Nuclear Power Sector?**

**Markus Jennebach:** Bopp & Reuther offers a number of valves ideally suited to the Russian Nuclear Market. Core-products include Safety Valves, Control Valves and Gate Valves for various applications. Bopp & Reuther has extensive experience in engineering and supplying various types of valves to Russian Nuclear Power Plants since 1982. Applications include Main Steam Safety Valves as well as Pressurizer Safety Valves; these installations have provided decades of trouble free service.

**Paul Schaller:** SEMPELL benefits from more than 135 years of experience and delivers control, safety relief and isolation valves to conventional and nuclear power plants. Since the beginning of the nuclear power industry in the early sixties, SEMPELL has developed and delivered special valves. For this purpose the close and trusting cooperation with the engineering companies and end users has been a mandatory requirement. Till today a large number of standard and special valves have been delivered to all known reactor types. Some examples for the Russian NPP's are:

- » Main-Steam Isolation Valves - In boiling water and pressure water reactors quick-closing valves are installed for quick and safe isolation of the main steam pipe line. Stroke times are between 1–5 sec. The body type is selected according to the pipe layout. The most typical body types are straight and angle type.
- » Safety Valves for Main Steam and Pressurizer - Safety valves are installed to avoid inadmissible pressure increase in a system. Depending on the engineering company and the required specifications
  - spring loaded safety valves or
  - pilot operated safety valves according to the system medium principle are installed. SEMPELL has concentrated with the operated safety valves Type VS99 on a solution with pilot operation according the pressure release principle.
- » Gate Valves - In the nuclear industry gate valves are often used instead of globe valves, because of the low pressure loss. The SEMPELL wedge gate valve wedges only in the final position, thus protecting the seat surfaces, as the

трубопроводах острого пара и компенсаторах давления; эти установки обеспечивают безотказную эксплуатацию в течение десятилетий.

**Пол Шаллер:** Преимущество SEMPELL заключается в более чем 135-летнем опыте разработки и производства регулирующих, предохранительных и запорных клапанов для обычных и атомных электростанций. Со времени возникновения атомной энергетики в начале шестидесятых годов, компания SEMPELL занималась разработкой и поставками специальных типов клапанов. Для этого обязательно необходимо близкое и надежное сотрудничество с проектными фирмами и конечными потребителями. Мы поставляли большое количество стандартных и специальных клапанов для всех известных типов реакторов. Некоторые из них поставлялись для Российских АЭС:

» Быстродействующий запорно-отсечной клапан БЗОК – В реакторах с кипящей водой и напорной водой устанавливаются быстродействующие клапаны для быстрого и безопасного отключения главного паропровода от турбины. Время срабатывания находится в пределах 1–5 секунд. Тип корпуса выбирается в соответствии со схемой трубопровода. Чаще всего используются прямой и угловой тип корпуса.

guidance in the body avoid a permanent contact on the seat surfaces during stroking. At low pressures additional compressing forces on the seat are created by the wedging. If gate valves, mainly with electric actuators, are supposed to fulfill extra tasks, special designs have been developed, optional as wedge gate or parallel slide valves. Such special tasks are the so called malfunction and blow-down ability. In these cases tests and calculations have to prove that the design fulfills the function and tightness after actuation at a complete pipe break and not correct shut down of the actuator. The ability of the SEMPELL-design has been demonstrated by blow-down tests.

**Nuclear class valves must control critical flow points often over a long time period; what specific valves do you supply in this area and what average run life do they have?**

**Markus Jennebach:** Bopp & Reuther is specialized in Safety Valves. The first Steam generator Safety Valves were delivered to NPP Novovoronezh 1982. The Valves are in operation today, providing safety to the system and giving trouble free operation and customer satisfaction.

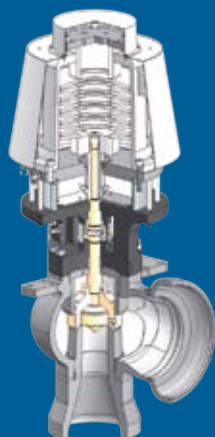
**Paul Schaller:** Most Generation II reactors were built for a life span of 40 years.

Future reactors will burn at higher temperatures than



Nuclear Industries

Bopp & Reuther



Главные предохранительные и регулирующие клапаны для атомной промышленности

Leading safety and control valves for Nuclear industries

Конструкция с тарельчатой пружиной с центрированием шариками  
Пневматическая система контроля (Feed+Bleed)

Belleville Spring design, ball centred  
Pneumatic Control System (Feed+Bleed)

На протяжении многих десятилетий заслуженным доверием и высоким спросом у операторов АЭС и теплоэлектростанций во всем мире пользуются клапаны фирмы Bopp&Reuther, ведущего мирового производителя в этом сегменте рынка.

Продукция фирмы сертифицирована на соответствие стандарту качества ISO 9001:2000 и дополнительным системам сертификации, включая TÜV, CE, ASME, GOST, API, KTA, RCC-M. Bopp&Reuther также располагает различными сертификатами для атомной промышленности.

Operators of conventional and nuclear power plants all over the world trust valves manufactured by Bopp & Reuther, a global player in the valve market for many decades.

ISO 9001:2000 and additional qualifications including TÜV, CE, ASME, GOST, API, KTA, RCC-M and various certifications for the nuclear industry have all been achieved by Bopp & Reuther.

» Предохранительные клапаны для главного паропровода и компенсатора давления – Предохранительные клапаны устанавливаются для защиты от недопустимого превышения давления в системе. В зависимости от проектной фирмы и требований технических условий устанавливаются – пружинные предохранительные клапаны, или – Импульсное предохранительное устройство (ИПУ) - управление ИПУ осуществляется рабочей средой. SEMPELL концентрируется на выпуске управляемых предохранительных клапанов (ИПУ) типа VS99, которые действуют по разгрузочному принципу.

» Запорные задвижки – В атомной энергетике запорные клапаны часто используются вместо проходных клапанов, поскольку они обеспечивают низкую потерю давления. Клиновые запорные задвижки SEMPELL закрывают трубопровод только в конечной позиции, что способствует защите поверхности седла и клина, поскольку с помощью управления в корпусе устраняется длительный контакт между ними при плавном срабатывании. При низких давлениях во время заклинивания создаются дополнительные силы сжатия на поверхности седла. На случай, если запорные задвижки, которые обычно имеют электропривод, предназначены для выполнения дополнительных задач, разработаны специальные конструкции, выполненные в виде клиновых или параллельных задвижек. Такие особые задачи обычно связаны с аварийными режимами. В этих случаях должны быть проведены испытания и расчеты для подтверждения нормальной работы задвижки после полного отрыва трубопровода и неправильного отключения привода. Возможности конструкции задвижек SEMPELL продемонстрированы испытаниями с разрывом трубопровода.

**Арматура атомного класса часто должна регулировать критические расходы потока в течение длительных периодов времени; какую арматуру Вы поставляете специально для таких целей, и какой срок эксплуатации она имеет?**

**Маркус Йеннебах:** Bopp & Reuther специализируются на предохранительных клапанах. Первый предохранительный клапан для парогенератора был поставлен на Нововоронежскую АЭС в 1982 году. Эти клапаны до сих пор в работе, обеспечивают безопасность системы и бесперебойную эксплуатацию к полному удовлетворению заказчика.

**Пол Шаллер:** Большинство реакторов II поколения рассчитаны на 40-летний срок работы.

Реакторы новых поколений будут работать при более высоких температурах, чем нынешние, и для них потребуются металлы, выдерживающие температуры

current ones and will require metals that can withstand temperatures of around 1000 degrees C. Several metals are being researched and tested both for their heat resistance properties and a number of other criteria: tensile creep and creep – fatigue properties, thermal conductivity and expansion. These metals in question will also have to withstand severe corrosion environments and to be able to last for 60 years. SEMPELL is a leading valves manufacturer even in this field, already applying next generation materials like Alloy 617 for supercritical conventional applications.

**Many NPP's in Russia are nearing full maturity and plant managers and engineers will look to companies with a long history in this area when they come to upgrading and replacing parts. Briefly describe your history in this sector and ambitions for the Russian market.**

**Markus Jennebach:** Bopp & Reuther was founded 1872 in Mannheim, Germany. The company has a long tradition and experience in designing and manufacturing various types of valves for a wide range of applications. From the very birth of the nuclear power industry in the 60s, Bopp & Reuther has played an active role in engineering and manufacturing various types of valves accompanied by a close cooperation with design institutes and operators to ensure project success and trouble free operation. The installations are backed up by an extensive service department to ensure trouble free operation, the necessary spares availability is guaranteed for more 30 years after the installation with close engineering consultation and possible upgrades adding to customer satisfaction.

This close relationship and contact with existing customers is often extended with consultation on modernization of existing installations. For this purpose our Moscow branch office and the headquarters staff in Mannheim have been enlarged to meet the market demands and providing the renowned Bopp & Reuther customer service and support.

**Paul Schaller:** Built for a life span of 40 years for the generation II reactors technological improvements mean that these reactors can be upgraded to be safer and more efficient than they were first built. In Russia a round of license renewals is therefore under way that will extend the life span of generation II reactors.

The complete expertise of SEMPELL AG, as well as all technical documents for the valves previously delivered by Babcock, is available to benefit the customers. Therefore, the SEMPELL Armaturen-Service is predestined to supply its customers not only with the required spare parts, but corresponding technical advice for these products as well.

**The goal for valve manufacturers is to maximize power production while ensuring zero exposure to radiation. How do your valves guarantee these two important targets?**

около 1000 градусов по Цельсию. Были проведены разработки и испытания нескольких металлических сплавов, отличающихся как своей теплостойкостью, так и рядом других характеристик: ползучестью при растяжении и усталостными деформациями, теплопроводностью и коэффициентом теплового расширения. Эти металлы должны также выдерживать жесткие условия коррозионной среды и сохранять работоспособность в течение 60 лет. Компания SEMPELL – лидирующий производитель клапанов и в этом направлении, уже применяет материалы нового поколения, например Сплав 617 для применения в сверхкритических условиях.

**Многие АЭС в России приближаются к концу своих жизненных циклов, поэтому для модернизации и замены деталей руководителя и инженера АЭС будут обращаться в компании, имеющие опыт в этой области. Прошу кратко описать Ваш опыт в данной области и цели, намеченные для реализации на российском рынке.**

**Маркус Йеннебах:** Компания Bopp & Reuther основана в 1872 в Мангейме, Германии. Компания имеет продолжительную историю и опыт в разработке

**Markus Jennebach:** The key words are; reliability, extended operation between maintenance, low maintenance costs, excellent sealing properties and high quality standards.

To ensure profitable operation and while reducing the effects of exposure to radiation, strict manufacturing standards must be applied and adhered to.

Bopp&Reuther products have long maintenance intervals and the down time required for maintenance is very low.

The sealing properties are excellent and extend over the entire life of the valves providing trouble free efficient performance while retaining pressure setting accuracy.

**Paul Schaller:** No comment.

**Safety and reliability are paramount in this sector. What are the current test standards that are required, and is independent testing needed or can testing be performed by the manufacturer?**

**Markus Jennebach:** No comment.

Уже на протяжении 135 лет компания Sempell производит и поставляет регулирующую, предохранительную и запорную арматуру на тепловые и атомные электростанции, а также на предприятия химической промышленности. Сотрудники компании Sempell знают, как спроектировать и произвести ведущую в отрасли арматуру, которая легко выдерживает испытание временем. Ведь мы успешно занимаемся этим уже более столетия.

Компания Sempell является не только производителем арматуры, но также поставщиком готовых решений, начиная с исследовательской работы, разработки и промышленного проектирования и заканчивая комплектной поставкой наукоемкой арматуры с гарантией организации сервисного обслуживания на протяжении всего срока службы. Как результат мы имеем оптимально спроектированный продукт.

Рассмотрим изготовление арматуры для атомной отрасли. Здесь арматура как активное оборудование системы должна функционировать даже в экстремальных условиях, например, в случае потери теплоносителя или при сейсмических нагрузках. Опираясь на более чем 50-летний опыт в сфере проектирования и эксплуатации арматуры для применения на атомных электростанциях, наши клапаны доказали свою надежность.

Там, где качество выполняемых работ не имеет компромиссов, Sempell именно та компания, которой стоит доверять.

**Sempell**  
*tyco* / Flow Control



#### ИРТ ГмбХ

офис сопровождения проектов Sempell в РФ  
тел./факс: +7 499 241-60-68  
e-mail: [info@sempell-irt.ru](mailto:info@sempell-irt.ru)

#### SEMPPELL AG

Werner-von-Siemens Strasse  
41352 Korschenbroich, Germany  
Tel.: + 49 2161 615-369  
Fax: + 49 2161 64761

<http://www.sempell.com>

и изготовлении различных типов арматуры для широкого диапазона области применения. С самого рождения атомной энергетики в 60 годах, компания Bopp & Reuther играла активную роль в разработке и изготовлении различных типов арматуры в тесном сотрудничестве с проектными институтами и операторами, что гарантировало успешность проектов и безотказную работу. Отдел обслуживания обеспечивает комплексную техническую поддержку установленного оборудования, что гарантирует бесперебойную эксплуатацию; наличие необходимых запчастей гарантируется на период свыше 30 лет после установки оборудования с предоставлением технических консультаций и возможных вариантов модернизации к полному удовлетворению заказчика. Такие тесные отношения и связи с существующими заказчиками часто переходят в консультации о модернизации существующих установок. С этой целью было расширено наше Московское представительство и штат головного управления в Мангейме, чтобы удовлетворять потребности рынка и обеспечить заказчикам известный высокий стандарт сервисного обслуживания и технической поддержки Bopp & Reuther.

**Пол Шаллер:** Технологические усовершенствования реакторов II поколения, рассчитанных на 40-летний срок работы, означают возможность их модернизации для более эффективной и безопасной работы. В настоящее время в России продлевается срок действия лицензий, что будет способствовать продлению срока службы реакторов II поколения.

Многолетний опыт работы SEMPELL AG, а также техническая документация по клапанам, ранее представленная компанией Babcock, способствует удовлетворению запросов потребителей. SEMPELL Armaturen-Service предоставляет своим клиентам не только компоненты и запчасти, но также и соответствующие технические консультации.

**Целью производителя клапанов является доведение до максимума выработки электроэнергии при одновременном обеспечении нулевого радиоактивного излучения. Как Ваши клапаны гарантируют выполнение этих двух основных целей?**

**Маркус Йеннебах:** Ключевыми словами здесь являются: надежность, продление срока службы между операциями технического обслуживания, низкая стоимость технического обслуживания, отличные уплотняющие свойства и высокие стандарты качества.

Чтобы обеспечить рентабельность при одновременном сокращении риска радиоактивного облучения следует применять строгие стандарты

**Paul Schaller:** The flow behavior of gas and liquid properties are analytically and experimentally investigated.

A highly capable software package is available at SEMPELL for flow analysis, which may also be used for static and dynamic FEM-analyses. A laboratory with various capable air and water test equipment exists for experimental flow investigations.

A specialty at SEMPELL is a steam test facility, which can operate at steam conditions of a primary circuit of a pressurizer water reactor at 175 bar and 350°C. The electrically heated steam generator produces 1 t of steam / h under the above mentioned conditions. Located behind the steam generator is a pressure vessel with 3 test rigs. Tests within the laboratory could eliminate a part of the hot commissioning on site.

The qualification of safety related valves for NPPs is hardly impossible without experiments especially under consideration of anticipated accidents. One anticipated accident is the break of a big pipeline, e.g. the main steam line. Only out-of-pile but full scale experiments can provide certainty that the Main Steam Isolation Valve will reliably close under pipe break conditions. Such a verification test must model system parameters such as decreasing steam generator pressure, flashing of the steam generator water inventory, increase back pressure and the flow rate. These kind of tests are carried out at special valve testing facilities in the, e.g. at the AREVA Large Valve Test Facility GAP, Technical Center Karlstein. Moreover, such qualifications, although expensive, have the advantage that the valve malfunction risks are taken out of the start-up phase of the power plant and transferred to the pre-operational laboratory tests.

The most common regulations in this field are ASME QME-1 and IEEE-382.

**Are there any specific requirements or adaptations needed for the Russian Market place?**

**Markus Jennebach:** Test standards depend on the design requirements specified by the customer and the safety class of the product.

In general it has to be distinguished between a general design approval and production tests.

Test and quality standards depend on the nuclear code which is applied and design requirements specified by the customer. In addition to this, the individual safety and quality classification of the valve further defines the test procedure which has to be adhered to.

The designs of Bopp & Reuther products are certified according several international standards (for. eg.

производства и придерживаться этих стандартов.

Продукция Bopp & Reuther имеет продолжительную периодичность технического обслуживания и значительно сокращенное ремонтное время.

Отличные уплотняющие свойства предохранительных клапанов распространяются на весь срок их службы, обеспечивая бесперебойную экономичную эксплуатацию при сохранении точности настройки давления.

**Пол Шаллер:** Никакой комментарий

**Безопасность и надежность являются первостепенной задачей в этом секторе. Какие требования существуют к современным стандартам испытаний, требуется ли проведение независимых испытаний или испытания могут быть проведены самим производителем?**

**Маркус Йеннебах:** Никакой комментарий

**Пол Шаллер:** Поведение потоков газообразных и жидких рабочих сред исследуется SEMPELL аналитически и экспериментально.

Для аналитических исследований используется эффективная высокоскоростная вычислительная техника, которая предназначена также для статических и динамических анализов путём моделирования конечных элементов (FEM). Экспериментальные исследования потоков проводятся на нескольких эффективных пневматических и гидравлических испытательных стендах.

Особо должен быть упомянут паровой испытательный стенд, в котором параметры пара - давление 175 бар и температура 350 °C - соответствуют характеристикам первого контура охлаждаемого водой атомного реактора. Электрический парогенератор производит при указанных условиях 1 тонну пара в час. К парогенератору подключен аккумулятор давления, к которому присоединяются 3 испытательных стола. Работа на этом стенде даёт результаты, которые частично предсказывают итоги испытаний, проводимых на реакторе во время его пуска в эксплуатацию.

Аттестация защитных клапанов для АЭС совершенно невозможна без проведения экспериментов, особенно с учетом условий предполагаемых аварийных ситуаций. Одной из предполагаемых аварий является разрыв большого трубопровода, например основного паропровода. Только лишь полномасштабные эксперименты, проведенные вне реактора, могут дать гарантию, что запорный клапан главного трубопровода (БЗОК) способен надежно срабатывать в аварийных условиях. Эти проверочные испытания

National Board Capacity Certification for Nuclear valves according ASME Sec. III or German TÜV type approval). So the design of our products are proven and tested by independent organizations based on national and international requirements. Also some of our products are tested according special customer requirements i.e. QME-1 qualification for Main Steam Safety Valve or IEEE qualification of limit switches and electric motors.

The majority of the required production tests can be carried out at Bopp&Reuther's manufacturing facility using certified internal test rigs.

An adaptation to the Russian nuclear norms and regulations (eg. PNAEG, OTT...) is required for the Russian Market.

**Paul Schaller:** SEMPELL is aware of the standards and regulations applicable for nuclear valves in the Russian Federation. The Russian norms and standards are sometimes inconsistent and out of date. Nevertheless SEMPELL successful participated in projects for NPP-modernization and new construction sites acting based on the highest safety standards and requirements.

The more challenging issue in the latest times for our company in the Russian market is the unreasonable low budget policy of the design institutes responsible for the turn-key construction of the NPPs in Russia and where the price seem to be the only relevant indicators. On our point of view this is undermining priorities like safety and reliability.

*Markus Jennebach graduated as an engineer from the Giessen University of applied Sciences in 1988 with a degree dissertation in Atomic Research and Development and joined Bopp & Reuther SR GmbH last year. Over the years he has held various domestic and international positions in sales, operations and marketing focused on environmental technologies. For the last ten years he has been focused solely on Valves for nuclear applications.*

**Bopp & Reuther** 

*Paul Schaller graduated with a degree in International management and business law before joining Burgmann Ukraine to be trained on behalf of the German Federal Ministry for Education and Research. After working with Burgmann Ukraine, Energodar, for 2 years and being appointed director, he joined Sempell Aktiengesellschaft in his current position of Sales Manager, nuclear, for Russia, Ukraine and NIS.*

**Sempell**

должны моделировать такие системные параметры, как снижение давления парогенератора, удары воды от парогенератора, повышение обратного давления и расхода. Такие виды испытаний клапанов проводятся на специальных установках, например на Большой установке AREVA по испытанию клапанов GAP в Техническом центре г. Карлштейн. Кроме того, проведение таких квалификационных испытаний, хотя и является дорогостоящим, однако дают то преимущество, что риски нарушения работы клапана переносятся со стадии ввода электростанции в эксплуатацию на стадию предварительных лабораторных испытаний.

Наиболее распространенными нормативами в этой области являются документы ASME QME-1 и IEEE-382.

### Существуют ли специальные требования или адаптации для российского рынка?

**Маркус Йеннебах:** Стандарты испытаний зависят от требований, установленных заказчиком к конструкции, и класса безопасности продукции.

Как правило, следует провести различие между утверждением общего проекта и заводскими испытаниями.

Испытания и стандарты качества зависят от примененного ядерного кода и технических требований, установленных заказчиком. Кроме того, согласно специальной классификации безопасности и качества арматуры устанавливается методика испытаний, которая должна соблюдаться.

Конструкции изделий Bopp & Reuther сертифицируются на соответствие нескольким международным стандартам (например, Национальное управление сертификации арматуры для атомной энергетики сертифицирует согласно требованиям американского стандарта ASME, Раздел III или требованиям немецкого стандарта TÜV). Таким образом, конструкция наших изделий проверена и испытана независимыми организациями на основании внутренних и международных требований. Кроме того, некоторая наша продукция подвергается испытаниям в соответствии со специальными требованиями заказчика, такими как соответствие предохранительных клапанов, устанавливаемых на выходных коллекторах или трубопроводах острого пара, требованиям стандарта QME-1 для АЭС или соответствие конечных выключателей и электродвигателей стандарту IEEE.

Большинство необходимых заводских испытаний могут проводиться на производственной площадке

Bopp&Reuther с использованием собственных сертифицированных испытательных стендов. Соответствие стандартам и нормативным требованиям российской атомной энергетики (таким как инструкции РПНАЭ Г, ОТТ, и прочие) необходимо для российского рынка.

**Пол Шаллер:** Компания SEMPELL осведомлена о стандартах и нормативах, применяемых к арматуре для атомных электростанций в Российской Федерации. Российские нормативы и стандарты не в полной мере совместимы с международными, и несколько устарели. Тем не менее, SEMPELL успешно участвовала в проектах модернизации и строительства новых АЭС, обеспечивая высочайшие показатели соответствия стандартам и требованиям безопасности.

Более проблематичным для нас является необоснованно низкая бюджетная политика проектных фирм, занимающихся строительством Российских АЭС, при которой стоимость считается единственным существенным критерием. С нашей точки зрения, это подрывает такие приоритеты как безопасность и надежность.

*Маркус Дженнебах получил диплом инженера в Университете прикладных наук Гессена в 1988 году, защитив диссертацию на тему научных исследований и разработок в области атомной энергии; пришел в Bopp & Reuther SR GmbH в прошлом году. На протяжении многих лет он занимал различные должности как у себя в стране, так и за рубежом в области продаж, маркетинга и операций с упором на экологические технологии. За последние 10 лет он занимался исключительно клапанами для использования в атомной промышленности.*

**Bopp & Reuther** 

*Пол Шаллер закончил факультет Международного менеджмента и торгового права, после чего пришел в компанию Burgmann в Украине для обучения по направлению Федерального министерства образования и научных исследований Германии. После работы в компании Burgmann в Украине (Энергодар) в течение 2 лет и назначения на должность директора, он начал работать в компании Sempell Aktiengesellschaft в должности Менеджера по продажам в области атомной энергетики для России, Украины и стран СНГ, которую занимает и по сей день.*

**Sempell**