



# ТОЧНОСТЬ И ЧИСТОТА КАК ОСНОВЫ УСПЕХА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ

## PRECISION AND PURITY AS THE BASIS OF SUCCESS IN VACUUM TECHNOLOGY

Рассказывает д-р Уте Бергнер, президент компании VACOM

Interview with Dr. Ute Bergner, president at VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH



Йена – один из важнейших центров развития высоких технологий в Германии. Город в живописной долине реки Заале в Тюрингии знаменит университетом, который был основан в 16 веке, а также предприятиями оптико-механической промышленности, ведущими свою историю от мастерской Карла Цейса. После Второй мировой войны завод VEB Carl Zeiss Jena был одним из крупнейших предприятий ГДР и производил высокоточное оптическое оборудование и приборы, применявшиеся, в частности, для оснащения космического корабля "Союз-22" и орбитальной станции "Мир". После объединения Германии в Йене начали создаваться высокотехнологичные частные предприятия. В области вакуумной техники наиболее успешным проектом стала компания VACOM, которую в 1992 году основала д-р Уте Бергнер. За 20 с небольшим лет семейное торговое предприятие выросло до производственной компании со штатом около 200 человек. В настоящее время VACOM располагает производственной площадью более 3 тыс. м<sup>2</sup>, оснащенным парком самого современного технологического оборудования, а также офисами в Германии и Бельгии.

Деятельность и продукция компания отмечены рядом престижных наград, среди которых включение в 30 лучших немецких инновационных компаний среднего бизнеса в 2014 году, награда имени Рудольфа Екеля (Rudolf Jaeckel Prize) от Немецкого вакуумного общества (Deutsche Vakuumgesellschaft) в 2013 году, гран-при фонда имени Оскара Патцельта (Oskar-Patzelt-Stiftung) в 2003 и 2013 годах, награда за чистые технологии от общества Фраунгофера (Fraunhofer Cleanliness Technology Award CLEAN!) в 2015 году, награды за лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий российской выставки "ВакуумТехЭкспо" и многие другие. В 2015 году президент компании д-р Уте Бергнер была удостоена премии Эрнста Аббе за инновационное предпринимательство, учрежденной министром по экономическим вопросам Тюрингии. За счет чего VACOM добивается успеха в такой сложной области, как производство вакуумного оборудования? Об этом нам рассказала основатель и бессменный руководитель компании д-р Уте Бергнер.

Jena is one of the prestigious centers of high-tech development in Germany. The city in the picturesque valley of the Saale River in Thuringia is famous for the university, which was founded in the 16th century, and also for the optical-mechanical industry, leading its history from the workshop of Carl Zeiss. After the Second World War, the VEB Carl Zeiss Jena was one of the largest factories in the GDR and produced high-precision optical equipment and instruments, which were used, specifically in Soyuz-22 spacecraft and MIR Orbital Station. After the reunification of Germany a lot of high-tech private enterprises started its operations in Jena. In the field of vacuum technology the most successful project is VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH which was founded in 1992 by Dr. Ute Bergner. Over the last two decades, the family-run trading enterprise has grown to a production company with a staff of about 200 people. Currently VACOM has a production area of 3,000 sq.m with modern technological equipment as well as offices in Germany and Belgium. Activities and products of the company have received many awards, among them inclusion in the Top 30 of Germany's most innovative mid-sized companies, Rudolf Jaeckel Prize of the German Vacuum Society in 2013, Grand Prix of Mid-Sized Businesses by the Oskar Patzelt Foundation in 2003 and 2013, the Fraunhofer Cleanliness Technology Award CLEAN! 2015, the awards for the best innovative product in high-technology industry of the Russian VacuumTechExpo exhibition, and many others. Quite recently, VACOM's president Dr. Ute Bergner was honored with the "Ernst Abbe Prize for Innovative Entrepreneurship" 2015 by the Thuringian Minister for Economic Affairs. What are the ways to succeed in such a complex field, as the vacuum technology? This and other questions were answered by Dr. Ute Bergner, the founder and president of VACOM.



### Госпожа Бергнер, как вы оцениваете состояние рынка вакуумной техники и каковы тенденции его развития?

Вакуумная техника – один из рынков, демонстрирующих стабильный рост. Это обусловлено устойчивой тенденцией в науке и промышленности к работе со структурами и элементами все меньших размеров, что требует все более высоких степеней чистоты технологических сред. Без вакуумного оборудования невозможно получение современных покрытий, оптических и электронных компонентов, которые так или иначе востребованы во всех отраслях экономики. При этом основной тенденцией является рост требований, с одной стороны, к глубине и чистоте вакуума, с другой стороны – к сокращению энергопотребления и затрат.

### Каковы позиции VACOM на этом рынке?

Мы производим и поставляем пять групп продукции: вакуумную механику, то есть вакуумные камеры и специальные компоненты; электрические вакуумные вводы; вакуумные датчики и измерительные устройства; вакуумную оптику, включая смотровые окна и оптоэлектронные вводы; геттерно-ионные насосы. В общей сложности номенклатура поставляемой продукции включает 70 тыс. наименований, из них около 20 тыс. всегда имеются в наличии на складе. Важнейшие

целевые рынки для нас – полупроводниковая промышленность, научные исследования и технологии ускорения частиц. В Европе мы являемся одним из лидирующих поставщиков вакуумной техники для перечисленных областей.

Наши приоритетные направления – развитие измерительной техники и установки, обеспечивающие чистоту вакуума. Эти задачи тесно связаны с проблемой стандартизации, так как, например, загрязнения вакуума маслом и жиром в настоящее время не нормированы. Наше измерительное оборудование позволяет определить нормы для различных областей применения вакуумной техники.

### Что стало основой успеха VACOM?

Основу создают знание, качество и инновации. Знания и техническая компетентность наших специалистов позволяют находить эффективные решения практических задач. Эффективность продуктов определяется, с одной стороны, требованиями рынка, с другой стороны, нашими затратами. Этим аспектам мы уделяем самое пристальное внимание, в частности, выполняем внутренний мониторинг затрат.

Качество с нашей точки зрения достигается только тогда, когда обеспечивается соответствие спецификациям – это относится как к изделиям,

### Dr. Bergner, how do you assess the market for vacuum equipment and what are the main trends in this field?

Vacuum technology is one of the markets showing steady growth. This is due to the trend in science and industry to work with structures and elements, which are becoming smaller and smaller, and this requires increasingly higher degrees of purity, from contaminant removal to cleanliness of the environment. Without vacuum equipment it is impossible to produce high-tech coatings, optical and electronic components that are anyway required in all sectors of the economy. The main trend is the growth in requirements, on the one hand, to the depth and purity of vacuum,

on the other hand, to energy consumption and costs reduction.

### What are the market positions of VACOM?

We manufacture and supply five groups of products: vacuum mechanics, i.e., vacuum chambers and special components; electrical feedthroughs; sensors and measuring devices; vacuum optics; ion getter pumps. In total, the range of products includes 70,000 items, of which about 20,000 are always available in stock. The most important target markets for us are the semiconductor industry, scientific research and particle acceleration technology. In Europe we are one of the leading suppliers of vacuum equipment for these sectors.

We believe that the priority is the development of measuring equipment and purity of the vacuum. These tasks are closely connected with the standardization, as, for example, oil and fat contaminations of the vacuum are currently not normalized. Our measurement equipment allows to determine standards for different applications of vacuum technology.

### What is the basis for the success of VACOM?

Knowledge, quality and innovation create the basis. Knowledge and technical competence of our specialists enable us to find effective solutions to practical problems. The effectiveness is determined, on the one hand, taking into account the



В VACOM работают около 200 сотрудников, а также от 30 до 40 учеников, которые после получения среднего образования проходят обучение профессии на производстве. Средний возраст работников – 33 года  
 VACOM employs about 200 employees and 30 to 40 apprentices. The average staff age is 33 years

так и к процессам. Контроль качества в нашей компании выполняется независимым подразделением, что позволяет эффективно выявлять ошибки и объективно анализировать причины их возникновения.

И, наконец, инновации – это не просто изобретения, а новшества, которые полезны для рынка.

Например, с точки зрения бизнеса, университеты не могут быть инновационными, хотя играют огромную роль в развитии наук и технологий. Учитывая это, мы реализовали бизнес-модель, предполагающую выполнение специалистами компании всех стадий проектов. VACOM – редкий пример, когда одно предприятие реализует все стадии

demand of the market, on the other hand, our costs. We pay very close attention to these issues and perform internal cost monitoring.

Quality from our point of view is achieved only when the parameters of the product conform to the specifications, and this applies both for products and processes. Quality control in our company is performed by an independent department. This allows to effectively detect errors and to analyze their reasons.

Innovation is not only invention, it must be useful for the market. For example, from the business point of view, universities can't be innovative, although they play a huge role

in the development of science and technology. Considering it, we chose a business model, which assumes that all stages of projects will be carried out by our specialists. VACOM is an extraordinary company that implements all stages of development and production, including consulting and planning, construction and design, machining, assembly, quality control, surface treatment and cleaning, as well as verification of purity.

In addition, honesty is important in relationships, particularly when discussing technical issues with customers. You should always explicitly specify what you can surely do

and what is not possible due to various reasons. If we say to the customer that the manufacturing accuracy is 1 nm, then geometric deviations must not exceed this value. If we claim that our production is clean, then not only the final products but also all manufacturing processes should meet this requirement.

**What does the motto "Precision & Purity" mean?**

We produce high-precision vacuum components with high purity and low residual outgassing. While the production area for machining and welding is more than 3,000 sq.m, the cleanroom area is 800 sq.m.



Новый производственный и технологический центр в местечке Грослебихау недалеко от Йены был построен в 2011 году  
New production and technology center in Großlöbichau near Jena was built in 2011

разработки и производства, включая НИОКР, конструирование, механическую обработку, сборку, контроль качества, обработку и очистку поверхностей, а также верификацию класса чистоты.

Кроме перечисленного, для достижения успеха важна честность в отношениях с людьми, в частности, с заказчиками при обсуждении технических вопросов. Всегда нужно четко обговаривать, что гарантированно можно сделать, а что и обещать невозможно в силу тех или иных причин. Если мы говорим заказчику, что точность изготовления составляет 1 мкм, значит отклонения от геометри-

ческих размеров не должны превышать этой величины, если утверждаем, что у нас чистое производство, значит этому требованию должны отвечать не только конечные продукты, но и все производственные процессы.

#### Что означает девиз VACOM – "Precision & Purity"?

Мы обеспечиваем высокоточное производство чистых вакуумных компонентов с низким остаточным газовыделением. Из более чем 3 тыс. м<sup>2</sup> производственных площадей 800 м<sup>2</sup> приходится на чистые помещения. Поставка чистых вакуум-

Supply of clean vacuum components is an important advantage of VACOM, because our customers can rely on the required cleanliness of the equipment.

#### What other benefits are essential for your customers?

First, we offer products and technologies with unique characteristics. An important factor from this point of view is the effectiveness of the business model with the complete cycle of operations from development to production.

Secondly, we implement in practice the concept of "Industry 4.0". Our IT department consists of

specialists who develop, adapt and implement the most modern digital technologies for the management and technological processes. Management information system, logistics management system, robotic warehouse and other automated solutions enhance our flexibility and reduce cost of production.

Thirdly, we are constantly investing in new technologies and have a large (by the standards of medium sized companies) department of research and development, staffed by about 25 employees. Thanks to their efforts, every year we present in the market new products and technologies, many of which have

unique features. Due to high market dynamics, the devices that now are required in the field of research, in a year or two will be demanded in serial and mass production. Therefore, it is very important to go ahead of the market, anticipating future needs of customers. We are ready for change and constantly generate new ideas.

#### How is the quality control organised?

It is a multi-stage process that begins with the incoming inspection of raw materials, such as control of steel composition. A list of monitored parameters for each material



Награда выставки "ВакуумТехЭкспо"  
Award of the VacuumTechExpo exhibition

ных компонентов – важное преимущество VACOM, так как заказчики могут рассчитывать на необходимую чистоту оборудования.

#### Какие еще преимущества вашей компании существуют для заказчиков?

Во-первых, мы предлагаем продукты и технологии с уникальными характеристиками, которые обусловлены, в том числе, эффективностью бизнес-модели с выполнением полного цикла операций от разработки до производства.

is defined in test plans which are created in the management information system. Characteristics of the products are controlled by the employees of the production units when it passes through the processing chain and by quality control department at the stages pre-specified by the designers. Finished products undergo a final inspection, including visual inspection. Our quality management system is certified according to DIN EN ISO 9001:2008.

Which innovations of VACOM are most important from your point of view?

First I will note that innovations are important not only in the technique. In particular, we have found and use many new features in the management of the company. In the field of technical developments, I would like to note three groups of innovations: optical fiber feedthroughs, vacuum gauges and use of aluminum alloy in the production of vacuum chambers.

With the development of optical fiber feedthroughs for ultra high vacuum we have entered a new segment of the market – vacuum optics, which is becoming increasingly important with the development of optical detection and

Во-вторых, на практике реализуем концепцию "Промышленность 4.0". Специалисты нашего IT-отдела разрабатывают, адаптируют и внедряют в управление и технологические процессы самые современные цифровые технологии. Информационно-управляющая система, компьютерное управление логистикой, автоматический роботизированный склад – все это позволяет повышать гибкость и сокращать затраты.

В-третьих, мы постоянно инвестируем в новые технологии и располагаем большим (по меркам компаний нашего размера) отделом исследований и разработок, в штат которого входят около 25 сотрудников. Благодаря их усилиям каждый год на рынок представляются новые продукты и технологии, многие из которых имеют уникальные характеристики. Динамика рынка такова, что приборы, которые сейчас требуются в области исследований, через год-два будут востребованы в серийном и массовом производстве. Поэтому очень важно всегда идти немного впереди рынка, предугадывая будущие потребности заказчиков. Мы готовы к переменам и постоянно генерируем новые идеи.

#### Как организован контроль качества в VACOM?

Это многостадийный процесс, который начинается с входной проверки качества закупаемых материалов, например, состава стали. Комплекс контролируемых параметров материалов регламентируется проверочными планами, созданными в информационно-управляющей системе. Характеристики изделий контролируются сотрудниками производ-

control of processes in vacuum. Difficulties in construction of the fiber feedthroughs are associated with the need of vacuum tight connection of optical fibers with metallic vacuum chambers. Optical fiber feedthrough must not only withstand high pressure and large temperature differences, but also enable excellent signal transmission. Our developments meet all these requirements, making it one of the best solutions on the market.

In the field of vacuum measurements our first product was the ATMION wide-range vacuum gauge. With the accumulation of experience, we started the production of

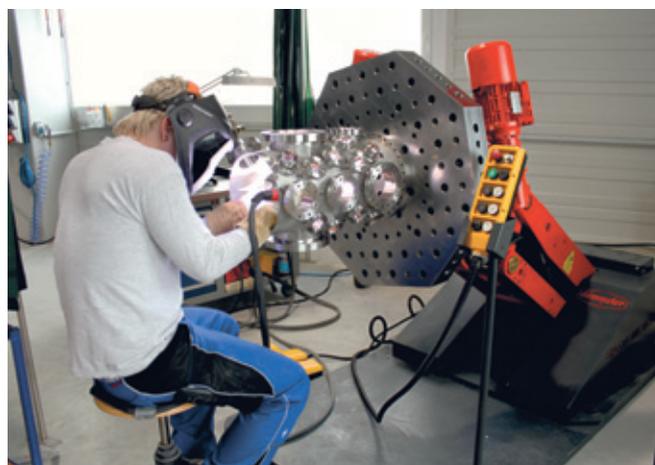


ственных подразделений по мере прохождения по технологической цепочке, а также службой качества на стадиях, определенных конструкторами. Готовая продукция подвергается заключительной проверке, включающей 100%-ный контроль герметичности. Наша система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008.

### Какие инновации VACOM вы считаете наиболее значимыми?

Сперва отмечу, что инновации важны не только в технике. В частности, мы нашли и используем много новых возможностей в управлении компанией. Что же касается технических разработок, то хотелось бы отметить три группы инноваций: оптоволоконные вводы, вакуумные датчики, а также замена нержавеющей стали алюминием в производстве вакуумных камер.

С разработкой оптоволоконных вводов для ультравысокого вакуума мы вошли в новый сегмент рынка – вакуумную оптику, которая становится все более значимой по мере развития решений для оптической регистрации и управления проходящими в вакууме процессами. Трудности при создании оптоволоконных вводов связаны с необходимостью герметичного соединения стекловолокна с металлическими элементами вакуумных камер. Оптоволоконный ввод должен не только выдерживать высокое давление и большие перепады температур, но и обеспечивать высокое качество передачи сигнала. Наша разработка отвечает всем



Сварка вакуумных компонентов  
*Welding of vacuum components*

перечисленным требованиям, что делает ее одним из лучших подобных решений на рынке.

Производство вакуумных датчиков началось у нас с серии широкодиапазонных вакуумметров ATMION. По мере накопления опыта мы освоили выпуск датчиков Байард-Альперта с горячим катодом BARION, а последней по времени разработкой в этой области стала серия ионизационных датчиков с холодным катодом COLDION для применения в ускорителях частиц и криогенных системах. Уникальная особенность COLDION – возможность измерения сверхвысокого вакуума до  $10^{-12}$  мбар, в то время как предел измерения аналогов других производителей составляет от  $10^{-9}$  до  $10^{-10}$  мбар. Наши

the BARION hot cathode vacuum gauges, and our latest developments in this field are the COLDION cold cathode ionization gauges for particle accelerators and cryogenic systems. The unique feature of COLDION is the ability to measure in ultra-high vacuum up to  $10^{-12}$  mbar, while the limit for competitive gauges is the range from  $10^{-9}$  to  $10^{-10}$  mbar. Our cleanliness measurement devices can determine the cleanliness of the surfaces of components with an accuracy of up to  $0.3 \text{ ng/cm}^2$ . This achievement is also unique, because the detection limit of such devices is normally by two orders of magnitude higher.

The use of aluminum alloy instead of stainless steel, in my opinion, has great prospects in the production of vacuum equipment. Recent advances in the production of aluminum, in particular, the use of new alloys, has allowed to significantly increase its tensile strength, and even to surpass stainless steel in this terms. Another problem was the welding, because aluminum melts at  $660^\circ\text{C}$ , while an oxide layer on its surface has a melting point over  $2000^\circ\text{C}$ . We succeed in achieving the required quality of the weld and strength of welded joints. As a result, we can manufacture vacuum chambers and other parts

completely of aluminum with much lower cost than with stainless steel. In comparison with steel, aluminum parts are characterized by low magnetic permeability and three times less weight. The latter allows to reduce the overheads when creating large vacuum systems significantly. According to our estimates, the replacement of steel by aluminum can reduce the costs of operation by up to 75%.

**In many fields of technics European companies are no longer competitive with Chinese enterprises. What is the situation in vacuum technology?**



Контроль чистоты готовой продукции  
Control of the cleanliness of the finished products

вакуумные измерительные приборы позволяют определять чистоту поверхности тонких пленок с точностью до  $0,3 \text{ нг/см}^2$ . Это достижение тоже уникально, так как пока нормой для таких приборов считаются величины на два порядка выше.

Замена нержавеющей стали на алюминий, на мой взгляд, имеет прекрасные перспективы в производстве вакуумных установок. Последние достижения в области производства алюминия, в частности, использование новых легирующих добавок, позволили существенно повысить его прочность

на растяжение и даже превзойти по этому параметру нержавеющую сталь. Еще одной проблемой была сварка деталей, так как алюминий, плавящийся при  $660^\circ\text{C}$ , имеет на поверхности оксидную пленку, с температурой плавления более  $2000^\circ\text{C}$ . Нам удалось повысить качество сварки и прочность сварных соединений до необходимого уровня. В результате, мы получили возможность изготавливать из алюминия вакуумные камеры и другие детали со значительно меньшими затратами, чем при использовании нержавеющей стали. В сравнении со сталью, алюминиевые элементы характеризуются низкой магнитной проницаемостью и в три раза меньшим весом. Последнее позволяет существенно сократить накладные расходы при создании крупногабаритных установок. По нашим оценкам, замена стали на алюминий уменьшает стоимость эксплуатации установок на величину до 75%.

### **Во многих областях техники европейские компании не выдерживают конкуренцию с китайскими предприятиями. Как дело обстоит в вакуумной технике?**

Когда VACOM не имел собственного производства, мы сотрудничали с производителями вакуумной техники из Китая, и я очень подробно знакомилась с состоянием дел в китайской вакуумной отрасли. Китайские ученые и технические специалисты прилагают большие усилия для ее развития, но качество и надежность их продукции не всегда соответствуют требованиям. Например, я была на открытии фабрики по производству фланцев,

When VACOM had no own production, we cooperated with manufacturers of vacuum equipment from China, and I am very thoroughly acquainted with the state of the Chinese vacuum industry. I think there are experienced scientists and technicians and the industry is making great efforts. Quality depends on the requirements of the customer and his need for reliability. For example, I attended the opening of a factory, which manufactures flanges, and I was impressed by the highly modern production, but after a while, they were not able to keep that level. This and the increasing technological

requirements encouraged us to organize our own production. Now I can proudly state that, in terms of the cost-performance ratio, our products are very competitive with Chinese equipment and, of course, at a high quality standard.

### **How do you evaluate the Russian market of vacuum equipment?**

The level of development in the field of vacuum technology in Russia is very high, which is natural for the country that first began the space exploration. In fact, your question can be rephrased as: "What VACOM can offer to the pioneer, to enable him to develop further his

know-how and competence?" Such niches are available, for example, in the field of electric feedthroughs, metal-ceramic-joints for transmitting power or control signals to the vacuum chamber. We have also the historical connections between enterprises from Jena and Russia in the field of the supply of vacuum measuring devices in mind, but are faced with the difficulties of certification due to differences in standards. Although the European and in particular German standards are characterized by relatively high safety and technical requirements, they are not always fully consistent with the Russian and North



Оптоволоконные вводы (слева) и ионизационный датчик с холодным катодом COLDION (справа)  
Optical fiber feedthroughs (left) and COLDION cold cathode ionization gauge (right)

и тогда она выглядела вполне современной, но со временем уровень культуры производства заметно снизился. Рост требований заказчиков к качеству подтолкнул нас к организации собственного производства. Сейчас с гордостью могу констатировать, что по стоимости наша продукция не проигрывает привезенной из Китая, а по качеству намного превосходит ее.

#### Как вы оцениваете российский рынок вакуумного оборудования?

Россия характеризуется высоким уровнем разработок в области вакуумного оборудования, что закономерно для страны, которая первой начала освоение космоса. Фактически, ваш вопрос можно перефразировать так: "Что может предложить VACOM пионеру рынка, чтобы помочь

American standards. I think that in order to solve this problem, appropriate administrative steps should be taken, and if this will be done, all market participants will benefit.

Also, our systems of measurement of the purity of the vacuum components are of growing interest in Russia, since, as already noted, purity requirements grow with decreasing size of the investigated or synthesized objects and structures. Germany is a leader in the field of clean solutions for science and industry, and our company has unique know-how as well as proven technologies and measuring devices.

It is necessary to mention the economic sanctions which certainly are harmful for German and Russian business. In these circumstances, some Russian companies try to work with suppliers from Eastern Asia, but they can't ensure quality and purity at the level of German companies.

#### How user support in Russia is organized?

In addition to our experienced Russian speaking customer managers, our technical experts are in constant contact with customers providing engineering support. As for service, most of our products

do not require complicated maintenance. The vacuum gauges, for example, require periodic replacement of the filament, but users can easily perform it themselves. More complex measurement devices have interfaces for remote diagnostics which allow to solve most of the problems. If a serious repair is required, it is carried out by our partners in Russia.

Let me stress once again that Russia is an important market for us, and we have great expectations for its development in the future.

*The interview was taken by D. Cudilin*



Вакуумная камера из алюминиевого сплава с геттерно-ионным насосом и вакуумными компонентами  
Aluminum chamber with ion getter pump and vacuum components

ему развивать свои инновационные решения?". Такие возможности есть, как пример можно назвать электрические вводы – металлокерамические соединения для передачи тока или управляющих сигналов в вакуумную камеру. Также мы возрождаем исторические связи между предприятиями из Йены и России в области поставок вакуумных измерительных устройств, сталкиваясь при этом с трудностями сертификации, которые обусловлены различиями в стандартах. Хотя европейские, и в частности немецкие стандарты, характеризуются достаточно высокими требованиями к безопасности, техническим и иным параметрам, к сожалению, они не всегда в полной мере согласуются со стандартами, принятыми в России и Северной Америке. Думаю, что для решения этой проблемы должны быть предприняты определенные административные меры, и в выигрыше окажутся все участники рынка.

Также все большим интересом в России пользуются наши системы измерения чистоты вакуумных компонентов, поскольку, как уже было отмечено, с уменьшением размеров исследуемых или синтезируемых объектов и структур требования к чистоте растут. Германия – лидер в области чистых решений для науки и промышленности, а наша компания предлагает уникальные разработки, а также проверенные технологии и измерительные приборы.

Нельзя не упомянуть и о взаимных экономических санкциях, которые, безусловно, вредят биз-



Система контроля чистоты VIDAM  
VIDAM cleanliness measuring device

несу и Германии, и России. В этих условиях некоторые российские компании пробуют работать с поставщиками из Восточной Азии, но те пока не могут обеспечить качество и чистоту на уровне немецких компаний.

#### Как организована поддержка пользователей в России?

Помимо опытных, знающих русский язык менеджеров по продажам, в постоянном контакте с клиентами находятся наши технические специалисты, которые предоставляют консультационную помощь. Что касается сервисной поддержки, то большинство наших продуктов не требует сложного обслуживания. Например, в вакуумных датчиках требуется периодическая замена филамента, но эту операцию пользователи без труда выполняют самостоятельно. Более сложные измерительные системы имеют интерфейс для удаленной диагностики, которая позволяет решать большинство проблем. Если же требуется серьезный ремонт, его выполняют наши партнеры в России.

Еще раз подчеркну, что Россия для нас – важный рынок, и мы связываем большие надежды с его развитием в будущем.

**Спасибо за интересный рассказ.**

С д-ром Уте Бергнер беседовал Д. Гудилин

