

УДК 621.59

**Г.К. Лавренченко**

Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА», а/я 271, г. Одесса, Украина, 65026  
e-mail: uasigma@paco.net

## «КРИОГЕН-ЭКСПО-2008»: ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*В Москве 11-13 ноября 2008 г. была проведена VII-ая международная специализированная выставка «Криоген-Экспо-2008». Её организатор — компания «Мир-Экспо». На выставке демонстрировали продукцию и технологии 70 компаний из 14 стран мира. По сравнению с предыдущей выставкой на 25 % увеличилось количество участников, а общая площадь составила 1700 м<sup>2</sup>. Выставку посетило более тысячи человек, представляющих промышленные предприятия, научно-технические организации, исследовательские и учебные институты. Была проведена научно-практическая конференция. На ней российские и зарубежные специалисты сообщили о результатах научных исследований, разработке новых видов оборудования. Экспозиции выставки отразили состояние криогенного машиностроения и низкотемпературных технологий. Хорошая организация выставки позволила ознакомить её посетителей с последними достижениями криогенной техники, создать условия для участников выставки, способствующие налаживанию деловых контактов и партнерских отношений.*

**Ключевые слова:** Криогеника. Низкотемпературные технологии. Воздухоразделительная установка. КЦА-установка. Кислород. Азот. Аргон. Метан. Диоксид углерода. Водород. Криогенные насосы. Хранение криопродуктов. Редкие газы. Криогенное оборудование. Маркетинг.

**G.K. Lavrenchenko**

## «CRYOGEN-EXPO-2008»: EQUIPMENT FOR CRYOGENIC SYSTEMS AND LOW-TEMPERATURE TECHNOLOGIES

*The VII<sup>th</sup> international specialized exhibition «Cryogen-Expo-2008» has been carried out in Moscow on 11-13 of November, 2008. The organizer of this exhibition is company «World-Expo». At an exhibition showed production and technologies of 70 companies from 14 countries of the world. In comparison with the previous exhibition the quantity of participants has increased on 25 % and the general area of an exhibition has made 1700 m<sup>2</sup>. An exhibition has visited more than 1000 experts representing the industrial enterprises, the scientific and technical organizations, research and educational institutes. Scientific-practical conference has been hold. On it the Russian and foreign experts informed about results of scientific researches, development of new kinds of the equipment. Expositions of an exhibition have reflected a condition of cryogenic engineering and low-temperature technologies. The good organization of an exhibition has allowed familiarizing visitors with last achievements of cryogenic engineering, to create conditions for participants of exhibitions for promoting adjustment of business contacts and partner relations.*

**Keywords:** Cryogenics. Low-temperature technologies. Air separation plant. PSA-unit. Oxygen. Nitrogen. Argon. Methane. Carbon dioxide. Hydrogen. Cryogenic pumps. Storage of cryoproducts. Rare gases. Cryogenic equipment. Marketing.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В Москве 11-13 ноября 2008 г. в ЦВК «Экспо-центр» состоялась VII-ая международная специализи-

рованная выставка «Криоген-Экспо» (фото 1). Её организатор — выставочная компания «Мир-Экспо». Проведению выставки содействовали Международная академия холода (МАХ), Международный институт

холода (Париж, Франция) и Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА». Основными информационными спонсорами выставки и одновременно её полноправными участниками являлись такие известные журналы, как «Химическое и нефтегазовое машиностроение», «Холодильная техника», «Холодильный бизнес», «Компрессорная техника и пневматика», «Химическая техника», «Gas-world» и «Технические газы».



Фото 1

Ознакомление со стендами основных экспонентов ещё до открытия выставки показало, что она будет более представительной и содержательной, чем предыдущая [1,2]. Такой вывод прозвучал и в выступлениях её организаторов. К участникам и гостям выставки с краткими приветствиями при её официальном открытии обратились председатель оргкомитета, д.т.н., профессор А.М. Архаров (фото 2), директор выставки В.А. Банников, вице-президент МАХ, д.т.н., профессор Б.А. Иванов и др. Выступившие выразили уверенность, что выставка положительно повлияет на развитие отечественного и зарубежного криогенного машиностроения, будет способствовать более широкому использованию криогенного оборудования в различных отраслях промышленности и медицине.



Фото 2

Подведём некоторые итоги состоявшейся выставки и отметим тенденции, которые прослеживаются в

развитии рынка изделий криогенной техники, а также низкотемпературных газов.

## 2. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Особенность выставки — рост предложений современного оборудования, которое необходимо для получения продуктов разделения воздуха и их использования в различных технологиях, а также для технического обеспечения компаний, занимающихся газовым бизнесом [1]. Кислород, азот и аргон являются исключительно ликвидной продукцией. Их в больших объёмах используют в металлургии, химии и нефтехимии, машиностроении, энергетике и др. отраслях.



Фото 3

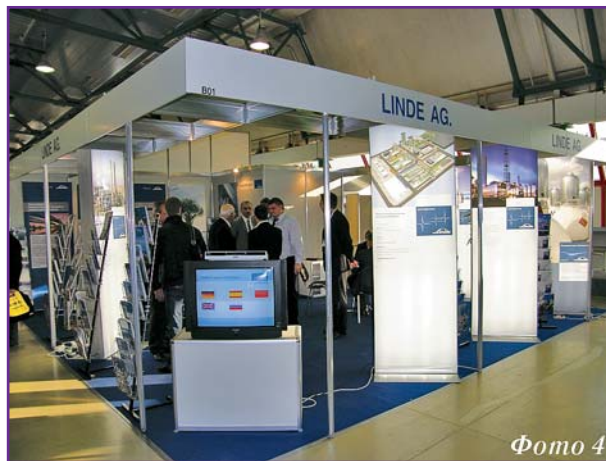


Фото 4

Оборудование для воздухоразделения демонстрировалось практически всеми наиболее известными его мировыми производителями. Предлагались различные типы криогенных воздухоразделительных установок (ВРУ), отличающихся расходами перерабатываемого воздуха, его давлениями, номенклатурой производимых продуктов. Все типы криогенных ВРУ в настоящее время выпускает ОАО «Криогенмаш» (фото 3), «Linde AG» (фото 4), «Air Liquide» (фото 5), «SIAD Macchine Impianti S.p.A» (фото 6). Перечисленные компании могут с учётом технических заданий создавать ВРУ под конкретные условия их работы у потребителей. Такие установки в состоянии оптимально

обеспечивать реализуемые технологии продуктами определённой чистоты, подаваемыми в соответствующих фазовых состояниях (жидкость, газ) и при необходимых температурах, давлениях. Компании занимают наиболее значительные рыночные сегменты ВРУ в России и Украине.



Фото 5



Фото 6

Указанные компании известны как производители широкой гаммы криогенного оборудования и для других целей, например, для производства сжиженного природного газа (LNG) и жидкого водорода, а также для их хранения и транспортирования. Они изготавливают и поставляют многочисленным потребителям продукты разделения воздуха, разнообразные технические газы, в том числе и в рамках реализуемых ими on-site-проектов. Эти компании разрабатывают оборудование, на основе которого создаются уникальные сооружения: стартовые ракетно-космические комплексы, криогенные системы мощных ускорителей, криогенное оборудование установок термоядерного синтеза и др.

Разработками и изготовлением ВРУ средней производительности с расходами перерабатываемого воздуха до 10 тыс.  $\text{nm}^3/\text{ч}$  занимается одесское предприятие ПКФ «Криопром» ООО (фото 7), которое непрерывно повышает уровень своей универсальности. Так, им кроме ВРУ выпускаются системы хранения и газификации жидких криопродуктов, насосы для LNG [3], жидких кислорода, азота, аргона и диоксида углерода,

весь набор изделий для использования жидкого и газообразного  $\text{CO}_2$  и др. Это предприятие внедрило в практику своей работы собственный новый типоразмерный ряд ВРУ более высокой эффективности. Вместе с тем оно в состоянии для некоторых производств продуктов разделения воздуха создавать и специальное, более приспособленное под индивидуальные требования заказчиков оборудование. Наблюдается стабильный спрос на производимое оборудование. Это подтверждается большим количеством специалистов, которые во время выставки посетили стенд ПКФ «Криопром» ООО, где получили при обсуждении интересующих их вопросов исчерпывающие консультации. Предприятие участвовало во всех предыдущих выставках «Криоген-Экспо». К выставкам оно относится исключительно ответственно. Это выражается в том, что постоянно обновляется оформление стендов, готовятся новые рекламные буклеты, заранее многим специалистам назначаются встречи на выставке. Руководство предприятия и его специалисты стремятся к установлению и расширению контактов с родственными компаниями во время выставки. На фото 8 запечатлены такие переговоры сотрудников ПКФ «Криопром» ООО с представителями компании «SIAD Macchine Impianti S.p.A», являющейся участником данной выставки (сидят справа и слева за столом).



Фото 7



Фото 8

ПКФ «Криопром» ООО имеет хорошо оснащённый новым оборудованием завод, на базе которого

можно выпускать разнообразные изделия кислородно-го, криогенного и углекислотного машиностроения. Потребителям технических газов это предприятие известно также и как производитель продуктов разделения воздуха. Для этого им построена кислородно-азотная станция, укомплектованная полностью оборудованием, изготовленным в цехах завода. У потребителей больших объёмов газов предприятие ПКФ «Криопром» сооружает системы хранения и газификации продуктов разделения воздуха.

Установки малой производительности для криогенного выделения кислорода или азота из воздуха с поршневыми компрессорами и детандерами собственной разработки выпускает ОАО «Уральский компрессорный завод» (фото 9). В состав этого предприятия, производившего ранее компрессорное оборудование, вошёл завод ОАО «Криотехника» [4].



В выставке участвовала компания «Red Mountain Energy», которая ведёт поставки в СНГ криогенных ВРУ и другого оборудования импортного производства (фото 10). Компания имеет хорошую репутацию, её оборудование востребовано в России и Украине. За последние несколько лет компанией в эти страны были отгружены комплектные ВРУ на более чем десять объектов. Один из них — ООО «Нефтеюганскпромсервис» [5].

Воздухоразделительные установки и их элементы (криогенные насосы, турбодетандеры, арматура)

предлагались компаниями ООО «Анкор-Инжиниринг» и ООО «Анкор-Криомаш», имевшими на выставке объединённый стенд (фото 11). Эти компании предоставляют также и различные услуги, в которых возникает потребность, например, при строительстве новых производств продуктов разделения воздуха или в случае реконструкции существующих.



### 3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИОПРОДУКТОВ

Для обеспечения различных технологий техническими газами требуется специальное криогенное ёмкостное и газификационное оборудование. В нём, а также в криогенных системах доставки, особенно остро нуждаются многочисленные компании, занимающиеся газовым бизнесом. Качество и характеристики этого оборудования могут существенно сказываться на экономических показателях таких компаний. Например, в случае использования систем нового поколения для производства «баллонных» газов удаётся, согласно данным [6], почти в 8 раз снизить потери криопродуктов по сравнению с традиционно применяемыми технологиями и оборудованием. Поэтому неудивительно, что во время выставки к указанному современному оборудованию проявлялся повышенный интерес.

На выставке отдельными компаниями предлагалось разнообразное по характеристикам ёмкостное оборудование для хранения криопродуктов и жидкого низкотемпературного диоксида углерода; газификационные установки; атмосферные испарители, входящие в их состав. Широкий ряд такого оборудования производится указанными ранее предприятиями криогенного и кислородного машиностроения: ОАО «Криогенмаш», «Air Liquide», «Linde AG». Выпуском подобного оборудования занимается также компания «Криомаш-БЗКМ» — машиностроительный завод, имеющий более чем 30-летний производственный опыт в разработке, изготовлении и внедрении различного криогенного оборудования и комплектации к нему (фото 12). Но в работе выставки принимали участие и компании, основная продукция которых — криогенные ёмкости, газификаторы, испарители, криогенные насосы, автомобильные и железнодорожные средства

доставки криопродуктов. Перечислю их с краткими комментариями.



Фото 12

В состоявшейся и во всех предыдущих выставках участвовала компания «Chart Ferox» (фото 13). Она производит высокоэффективное ёмкостное оборудование для низкотемпературных технических газов с объёмами от 2 до 59,5 м<sup>3</sup> на рабочие давления 19; 26 и 37 кгс/см<sup>2</sup>; оборудование для транспортирования жидких криопродуктов, включая СО<sub>2</sub> и СН<sub>4</sub>, железнодорожным, морским и автомобильным транспортом; «холодные» газификаторы; испарители для выдачи газообразных продуктов. Более подробную информацию о достижениях этой компании можно получить из [7].



Фото 13

Производителем оборудования для железнодорожных и мультимодальных перевозок является ОАО «Уралкриомаш» [8,9]. Предприятием выпускаются криогенные железнодорожные цистерны для транспортирования жидких кислорода, азота, аргона, водорода; цистерны и контейнеры для доставки потребителям сжиженного природного газа, жидких этилена, диоксида углерода, а также смеси пропан-бутан. Производимое оборудование постоянно совершенствуется. Увеличение заказов — важная задача для этого известного предприятия. Для проведения переговоров с заказчиками на выставку прибыли генеральный директор предприятия Р.А. Зашляпин (в центре) и его за-

меститель по научной работе О.Я. Черемных (слева) (фото 14).



Фото 14

Широкую гамму криогенного ёмкостного оборудования, газификаторов стационарного и транспортного исполнения предлагает также и компания «Red Mountain Energy» (фото 10).

Продукция ООО «ТД Сибкриомакет» пользуется высоким спросом у потребителей (фото 15). Компания занимается поставкой многочисленных типов криогенного оборудования для хранения и транспортирования жидких продуктов. Оно находит применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Кроме этого, компания предлагает оборудование для комплексной газификации населённых пунктов и энергетических объектов на основе поставляемого для этих целей сжиженного природного газа [10].



Фото 15

Различное криогенное оборудование для хранения, транспортирования и газификации жидких низкотемпературных продуктов презентовала на выставке «VRV Group» (фото 16). В её состав входят компании VRV (Италия) и «Cryo Diffusion» (Франция). Они производят эффективные стационарные сосуды и резервуары вместимостью до 500 м<sup>3</sup>; транспортные цистерны и контейнеры; атмосферные испарители; сосуды Дьюара для жидких азота и гелия и др. Количество

заказов на оборудование указанной группы компаний растёт в России и Украине.



Фото 16

В течение более 50-ти лет разрабатывает и производит криогенное оборудование для хранения и транспортирования сжиженных газов (диоксид углерода, закись азота, этилен, природный газ, кислород, азот, аргон, водород и гелий) компания «Cryolog» из Франции (фото 17). Конкурентоспособное оборудование компании в состоянии удовлетворить все возможные запросы и производителей, и потребителей сжиженных газов.



Фото 17

Компания «Aritas Pressure Vessel Co. Inc.» из Турции (фото 18) предлагала посетителям разнообразное ёмкостное и газификационное оборудование для рабочих давлений до 35 кгс/см<sup>2</sup>. Выпускаемые компанией газификаторы могут обеспечивать расходы продуктов от 20 до 6000 нм<sup>3</sup>/ч.

Второй раз в работе выставки принимает участие компания «Technex Limited» (Украина — Новая Зеландия) (фото 19). На этот раз можно было на стенде ознакомиться с более широким рядом криогенных полуприцепов для транспортирования различных видов жидких криопродуктов [11]. Эти изделия постоянно совершенствуются компанией. В последнее время созданы полуприцепы и для перевозки больших объёмов LNG. Возможности компании, как можно было заметить, существенно расширились. Укажем только, что

она в состоянии поставлять транспортируемое и стационарное ёмкостное оборудование различных объёмов и характеристик, а также комплектные криогенные и некриогенные воздухоразделительные установки.



Фото 18



Фото 19

В криогенных ВРУ, комплексах приёма, хранения и отгрузки жидких криопродуктов, а также в некоторых конструкциях газификационных установок, транспортных системах перевозки криопродуктов применяются крионасосы различных типов и назначений. Насосы для криопродуктов — весьма ответственные элементы криогенных систем. Их надёжность и эффективность влияют на основные показатели обеспечиваемого оборудования. Криогенные насосы, к тому же, — сложные изделия, при производстве которых используют специальные материалы и технологии. Изготовлением насосов занимаются, в основном, специализированные компании. Однако их выпускают и некоторые универсальные предприятия кислородного и криогенного машиностроения. Но нужно назвать и таких участников выставки, для которых насосы — одно из основных видов производимых изделий. К ним относится компания «Cryostar SAS» (фото 20), о высококачественной продукции которой рассказывалось в [12]. Сейчас на её заводе выпускаются многочисленные модели поршневых, центробежных транспортных и стационарных насосов для разнообразных низкотемпературных жидких криопродуктов. «Cryostar SAS», как и другие компании, изготавливающие насосы,

производит и другое криогенное оборудование, расширяющее ассортимент выпускаемых изделий. Так, эта компания выполняет заказы на поставку турбодетандеров, детандер-компрессорных агрегатов, компрессоров, теплообменников и автоматизированных станций для заполнения баллонов различными техническими газами, смесью пропан-бутан и природным газом.



Фото 20

Производством крионасосов занимается также компания «Vanzetti Engineering S.r.l.» (фото 21). Кроме этого, она изготавливает атмосферные и электрические испарители для продуктов разделения воздуха, LNG, диоксида углерода; автомобильные универсальные газонаполнительные станции CNG и LNG/LCNG; комплексы с хранилищами для резервного снабжения промышленных предприятий и коммунальных объектов природным газом.



Фото 21

Крионасосы для ВРУ и газификаторов (типа 2НСГ, 12НСГ и 22НСГ) выпускает ОАО «ЗОНТ» (г. Одесса). Хотя основное направление деятельности компании — производство машин для термической кислородной и плазменной резки металлов (фото 22). Предприятие владеет хорошо зарекомендовавшей себя торговой маркой ТМ «Автогенмаш».

Компания «ACD Cryo AG» — изготовитель широкого ряда насосов для криопродуктов (кислород, азот, аргон), производимых ВРУ, а также LNG и жидкого

водорода (фото 23). Погружные безуплотнительные насосы поставляются ведущим газовым фирмам мира. Компания известна также как разработчик и изготовитель насосов высокого давления и большой производительности, используемых для закачки азота в нефтяные скважины. Это позволяет увеличивать выход нефти и одновременно обеспечивать безопасную эксплуатацию месторождений.



Фото 22



Фото 23



Фото 24

В выставочном зале многие обращали внимание на красочно оформленный стенд двух компаний: «Fives Cryo», «Fives Cryotec AG» (фото 24). Они входят в группу «Fives», которая находится в списке 20-ти крупнейших французских компаний. Компания «Fives

Сгуо» является разработчиком и крупным производителем паяных пластинчато-ребристых теплообменников, которые нужны для создания крупнотоннажных ВРУ, систем сжижения природного газа большой производительности, установок ожижения водорода и гелия. Компания «Fives Cryotec AG» была 10 лет назад приобретена группой «Nordop», которая, как и указанные две компании, входит в группу «Fives». Компания «Fives Cryotec AG» занимается производством, вводом в эксплуатацию и обслуживанием криогенных насосов, предназначенных для таких сжиженных газов, как кислород, азот, аргон, диоксид углерода, LNG и водород.

#### 4. УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕКРИОГЕННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ВОЗДУХА И ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

В последние годы растёт спрос на установки для некриогенного выделения отдельных компонентов из воздуха и газовых смесей. В предлагаемых рядом компаний установках используются процессы либо короткоцикловой безнагревной адсорбции (PSA), либо мембранного разделения газовых смесей. Чаще всего установки этого типа создаются для выделения из воздуха кислорода или азота, а также извлечения водорода из водородосодержащих смесей [13].

Широкий ряд установок для некриогенного разделения воздуха и газовых смесей выпускают такие крупные компании, как «Linde AG», «Air Liquide» и ОАО «Криогенмаш». Но в работе выставки принимали участие и специализированные производители азотных и кислородных установок. К ним относится ЗАО «ГРАСИС» (фото 25) — крупнейшая инжиниринговая компания в СНГ в области производства современного оборудования для получения технических газов. Она является изготовителем установок для выделения водорода из содержащих его потоков на химических и нефтеперерабатывающих производствах. Производительность установок — до 50 тыс. м<sup>3</sup>/ч продукционного водорода с чистотой до 99,5 %. Выпускаются установки для переработки и утилизации попутного нефтяного газа, в которых применяется новая мембранная технология «CarboPEEK» [14].

В работе выставки принимало участие предприятие ЗАО «Инженерные решения», являющееся официальным представителем в России компании «CanGas Systems Company Ltd.» (фото 26). Указанное предприятие выпускает установки PSA, а также мембранные для извлечения азота из воздуха с чистотой 95-99,999 % и в количестве от 0,5 до 5000 нм<sup>3</sup>/ч. Производительность кислородных VPSA-установок (с вакуумной регенерацией) составляет от 2 до 250 нм<sup>3</sup>/ч; чистота кислорода — 93-96 %.

Впервые в выставке «Криоген-Экспо» участвовала компания из Китая «RICH International Trade Co. Ltd.» (фото 27). Она в течение 30-ти лет производит генераторы кислорода и азота, основанные на PSA-технологиях или мембранных процессах. Оборудование компании находит применение в химической и

нефтехимической промышленности, в металлургии, автомобилестроении, медицине и мн. др.



Фото 25



Фото 26



Фото 27

Современные газоразделительные установки нуждаются в разнообразных адсорбентах, которые используются в криогенных ВРУ для осушки и очистки перерабатываемого воздуха, а также в технологических процессах производства особо чистых газов. Поэтому вполне закономерно, что в выставке участвовало предприятие ООО «ТД Реал Сорб» — производитель адсорбентов. Синтетические гранулированные цеолиты этого предприятия хорошо зарекомендовали себя в криогенных ВРУ. Они находят применение как в установках средней производительности, так и в крупнотоннажных ВРУ, производимых ОАО «Криоген-

маш». Для них выпускается специальный цеолит марки NaX-БКО.

## 5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОСТАВКАМ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

В России, а также Украине и Беларуси хорошо развита техническая база производства продуктов разделения воздуха. До последнего времени непрерывно росли объёмы получения и использования технических газов. Большая часть вырабатываемых предприятиями продуктов применяется в реализуемых на них собственных технологических процессах. К ним следует отнести металлургические комбинаты и заводы, крупные производства минеральных удобрений.

Для обеспечения потребителей в СССР, начиная с 1930 г., формировалась и развивалась сеть кислородных и автогенных заводов. Эти предприятия, существующие до настоящего времени, продолжают вырабатывать и продавать различные газы и газовые смеси. Однако их производительность не всегда в состоянии удовлетворить спрос на технические газы, особенно из-за появления крупных потребителей, таких как, например, миниметаллургические заводы.

В связи с этим на рынок СНГ приходят новые игроки. Это — в первую очередь крупные транснациональные газовые компании: «Air Liquide», «Linde», «Air Products», «Messer». Они предлагают потребителям газов различные устраивающие стороны решения. Одно из них — создание производств, реализующих on-site-проекты. Для этого на условиях долгосрочного договора газовая компания строит на выделенной заказчиком территории современное производство, которое будет в течение примерно 20-ти лет вырабатывать технические газы для предприятия, нуждающегося в них. Так, компанией «Air Liquide» на площадке Череповецкого металлургического комбината (Вологодская область) построена и введена в эксплуатацию самая крупная в мировом сталелитейном производстве ВРУ. Её производительность — 3000 т кислорода в сутки, который вырабатывается для обеспечения российского гиганта «Северсталь».

Рынок технических газов стран Восточной Европы характеризуется значительной ёмкостью. Учитывая большой спрос на технические газы, ОАО «Криогенмаш» в течение последних лет активно реализует новую концепцию комплексного развития. В её основе — рост поставок криогенного оборудования с одновременным увеличением своего присутствия на рынке технических газов. Для этого ОАО «Криогенмаш» приобрёл заводы технических газов: ЗАО «Кислородный завод» (г. Киев), ОАО «Дальтехгаз» (г. Хабаровск, РФ) и ОАО «Югтехгаз» (г. Котовск Одесской области, Украина). На втором этапе объединение приступило к поиску крупных потребителей технических газов для обеспечения их в течение длительного времени на условиях on-site-проектов. Новая форма сотрудничества, предлагаемая ОАО «Криогенмаш», заинтересовала российских производителей труб и металлургов. Первые два on-site-проекта уже реализу-

ются для Северского трубного и Первоуральского новотрубного заводов. Строительство производств продуктов разделения воздуха для этих заводов находится в стадии завершения. Недавно ОАО «Криогенмаш» подписал договоры на выполнение on-site-проектов ещё с двумя потребителями больших объёмов технических газов — Новозлатоустовским и Таганрогским металлургическими заводами.

Следует обратить внимание ещё на одну группу поставщиков различных газов. На территории СНГ её формируют компании, занимающиеся так называемым газовым баллонным бизнесом. Они, работая в основном на региональном уровне, обеспечивают газом большое число потребителей. Среди них можно выделить такие, которые не ограничиваются предложениями только газов, получаемых газификацией регулярно приобретаемых ими жидких криопродуктов. В выставке участвовало известное московское предприятие ООО «НИИ КМ» (фото 28), которое специализируется на поставках и производстве чистых, редких и технических газов, газовых смесей, криогенных продуктов, включая полный спектр услуг по обслуживанию баллонов. Компания является единственным производителем в своём регионе различных марок гелия высокой чистоты, включая гелий 7.0 с чистотой 99,99999 %. Содержание примесей в таком гелии — 0,1 ppm, т.е. одна десятиллионная часть. Это означает, что в 1 м<sup>3</sup> такого гелия на примеси приходится всего 0,1 см<sup>3</sup>. Компания имеет лаборатории, оснащённые современными измерительными комплексами. Система качества сертифицирована Госстандартом РФ в системе ГОСТ-Р ISO9001-2001. Контроль качества ведётся на всех стадиях технологических процессов.



Фото 28

Крупным поставщиком газов и газовых смесей в Москве и прилегающих к ней областях является компания ООО «Мониторинг» (фото 29). Кроме этого, она реализует различное криогенное и вспомогательное оборудование для производства и использования газов: установки разделения газов и получения их в особо чистом виде; средства для транспортирования, хранения и газификации газов; криогенную арматуру, фитинги, предохранительные клапаны; рампы разрядные и наполнительные [15], установки для производ-

ства газовых смесей. Компания — официальный дистрибутор ведущих мировых производителей оборудования и элементов для систем хранения, транспортирования, анализа и регулирования параметров потоков газов и жидкостей: компаний из США «Hoke Inc.», «Go Regulator Inc.», «Circle Seal Controls Inc.», а также «Herose GmbH» (Германия), «GCE» (Швеция), «VRV Group» (Италия) и «Cryo Diffusion» (Франция).



Фото 29

Кислородные заводы на выставке были представлены только предприятием ООО «Крион» из Минска. Продукты разделения воздуха (кислород, азот, аргон) могут поставляться потребителям РФ с завода собственными железнодорожными цистернами и автомобильными танками.

## 6. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Диоксид углерода — ликвидная продукция, которую широко используют в различных технологиях.

В выставке участвовали две компании, являющиеся изготовителями комплектных установок для производства жидкого диоксида углерода из продуктов сгорания природного газа и другого сырья. Первая из них — компания «Techno Project Industriale s.r.l.» из Италии. Сотрудники этой компании консультировали посетителей на стенде «SIAD Macchine Impianti S.p.a.». Продукция второй компании — «Wittmann Co., LLC» (США), была представлена на стенде ООО «Спецмонтаж». Компания занимается проектированием, производством и сервисным обслуживанием углекислотного оборудования.

Специалисты, побывавшие на выставке, интересовались изделиями и оборудованием, которое производит ООО «АвтоГазТранс» (г. Самара) [16]. Предприятие выпускает широкую номенклатуру систем хранения, транспортирования, заправки и выдачи диоксида углерода. Оно также занимается проектированием объектов, где размещается оборудование его производства, выполняет пусконаладочные работы (фото 30). Потребители хорошо характеризуют производимые этим предприятием резервуары для хранения диоксида

углерода РДХ и РЖУ; резервуары для хранения и доставки РХТУ и ЦЖУ; газификаторы, подогреватели, станции перекачивания диоксида углерода из резервуара в резервуар, станции наполнения баллонов.



В работе выставки участвовала компания ООО «КАДИ», также занимающаяся производством оборудования для реализации различных углекислотных технологий. Компания предлагает заказчикам полный комплекс работ по созданию углекислотных станций или участков.

## 7. КРИОГЕННАЯ АРМАТУРА И ДРУГИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ

В последние годы возросли требования к качеству, надежности и техническим показателям арматуры, применяемой в криогенных системах. Производством высококачественной арматуры, переключающих, предохранительных и др. клапанов занимаются специализированные компании. Характерная особенность состоявшейся выставки — участие в её работе большого числа фирм, производящих различную арматуру для криогенного, компрессорного и углекислотного оборудования. Подобную продукцию можно было видеть на стенде компании «Herose GmbH» из Германии (фото 31). На заводе этой компании выпускаются многочисленные клапаны для систем производства и использования низкотемпературных технических газов, компрессоров, ёмкостного оборудования и газификаторов. Вся продукция удовлетворяет требованиям ISO 9000, ГОСТ-Р; на неё Ростехнадзором выданы все разрешительные документы. Среди потребителей клапанов «Herose GmbH» такие компании, как «Air Liquide», «Linde AG», «Air Products», «Messer», «Chart Ferox».

В выставке принимала участие компания «WITT-Gasetechnik GmbH & Co KG». Она является производителем оборудования для технических газов и газовых смесей, используемых в сварке, упаковке продуктов, термообработке стекла и металлов, лазерной резке. Среди этого оборудования выделим газосмесительные системы, обратные и предохранительные клапаны, регуляторы давления, газоанализаторы и дозаторы.



Фото 31

Компания ООО «Мониторинг Вентиль и Фитинг» (г. Москва) предлагала кроме различной арматуры ряд малых сосудов / газификаторов марки «НапВее» с объёмами от 28 до 660 л с рабочим давлением до 27 атм для транспортирования, хранения и выдачи азота, кислорода, диоксида углерода, аргона и закиси азота. Интерес проявлялся к шаровым кранам марки «Меса-Ипох». Они успешно применяются в криогенном и холодильном оборудовании.

Компания «Rembe GmbH» (Германия) производит разрывные предохранительные мембраны для защиты оборудования от избыточных давлений или вакуума при высоких и низких температурах.

Информацию о характеристиках арматуры торговых марок «RegO» и «Coddart» можно было получить на стенде компании «FAS Flussiggas-Anlagen GmbH» (Германия).

Высокого качества арматуру производит компания «Fema s.r.l.» (Италия). Её предохранительные и запорные клапаны применяются не только в криогенных системах и комплексах хранения жидких криопродуктов, но и в стартовом криогенном оборудовании космодромов.

## 8. НАУКОЁМКАЯ ПРОДУКЦИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специалисты могли на выставке ознакомиться с практическим использованием высоких технологий при изготовлении современных, часто уникальных, приборов, установок, измерительных комплексов, которые находят применение в сложных криофизических исследованиях. Перечислю участников выставки, которые демонстрировали изделия такого класса: ООО «Криотек», ООО «Криотрейд», «Nexans Deutschland Industries GmbH» (на стенде компании ООО «Мониторинг»).

В настоящее время такое оборудование стало неотъемлемым и даже обязательным компонентом сложных криогенных комплексов по производству чистых и сверхчистых газов. Реализуемые в таких комплексах процессы, а также применяемые в них схемы и конструкции также можно отнести к высоким технологиям криогеники. Примером компании, кото-

рая разрабатывает и применяет высокие технологии, является такой участник выставки, как международная группа «Редкие газы», представляющая собой крупный холдинг. Группа организована в 1990 г. как результат творческого и делового сотрудничества фирм России, Украины, Казахстана и США. Предприятия, входящие в холдинг «Редкие газы», имеют в своём составе современные и хорошо оснащённые промышленные объекты, научно-исследовательские лаборатории, проектно-конструкторские бюро, шефмонтажные и пусконаладочные бригады, которые укомплектованы высококлассными специалистами. На предприятиях холдинга налажен выпуск установок для получения чистых инертных и других газов. На холдинг «Редкие газы» в настоящее время приходится 60 % мирового производства неона и более 20 % криптона и ксенона высокой чистоты (99,999 %). На стенде посетителей консультировали ведущие специалисты холдинга (фото 32). Потребителям редких газов и партнёрам уделяли внимание также генеральный директор холдинга, д.т.н., профессор *В.Л. Бондаренко* (справа на фото 33) и генеральный директор одного из предприятий холдинга — компании ООО «Айсблик» *В.А. Сачура*.



Фото 32



Фото 33

Сотрудники указанных предприятий ведут серьёзные научные исследования, выполняют пионерские разработки, являющие собой пример по-настоящему высоких технологий, которые затем используются в

системах производства сверхчистых газов. Остановлюсь только на двух работах, которые наиболее полно характеризуют высокий уровень разработок в цепи «исследования — изготовление оборудования — пуск в эксплуатацию — организация выпуска редких газов». Одна из них завершилась созданием установок нового поколения «Хром-3» для получения криптоноксеноновой смеси [17]. Они обладают высокой надёжностью, более значительной, чем у аналогов, степенью извлечения продуктов и низкими эксплуатационными затратами. Эти установки, хорошо зарекомендовавшие себя у различных заказчиков, не нуждаются в компрессорах, относительно компактны и допускают размещение на ограниченных площадях в непосредственной близости от блоков разделения ВРУ. Другая из такого высокого уровня работ — создание комплекса уникального оборудования для получения из природного неона его стабильных изотопов. На этой базе ректификацией неона при 28 К производятся стабильные изотопы  $^{20}\text{Ne}$  и  $^{22}\text{Ne}$  чистотой 99,95 %. Проблема выделения этих изотопов из природного неона исключительно сложна. Объясняется это, прежде всего, очень малым различием в их свойствах, так как химически они почти тождественны. Достаточно сказать, что значение фактора разделения неона на указанные изотопы незначительно отличается от единицы. Несмотря на указанные трудности, с ними успешно справились сотрудники холдинга «Редкие газы», организовав получение изотопов неона.

## 9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выставка «Криоген-Экспо» достигла тех целей, которые перед собой ставила: ознакомление посетителей с достижениями криогенной техники и низкотемпературных технологий; создание условий для участников выставки и возможных заказчиков, способствующих налаживанию деловых контактов и партнёрских отношений между ними. Выставка, по мнению специалистов, более полно отразила нынешнее состояние и хорошие перспективы развития криогенного и кислородного машиностроения.

Выставка позволила специалистам многих компаний в неформальной обстановке общаться не только с посетителями, но и друг с другом. Важными для меня были контакты с ведущими специалистами в области криогенной техники (фото 34): исполнительным директором по научной работе ОАО «Криогенмаш» *В.И. Даниловичем*, генеральным директором ОАО «Гипрокислород» *С.В. Кардаковым*, генеральным директором ЗАО «НПП Криосервис» *А.Б. Ленским* и генеральным директором ОАО «Криогенмаш» *Ю.В. Горбатским* (слева направо).

Успеху выставки, в первую очередь, способствовал её организатор — ВК «Мир-Экспо». Но немалый вклад в её проведение, — думаю многие согласятся со мной, — внесли также и специализированные журналы.

Ответственно к популяризации выставки относилась и Ассоциация. Мы не только информировали специалистов о предстоящей выставке с помощью из-

даваемого нами журнала «Технические газы», но знакомили с её целями и задачами участников двух международных семинаров, проведённых нами в 2008 г.



Состоявшаяся выставка станет безусловно достоинством истории. Она войдет в неё как очень важное мероприятие, объединившее всех нас для решения задач дальнейшего развития криогенной техники и низкотемпературных технологий.

Обращаясь к коллегам, многочисленным специалистам, работающим в криогенной отрасли, хочу сказать: «До встречи на следующей, VIII-ой международной специализированной выставке «Криоген-Экспо», которая будет проводиться в московском ЦВК «Экспоцентр» 10-12 ноября 2009 г.»!

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный каталог VII-ой международной специализированной выставки «Криоген-Экспо». — М.: Мир-Экспо, 2008. — 120 с.
2. **Лавренченко Г.К.** Рост интереса к криогенному оборудованию и низкотемпературным технологиям// Технические газы. — 2008. — № 2. — С. 2-11.
3. **Павленко Ю.А., Бровко А.Д.** Насосы высокого давления для сжиженного природного газа// Технические газы. — 2006. — № 4. — С. 69-71.
4. **Шершнёв Г.П.** История и современность ведущего завода криогенного машиностроения// Технические газы. — 2005. — № 6. — С. 8-13.
5. **Тарасенко И.А., Руцкий С.В.** ВРУ низкого давления для производства от 350 до 8000 кг/ч жидких криопродуктов: схемы, конструкции и характеристики// Технические газы. — 2008. — № 2. — С. 35-42.
6. **Уткин В.Н.** Высокоэффективные криогенные насосы для технологий производства и использования технических газов// Технические газы. — 2007. — № 4. — С. 65-69.
7. Современное оборудование для хранения, газификации и транспортирования жидких продуктов разделения воздуха и жидкого метана/ **Э. Зайдлерова, М. Мокер, В. Хрз и др.**// Технические газы. — 2005. — № 1. — С. 30-36.
8. **Зашляпин Р.А., Черемных О.Я.** Создание транспортных и стационарных средств для доставки и хранения сжи-

женных газов// Технические газы. — 2006. — № 1. — С. 20-26.

9. **Зашляпин Р.А., Черемных О.Я.** Разработка и организация производства эффективных средств для мультимодальных и железнодорожных перевозок СПГ// Технические газы. — 2006. — № 3. — С. 32-36.

10. **Попов Л.В., Рогольский Е.И., Щелконогов Ю.И.** Концептуальные, технические и технологические подходы к созданию оборудования для природного газа// Технические газы. — 2006. — № 4. — С. 37-44.

11. **Воронин И.Б.** Особенности и характеристики трёхосного полуприцепа для хранения и перевозки криопродуктов// Технические газы. — 2008. — № 2. — С. 67-72.

12. **Уткин В.Н.** Высокоэффективные криогенные насосы для технологий производства и использования технических газов// Технические газы. — 2007. — № 4. — С. 65-69.

13. **Кёпсель К., Лавренченко Г.К.** Системы производ-

ства чистого водорода с использованием короткоцикловой адсорбции// Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2005. — № 12. — С. 19-23.

14. **Булавинов С.Л.** CarboPEEK — мембранная технология ГРАСИС для переработки и утилизации попутного нефтяного газа// Химическая техника. — 2008. — № 8. — С. 34-35.

15. **Павлов Н.В., Чадымов В.А., Иванов А.А.** Унифицированные газоразрядные рампы для технических газов// Технические газы. — 2009. — № 1. — С. 64-69.

16. **Алимов С.П., Лазарев П.Д.** Характеристики оборудования для создания комплексов эффективного использования диоксида углерода// Технические газы. — 2007. — № 3. — С. 47-50.

17. Высокоэффективная установка «Хром-3» для получения криптоноксеноновой смеси/ **В.Л. Бондаренко, Н.П. Лосяков, Ю.М. Симоненко и др.**// Технические газы. — 2005. — № 2. — С. 31-35.