

Г.К. Лавренченко

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

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Одиннадцатый международный семинар по актуальной проблеме повышения эффективности и безопасности производств продуктов разделения воздуха (Одесса, 4-8 октября 2010 г.) собрал 110 специалистов с 85-ти предприятий и компаний 11-ти государств. В работе семинара приняли участие изготовители оборудования и те, кто использует его для извлечения из воздуха кислорода, азота и аргона, необходимых для обеспечения ими современных производств и технологий. На семинаре были представлены также компании, занимающиеся газовым бизнесом. Организатор семинара — Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА». На семинаре было заслушано и обсуждено 25 докладов, в которых дана характеристика состояния и перспектив развития производств продуктов разделения воздуха, изложены результаты научно-исследовательских и конструкторско-технологических работ по проблемным вопросам семинара. Активное и заинтересованное восприятие информации, контакты со специалистами позволили участникам семинара повысить квалификацию, получить рекомендации, необходимые для дальнейшего совершенствования используемого оборудования и установок. Рассматривается содержание докладов. Делается вывод о важности проведения семинара в связи с ожидаемым ростом спроса на продукты разделения воздуха после преодоления кризисных явлений в экономике, а также предъявлением более высоких требований к обеспечиваемому уровню эффективности и безопасности воздухо-разделительных установок.

Ключевые слова: Разделение воздуха. Криогенная техника. Кислород. Азот. Аргон. Редкие газы. Компрессоры. Теплоизоляция. Ёмкости для жидких криопродуктов. Эффективность. Криогенные насосы. Безопасность.

G.K. Lavrenchenko

INFORMATION FOR PRODUCERS AND CONSUMERS OF AIR SEPARATION PRODUCTS

The eleventh International workshop on the actual problem of improving the efficiency and safety production of air separation products (Odessa, October 4-8, 2010) brought together 110 experts from 85-th enterprises and companies from the 11-th states. In the work of the workshop have taken part the manufacturers of equipment and those who use it to extract oxygen, nitrogen and argon from air that necessary for ensuring of modern industries and technologies by them. At the workshop were also presented the companies work in gas business. The workshop organizer is the Ukrainian Association of manufacturers of Industrial Gases «UA-SIGMA». The workshop presented and discussed 25 reports in which there was characteristic of the state and prospects for development of manufactures of air separation products were learnt and discussed at the workshop, the results of research and design-engineering work on the problem questions of the workshop are stated. The active and interested perception of information, contacts with experts have allowed to participants of the workshop to increase qualification, to receive the necessary recommendations for the further perfection of the equipment and arrangements. The content of reports is considered. The conclusion about the importance of carrying out of the workshop in connection with the anticipated growth in demand for air separation products after overcoming the crisis in the economy, and also presenting the higher requirements to be achieved by the level of effectiveness and safety of air separation plants.

Keywords: Air separation. Cryogenics engineering. Oxygen. Nitrogen. Argon. Rare gases. Compressors. Insulation. Tanks for cryogenic liquid. Efficiency. Cryogenic pumps. Safety.

1. ВВЕДЕНИЕ

Ассоциация «УА-СИГМА», как и в прошлые годы, пригласила специалистов на международный семинар по проблеме совершенствования производств продуктов разделения воздуха (ПРВ). Он состоялся в Одессе 4-8 октября 2010 г. Ассоциацией, таким образом, был проведён уже одиннадцатый семинар, посвящённый всестороннему рассмотрению многочисленных вопросов, относящихся к указанной актуальной проблеме. В его работе, несмотря на всё ещё ощущаемый экономический и финансовый кризис, приняли участие 110 специалистов из разных отраслей, представлявших 85 предприятий и компаний РФ, Украины, Австрии, Азербайджана, Германии, Китая, США, Франции, Чехии, Швейцарии и Эстонии.

Контингент участников можно условно разделить на три группы. Первую, наиболее многочисленную, составили те, кто эксплуатирует воздухоразделительные установки (ВРУ) и производит кислород, азот, аргон, а также снабжает этими газами различные технологии, например, в металлургии, химии и нефтехимии, машиностроении, энергетике. Ко второй группе относятся разработчики и производители установок для криогенного и некриогенного разделения воздуха, а также комплектующего их оборудования: компрессоров, турбодетандеров, теплообменников, насосов сжиженных газов, блоков комплексной очистки воздуха, систем автоматического контроля и управления, арматуры, ёмкостного и газификационного оборудования и т.п. Участвовала в его работе и третья довольно значительная группа, состоящая из тех, кто занимается обеспечением многочисленных потребителей широкой гаммой технических газов (кислород, азот, аргон, диоксид углерода, различные газовые смеси), применяемых в сварке, медицине, пищевых технологиях и др. областях.

Семинар, как и предыдущий, проводился под эгидой Минпромполитики Украины, Минпромторговли РФ, Одесской государственной академии холода, Международной академии холода и при участии Госпромгорнадзора Украины, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ. Отдельно нужно назвать и те предприятия, которые оказывали содействие в организации семинара: Международная группа «Редкие газы» (г. Москва); ОАО «Сумское машиностроительное НПО им. М.В. Фрунзе», ОАО «Криогенмаш» (г. Балашиха Московская область) и ПКФ «Криопром» ООО (г. Одесса).

В настоящей статье проанализируем содержательную часть семинара, которую сформировали 25 докладов, дающих наиболее полное представление о состоянии и перспективах развития производств продуктов разделения воздуха, а также возможностях современных ВРУ, результатах внедрения в их схемы и конструкции новых решений. Много внимания уделялось безопасности ВРУ, системам хранения жидких и компримированных продуктов разделения воздуха.

2. ОТКРЫТИЕ СЕМИНАРА

Нами заблаговременно была подготовлена весьма насыщенная программа семинара. С ней были ознакомлены предприятия и компании, которые предварительно зарезервировали возможность участия в работе семинара их специалистов. Однако в программу семинара после этого продолжали вноситься изменения, дополнения вплоть до самого момента его открытия. Несмотря на плотный график заседаний, нам удалось обсудить все доклады и большую их часть заранее опубликовать в нескольких выпусках журнала «Технические газы». Публикации не снизили интерес к сохранившейся в них информации, а наоборот — лучше подготовили прибывших к нам специалистов к восприятию и обсуждению каждого конкретного доклада.



Фото 1. Участники и гости семинара полностью заполнили зал заседаний в гостинице «Виктория» (а). В президиуме (б) члены оргкомитета семинара: технический директор ПКФ «Криопром» ООО (г. Одесса) И.В. Кириченко; генеральный директор ООО «НПО Мониторинг» (г. Москва) Н.В. Павлов; генеральный конструктор ОАО «Уралкриомаш» (г. Нижний Тагил) О.Я. Черемных; директор компании «Red Mountain Ukraine» (г. Одесса) А.Г. Тарасенко; генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис» (г. Москва) А.Б. Ленский; ректор Одесской государственной академии холода, президент Международной академии холода (укр. отделение), д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины В.В. Питула (слева направо)

Во время пленарного заседания, приуроченного к открытию семинара, от Ассоциации «УА-СИГМА» были сделаны два доклада. В них рассматривались не только проблемные вопросы семинара, но и подводились итоги деятельности Ассоциации, которая в 2010 г. отмечала свой 10-летний юбилей. Коснусь некоторых положений этих докладов, вызвавших, на мой взгляд, интерес у аудитории (фото 1).

В первом из них отмечалась высокая актуальность организованного Ассоциацией семинара. Для аргументации неоднократно делались ссылки на некоторые подтверждающие это факты, а также принимаемые во внимание характеристики и оценки нынешней непростой для мировой экономики ситуации. Так, необходимо всегда учитывать, что производства продуктов разделения воздуха являются сложными энергоёмкими техническими и технологическими объектами. Их эксплуатация должна обеспечиваться хорошо подготовленными специалистами. Это особенно важно, так как ожидается рост спроса на компоненты, извлекаемые из воздуха, в связи с постепенным, по мере преодоления кризиса, подъёмом экономики в СНГ и более широким распространением технологий, ориентированных на их использование.

Учёт всего этого позволил сформулировать цели семинара, обозначить перечень подлежащих рассмотрению вопросов. Такой подход к подготовке и проведению этого и предыдущих семинаров способствует не только росту интереса к ним, но также содействует непрерывному улучшению реализуемого нами информационного обеспечения специалистов различных предприятий и компаний. Увеличение числа участников проводимых Ассоциацией семинаров с 38 чел. (2000 г.) до 110 чел. (2010 г.) — лучшее подтверждение этого вывода.

При выборе тем для выступлений, с одной стороны, учитывались иногда несовпадающие интересы отдельных групп участников и представляемых ими предприятий, с другой, выносились на обсуждение, кроме сугубо профессиональных, ещё и такие доклады, которые были бы интересны большинству специалистов. В качестве примера можно сослаться на второй наш доклад, в котором анализировались результаты работы Ассоциации по кадровому и информационному обеспечению современных технологий производства и использования продуктов разделения воздуха.

Для оказания эффективной помощи предприятиям и, конечно, работающим на них специалистам Ассоциацией создана и постоянно совершенствуется система непрерывного образования кадров, занимающихся эксплуатацией оборудования производств продуктов разделения воздуха (ПРВ) [1]. Их обучение, переподготовка и повышение квалификации осуществляются Ассоциацией без отрыва от производства (если не считать установочные и экзаменационные сессии) в Одесской государственной академии холода (ОГАХ). На рис. 2 упрощённо представлены основные компоненты системы. Она предусматривает подготовку и переподготовку специалистов с использованием трёх уровней обучения. Для приобретения высшего

образования по заочной контрактной форме Ассоциацией приглашаются выпускники технических колледжей, работающие на производствах ПРВ. Их по итогам собеседований в ОГАХ могут зачислить на 2-ой или даже 3-ий курсы Института заочного / дистанционного обучения. Это позволяет им получить высшее образование по специальности «Криогенная техника и технология» за 4-5 лет (вместо 6-ти!). Такой резерв кадров исключительно ценен, так как эти относительно молодые люди могут эффективно работать на предприятиях в течение нескольких десятков лет.



Рис. 2. Структура системы непрерывного образования кадров, работающих на производствах продуктов разделения воздуха

Нами учитывается и то, что в штате производств ПРВ могут трудиться специалисты с высшим техническим непрофильным образованием. Для них предусмотрена переподготовка в течение 2-ух лет с целью получения второго высшего образования. Эти специалисты могут с определённой регулярностью совершенствовать свою подготовку на организуемых Ассоциацией в ОГАХ специальных курсах повышения квалификации. Обучение на этих курсах проводится по очно-заочной форме, чтобы на длительное время не отвлекать специалистов от работы. Для самостоятельного освоения программного материала курсов Ассоциацией для слушателей издаются учебные пособия с современной информацией.

В 2003-2010 гг. по направлению Ассоциации, являющейся для ОГАХ единым заказчиком, прошли переподготовку, т.е. получили второе высшее образование в области криогенной техники и технологии, 40 чел. В настоящее время этой формой обучения «охвачено» ещё 10 чел. В предыдущие годы рос интерес к организуемым Ассоциацией курсам повышения квалификации. Так, в течение пяти лет в ОГАХ повысили квалификацию 98 производственников с 30 предприятий Украины и РФ. В 2009-2010 гг., к сожалению, из-за кризиса уменьшилось количество специалистов, направляемых к нам для повышения квалификации. Считаю, что это — временное явление. Предприятия, по мере преодоления кризиса, снова станут больше внимания уделять подготовке и переподготовке специалистов. Нам не следует при этом забывать ёмкое высказывание академика П.Л. Капицы: «Образование человека стоит меньше по сравнению с тем, что приносит государству его квалифицированный труд» [2]. Поэтому все мы, — и заводы, и компании, и, ко-

нечно, Ассоциация, — должны понимать, что, обучая специалистов, решаем государственную задачу подготовки кадров.

К семинару мы подошли с возросшим количеством членов Ассоциации. Новым её членом стала компания ООО «Нексус Инжиниринг» (г. Мариуполь) (фото 3).



Фото 3. Ассоциация пополнилась новым членом. Сертификат о приёме в Ассоциацию был вручён директору ООО «Нексус Инжиниринг» (г. Мариуполь) С.В. Шарубину

В заключительной части пленарного заседания к участникам семинара с приветствиями обратились генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис» А.Б. Ленский (фото 4) и ректор Одесской государственной академии холода, президент Международной академии холода (укр. отделение), д.т.н., профессор В.В. Притула (фото 5).



Фото 4. «Я с радостью приветствую коллег и членов оргкомитета в связи с началом работы одиннадцатого международного семинара. Организаторы многое сделали для его хорошей подготовки. Этот год является юбилейным для Ассоциации. Она интенсивно развивается и я верю — её ждёт славное будущее», — сказал в своём обращении к присутствующим А.Б. Ленский

После пленарного заседания участники и гости семинара сфотографировались. На фото 6 для срав-

нения запечатлены те, кто принял участие в работе первого и одиннадцатого семинаров. Даже внешне видно, как возрос интерес к этому ежегодно проводимому Ассоциацией важному мероприятию.



Фото 5. Ректор ОГАХ поздравил участников семинара с началом его работы. Он обратил внимание на насыщенность программы семинара; наличие в ней докладов, отражающих основные направления современной воздухоразделительной техники. «Считаю, что семинар будет способствовать улучшению информационного обеспечения специалистов, работающих в отрасли кислородного и криогенного машиностроения. Академия, со своей стороны, может помочь вашим компаниям в подготовке и переподготовке специалистов, в повышении их квалификации», — так завершил выступление В.В. Притула



Фото 6. Так выглядели участники I-го семинара (а) по проблемам совершенствования производств продуктов разделения воздуха (г. Одесса, гостиница «Валентина», 2-6 октября 2000 г.), а так — XI-го международного семинара (б), собравшего в гостинице «Виктория» 110 специалистов с 85-ти предприятий и компаний 11-ти государств

3. ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ

Затем началось и продолжалось в течение трёх дней обсуждение докладов, с которыми выступали участники семинара. Все доклады, прозвучавшие на семинаре, можно разделить на несколько групп:

- воздуходелительные установки и другое оборудование для производств продуктов разделения воздуха и других газов;
- комплектующие и изделия для производства и использования ПРВ;
- оборудование для использования ПРВ, а также организации газового бизнеса;
- безопасность производства и использования продуктов разделения воздуха;
- научно-технические исследования и разработки.

Кратко остановимся на основных положениях каждого из докладов.

К первой группе докладов относится выступление начальника схемно-технологического сектора отдела ВРУ ОАО «Криогенмаш» (г. Балашиха Московской области) *Е.Ю. Тарасовой* (фото 7). В нём сообщалось о создании ОАО «Криогенмаш» крупного криогенного комплекса для обеспечения продуктами разделения воздуха на условиях on-site Северского трубного завода (г. Полевской) [3]. Проанализировав потребность завода в продуктах разделения воздуха, а также спрос на региональном рынке жидких продуктов, ОАО «Криогенмаш» посчитал целесообразным строить цех разделения воздуха (ЦРВ) в г. Полевской на основе ВРУ КдААр-9/3 и отдельного ожижителя кислорода и азота ОКА-3000. ОАО «Криогенмаш» как инвестор, кроме финансирования и поставок, взял на себя управление всем проектом. Работы по созданию ЦРВ курировали специалисты отдела руководителей проектов. Цель — эффективно использовать ресурсы участников проекта, оптимизировать затраты, минимизировать риски, разработать в соответствии с этим график работ для надёжного обеспечения ПРВ нового металлургического производства Северского трубного завода. В 2009 г. ЦРВ был успешно введён в эксплуатацию. В результате на завод стали поступать ПРВ в полном соответствии с контрактом. К этому комплексу со временем добавятся новые проекты on-site, которые ОАО «Криогенмаш» реализует для Первоуральского новотрубного завода, а также Новозлатоустовского и Таганрогского металлургических заводов.

С интересом присутствующие выслушали доклад «Пятнадцатилетняя история и современное состояние производственно-коммерческой фирмы «Криопром», с которым выступил её технический директор *И.В. Кириченко* (фото 8). После рассмотрения основных этапов становления фирмы была дана характеристика особенностей и достоинств производимых ею ВРУ и другого оборудования. В докладе было особо выделено, что основное направление в нынешней деятельности предприятия — это производство энергетически высокоэффективных жидкостных ВРУ среднего и высокого давлений нового поколения. Оптимизация технологических схем ВРУ с целью увеличения производства жидких продук-

тов и их реализация в установках среднего давления типа КжК-0,45 и КжК-0,5 позволяют достичь удельных затрат при получении жидких кислорода и азота на уровне 1,2...1,3 кВт·ч/кг, а в ВРУ высокого давления — ниже 1 кВт·ч/кг. Кроме этого, ПКФ «Криопром» ООО успешно проводит реконструкцию и модернизацию ВРУ большой, средней и малой производительности, входящих в состав азотных и кислородно-азотных цехов и станций. За пятнадцатилетнюю историю фирма зарекомендовала себя как надёжный и высококвалифицированный партнёр. Ею поставляются комплектные ВРУ, ёмкостное и газификационное оборудование, широкая гамма жидкостных насосов, отдельные агрегаты и аппараты, а также запасные части десяткам крупнейших предприятий Украины, России и стран СНГ.



Фото 7. «Современные технические решения, реализованные при разработке оборудования цеха разделения воздуха, позволили выйти на уровень энергозатрат в 0,55 кВт·ч/м³ при получении газообразного кислорода под давлением и 1 кВт·ч/кг — жидких кислорода и азота», — такой информацией о высоких показателях комплекса завершилось выступление *Е.Ю. Тарасовой*



Фото 8. «Наше предприятие в последние годы позиционирует себя не только как известный производитель ВРУ и другого криогенного, кислородного и углекислотного оборудования, — отметил *И.В. Кириченко*, — но и как изготовитель и поставщик сжиженных и сжатых продуктов разделения воздуха, диоксида углерода и различных газовых смесей»

Следующим в блоке докладов, освещающих разработки новых ВРУ, явилось выступление главного инженера проектов ООО «Red Mountain Ukraine» (г. Одесса) *М.И. Бурбело* (фото 9). Доклад существенно дополнил и развил ранее опубликованную статью [4]. Из сравнения прозвучавшего на семинаре доклада с предыдущей публикацией видно, как успешно с высокими темпами развивается данная компания. Так, на предприятия, находящиеся в странах СНГ, ею поставлено 20 ВРУ. В состав созданных на их основе станций входят 36 центробежных компрессоров, 30 криогенных жидкостных резервуаров, 17 модульных двухконтурных градирен и другое технологическое оборудование. М.И. Бурбело назвал ряд производств продуктов разделения воздуха, на которых используются ВРУ компании с эффективными технологическими и конструкторскими решениями. Крупный комплекс криогенного воздухоразделения создан компанией в г. Нефтеюганске для ООО «Нефтеюганск-промсервис». Он сооружался в несколько этапов: 2006 г. — поставка ВРУ KDON-1500-1650/50Y и ожижителя азота YPN-2200; 2008, 2009 и 2010 гг. — поставка каждый год по одной ВРУ KDON-750-800/30Y. В течение нескольких лет создаётся, развивается и совершенствуется компанией «Red Mountain Ukraine» внушительный криогенный комплекс в г. Сургуте для ОАО «Сургутнефтегаз». В этих ВРУ используются воздушные турбокомпрессоры серии «Turbo-Air», поставщик которых — компания «Премиум Инжиниринг», входящая в состав американской группы «Red Mountain Energy».



Фото 9. В докладе М.И. Бурбело обосновано применение в конструкциях жидкостных ВРУ в зависимости от их производительности трёх технологических схем: на основе цикла низкого давления с детандер-компрессором на воздушном потоке (350-1500 кг/ч продукта); цикла двух давлений с дожимающим компрессором, холодильной машиной и детандер-компрессором на воздушном потоке (1500-3000 кг/ч); цикла с азотным циркуляционным контуром (свыше 3000 кг/ч)

В семинаре участвовали ведущие специалисты международного холдинга ЗАО «Группа компаний «Бентопром» (г. Москва) вместе с его президентом *М.Г. Сеником*. С докладом о внедрении новой техно-

логии изолирования блоков разделения воздуха различных ВРУ выступил генеральный директор ООО «Бентопром Инжиниринг» *Э.Г. Коротаев* (фото 10). Холдинг многим хорошо известен как производитель высококачественной перлитовой теплоизоляции для установок и систем криогенной техники [5]. Заводы, входящие в состав холдинга, изготавливают необходимый для этого вспученный перлит в соответствии с новым ТУ 5714-001-05747985-2006. Разработку технических условий выполнило ОАО «Криогенмаш» совместно с указанным холдингом. Характеристики вспученного перлита, выпускаемого ЗАО «Группа компаний «Бентопром», реально оказываются лучше даже тех, что указаны в новых технических условиях. Например, после засыпки перлитом, изготовленным холдингом, блока разделения воздуха самой крупной в СНГ ВРУ, принадлежащей ЗАО «Air Liquide Severstal» (г. Череповец, РФ), его усадка оказалась существенно ниже той, что допускается действующими ТУ. Высокое качество вспученного перлита позволяет холдингу успешно заниматься его поставками для теплоизоляции оборудования, производимого как отечественными, так и зарубежными компаниями. Со своей высококачественной продукцией холдинг вышел и на европейский рынок. Здесь им при выполнении работ теплоизоляция объектов ведётся с помощью мобильной установки, которая производит вспученный перлит прямо на месте его потребления (фото 11). Это даёт возможность существенно сократить сроки работ и повысить качество теплоизоляции. Э.Г. Коротаевым во время его выступления был показан фильм. В нём демонстрировались большие возможности мобильной установки. Она была использована для выработки перлита и, одновременно с этим, теплоизоляции блока разделения ВРУ производства «Linde AG». Установка сооружена в Бремене (Германия) на металлургическом заводе компании «Арселор Миттал». Благодаря применению новой технологии, блок разделения воздуха крупнотоннажной ВРУ удалось затеплоизолировать в течение всего двух недель. В 2009-2010 гг. при помощи мобильного комплекса было произведено и засыпано свыше 10 тыс. м³ перлитовой изоляции в ВРУ и плоскостные ёмкости для хранения жидких кислорода и азота на объектах в Линце (Австрия), Берёзовском (РФ), Кобержице (Польша) и др.

На семинарах всегда с большим интересом воспринимались доклады об опыте эксплуатации оборудования. И на этом семинаре с вниманием специалисты заслушали выступление заместителя начальника ПТО ОАО «Одесский припортовый завод» *К.В. Хунавко* (фото 12) об опыте десятилетней эксплуатации станции разделения воздуха компании «SIAD» [6]. Докладчик в начале сообщил, что в связи с плановой модернизацией оборудования и технологических процессов завода, а также ростом требований к чистоте газообразного азота и появлением потребности в технологическом кислороде в конце прошлого века возникла необходимость коренной реконструкции отделения разделения воздуха. Для выполнения этой работы в 1996 г. была привлече-

на известная компания «SIAD». Построенная специалистами компании станция состоит из двух одинаковых установок разделения воздуха SNO 5000. Несмотря на то, что проектирование станции велось более 10 лет назад, в её схему и конструкцию были внесены самые перспективные решения, которые и сейчас не уступают по эффективности современным разработкам ведущих компаний мира. Это объясняется также и тем, что, начиная с первых месяцев эксплуатации и по сей день, специалисты завода не прекращают заниматься совершенствованием технологических процессов. Изначальные типовые инструкции компании «SIAD» претерпели серьёзные изменения. Более тщательный подход специалистов завода к ведению технологического режима позволил увеличить производительность станции по жидким кислороду и азоту почти в два раза. Этому, конечно, способствовал и заложенный разработчиками установок солидный резерв для их совершенствования.



Фото 10. Возможность изготовления вспученного перлита с помощью мобильного комплекса на месте его потребления вызвала интерес у участников семинара. В настоящее время, как сообщил Э.Г. Кортаев, холдингом используется ещё один комплекс, но с увеличенной в два раза производительностью. Опыт эксплуатации комплексов подтвердил перспективность их применения как в технологическом, так и экономическом аспектах



Фото 11. Вид работающего мобильного комплекса холдинга ЗАО «Группа компаний «Бентпроп» на одном из объектов, сооружаемых «Linde AG»



Фото 12. К.В. Хунавко, подводя итог своему выступлению, сказал: «По оценке экономистов завода срок окупаемости введённой в эксплуатацию станции разделения воздуха компании «SIAD», взамен старой, не превысил пяти лет, что является неплохим показателем. Он, наверное, лучше других свидетельствует о высокой эффективности и надёжности станции в ходе её эксплуатации»



Фото 13. В докладе Н.Н. Лаптева отмечалось, что необходимость реконструкции ацетиленового производства была вызвана стремлением повысить конкурентоспособность газобаллонной продукции завода, улучшить качество ацетилена, обеспечить более высокий уровень безопасности, снизить себестоимость продукции и расширить возможности станции

Впервые в программу семинара по проблемам совершенствования производств ПРВ был включён доклад о реконструкции ацетиленовой станции. С ним, обобщая ценный опыт такого известного предприятия, как ОАО «Завод Уралтехгаз» (г. Екатеринбург), выступил его ведущий специалист Н.Н. Лаптев (фото 13). Несмотря на то, что заранее была опубликована статья сотрудников этого предприятия, выступление Н.Н. Лаптева заинтересовало многих [7]. Объясняется это тем, что растворённый ацетилен в баллонах является востребованной продукцией даже в условиях снижения объёмов промышленного производства. Поэтому на заводе решили реконструировать ацетиленовую станцию. Обновление оборудования позволит существенно снизить расход газообразного азота на технологические нужды, потре-

ние электроэнергии и трудовые затраты, повысить качество ацетилена и расширить возможности ацетиленовой станции. В ходе реконструкции внедрена многостадийная очистка ацетилена от агрессивных примесей, осушка его в адсорберах с регенерацией адсорбента обратным потоком сухого ацетилена. На предприятии создан новый участок ацетонирования и ремонта баллонов с управлением технологическими процессами с помощью электронной станции.



Фото 14. *Обстоятельный доклад об особенностях и достоинствах арматуры компании «Herose GmbH» был сделан Вацлавом Влчekom. Но на многочисленные вопросы присутствующих пришлось отвечать и ему, и коммерческому директору компании Иохиму Эмке (справа)*

Несколько докладов на семинаре были посвящены разработкам новой арматуры и криогенных насосов. С первым из них о выпускаемой компанией «Herose GmbH» (Германия) арматуре для производства продуктов разделения воздуха, ёмкостного и газификационного оборудования выступил директор компании «Трассом s.r.o.» (Чешская республика) Вацлав Влчек (фото 14). Он ознакомил специалистов с характеристиками выпускаемой арматуры разного назначения: предохранительная, запорная, обратная, запорно-обратная, переключающая, регулирующая, приводная. Компания выпускает заправочные узлы и другие сборки. Основные параметры арматуры: ДУ — с 10 до 150 мм; PN — до 50 бар. Для изготовления арматуры используют криогенную бронзу, нержавеющую сталь и латунь. Вся арматура обезжиривается для возможного её применения в среде кислорода. Докладчик представил перспективный вентиль типа 01541 с гибким шпинделем (flex shaft). Применяемые ранее подобные конструкции состояли из 9-ти частей. В новой конструкции вентиля имеется лишь один элемент. Вентили с гибким шпинделем характеризуются повышенной долговечностью, обеспечивают лучшее уплотнение и позволяют осуществлять его быструю замену. Шпиндель для вентилях этого типа делается либо из бронзы, либо из нержавеющей стали; уплотняющий элемент — из специальной пластмассы или нержавеющей стали. Вентили 01541 обладают более высокой пропускной способностью по сравнению с

широко используемыми сейчас клапанами типа 01341. Продукция «Herose GmbH» применяется в более чем 90 странах мира. Её потребители — ведущие компании, занимающиеся выпуском оборудования для кислорода, азота, аргона, СПГ, диоксида углерода и др. газов. Перевод криогенных ёмкостей на арматуру компании «Herose GmbH», если можно так выразиться, преобразует их. В подтверждение сошлюсь на публикацию [8].

Перед участниками семинара выступили генеральный директор ЗАО «НПО Аркон» (г. Москва) Н.Н. Коленко и его заместитель по научно-техническим вопросам А.Д. Галкин (фото 15). Тема доклада, — «Автоматическая арматура для специальных условий применения», — очень актуальна. «НПО Аркон» — компания полного цикла, занимающаяся проектированием, изготовлением и поставкой регуляторов, клапанов, систем защиты и арматуры специального назначения. Под такими условиями создатели арматуры понимают неблагоприятные значения рабочих температур и давлений; эксплуатацию вблизи зон кавитации; наличие опасных параметров сред и мн. др. Был рассмотрен комплект создаваемой арматуры для детандер-компрессорных агрегатов ВРУ, среди которых эффективные противопомпажный регулирующий клапан и регулятор перепада давлений. Компания производит набор арматуры для криогенных газификаторов. Интересными являются конструкции регуляторов давления «до себя» и количества газовой фазы. Уделяется внимание обеспечению в целом безопасности работы кислородного объекта. Докладчикам было задано много вопросов, что подтвердило интерес к производимым компанией изделиям.



Фото 15. *Объёмное выступление было разделено на два сообщения. В первом из них Н.Н. Коленко представил общие довольно широкие возможности компании по выпуску наукоёмких высокоэффективных изделий. Во втором сообщении А.Д. Галкина (справа) было уделено внимание конкретным разработкам автоматической арматуры для систем производства и использования продуктов разделения воздуха*

О характеристиках различных типов криогенных клапанов «Kaemmer» компании «Flowserve Essen

GmbH» говорилось в выступлении директора ООО «Нексус Инжиниринг» (г. Мариуполь) *С.В. Шарубина* (фото 16). В докладе им было уделено внимание и другой востребованной продукцией компании — криогенным жидкостным насосам и детандерам, включая также двухфазные расширительные машины. Для систем разделения воздуха компания производит криогенные клапаны нескольких серий. В настоящее время более 5000 таких клапанов используются в 600-ах ВРУ, созданных известными фирмами: «Linde AG», «Air Liquide», «Air Products», «Messer», «Praxair». Указанные криогенные клапаны обеспечивают эффективную работу ВРУ с высокой надёжностью и стабильностью. Опыту и продукции компании доверяют и при создании уникальных объектов криогенной техники. Можно указать на проект добычи нефти с искусственным поддержанием высокой энергии пласта. Для этой цели в Мексике (Кантарелл) построен крупнейший в мире завод для производства азота. Клапаны «Kaemmer» используются в пяти азотных ВРУ. Проект «Shell Pearl GTL» в Катаре завершился строительством самого крупного в мире комплекса по сжижению кислорода с 8-ью ВРУ, также укомплектованными клапанами «Kaemmer».



Фото 16. В докладе С.В. Шарубина были подробно раскрыты возможности компании «Flowserve Essen GmbH» по поставкам заказчикам широкой номенклатуры криогенных клапанов, насосов для криопродуктов, расширительных машин разнообразного применения

С вниманием были заслушаны два доклада, посвящённых криогенным ёмкостям стационарного и транспортного исполнения.

В докладе регионального менеджера по продажам «Chart Ferox a.s.» (Чешская республика) *Эльжбиеты Зайдлер* (фото 17) была дана исчерпывающая характеристика производимого компанией широкого ряда современного оборудования для хранения, транспортирования и газификации жидких продуктов разделения воздуха. Продукция компании хорошо востребована в Европе и странах СНГ. Даже простое её перечисление указывает на многопрофильность выпускаемого оборудования: стационарные ёмкости для хранения жидких криопродуктов и диоксида углерода; газификаторы на поддонах; криоцилиндры различных объёмов; крио-

генные цистерны и контейнеры; испарители; вакуумно-изолированные трубопроводы. Всё оборудование компанией «Chart Ferox» производится в соответствии с требованиями международных, европейских и региональных стандартов. Из доклада было видно, как в течение нескольких лет расширялась номенклатура выпускаемых изделий. Например, в настоящее время ею выпускаются инженерные криогенные ёмкости для жидких кислорода, азота, аргона и СПГ с объёмами до 686000 л, имеющие вакуумно-перлитовую теплоизоляцию. Большим оказывается спрос на вертикальные криогенные ёмкости, нуждающиеся в небольших площадях при их размещении, для сжиженных продуктов разделения воздуха с объёмами 3000-60000 л на давления 19, 26 и 37 бар. Вертикальные ёмкости серии VT/EVT комплектуются испарителями, устанавливаемыми на внешней стенке сосуда. Крупными партиями компания производит изделия на основе криоцилиндров Euro-Cyl, которые используются в качестве транспортных ёмкостей низкого давления и транспортных газификаторов среднего и высокого давлений. С объёмами до 2000 л изготавливаются стационарные газификаторы среднего и высокого давлений типа Perma-Cyl. Компания, учитывая появление спроса на криогенные сосуды небольших объёмов, начала производить несколько типов мини-цистерн. Для доставки жидких криопродуктов «Chart Ferox» выпускает широкую гамму оборудования, начиная от автомобильных и железнодорожных цистерн и кончая криогенными ISO-контейнерами для мультимодальных перевозок.



Фото 17. В выступлении Эльжбиеты Зайдлер приводилась также информация о международном концерне «Chart Industries», который имеет 11 заводов на трёх континентах мира. В его общей структуре трудятся около 3000 специалистов высокой квалификации. Такое построение концерна позволяет оперативно вести продажи в большом числе регионов

В докладе генерального конструктора ОАО «Уралкриомаш», к.т.н. *О.Я. Черемных* (г. Нижний Тагил) содержалась подробная информация о характеристиках оборудования нового поколения для хранения и транспортирования продуктов разделения воздуха [9]. В его выступлении (фото 18) были рассмотр-

рены особенности создаваемых компанией «Уралкриомаш» современных криогенных изделий для обеспечения перспективных технологий, используемых в отечественной ракетно-космической технике. Показано, каким образом совершенствуется как стационарное, так и транспортное оборудование для доставки, хранения и заправки ракетно-космических систем жидкими кислородом и азотом. В качестве примера сообщалось, что для стендовой отработки водородно-кислородных ЖРД созданы стационарные ёмкости-хранилища высокого давления для хранения и выдачи жидкого кислорода. Специалистов заинтересовала и другая разработка. Так, для уменьшения потерь криогенных продуктов при их доставке до конечного потребителя предприятием начато производство нового поколения транспортных средств — контейнеров-цистерн для мультимодальных перевозок жидких кислорода, азота и СПГ. Конструктивные проработки такого контейнера-цистерны с объёмом 20 м³ и рабочим давлением 0,5-1,0 МПа показали, что его собственная масса должна составлять 11-12 т. Это позволяет в указанном габарите 20-футового контейнера-цистерны перевозить жидкие кислород и азот, в которых нуждаются многочисленные их потребители.



Фото 18. Из доклада О.Я. Черемных следовало, что создаваемое на предприятии современное криогенное оборудование для хранения и транспортирования жидких кислорода, азота, аргона, а также заправки их в различные ракетно-космические системы, обеспечения стендов для отработки ЖРД крайне необходимо для успешной реализации национальной космической программы России

Эффективность и безопасность использования газобаллонного парка — ключевой вопрос экономики предприятия, занятого производством и распределением продуктов разделения воздуха в баллонах высокого давления. Поэтому заинтересованно было воспринято специалистами выступление менеджера по продажам в СНГ компании «Worthington Cylinders GmbH» (Австрия) А.Г. Рубана (фото 19), в котором убедительно доказана значительная эффективность применения облегчённых стальных баллонов высокого давления. Многие из них к тому же уже успели ознакомиться со статьёй докладчика, опубликованной в

журнале «Технические газы» [10]. В более ранней публикации А.Г. Рубана были освещены проблемы и динамика износа газобаллонного парка производителей газов в странах СНГ, выполнена приблизительная оценка парка газовых баллонов и критического срока их замены в 2020-2030 гг. В состоявшемся докладе на основании довольно убедительных расчётов обоснованы способы снижения затрат газовых фирм, поставляющих потребителям газы в цельнометаллических баллонах высокого давления компании «Worthington Cylinders GmbH». Автором для повышения эффективности газобаллонного бизнеса было рекомендовано, во-первых, увеличивать долю полезного труда в одном баллоне заменой традиционных 150-барных баллонов на более вместительные 200- и 300-барные баллоны, во-вторых, применять более вместительные облегчённые баллоны высокого давления, позволяющие снижать частоту их заправок и расходы на транспортирование, в-третьих, увеличивать эксплуатационную эффективность газобаллонного парка путём снижения затрат на окраску, очистку, тестирование и отслеживание баллонов. Эффективность указанных способов иллюстрировалась примерами применения облегчённых 200-барных 50-литровых баллонов компании «Worthington Cylinders GmbH».



Фото 19. А.Г. Рубан, обращаясь к участникам семинара, высказал следующее пожелание: «Российские и украинские газовые компании, при принятии решений о закупке баллонов, должны руководствоваться не только сравнением отдачи краткосрочных инвестиций в газобаллонный парк, но также учитывать рост капиталотдачи от баллонов, отвечающих современным мировым стандартам»

В выступлении директора ООО «НПО Мониторинг» (г. Москва) К.А. Иванова (фото 20) рассказывалось о разработке и организации выпуска современных атмосферных испарителей криогенных жидкостей. Компанией создан собственный типоразмерный ряд атмосферных испарителей из продольно-оробрённой трубы специального профиля. Технология производства профиля основана на использовании высокотемпературной экструзии алюминия марки 6060 с дальнейшей его закалкой. Изготовленный таким способом профиль незаменим в испарителях для жидкого

кислорода благодаря отсутствию на его поверхности жировых загрязнений. С учётом характеристик трубы, например, её удельной поверхности теплообмена $1,115 \text{ м}^2/\text{пог. м}$, компанией создан широкий ряд испарителей атмосферного типа прямого действия с производительностью от 20 до $2000 \text{ нм}^3/\text{ч}$ [11]. Сборка испарителей осуществляется на собственных производственных площадях. Докладчик в ходе выступления остановился на основных показателях классификации атмосферных испарителей для N_2 , O_2 , Ar , СПГ и CO_2 и алгоритме формирования их кодов.



Фото 20. Атмосферные испарители криопродуктов — весьма востребованные изделия. Для подтверждения их высокой эффективности К.А. Иванов сообщил: «По относительной производительности атмосферные испарители прямой газификации средней и малой мощности, выпускаемые нами, при прочих сопоставимых условиях не уступают, а зачастую и превосходят многие зарубежные аналоги»

В последние годы, несмотря на кризисные явления, наблюдается повышение спроса на ВРУ средней производительности, реализующие циклы высокого и среднего давлений. Изготовитель компрессорных установок с поршневыми компрессорами 6ВМ16-150/200 и 4ВМ10-55/71 для ВРУ такого типа — ОАО «Сумское машиностроительное НПО им. М.В. Фрунзе». Указанные компрессоры постоянно совершенствуются. Подтверждением является прозвучавший на семинаре доклад начальника бюро СКБ ТКМ этого предприятия Ю.Б. Наталухи (фото 21). В нём сообщалось о создании компрессорной установки 4ВМ10-55/71М1 в блочном исполнении с максимальной заводской готовностью [12]. Установка агрегатной сборки смонтирована и введена в эксплуатацию на кислородной станции Полтавского завода медицинского стекла. Ю.Б. Наталуха перечислил основные её преимущества: упрощена конструкция фундамента; отпала необходимость в применении специальных инструментов при установке рамы на фундамент; нет надобности в выполнении специальных проверок коленчатого вала компрессора после установки станины на фундамент; исключаются операции по обвязке газоохладителей и буферных ёмкостей, так как это всё

заранее выполняется на заводе; уменьшается требуемая высота здания станции из-за снижения габаритов установки 4ВМ10-55/71М1; не нужно устанавливать металлоёмкую площадку обслуживания; улучшается доступ к аппаратам и трубопроводам установки; сокращаются сроки и сметная стоимость монтажных и строительных работ. Докладчик также ознакомил специалистов с новой перспективной разработкой предприятия — компрессорной установкой, размещаемой в легкосборном здании ангарного типа. В ней в качестве охлаждающей жидкости для отвода тепла от цилиндров, масляного холодильника и теплообменника главного электродвигателя применяется антифриз. Последний после нагрева подаётся в аппараты воздушного охлаждения (АВО). Блок АВО может использоваться в районах с умеренным и холодным климатом.



Фото 21. Во время выступления Ю.Б. Наталухой было сказано: «При создании нового производства ПРВ монтаж компрессора является завершающим этапом его сдачи на месте эксплуатации. Сокращение продолжительности монтажных работ — важный фактор, позволяющий потребителю намного раньше ввести в эксплуатацию как компрессор, так и саму установку. Создание моноблочных установок, выполненных на рамах, даёт возможность перенести значительную часть монтажных работ на завод-изготовитель»

В работе семинара принял участие руководитель проектов промышленной группы «Тегас» (г. Краснодар) В.Н. Белашов (фото 22). В его выступлении основное внимание было уделено представлению изготавливаемых компанией эффективных азотных компрессорных станций повышенной производительности. Для получения азота из воздуха с помощью мембранных модулей различным потребителям предлагаются самоходные или блочно-модульные азотные компрессорные станции, обеспечивающие безопасное производство газа с чистотой до 99,9 % и давлением до 400 бар. Азот получают непосредственно на объекте, выделяя его из воздуха. Его закачка осуществляется на существующих скважинах с целью повышения нефте- и газоотдачи. Азотные станции, как сообщил докладчик, могут использоваться и для пожаротушения. Их комплектуют компрессорными установками собствен-

ного изготовления или произведёнными ведущими мировыми компаниями. Характеристики станций на сегодняшний день являются непревзойдёнными по сочетанию высокой производительности с относительно небольшими массо-габаритными параметрами.



Фото 22. «Предоставление заказчику возможности выбора компрессорного оборудования, реализованного с применением новых технологий, конструкторских решений и комплектующих, для того, чтобы с минимальными затратами и максимальным эффектом производить азот — одна из приоритетных задач нашей компании», — так В.Н. Белашов обосновал привлекательность выгоды от работы с промышленной группой «Teagas» потребителей азотных станций

В большинстве выступлений в той или иной форме рассматривались вопросы обеспечения высокой эффективности анализируемых процессов, циклов, различных установок и оборудования. Одновременно с этим в докладах затрагивались и проблемы безопасности при производстве и использовании продуктов разделения воздуха. Однако в некоторых из докладов вопросы безопасности являлись основными. Таким можно считать выступление заместителя директора НИККИ КМ ОАО «Криогенмаш», к.т.н. А.В. Кортикова (фото 23). Тема его доклада — «Практические вопросы безопасности при работе с оборудованием для производства, транспортирования и потребления продуктов разделения воздуха. Азот и аргон». В нём были перечислены возможные опасные зоны с нулевым или пониженным содержанием кислорода: аппараты; трубопроводы; ёмкости; кожухи ВРУ; зоны сброса паров и аварийного разлива жидких продуктов; ограниченные, плохо вентилируемые объёмы (траншеи, подвалы, колодцы). В этих зонах при неблагоприятных условиях могут накапливаться азот или аргон, снижая содержание кислорода в газовой смеси. В ПБ 11-544-03 «Правила безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха» указано, что «...объёмная доля кислорода в воздухе производственных помещений производства и потребления ПРВ должна составлять не менее 19 % и не более 23 %; должна обеспечиваться бесперебойная работа систем приточно-вытяжной вентиляции. Газовый анализ — автоматический с устройством сигнализации».



Фото 23. А.В. Кортиков в докладе доходчиво объяснил, как важен кислород для человека: «Мы можем три недели обходиться без еды, три дня — без воды и только два вдоха — без кислорода!». В связи с этим, заключил он, в поле зрения инженеров по охране труда постоянно должны находиться опасные зоны с нулевым или пониженным содержанием кислорода



Фото 24. «Важно для предотвращения взрывов разобраться, как не допустить попадания горючего газа в кислородный баллон. Для этого, во-первых, не использовать кислородные баллоны не по назначению, во-вторых, при проведении газосварочных работ предусматривать обязательную установку на резак огнепреградительных клапанов на кислородной и газовой линиях», — посоветовал участникам семинара В.П. Чижиченко

Часто на семинарах с докладами о взрывах кислородных баллонов выступает главный инженер ООО «Кислород сервис» (г. Киев), Государственный технический эксперт по промышленной безопасности В.П. Чижиченко (фото 24). На этот раз в его выступлении анализировались причины взрывов кислородных баллонов в городской больнице № 7 г. Луганска. Как известно, от взрыва пострадали несущие конструкции 2-5 этажей пятиэтажного здания; погибли 16 чел., травмировано 9 чел. [13]. В больнице взорвался один кислородный баллон, а второй — разрушился от детонации. В.П. Чижиченко из тщательного анализа случая, а также подобных 50-ти, которые произошли в 1995-2010 гг., сделал вывод, что во взорвавшемся баллоне находился не чистый кислород, а смесь кис-

лорода с горючим газом, предположительно метаном. Импульсом для возгорания смеси послужила, скорее всего, установленная на редукторе прокладка из материала, который не совместим с кислородом (резина, пластик). После подключения редуктора и открытия вентиля на баллоне произошло возгорание прокладки, затем смеси в баллоне и последующий за этим взрыв. Докладчик изложил чёткие рекомендации, которые при их обязательном применении могут предотвратить возникновение взрывов кислородных баллонов. Выступление вызвало многочисленные вопросы у присутствующих и оживлённую дискуссию.



Фото 25. Особенностью групп безопасности, разработанных для применения в России, как следовало из выступления Н.В. Павлова, является учёт того, что они могут устанавливаться на сосудах, размещаемых на открытых площадках. Это обстоятельство с учётом климатических условий России требует разработки групп безопасности на температуры окружающей среды от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже

О разработке компанией ООО «НПО Мониторинг» (г. Москва) рядов групп безопасности для сосудов с различными средами и давлениями сообщалось в докладе её генерального директора, к.т.н. Н.В. Павлова (фото 25). Создание их обусловлено тем, что современные стандарты безопасности предусматривают комплектацию сосудов, работающих под давлением криогенных, высокочистых, токсичных и взрывоопасных газов, двумя предохранительными клапанами: рабочим и резервным [14]. За рубежом эти системы называют группами безопасности. Некоторые компании производят их в сборе для различных сред, давлений и пропускных способностей. В России вопросы сборки таких систем решают самостоятельно производители сосудов, работающих под давлением, или потребители, занимающиеся их эксплуатацией. С таким положением, конечно, нельзя мириться. Компания разработала конструктивный ряд групп безопасности для сосудов, предназначенных для перечисленных классов веществ. Группы безопасности создаются ООО «НПО Мониторинг» на основе арматуры двух известных компаний: «Herose GmbH» (Германия) — производителя широкого ассортимента предохранительных клапанов; «Nabonim» (Израиль) —

производителя современных шаровых клапанов.

К группе докладов, в которых сообщались результаты научно-исследовательских работ, можно отнести два выступления. В первом из них, подготовленном сотрудниками МГТУ им. Баумана, ООО «Айсблик» и Одесской государственной академии холода, излагались постановка и решение задачи оптимизации геометрических размеров адсорберов, используемых в технологиях очистки редких газов [15]. Докладчик — руководитель криогенного комплекса ООО «Айсблик» (г. Одесса), д.т.н. Ю.М. Симоненко (фото 26). В выступлении подчёркивалось, что на эффективность процессов очистки неонгелиевой смеси в периодически действующем адсорбере, наряду с условиями работы, свойствами смеси и сорбента, существенное влияние оказывают геометрические характеристики аппарата и способ подвода тепла при регенерации сорбента. В качестве целевой функции оптимизации адсорберов с различными соотношениями протяжённости h и диаметра d , как было отмечено в докладе, можно принять критерий $\gamma_n = a_n / \Delta\tau_c$, где a_n — динамическая ёмкость сорбента по отношению к примеси; $\Delta\tau_c$ — длительность одного цикла работы адсорбера. Величина $\Delta\tau_c$ учитывает длительность отдельных фаз цикла, которые можно рассчитать с помощью комплекса расчётных моделей, разработанных авторами данного исследования.



Фото 26. Ю.М. Симоненко так охарактеризовал высокую актуальность большого объёма научных исследований: «Разработанная методика оптимизации адсорберов позволяет упростить начальный этап проектных работ и более точно прогнозировать характеристики создаваемого оборудования, в котором реализованы условия непрерывной очистки редких газов с наименьшими затратами и при минимальном числе аппаратов»

Со вторым докладом, в котором анализировались как уже хорошо освоенные, так и альтернативные технологии получения редких газов, выступил технический директор ООО «Айсблик», к.т.н. Н.П. Лосяков (фото 27). В докладе была дана оценка потенциала металлургических предприятий Украины по производству Ne-He-смесей и Kr-Xe-концентратов. В случае оборудования всех крупнотоннажных ВРУ Украи-

ны высокоэффективными системами, созданными сотрудниками компании для сбора и обогащения указанных смесей, общее их годовое извлечение составит 41,4 тыс. нм^3 Kr-Xe и 505 тыс. нм^3 Ne-Ne. Значительное количество редких газов удастся получить в результате переработки отдувочных газов агрегатов синтеза аммиака. Так, на первом этапе их переработки при $T=78$ К можно извлекать Ar, Kr и Xe, на втором при $T=23$ К — Ar, N_2 и Ne. В выступлении основное внимание было уделено совершенствованию традиционных и новых технологий извлечения Kr и Xe, а также Ne и He. Например, для увеличения объёмов производства Kr и Xe на высокопродуктивных ВРУ, оборудованных криптоновыми колоннами, следует внедрять системы нового поколения «Хром-3», «Кобальт-1», «Криптон-2». При отсутствии средств первичного концентрирования целесообразно использовать адсорбционные установки. Докладчик отметил, что на ВРУ с относительно невысокой тоннажностью можно разместить компактные системы для поглощения криптона и ксенона подвижными гранулами сорбента или для избирательного вымораживания ксенона. В выступлении также были представлены используемые компанией способы первичного обогащения Ne-Ne-смеси.



Фото 27. Н.П. Лосяков рассмотрел разработанные компанией технологии извлечения редких газов из неонгелиевых смесей и криптоноксеноновых концентратов, которые производятся на крупных ВРУ металлургических предприятий. Обращено внимание на возможность использования в качестве перспективного источника редких газов отдувок из агрегатов синтеза аммиака

В работе предыдущих семинаров по проблемам совершенствования производств ПРВ принимал участие известный специалист в области теплофизических свойств низкотемпературных газов и, в частности, компонентов воздуха д.т.н., профессор А.А. Вассерман (Одесский национальный морской университет). И на этом семинаре присутствующие в зале заседаний специалисты могли послушать его выступление (фото 28). Доклад содержал ценную информацию об автоматизированных системах по теплофизическим свойствам рабочих веществ низкотемпературной техники.

Данные о термодинамических свойствах и коэффициентах переноса рабочих веществ криогенных и холодильных установок необходимы для их проектирования и исследования [16]. Автоматизированные системы позволяют оперативно определять теплофизические свойства веществ в различных координатах и заменять при расчётах диаграммы состояния. Они обладают существенными преимуществами по сравнению с обычными справочниками. Программное обеспечение автоматизированной системы имеет модульную структуру. Это позволяет достаточно просто увеличивать количество веществ, рассчитываемых свойств и независимых переменных.



Фото 28. Профессор А.А. Вассерман после представления наиболее существенных и надёжных АИС остановился на особенностях и возможностях автоматизированной системы, разработанной под его руководством и функционирующей в Одесском национальном морском университете. С её помощью можно рассчитывать теплофизические свойства 20-ти технически важных газов и жидкостей: одноатомных газов, воздуха и его основных компонентов, диоксида углерода, аммиака, нескольких углеводородов и альтернативных хладагентов, а также 11-ти смесей, используемых в технике низких температур

4. ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ СЕМИНАРА И НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

Высокий уровень состоявшихся докладов, насыщенность их большим объёмом современной информации, с одной стороны, и активное заинтересованное участие слушателей в их обсуждении, с другой, дали возможность нам как организаторам семинара вручить им сертификаты, подтверждающие повышение квалификации по актуальной проблеме эффективной и безопасной эксплуатации ВРУ.

Большинство докладов заранее было оформлено авторами в виде статей. Выпуски журналов «Технические газы», в которых они были опубликованы, вручались нами участникам семинара в первый же день заседаний. Поэтому они могли заранее ознакомиться со статьями, встретиться с теми специалистами, чьи доклады их заинтересовали. Творческая ат-

мосфера семинара только способствовала этому.

Информационный фонд семинара сформировали, конечно, те специалисты, которые предварительно дали согласие выступить с докладами и даже подготовили на их основе статьи. Поэтому нами от имени оргкомитета семинара, в первую очередь, всячески поощрялись докладчики (фото 29).



Фото 29. Дипломами, подтверждающими высокий уровень докладов, и сувенирами отмечались все выступавшие на семинаре. Показано, как благодарил менеджера по продажам компании «Chart Ferox» Эльжбиету Зайдлер (а) и руководителя криогенного комплекса ООО «Айсблик», д.т.н. Ю.М. Симоненко (б)

В выступлениях докладчиков и участников семинара был высказан ряд пожеланий. Они относились к улучшению и расширению деятельности Ассоциации по оказанию помощи предприятиям отрасли. Некоторые предложения были обусловлены необходимостью обновления и совершенствования нормативных документов. С учётом этого была подготовлена Резолюция семинара, с проектом которой заранее могли ознакомиться все желающие. На последнем заседании её одобрили после внесения в текст некоторых дополнений и затем вручили каждому, кто принял участие в работе семинара. Поэтому, наверное, нет необходимости приводить её содержание. Единственно, что нужно отметить: в адрес Ассоциации было высказано предложение о проведении в г. Одессе 3-7 октября

2011 г. XII-го международного семинара по традиционно обсуждаемой актуальной проблеме повышения эффективности и безопасности производств продуктов разделения воздуха.

Но не только заседаниями, заслушиванием и обсуждением докладов жил семинар. Нами также многое делалось для того, чтобы создать условия для общения прибывших на семинар специалистов. Такие неформальные контакты имеют высокую ценность.

Во время семинара, несмотря на плотный график заседаний, нами было выделено время для ознакомления участников с историей и современностью Одессы. В первый же день была проведена экскурсия по городу. На следующий день участники семинара посетили Одесский национальный академический театр оперы и балета, где посмотрели оперный спектакль (фото 30).



Фото 30. Участники семинара в Одесском национальном академическом театре оперы и балета

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши контакты с участниками семинара не заканчиваются после того, как сделан последний доклад, подведены итоги работы и вручены сертификаты. Наша деятельность по обеспечению предприятий современной информацией на этом не прекращается. Она представляет собой непрерывный взаимообогащающий всех нас процесс.

Особенно прочными являются связи с теми, кто входит в состав Ассоциации: и членами-учредителями, и корпоративными членами. Мы дорожим контактами с ними и стремимся, — не скрою этого, — к дальнейшему расширению состава Ассоциации. Но в этом должны быть заинтересованы также и сами предприятия. Ведь членство в Ассоциации дает возможность предприятию регулярно получать современную информацию о состоянии исследований и разработок установок разделения воздуха; технологиях реконструкции, модернизации и сервиса существующих блоков разделения, а также о правилах и методах их безопасной эксплуатации.

Наша работа по информационному обеспечению предприятий, как известно, не ограничивается прове-

дением семинаров. Они исключительно важны, и этого никто не отрицает. Но семинары рассматриваются нами как одна из составляющих эффективно действующей системы непрерывного образования, которая реализуется в контакте и на базе Одесской государственной академии холода. Значимость этой системы обусловлена отсутствием в штате ряда предприятий специалистов с высшим образованием по криогенной технике и технологии. Использование практиков кадровую проблему предприятиям не решить. Необходимо инженеры, имеющие профильную подготовку.

От предприятий мы ждем заинтересованного отношения к проводимой нами работе. Рассчитываем также на дальнейший рост спроса на издаваемый нами научно-технический и производственный журнал «Технические газы». Вот где много новой информации и для разработчиков новой техники, и для практиков, занимающихся эксплуатацией ВРУ или использованием ПРВ!

Возвращаясь снова к семинару, следует отметить, что участники в ходе обмена впечатлениями, при обсуждениях докладов высоко оценивали уровень организации и проведения семинара, его исключительную полезность, а также единодушно одобряли крайне важную деятельность Ассоциации по информационному обеспечению предприятий отрасли и кадровому сопровождению внедрения новой техники и эффективных технологий. Мы, как и участники семинара, считаем и необходимым, и полезным организацию таких ежегодных мероприятий. С учётом состоявшегося XI-го семинара по проблеме совершенствования производств ПРВ и семинаров другой тематической направленности в их работе приняли участие 1065 специалистов с 274 предприятий 18 стран. Таким образом, нами преодолён тысячный рубеж!

Всего же Ассоциацией проведено 17 семинаров. Кроме указанных 11-ти семинаров нужно ещё назвать следующие семинары, которые Ассоциация организует в последнюю неделю мая: по проблемам повышения эффективности оборудования для производства компримированного и сжиженного природного газа; по проблемам эффективного производства и применения диоксида углерода.

Благодарим всех, кто откликнулся на наши приглашения и с пользой для развития техники разделения воздуха и соответствующих технологий принял участие в работе состоявшегося семинара. Нашу исключительно актуальную работу по информационной поддержке предприятий прекращать не собираемся. Поэтому мы говорим:

— До встречи в Одессе на следующем, двенадцатом, международном семинаре по проблемам совершенствования производств продуктов разделения воздуха!

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавренченко Г.К. Развитие системы непрерывного

образования производственников// Технические газы. — 2004. — № 4. — С. 2-6.

2. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика. — М.: Наука, 1981. — 496 с.

3. Кортиков А.В., Тарасова Е.Ю., Шитиков В.В. Создание современного комплекса по производству продуктов разделения воздуха в г. Полевской// Технические газы. — 2010. — № 6. — С. 16-20.

4. 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.

5. Сеник М.Г., Коротаев Э.Г. Производство перлита в мобильных комплексах для изоляции криогенного оборудования при его сооружении// Технические газы. — 2010. — № 3. — С. 70-72.

6. Хупавко К.В., Гордиенко П.В. Десятилетний опыт эксплуатации станции разделения воздуха компании «SIAD»// Технические газы. — 2010. — № 5. — С. 60-64.

7. Реконструкция ацетиленовой станции ОАО «Завод Уралтехгаз»/ С.И. Дабахов, Р.М. Завадских, Н.Н. Лаптев, В.Н. Семёнов// Технические газы. — 2010. — № 6. — С. 66-70.

8. Дудышева В.Н., Павлов Н.В., Мостовой В.В. Модернизация транспортных криогенных ёмкостей и газификаторов// Технические газы. — 2008. — № 3. — С. 68-72.

9. Черемных О.Я. Создание оборудования нового поколения для хранения и транспортирования продуктов разделения воздуха// Технические газы. — 2010. — № 6. — С. 22-29.

10. Рубан А.Г. Оценка эффективности применения облегчённых стальных баллонов высокого давления при обеспечении потребителей техническими газами// Технические газы. — 2010. — № 5. — С. 48-55.

11. Иванов К.А., Павлов Н.В. Современные атмосферные испарители криогенных жидкостей// Технические газы. — 2010. — № 3. — С. 30-33.

12. Смирнов А.В., Гринь Н.П., Наталуха Ю.Б. Разработка поршневого компрессора блочной конструкции 4ВМ10-55/71М1 для воздуходелительных установок среднего давления// Технические газы. — 2010. — № 6. — С. 31-35.

13. Чижиченко В.П. Анализ причин взрывов кислородных баллонов: комментарий к Луганской трагедии// Технические газы. — 2010. — № 5. — С. 65-68.

14. Павлов Н.В., Иванов К.А. Группы безопасности для сосудов, работающих под давлением криогенных, высококиштных, токсичных и взрывоопасных газов// Технические газы. — 2010. — № 5. — С. 69-72.

15. Оптимизация геометрических размеров адсорбентов, используемых в технологиях очистки редких газов/ В.Л. Бондаренко, И.А. Лосяков, О.Ю. Симоненко, О.В. Дьяченко, Ю.М. Симоненко// Технические газы. — 2010. — № 5. — С. 12-23.

16. Вассерман А.А., Козловский С.В., Мальчевский В.П. Автоматизированная система по теплофизическим свойствам рабочих веществ низкотемпературной техники// Технические газы. — 2010. — № 6. — С. 50-58.