

УДК 621.59(075.8)

Г.К. Лавренченко

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

ОБСУЖДАЮТСЯ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВ ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Восьмой международный семинар по актуальной проблеме повышения эффективности и безопасности производств продуктов разделения воздуха (Одесса, 1-5 октября 2007 г.) собрал 130 специалистов из более 70-ти предприятий и компаний различных государств. В работе семинара приняли участие изготовители оборудования для производств продуктов разделения воздуха и те, кто использует его для извлечения из воздуха кислорода, азота и аргона для обеспечения ими современных 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 30 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 оборудования и производств продуктов разделения воздуха. Рассматривается содержание докладов. Делается вывод об исключительной важности проведения таких семинаров в период роста спроса на продукты разделения воздуха, предъявления более высоких требований к обеспечиваемому уровню эффективности и безопасности воздухоразделительных установок.

Ключевые слова: Разделение воздуха. Криогенная техника. Кислород. Азот. Аргон. Редкие газы. Короткоцикловая адсорбция. Эффективность. Безопасность. Повышение квалификации. Обучение специалистов.

G.K. Lavrenchenko

QUESTIONS OF PERFECTION OF MANUFACTURERS FOR AIR SEPARATION PLANT ARE DISCUSSED

The 8th international seminar on problem of increase of efficiency and safety of manufactures of air separation products (Odessa, on October, 1-5, 2007) has collected 130 experts from more 70 enterprises and companies of the various countries. In work of a seminar have taken part the producers of equipment for manufactures of air separation products and those who uses it for extraction the oxygen, nitrogen and argon from air for maintenance of modern technologies with them. At a seminar also engaged the companies working in gas business. The organizer of seminar is Ukrainian Association of Manufacturers of Industrial Gases «UA-SIGMA». At seminar 30 reports which have characterized a condition and prospects of development of manufactures of air separation products have been listen and discussed. The active and interested perception of information, contacts with experts have allowed to participants of seminar to increase qualification, to receive recommendations for the further perfection of manufactures. The contents of reports is considered. It is judged the exclusive importance of carrying out of such seminars during growth of demand for separation products, siht of higher requirements to provided level of efficiency and safety of air separation plants.

Keywords: Air separation. Cryogenic engineering. Oxygen. Nitrogen. Argon. Pure gases. Pressure swing adsorption. Efficiency. Safety. Improvement of professional skill. Education of specialists.

© Г.К. Лавренченко

1. ВВЕДЕНИЕ

В Одессе 1-5 октября 2007 г. состоялся восьмой международный семинар, посвященный всестороннему рассмотрению многочисленных вопросов, объединённых актуальной проблемой повышения эффективности и безопасности производств продуктов разделения воздуха. В его работе приняли участие 130 специалистов из разных отраслей, представлявших более 70-ти предприятий и компаний РФ, Украины, Австрии, Германии, Китая, Литвы, Новой Зеландии, Франции и Чехии.

Анализ контингента участников показывает, что их можно условно отнести к трём группам. Первую, наиболее многочисленную, составили те, кто эксплуатирует воздухоразделительные установки (ВРУ) и производит кислород, азот, аргон, а также обеспечивает этими газами различные технологии в металлургии, химии и нефтехимии, машиностроении, энергетике и мн. др. Ко второй группе относятся разработчики и производители установок для криогенного и некриогенного разделения воздуха, 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. Особенность проведённого семинара — участие в его работе третьей довольно значительной группы, состоящей из тех, кто занимается обеспечением потребителей широкой гаммой технических газов (кислород, азот, аргон, диоксид углерода, различные газовые смеси), которые находят применение в сварке, медицине, пищевых технологиях.

Семинар, как и предыдущий [1], проводился под эгидой Минпромполитики Украины, Минпромэнерго РФ, Одесской государственной обл. администрации, Одесской государственной академии холода, Международной академии холода и при участии Госпромгорнадзора Украины, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В настоящей статье проанализируем содержательную часть семинара, которую сформировали 30 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.

2. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧАСТНИКОВ СЕМИНАРА

Для ознакомления и обсуждения на семинаре нами заблаговременно была подготовлена весьма насыщенная и интересная, по нашему мнению, программа. С ней были ознакомлены предприятия и компании, которые предварительно зарезервировали возможность участия в работе семинара их специалистов. Но программа семинара целенаправленно продолжала формироваться вплоть до самого момента его открытия. Несмотря на произошедшее увеличение числа докладов,

нам удалось все их обсудить и большую часть заранее опубликовать в пятом и шестом выпусках журнала «Технические газы». Публикация не снизила интереса к содержащейся в них информации, а наоборот — лучше подготовила специалистов к восприятию и обсуждению каждого конкретного сообщения.

Во время пленарного заседания, приуроченного к открытию семинара, от Ассоциации «УА-СИГМА» были сделаны два доклада. Коснусь некоторых положений этих докладов, вызвавших, на мой взгляд, интерес у аудитории (см. фото 1).



а)



б)

Фото 1. Участники и гости семинара практически полностью заполняли зал в отеле «Виктория», где проводились все заседания по программе состоявшегося семинара (а). В президиуме (б) — члены оргкомитета: директор ПКФ «Криопром» ООО (г. Одесса) И.В. Кириченко; зам. директора по научной работе ООО «НИИ КМ» (г. Москва), к.т.н. В.Н. Уткин; генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис» (г. Балашиха Московской области) А.Б. Ленский; директор ООО «Red Mountane Ukraine» (г. Одесса) А.Г. Тарасенко; ректор Одесской государственной академии холода, д.т.н., профессор В.В. Притула; директор ОАО «Линде Газ Украина» (г. Днепрпетровск) Ю.П. Горец (слева направо)

В первом из них отмечалась высокая актуальность организованного Ассоциацией семинара. Для аргументации сошлюсь лишь на некоторые подтверждающие это факты, принимаемые во внимание характеристики и оценки нынешней ситуации. Так, нужно всегда учитывать, что производства продуктов разделения воздуха (ПРВ) являются сложными техническими и техно-

логическими объектами. Их эксплуатация должна обеспечиваться хорошо подготовленными специалистами. Наблюдается повышение спроса на компоненты воздуха в связи с существенным подъёмом экономики в СНГ и более широким распространением технологий, ориентированных на их использование. На многих предприятиях создаются новые более эффективные и безопасные производства ПРВ, модернизируются или реконструируются существующие. Но, наряду с этим, до сих пор в промышленности используется значительное число ВРУ с недопустимо большими сроками эксплуатации, превышающими нередко нормативные, установленные их производителями. Такая ситуация должна беспокоить руководство этих предприятий в связи с тем, что растут требования к производствам продуктов разделения воздуха как объектам повышенной опасности. Не хватает для эксплуатации оборудования производств ПРВ специалистов необходимого профиля с высшим образованием, имеются сложности с организацией повышения их квалификации только силами предприятий. На заводах кислородного и криогенного машиностроения организовано производство ВРУ новых модификаций с комплексным разделением воздуха и высоким уровнем автоматизации процессов контроля и управления. Производственники недостаточно или несвоевременно информируются об этом. Разработки ВРУ и другого оборудования ведутся с использованием более эффективных программных продуктов. Необходимо ознакомление специалистов с их возможностями. Внедряются новые схемные и конструктивные решения, совершенные технологии изготовления оборудования для современных производств ПРВ. Широко начинают использоваться ВРУ с некриогенными принципами выделения из воздуха кислорода или азота. Появляются новые нормативные документы, правила и рекомендации по безопасной эксплуатации ВРУ, нуждающиеся в обсуждении.

Учёт всего этого позволил сформулировать цели семинара, обозначить перечень проблемных вопросов, которые предназначались для рассмотрения в кругу специалистов. 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 различных предприятий и компаний. Увеличение числа участников проводимых Ассоциацией семинаров с 44 чел. (2000 г.) до 130 чел. (2007 г.) — лучшее подтверждение этого вывода.

Спектр перечисленных признаков актуальности, как можно заметить, довольно широк. В связи с этим, при выборе тем для выступлений стремились, с одной стороны, учесть иногда несовпадающие интересы отдельных групп участников и представляемых ими предприятий, с другой — вынести на обсуждение, кроме сугубо профессиональных, ещё и такие доклады, которые были бы интересны большинству специалистов. В качестве примера назову второй наш доклад, в котором анализировались результаты работы Ассоциации по кадровому и информационному обеспечению современных технологий производства и использова-

ния 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 ПРВ [2,3]. 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). В 2002-2007 гг. по направлению Ассоциации, являющейся для ОГАХ единым заказчиком, прошли переподготовку, т.е. получили второе высшее образование в области криогенной техники и технологии, 50 чел. Кроме этого, в настоящее время этой формой обучения «охвачено» ещё 16 чел., нами комплектуются и новые группы. Не иссякает интерес и к организуемым Ассоциацией курсам повышения квалификации по специальностям «Криогенная техника и технология»; «Компрессоры, пневмоагрегаты и вакуумная техника». Так, в течение четырёх лет в ОГАХ по этим специальностям повысили квалификацию более 100 производственников с 33 предприятий Украины и РФ.

К семинару мы подошли с возросшим количеством ассоциированных членов. Во время первого заседания были вручены сертификаты руководителям предприятий, решивших тесно сотрудничать с нами (фото 2).



а)



б)

Фото 2. В ряды Ассоциации вступают всё новые члены. На этом семинаре сертификаты о приёме в Ассоциацию были вручены директору ООО «Промышленные газы» (г. Мариуполь) А.А. Скрицкому (а) и исполнительному директору компании «Technex Limited» (Новая Зеландия — Украина) И.Б. Воронину (б)

В первый день работы семинара шёл разговор и о других событиях, которые являются знаковыми не только для Ассоциации. Коснусь некоторых из них.

Нас отделяют 130 лет от опытов *Л.-П. Кайете* (Франция) и *Р.П. Пикте* (Швейцария), в которых были достигнуты температуры ожигения кислорода [4]. Этими опытами было опровергнуто предположение о существовании так называемых постоянных, т.е. принципиально несжижаемых, газов, к которым в то время относили и кислород. Указанные исследователи с помощью созданных ими установок впервые в стационарных условиях «опустились» в область криогенных температур. Поэтому принято считать, что эти события положили начало криогенике — одной из важнейших областей науки и техники.

Два юбилейных события 2007-го года связаны с историей компаний «Air Liquide» и «Linde AG». В этом году исполнилось 105 лет успешным работам талантливого инженера *Ж. Клода* по созданию первой установки с поршневым детандером для ожигения воздуха [5]. Они явились стимулом к организации в то время для производства криогенных воздухоразделительных установок успешно действующей сейчас компании «Air Liquide». Как известно, создатель другой известной компании — «Linde AG», доктор *К. Линде* использовал для ожигения воздуха эффект Джоуля-Томсона и предварительное аммиачное охлаждение [6]. Коммерческую установку для этой цели он построил ещё в 1900 г. От производства жидкого воздуха *К. Линде* перешёл к выделению из него кислорода. Для этого в установках им вначале использовалась дефлегмация жидкого воздуха, несколько позже — его разделение в колонне однократной ректификации и, наконец, 100 лет назад — получение кислорода в более эффективной колонне двукратной ректификации.

В 2007 году отмечается 70-летие открытия академиком *П.Л. Капицей* явления сверхтекучести в жидком гелии [7]. Выполненные им опыты на оригинальных лабораторных установках способствовали интенсивному развитию теоретической физики, расширению наших представлений о свойствах материи, так как сверхтекучий гелий оказался первой экспериментально исследованной квантовой жидкостью. В 1978 г. за фундаментальные изобретения и открытия в области низких температур академик *П.Л. Капица* был удостоен Нобелевской премии. Известен большой вклад *П.Л. Капицы* (1936-1946 гг.), сравнимый с его исследованиями в физике, в создание принципиально новых крупнотоннажных кислородных установок низкого давления, их схем, машин и агрегатов. По его инициативе и при непосредственном участии в Балашихе был построен специализированный завод кислородного и криогенного машиностроения, который послужил основой для создания в 1949 г. такой широко известной сейчас компании, как ОАО «Криогенмаш» [8].

На семинаре ни раз шёл разговор ещё об одной юбилейной дате — 50-летию запуска первого искусственного спутника Земли. Этому событию была посвящена и статья в издаваемом Ассоциацией журнале [9]. Спутник был выведен на орбиту 4 октября 1957 г.

ракетой Р-7, созданной под руководством *С.П. Королёва*. Её криогенные баки вмещали около 160 т жидкого кислорода. Для его доставки на космодром были созданы и выпущены предприятием «Уралвагонзавод» (г. Нижний Тагил Свердловской области) в необходимом количестве железнодорожные цистерны 8Г52. Кроме этого, заводом были произведены подвижные средства 8Г117 и 8Г118 для заправки и дозаправки ракеты Р-7 жидким кислородом на стартовом комплексе.

На 2007 г. пришлись 75-летние юбилеи таких известных предприятий, как ОАО «Харьковский автогенный завод» [10] и ОАО «НПО Гелиймаш» (г. Москва) [11]. В этом году праздновалось 85-летие авторитетного вуза — Одесской государственной академии холода [12], история которого начинается от организованного в 1922 г. Высшего техникума общей и прикладной химии. Такое название, — высший техникум, — тогда использовалось для вузов узкой специализации. Его создали на основе химических факультетов Одесского университета и Одесского политехнического института. Сейчас ОГАХ ведёт подготовку бакалавров, специалистов и магистров по 14-ти специальностям шести направлений. Многие из тех, кто занимается разработкой, производством и эксплуатацией воздухоразделительных установок — выпускники этого вуза.



Фото 3. Ректор ОГАХ поздравил присутствующих в зале специалистов с началом работы VIII-го международного семинара и пожелал им успешной работы. Им было сообщено, что Академией многие годы готовятся высококвалифицированные инженерные кадры для различных направлений техники низких температур. «Немало наших выпускников, как я думаю, находятся здесь в зале. Из имеющейся у нас информации известно, что они на своих предприятиях занимают ведущие позиции, вносят существенный вклад в их развитие, участвуют в модернизации производств продуктов разделения воздуха, реализуют энергосберегающие программы. Они для решения этих задач хорошо были подготовлены Академией. Но Академия не только нашим выпускникам, но и всем может оказывать помощь в обучении, переподготовке и повышении квалификации. Для этого нужно укреплять наши с вами связи», — так завершил выступление В.В. Притула

В заключительной части пленарного заседания к участником семинара обратились ректор ОГАХ, д.т.н., профессор *В.В. Притула* (фото 3), директор ОАО «Линде Газ Украина» *Ю.П. Горец* и генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис» *А.Б. Ленский*.

После пленарного заседания началось трёхдневное обсуждение докладов, с которыми выступили участники семинара перед находящимися в зале коллегами.

Все доклады можно условно объединить в четыре группы: информирующие о создании и пуске в эксплуатацию новых производств продуктов разделения воздуха; освещающие разработку и выпуск нового оборудования; посвящённые анализу сокращения потерь криопродуктов, повышению их качества, обеспечению безопасной эксплуатации ВРУ; содержащие результаты работ по созданию и практическому внедрению новых эффективных криогенных технологий.

Остановимся кратко на каждом из докладов.

Первую их группу сформировали обстоятельные сообщения о проблемах разработки, а также особенностях и характеристиках ВРУ, которые изготовлены и введены в строй в составе новых производств продуктов разделения воздуха. К такому докладу можно отнести выступление сотрудника компании «Linde AG» (Германия) д-ра *А.Ю. Алексева* (фото 4). Тема его выступления, — «Технология криогенного разделения воздуха и стратегия компании «Linde AG», — заинтересовала участников семинара. Докладчик проанализировал основные направления совершенствования схем, конструкций и в целом воздуходелительных установок, производимых компанией. Были рассмотрены различные варианты производства газообразных продуктов разделения воздуха под давлениями, которые требуются во многих случаях для реализации промышленных технологий. *А.Ю. Алексеев* остановился и на других особенностях выпускаемых ВРУ. К основным из них можно отнести: постоянное совершенствование метода получения чистого аргона низкотемпературной ректификацией; применение эффективных регулярных насадок; исключение из технологических схем ВРУ холодильных машин; изготовление холодных частей ВРУ только из алюминия; производство ключевого оборудования ВРУ только на заводах компании и др. Хорошим дополнением к докладу явилось рассмотрение основных показателей крупнотоннажной ВРУ, изготовленной компанией «Linde-KCA-Dresden GmbH» для Енакиевского металлургического завода (Донецкая область, Украина).

К этому блоку докладов относится выступление ведущего специалиста ОАО «Криогенмаш», к.т.н. *С.Н. Пуртова** (фото 5), который рассказал о создании установки разделения воздуха КдАд-15/12 [13]. Она является первой в ряду установок с внутренним сжатием криопродуктов, к производству которых приступило это предприятие. На базе этой ВРУ создано новое производство разделения воздуха на Новокузнецком метал-

лургическом комбинате (Кемеровская область, РФ). Основные потребители кислорода на предприятии — электросталеплавильные печи. Кислород к печам подаётся под давлением 1,6 МПа. В связи с неравномерным его потреблением установка выдаёт кислород под давлением 2,5 МПа. Для сглаживания неравномерности применяются специальные реципиенты. Установка разделения воздуха полностью размещена внутри цеха. Для уменьшения высоты блока разделения нижняя и верхняя колонны установлены на одном уровне, а подача кислорода из верхней колонны в основной конденсатор осуществляется криогенным насосом. Установка в ходе приёмочных испытаний перерабатывала 84000 м³/ч воздуха, выдавая при этом 15750 м³/ч газообразного кислорода с чистотой 99,7 % под давлением (изб.) 2,4 МПа и 13000 м³/ч газообразного азота с чистотой 99,999 % под давлением (изб.) 1,0 МПа. В настоящее время ОАО «Криогенмаш» разрабатывает и изготавливает ещё несколько ВРУ с внутренним сжатием продуктов. Две из них предназначаются для собственных заводов технических газов, которые будут снабжать потребителей Северского и Первоуральского трубных заводов продуктами разделения воздуха на условиях реализуемых on-site-проектов.



Фото 4. «Компания «Linde AG» как крупный известный производитель различных криогенных воздуходелительных установок, — отметил в докладе *А.Ю. Алексеев*, — постоянно уделяет внимание их совершенствованию, повышению надёжности и безопасности. В настоящее время каждая установка разрабатывается и изготавливается нами практически по индивидуальному заданию. При таком подходе специалистами компании создаются установки, которые наиболее эффективно интегрируются в структуру предприятия, где имеется потребность в продуктах разделения воздуха»

Второй раз в работе семинаров по рассматриваемой проблеме участвовала компания «Red Mountain Energy Corp.». На этот раз её представляли специалисты ООО «Red Mountane Ukraine» (г. Одесса). Участники семинара заслушали доклад технического директора компании *С.В. Руцкого* (фото 6), в котором

* *С.Н. Пуртов* в августе 2007 г. в Китае участвовал в работе XXII-го конгресса Международного института холода. За цикл работ по исследованию и оптимизации технологических схем производства редких газов он был удостоен премии им. Карла Линде.

рассматривались особенности и характеристики жидкостных ВРУ низкого давления с производительностью от 500 до 2000 кг/ч. Докладчик подробно остановился на опыте проектирования таких установок, их изготовления и эксплуатации. В качестве примера были приведены данные о конкретных производствах продуктов разделения воздуха, созданных с использованием указанных жидкостных установок низкого давления: кислородно-азотная станция для ООО «Нефтеюганск-промсервис»; кислородно-азотная станция для ООО «Аргус» (г. Самара, РФ) и др.



Фото 5. С.Н. Пуртов в выступлении сказал, что в установке КдАд-15/12 впервые в практике предприятия была использована полностью насадочная верхняя колонна, заполненная алюминиевой структурированной насадкой типа Mellapak-252У. Малое гидравлическое сопротивление колонны предопределило возможность работы установки с относительно низким давлением воздуха на входе в блок разделения, соответствующим 0,47 МПа



Фото 6. Многочисленные вопросы к С.В. Руцкому после его выступления указывали на то, что проблемы создания эффективных жидкостных ВРУ средней производительности, работающих по схемам низкого давления, интересуют многих потребителей продуктов разделения воздуха

Впервые в работе проводимых нами семинаров по обсуждаемой проблеме приняли участие представители компании «Air Liquide Engineering and Services Ukraine» (г. Мариуполь Донецкой области). Несмотря на это, компанию хорошо знают и организаторы, и участники семинара. При её поддержке в Украине успешно завершается поставка и ввод в эксплуатацию на разных металлургических объектах пяти крупнотон-

нажных ВРУ типа К-60 производства «Air Liquide». Такие установки уже эксплуатируются на трёх известных предприятиях: ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь» и ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь». Ещё две ВРУ монтируются на ОАО «Алчевский металлургический комбинат». Работы в г. Алчевске по этим двум установкам близки к завершению. Участники семинара заслушали выступление директора по производству указанной компании С.А. Флекеля (фото 7). В докладе рассказывалось об успешном решении ряда сложных задач, не имеющих аналогов, по строительству почти одновременно на нескольких предприятиях металлургической отрасли Украины пяти крупнотоннажных воздуходелительных установок, изготовленных указанной компанией. Непростыми задачами была доставка на площадку, где создавались новые производства продуктов разделения воздуха, таких крупногабаритных узлов ВРУ, как ректификационные колонны. Причём, для каждого из производств разрабатывался наиболее оптимальный вариант транспортировки грузов из Франции с заводов компании «Air Liquide» или её партнёров. В докладе нашли отражение также и такие вопросы, как организация выполнения рабочих проектов создаваемых производств продуктов разделения воздуха с новыми ВРУ, проведения монтажных и пусконаладочных работ. В результате в металлургической отрасли Украины после пуска двух таких ВРУ в Алчевске, — а это может произойти в течение ближайших 2-3 месяцев, — будут эксплуатироваться пять высокоэффективных крупнотоннажных блоков, произведённых компанией «Air Liquide».



Фото 7. «Для каждого заказчика установок нами отработывался свой наиболее приемлемый вариант доставки крупногабаритных элементов. Так, поставка оборудования для строительства первой ВРУ на ММК им. Ильича производилась нами морским путём. Крупное оборудование и сосуды, — сообразил в докладе С.А. Флекель, — располагались на палубе судна, а остальное — в трюмах. Криогенные колонны и крупные сосуды после прибытия судна были выгружены на причалы порта. Затем они, проделав путь в 80 км вокруг Мариуполя (их нельзя было везти через город), были доставлены на выделенную комбинатом для строительства ВРУ площадку»

На семинаре интересующее многих направление некриогенного получения из воздуха кислорода и азота было представлено докладом генерального директора ООО «Провита» (г. Санкт-Петербург), д.т.н., профессора *А.К. Акулова* (фото 8). Эта компания вышла на рынок РФ с рядом перспективных разработок [14]. В его выступлении были раскрыты особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха с целью получения в них кислорода или азота. С привлечением экспериментальных результатов было показано, как растёт концентрация получаемого продукта при снижении производительности КЦА-установки; как изменяется при производстве газов разной чистоты степень извлечения кислорода или азота; каковы резервы дальнейшего снижения энергопотребления КЦА-установками.



Фото 8. В докладе *А.К. Акулова* уделялось внимание анализу возможностей более экономичного выделения из воздуха кислорода или азота, рассмотрению рабочих характеристик установок короткоциклового адсорбции

Автоматизации управления технологическими параметрами установок некриогенного разделения воздуха — мембранных и адсорбционных, был посвящён доклад ведущего специалиста ООО «КБ Тезар» (г. Протвино Московской области) *Д.А. Васильева* (фото 9). Выступающий обратил внимание присутствующих на разные подходы при автоматизации крупных криогенных ВРУ, когда требуется многоуровневый и многопараметрический технологический контроль, и малых мембранных или адсорбционных установок [15]. Для создания систем контроля и управления такими небольшими газоразделительными установками был успешно использован приём модульного их исполнения. Тема автоматизации нашла продолжение в докладе генерального директора ООО «КБ Тезар» *А.В. Плотникова* (фото 10). Это специализированное предприятие с участием сотрудников ОАО «Криогенмаш» *А.И. Кашенкова* и *А.Д. Северинова* занимается разработкой эффективных программных продуктов и микропроцессорных устройств для управления криогенными ВРУ и контроля за их параметрами [16]. В качестве примера, подтверждающего высокий уровень работ, можно назвать создание совершенной системы контроля технологических параметров детандер-компрессорных агрегатов ВРУ.



Фото 9. «Данная разработка выполнялась нами совместно со специалистами ОАО «Криогенмаш», — сообщил слушателю *Д.А. Васильев*. — Наши предприятия произвели разработку серии эффективных микропроцессорных устройств, позволяющих вести модульное построение систем измерения, мониторинга и управления небольшими установками»

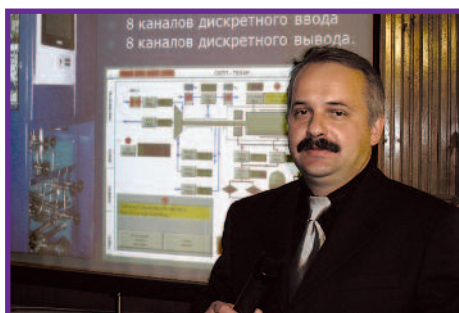


Фото 10. *А.В. Плотников* рассказал, что в настоящее время все детандер-компрессорные агрегаты, выпускаемые ОАО «Криогенмаш», комплектуются системами контроля, позволяющими для предотвращения аварийных ситуаций постоянно следить за их кинематическими параметрами

В ряде выступлений сообщалось о разработке и выпуске нового оборудования, которое необходимо не только для комплектации ВРУ, но также и для создания инфраструктуры хранения, транспортирования и использования ПРВ. Такие сообщения интересуют практически всех участников семинара. Подтверждением явилось обстоятельное обсуждение доклада исполнительного директора компании «Technex Limited» (Новая Зеландия-Украина) *И.Б. Воронина* (фото 11). В нём говорилось о характеристиках и достоинствах криогенного оборудования, которое производится компанией из Новой Зеландии на её собственных заводах. Компания проявляет интерес к рынку Украины и стран СНГ. Участники семинара из выступления узнали о том, что в Украине завершаются подготовительные работы к выпуску полуприцепов ёмкостью 20 м³ для жидких продуктов разделения воздуха. Выпуск этого и, конечно, несколько позже другого подобного оборудования позволит существенно снижать потери криопродуктов на их пути от производителя к различным потребителям.



Фото 11. «Нами начинается производство первых в СНГ криогенных полуприцепов, — заявил И.Б. Воронин. — К концу текущего года будут выпущены первые экземпляры этого крайне востребованного оборудования»

На прошлогоднем семинаре с большим докладом выступал заместитель генерального директора ЗАО «Группа компаний «Бентопром» (г. Москва) *Э.Г. Коротаяев* [17]. В нём сообщалось о серьёзной и очень важной для отрасли кислородного и криогенного машиностроения работе по выпуску совместно с ОАО «Криогенмаш» обоснованных технических требований к вспученному перлитовому песку как эффективной теплоизоляции криогенного оборудования. На этом семинаре *Э.Г. Коротаяев* (фото 12) рассказал о широком использовании вспученного перлита, производимого в соответствии с указанным ТУ 5714-001-05747985-2006, при сооружении крупнотоннажных блоков разделения воздуха, на базе которых созданы новые производства продуктов разделения воздуха. Изолирование таких блоков показало, что некоторые характеристики вспученного перлита, выпускаемого ЗАО «Группа компаний «Бентопром», реально оказываются лучше даже тех, которые внесены в указанные ТУ. Например, при засыпке перлитом блока разделения самой крупной в СНГ ВРУ, принадлежащей ЗАО «Air Liquide SeverStal» (г. Череповец, РФ), его усадка оказалась существенно ниже того показателя, что допускают введённые в действие технические условия.



Фото 12. *Э.Г. Коротаяев назвал практически всех ведущих в мире производителей ВРУ, которым его компания в 2006-2007 гг. поставляла вспученный перлит в качестве эффективной криогенной теплоизоляции. Для некоторых объектов количества отгружаемого перлита превышали тысячу тонн*

Два доклада, прозвучавших на семинаре, были тематически связаны между собой общей проблемой совершенствования оборудования для использования технических газов в различных технологиях. Для иллюстрации предлагаемых решений в докладах делались ссылки на эффективное оборудование известной компании «Cryostar» (Франция). В первом из докладов, с которым выступил директор по науке ООО «НИИ КМ», к.т.н. *В.Н. Уткин* (фото 13), анализировались характеристики и особенности широкого ряда криогенных насосов, изготавливаемых этой компанией [18]. Докладчиком были представлены три группы серийных насосов для жидких криопродуктов: поршневых, центробежных транспортных и центробежных стационарного типа. Внимание специалистов обращалось на то, что совершенствование переработки газов — актуальная задача для многих компаний, занимающихся газовым бизнесом. *В.Н. Уткин* рекомендовал для снижения потерь криопродуктов применять не только криогенные насосы, но и оптимально приспособленные для работы с ними специальные резервуары. Второй доклад о современном оборудовании компании «Cryostar» для переработки криопродуктов, развивающий обсуждаемую проблему снижения их потерь, сделали директор по реализации продукции *Самуэль Зуаги* и инженер по продажам насосов *Лоран Райшеншаммер* (фото 14). Они рассмотрели особенности изготавливаемого компанией оборудования для всей цепи «производство криопродуктов — их транспортирование — перелив в криогенные ёмкости под давлением — хранение — газификация — поставка газов». Для каждого компонента этой компанией выпускается наиболее эффективное оборудование. Это и криогенные насосы различных типов, и криогенные ёмкости с атмосферными испарителями, и системы управления. Например, компания производит под конкретный заказ модульные полностью автоматизированные системы наполнения газами реципиентов. С помощью таких систем можно увеличивать производительность при заправках до 30 %, добиваться высокого уровня безопасности, обеспечивать высокую точность (до 0,1 %) наполнения и смесеобразования.

Снижение энергозатрат при производстве продуктов разделения воздуха — актуальная задача, которая учитывается разработчиками криогенных ВРУ. Один из резервов — полезное использование в технологических схемах работы расширения воздуха в турбодетандерах. Этот подход реализуется в крупнотоннажных установках. В ВРУ средней производительности детандер-компрессорные агрегаты по ряду причин находят ограниченное применение. В докладе ведущего специалиста Ассоциации «УА-СИГМА» *С.Г. Швеца* (фото 15) была изложена постановка задачи оптимизации криогенных ВРУ с одновременной разработкой эффективных агрегатов. На конкретном примере было показано, как решается задача нахождения оптимальных значений режимных и конструктивных параметров основных элементов систем «турбодетандер-турбокомпрессор».



Фото 13. «При использовании традиционного типа оборудования потери газифицированных криопродуктов в виде баллонных газов на пути их от производителя к потребителю достигают почти 25 %. В случае применения предлагаемых схемы и оборудования, — подчеркнул В.Н. Уткин, — удаётся в 8 раз снизить потери криопродуктов»



Фото 14. Лоран Райшенишаммер (справа) отметил одну из характерных особенностей компании: выполнение на основе производства оборудования проектов по модернизации оборудования и поставок современных газов с использованием инновационных технологий. Самуэль Зуаги (в центре) в ходе совместного выступления коснулся перспективных разработок компании в области специализированного программного обеспечения, необходимого для организации контроля за приготовлением газовых смесей

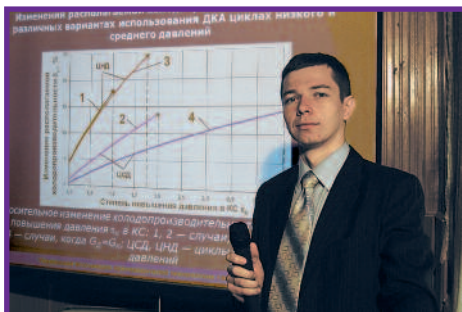


Фото 15. «Начальные приближения для решения общей оптимизационной задачи могут находиться из условий максимума холодопроизводительности детандерной ступени агрегата и достижения в этом случае наибольшего значения степени повышения давления в его компрессорной ступени», — с такой рекомендацией начал анализ полученных результатов С.Г. Швец

О технических характеристиках производимой аппаратуры сообщалось в докладе, с которым выступили коммерческий директор компании «Herose GmbH» (Германия) *Йоахим Эмке* и инженер компании «Trac-com s.r.o.» (Чешская республика) *Вацлав Влчек* (фото 16). Докладчики показали специалистам небольшой фильм, в котором презентовалась компания «Herose GmbH». В выступлении рассказывалось об использовании эффективных технологий разработки, изготовления и контроля качества многочисленных клапанов, которые находят применение в оборудовании мировых лидеров кислородного и криогенного машиностроения («Linde», «Air Products», «Chart-Fe-rox» и др.).



Фото 16. В докладе Вацлава Влчека и Йоахима Эмке (слева направо) подробно характеризовались технические показатели освоенных в производстве клапанов; сообщалось о создании ряда новых моделей

В производствах продуктов разделения воздуха применяются различные компрессоры. К их энергетическим и расходным характеристикам, а также показателям надёжности предъявляются постоянно растущие требования. Поэтому в отрасли современного компрессоростроения должны это учитывать при создании всё более совершенных моделей. На семинаре были заслушаны два доклада, относящихся к этой проблеме. С первым из них выступил заместитель главного энергетика СЗАО «Молдавский металлургический завод» *В.М. Швец* (фото 17). Он остановился на рассмотрении особенностей обеспечения кислородом процессов плавки электростали. Им было показано, что для решения довольно сложной инженерной задачи на заводе создана специальная технологическая схема, включающая в себя поршневые компрессоры, ресиверы для кислорода с давлением до 35 бар и кислородный регулирующий пункт. На заводе по первоначальному проекту были установлены три оппозитных кислородных компрессора 4M10-40/35 ПО «Пензкомпрессормаш». Низкое качество этих компрессоров приводит к повышенным трудовым и материальным затратам. В ходе реконструкции кислородно-компрессорной станции завода был введён в эксплуатацию дополнительный кислородный компрессор 4D225-3D, изготовленный компанией «Burckhardt Compression» (Швейцария). Опыт эксплуатации этого компрессора подтвердил высокий уровень его основных характеристик. Второй доклад,

посвящённый разработке эффективных самодействующих клапанов для различных многоступенчатых компрессоров, сделал главный конструктор АВ «Ноег-бигер-Виенубе» (Литва) Альбертас-Йонас Поска (фото 18). Производимые этой компанией самодействующие клапаны используются в поршневых компрессорах различных моделей. Специалисты компании постоянно ведут работы по совершенствованию производимой продукции. Высокий уровень их квалификации позволяет создавать клапаны под конкретный заказ. О результатах такой опытно-конструкторской работы, выполненной для водородного поршневого компрессора, рассказывалось в выступлении. В итоге удалось повысить долговечность новых клапанов более чем в 20 раз [19]. Считаю, что это должно заинтересовать многие предприятия, где эксплуатируются компрессоры типа 6ГШ1,6-2/1,1-200-3.

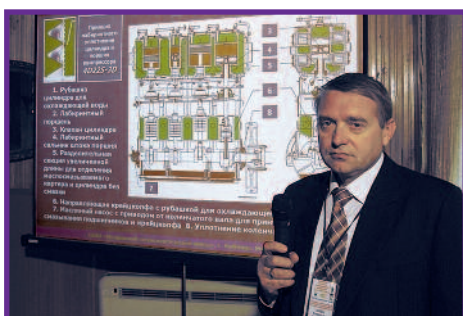


Фото 17. В.М. Швец сообщил, что проводимые систематически плановые ремонтные работы позволяют достигать межремонтных периодов поршневого компрессора 4D225-3D не менее 2,5 лет и наработки не менее 19000 ч



Фото 18. Важнейшие характеристики поршневого компрессора - прежде всего экономичность работы и надёжность - существенно зависят, как отметил А.-Й. Поска, от степени совершенства самодействующих клапанов

Во многих докладах, прозвучавших на семинаре, серьёзное внимание уделялось техническому и технологическому обеспечению высокой эффективности и безопасности эксплуатируемого или создаваемого оборудования. Однако в программе семинара присутствовали специальные доклады, в которых преимущественно рассматривались различные аспекты безопасности оборудования, используемого в производствах ПРВ. К такой категории относилось выступление за-

местителя коммерческого директора ЗАО «Пензенское конструкторско-технологическое бюро арматуростроения» Л.А. Кваченко (фото 19). В нём докладывалось об эффективной разработке предприятия — компьютерной системе CRS, представляющей собой современный инструмент для измерений и регистрации результатов испытаний промышленной аппаратуры, различной арматуры и всевозможных предохранительных клапанов.

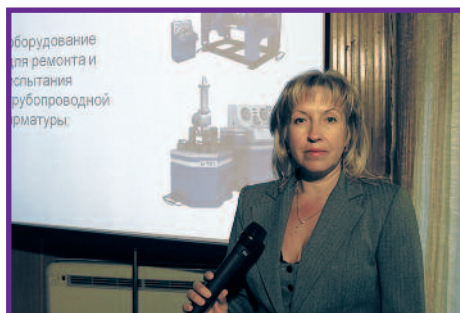


Фото 19. «В состав комплекса, — сообщила Л.А. Кваченко, — входят стенд СИ-14-2 для пневматических испытаний и настройки предохранительных клапанов, компрессорная установка УК-3 для поддержания давления на уровне 40 МПа, система компьютерного измерения и регистрации CRS, а также бронезащита»

В работе проводимых нами семинаров несколько лет активно участвует ведущий в СНГ специалист по вопросам безопасности производств продуктов разделения воздуха — начальник сектора адсорбции и взрывобезопасности ВРУ ОАО «Криогенмаш», к.т.н. В.И. Файнштейн (фото 20). На этот раз в программе состоявшегося семинара были запланированы два его выступления. Первое содержало информацию о нормах на предельно допустимые концентрации углеводородов в жидком кислороде. С учётом указанных норм докладчиком были сформулированы рекомендации персоналу по безопасной эксплуатации ВРУ [20]. Во втором докладе В.И. Файнштейн изложил результаты исследований, в ходе которых были установлены причины загрязнения жидких криопродуктов при технологических операциях их хранения и транспортирования [21]. Специалисты были ознакомлены с данными, полученными экспериментальным путём, о процессах и конкретных значениях растворимости CO₂ в жидком кислороде или аргоне; CO₂ и кислорода — в жидком азоте. Выступление вызвало многочисленные вопросы. Такой повышенный интерес обуславливается ростом наблюдаемых сейчас требований к чистоте криопродуктов. Докладчик предложил для предупреждения загрязнения продуктов хранить и перевозить их в оборудовании при давлении, превышающем атмосферное. Проблемы конструирования и изготовления ёмкостного оборудования для хранения и транспортирования жидкого водорода — тема выступления начальника лаборатории изоляции ОАО «Криогенмаш», к.т.н.

Г.И. Сайдаля (фото 21). В докладе были изложены современные тенденции, которые проявляются в создании криогенных ёмкостей для жидкого водорода; показано, как они учитываются при их изготовлении; обращено внимание на обеспечение пожаро- и взрывобезопасности оборудования.



Фото 20. «При анализе результатов определения содержаний углеводородов в жидком кислороде необходимо учитывать не только данные текущих измерений, которые характеризуют эффективность средств очистки воздуха и жидкого кислорода, но и среднее содержание примесей в жидком кислороде за весь период работы аппарата после отогрева», — такой рекомендацией завершилось выступление В.И. Файнштейна



Фото 21. В выступлении Г.И. Сайдаля в деталях было охарактеризовано созданное на предприятии хорошо оснащённое производство криогенных ёмкостей для жидкого водорода. Часть используемых технологий - уникальна. Может быть, этим объясняется рост заказов на жидководородное оборудование, который наблюдается в последнее время

Использование продуктов разделения воздуха в новых технологиях — проблема, интересующая многих специалистов. Этим объясняется повышенное внимание участников семинара к выступлению генерального директора ЗАО «НПП Криосервис» А.Б. Ленского (фото 22). Он сообщил о разработке и организации выпуска установки «Кедр», предназначенной для улавливания паров, которые вытесняются в окружающую среду при сливе нефтепродуктов в системы их хранения. В установке пары нефтепродуктов конденсируются за счёт испарения жидкого азота. Газооб-

разный азот затем поступает в надтопливные пространства для создания там безопасной инертной среды. Применение таких установок позволит достичь впечатляющих результатов. Приведу пример, относящийся только к Москве. По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды годовой оборот в 2002 г. моторного топлива составил около 4 млн. т. С учётом этого в атмосферу города было выброшено не менее 7,5 тыс. т бензина [22].



Фото 22. А.Б. Ленский привёл результаты внедрения установки «Кедр»: «В настоящее время в Москве и других городах России эксплуатируются более 10-ти таких установок. Они позволяют сконденсировать и вернуть в резервуары хранения в виде товарного топлива до 98 % паров бензина, которые выбрасывались до этого в атмосферу»

С двумя докладами на семинаре выступили сотрудники ООО «Айсблик» (г. Одесса). В первом докладе, который сделала ведущий специалист О.В. Дьяченко (фото 23), всесторонне изучались расчётные характеристики дроссельных циклов с предварительным азотным охлаждением [23]. Рассматривались как классическая регенеративная схема одного давления, так и более сложная — с двумя давлениями и двукратным дросселированием. Установки с дроссельными циклами высокого давления применяются на предприятии для криогенного обеспечения систем разделения лёгких газов и получения изотопов неона. Со вторым докладом, посвящённым модификации адсорбционной установки получения ксеноноазотной смеси из первичного криптонового концентрата, выступил начальник сектора ООО «Айсблик» И.А. Лосяков (фото 24). Разработанный и внедрённый в конкретное оборудование способ распределения потоков первичного криптонового концентрата в узле предварительной его адсорбционной очистки позволит минимизировать потери такого ценного продукта, каким является ксенон [24].

Ассоциация «УА-СИГМА» выполняет ряд поисковых научно-исследовательских работ [25]. К ним можно отнести разработку энерготехнологических многопродуктовых комплексов на природном газе, содержащих когенерационную установку, ВРУ и углекислотную станцию. В выступлении начальника научно-исследовательского сектора Ассоциации «УА-СИГМА» А.В. Копытина была дана оценка эффективности и других

показателей указанных комплексов. Показано, что такой комплекс может функционировать при потреблении лишь природного газа. Эксергетический КПД комплекса в 3 раза выше при автономном производстве жидких продуктов — азота или кислорода и более чем в 20 раз больше при производстве электроэнергии и газобразного азота по сравнению с традиционными однопродуктовыми установками.



Фото 23. «Финишные стадии разделения неонгелиевой смеси реализуются при температурах 28-40 К. Для криостатирования объектов при этих температурах, — сказала О.В. Дьяченко, — предпочтительно использовать в качестве рабочего тела неон — эффективный и безопасный хладагент»

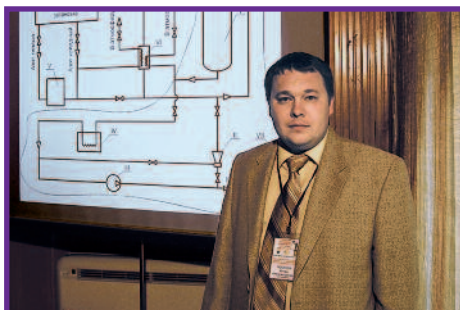


Фото 24. Модернизация установки Хе-0,06 состоит во включении в её состав, как пояснил И.А. Лосяков, узла предварительной очистки первичного криптонового концентрата от тяжёлых углеводородов и радона



Фото 25. «Разработанные нами энерготехнологические комплексы с различной номенклатурой вырабатываемых продуктов и высокой эффективностью могут найти широкое применение, так как в состоянии интегрироваться в любое производство», — этим выводом завершил выступление А.В. Копытин

3. ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ РАБОТЫ СЕМИНАРА

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.

Практически все доклады заранее были оформлены авторами в виде статей. Журналы, в которых были опубликованы эти статьи, вручались нами участникам семинара в первый же день заседаний. Поэтому они могли заранее ознакомиться с каждым из докладов, встретиться с теми специалистами, чьи доклады их заинтересовали. Творческая атмосфера семинара, конечно, только способствовала этому.

Интеллектуальный и информационный фонд семинара сформировали те, кто предварительно дал согласие выступить с докладом и подготовил на его основе статью. Нами от имени оргкомитета семинара всячески поощрялись докладчики (фото 26).

В выступлениях докладчиков и участников семинара был высказан ряд пожеланий. Они преследовали цели, связанные с улучшением и расширением 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. Резолюции вместе с краткими отчётами высланы нами руководству предприятий, командировавших своих специалистов на семинар. Поэтому, думаю, нет необходимости приводить её содержание в этой статье. Единственно, что нужно отметить: в адрес Ассоциации высказано предложение о проведении в 2008 г. в г. Одессе II-го международного семинара по вопросам повышения эффективности и безопасности производства и использования компримированного и сжиженного природного газа (19-23 мая) и IX-го международного семинара по традиционно обсуждаемой актуальной проблеме повышения эффективности и безопасности производств продуктов разделения воздуха (6-10 октября).

При подготовке и проведении семинара нами постоянно уделялось внимание обеспечению участников информацией о технологиях и приёмах безопасной эксплуатации ВРУ. Это продиктовано тем, что как производство продуктов разделения воздуха, так и их последующее использование характеризуются высокой потенциальной опасностью, которая обусловлена проявлением многочисленных специфических факторов. Поэтому при обсуждении на семинаре проблем повышения эффективности ВРУ неизбежно касались и вопросов их безопасной эксплуатации.



а)



б)



в)

Фото 26. Дипломами, подтверждающими высокий уровень докладов, отмечались все выступавшие на семинаре. Показано, как благодарили за выступления заместителя генерального директора по научной работе ООО «НИИ КМ» (г. Москва), к.т.н. В.Н. Уткина (г. Москва) (а); начальника сектора адсорбции и взрывобезопасности ВРУ ОАО «Криогенмаш» (г. Балашиха Московской области), к.т.н. В.И. Файнштейна (б) и заместителя коммерческого директора ЗАО «ПКТБА» (г. Пенза) Л.А. Кваченко (в)

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 (фото 27).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши контакты с участниками семинара не заканчиваются после того, как сделан последний доклад, подведены итоги и вручены сертификаты. Эта работа по обеспечению предприятий современной информа-

цией не прекращается. Она представляет собой непрерывный взаимообогащающий всех нас процесс.



а)



б)

Фото 27. Доброжелательная обстановка способствовала обсуждению профессиональных проблем, обмену опытом, укреплению контактов между специалистами и компаниями: а — генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис» А.Б. Ленский, технический директор ПКФ «Криопром» ООО И.В. Кириченко; б — ведущий специалист ПКФ «Криопром» ООО А.Д. Бровка, генеральный директор ООО «Криокомплект» (г. Москва) И.Б. Пархоменко, генеральный директор ООО «Новороссийский кислородный завод» В.Б. Сычёв, директор ПКФ «Криопром» ООО А.А. Воронов, заместитель директора ООО «Аргон» (г. Краснодар) Г.В. Онуц (слева направо)

Особенно прочными являются связи с теми, кто входит в состав Ассоциации: и членами-учредителями, и ассоциированными членами. Этот контингент постоянно растет. Мы дорожим контактами и стремимся, — не скрою этого, — к дальнейшему расширению состава Ассоциации. Но в этом должны быть заинтересованы 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 сервисе существующих блоков разделения, а также о правилах и методах их безопасной эксплуатации. В современной ситуации повышения спроса на ПРВ, общего подъема экономики всё это довольно актуально.

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 нами на базе Одесской государственной академии холода.

Значимость этой системы обусловлена отсутствием в штате ряда предприятий инженеров-специалистов в области криогенной техники. Использование практиков, несомненно толковых, кадровую проблему предприятиям не решить. Необходимы специалисты с высшим образованием, имеющие профильную подготовку. Ассоциация предлагает два варианта решения проблемы. Во-первых, для заочного обучения нами приглашаются выпускники технических колледжей, которые работают в системе производств ПРВ. После зачисления их без экзаменов на третий курс (только по итогам собеседований) они в течение четырёх (а не шести!) лет могут получить высшее образование по специальности «Криогенная техника и технология». Во-вторых, тем, кто уже имеет высшее техническое образование, предлагаем пройти двухлетнюю переподготовку с целью получения, также без отрыва от производства, второго высшего образования по указанной специальности.

В дополнение к этому Ассоциацией ежегодно организуется повышение квалификации по специальности «Криогенная техника и технология». В 2008 г. занятия будут проводиться в марте-апреле по очно-заочной форме.

Из простого перечисления видно, как много внимания Ассоциация уделяет улучшению кадрового состава предприятий, производящих или использующих ПРВ. 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 обсуждении 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. Приятно сообщить, что всего в семинарах, проведенных Ассоциацией в 2000-2007 гг., приняли участие 825 специалистов с 265 предприятий и компаний 17-ти стран мира.

Благодарим всех, кто откликнулся на наши приглашения и с пользой для развития техники разделения воздуха и соответствующих технологий принял участие в работе данного семинара. Прекращать нашу исключительно актуальную работу по информационной поддержке

предприятий не собираемся. Поэтому мы говорим:

— До встречи на следующем, девятом международном семинаре!

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лавренченко Г.К.** Международная встреча производителей и потребителей воздухоразделительной техники// Технические газы. — 2007. — № 1. — С. 2-16.
2. **Лавренченко Г.К.** Кадровое сопровождение предприятий, производящих продукты разделения воздуха// Технические газы. — 2003. — № 3. — С. 2-7.
3. **Лавренченко Г.К.** Развитие системы непрерывного образования производственников// Технические газы. — 2004. — № 4. — С. 2-6.
4. **Бродянский В.М.** У истоков криогеники// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 2-6.
5. **Клод Ж.** Жидкий воздух. — Л.: Научно-химическое технич. изд-во, 1930. — 361 с.
6. **Лавренченко Г.К.** Линде и «Линде АГ»: от первой кислородной установки к современным системам производства технических газов// Технические газы. — 2002. — № 1. — С. 6-13.
7. **Бродянский В.М.** Открытие сверхтекучести гелия// Технические газы. — 2007. — № 5. — С. 11-13.
8. **Бродянский В.М.** «Кислородная эпопея» П.Л. Капицы// Технические газы. — 2007. — № 2. — С. 2-10.
9. **Павленко С.Т., Черемных О.Я.** «Уралвагонзавод» приблизил начало космической эры// Технические газы. — 2007. — № 3. — С. 19-22.
10. **Шершнёв Г.П.** Будни и праздники харьковских кислородчиков// Технические газы. — 2007. — № 3. — С. 23-29.
11. **Лавренченко Г.К.** От кислородного к гелиевому машиностроению// Технические газы. — 2007. — № 3. — С. 2-5.
12. **Лавренченко Г.К.** Новое лицо известного вуза// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 7-11.
13. **Пуртов С.Н.** ВРУ КдАд-15/12 - первая установка ОАО «Криогенмаш» с внутренним сжатием продуктов разделения// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 45-50.
14. **Акулов А.К.** Особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 31-34.
15. Системы контроля технологических параметров мембранных и адсорбционных установок/ **Д.А. Васильев, А.В. Лутчев, А.В. Плотников и др.**// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 40-43.
16. Система контроля технологических параметров турбодетандерных агрегатов воздухоразделительных установок/ **Д.А. Васильев, А.В. Лутчев, А.В. Плотников и др.**// Технические газы. — 2007. — № 5. — С. 47-51.
17. **Сайдадь Г.И., Петров С.И., Коротаев Э.Г.** Разработка требований к вспученному перлитовому песку как эффективной теплоизоляции криогенного оборудования// Технические газы. — 2006. — № 1. — С. 63-66.
18. **Уткин В.Н.** Высокоэффективные криогенные насосы для технологий производства и использования технических газов// Технические газы. — 2007. — № 4. — С. 65-69.
19. **Поска А.-Й., Стриога Д., Илющенко Э.Ф.** Разра-

ботка новых эффективных самодействующих клапанов для различных многоступенчатых поршневых компрессоров, используемых в производствах продуктов разделения воздуха// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 65-67.

20. **Файнштейн В.И.** О нормах содержания лёгких углеводородов в жидком кислороде// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 61-64.

21. **Файнштейн В.И., Домашенко А.М., Беляев Ю.И.** Загрязнение жидких криогенных продуктов при технологических операциях хранения и транспортирования// Технические газы. — 2007. — № 5. — С. 65-68.

22. Криогенные технологии для обеспечения взрывопожарной и экологической безопасности хранилищ нефти и нефтепродуктов/ **А.Б. Ленский, А.А. Крикунов, И.Р. Беги-**

шев и др.// Технические газы. — 2007. — № 5. — С. 53-58.

23. Использование дроссельных циклов в установках получения чистого неона и его изотопов/ **В.Л. Бондаренко, Ю.М. Симоненко, О.В. Дьяченко, С.В. Комаровский**// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 51-56.

24. Модернизация адсорбционной установки получения ксенонозотной смеси из первичного криптонового концентрата/ **В.Л. Бондаренко, Н.П. Лосяков, А.П. Графов, И.А. Лосяков**// Технические газы. — 2007. — № 6. — С. 35-39.

25. **Лавренченко Г.К., Копытин А.В.** Энерготехнологические многоцелевые комплексы на природном газе, содержащие углекислотную станцию, когенерационную и воздухо-разделительную установки// Технические газы. — 2008. — № 1. — С.18-22.

ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР

СН,-2008



СЕМИНАР ПРОВОДИТСЯ
УКРАИНСКОЙ АССОЦИАЦИЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ "УА-СИГМА"



ПОД ЭГИДОЙ:

- МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ
- МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ РФ
- ОДЕССКОЙ ОБЛГОС АДМИНИСТРАЦИИ
- ОДЕССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ ХОЛОДА
- МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ ХОЛОДА

ПРИ УЧАСТИИ:

- ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА УКРАИНЫ
ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЕ ТРУДА
И ГОРНОМУ НАДЗОРУ
- ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ



Секретариат оргкомитета:
65026, Украина, Одесса-26, а/я 271
Тел/факс: + 380 48 777 00 87
E-mail: uasigma@paco.net
Http://www.uasigma.odessa.ua



Генеральный информационный спонсор



«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА КОМПРИМИРОВАННОГО И СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА»

19-23 мая 2008 года
г. Одесса



Место проведения семинара:

Гостиница «Виктория», расположенная
в знаменитом курортном районе
г. Одессы — Аркадии.

Условия проживания:

Одноместные номера со всеми
удобствами.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

