

УДК 621.793

Научно-технические результаты деятельности ОАО «Криогенмаш» на этапе реформирования экономики России*



Проф. И.Ф. КУЗЬМЕНКО
ОАО «Криогенмаш»

The article describes the activities of the OAO «Cryogenmach» in the period of economics reforming, tells about the arising problems and pathways of coming out of the difficult situation. Owing to modernization, development of new equipment, its supplies to the enterprises of Russia and abroad, the OAO «Cryogenmach» was able to achieve goods results.

10-летие деятельности Международной академии холода совпало с трудным периодом в жизни ОАО «Криогенмаш». Резкий спад в основных отраслях – потребителях криогенного оборудования (черная и цветная металлургия, химическая промышленность и др.), замораживание государственного заказа и государственных программ фундаментальных и прикладных исследований вызвали снижение объемов производства и подорвали саму основу научно-технического развития.

Из-за неблагоприятной конъюнктуры на отечественном рынке руководство ОАО «Криогенмаш» сконцентрировало свои усилия на развитии экспорта криогенного оборудования. После 30-летнего перерыва возобновились достаточно масштабные коммерческие отношения с предприятиями Китая. В течение 6 лет была поставлена серия воздухоразделительных установок (ВРУ): КААр-16 для металлургических комбинатов Китая (10 шт.), Румынии (2 шт.), Узбекистана (1 шт.), КААр-32 для Ирана, АКАр-6 (1 шт.), ААж-1,2 (2 шт.) для Узбекистана, модернизированная установка КАр-30 для «Азовстали» (совместно с Эр Ликид). Все эти установки успешно работают (фото 1, 2).

В этот же период в ОАО «Криогенмаш» была разработана и утверждена Программа развития и освоения ВРУ нового поколения, конкурентоспособных на мировом рынке. В ней были сформулированы следующие основные принципы совершенствования ВРУ:

- комплексное извлечение продуктов, включая получение редких газов;
- повышение степени извлечения продуктов: кислорода до 98–99 %, аргона – до 80–85, азота – до 75–80 %;
- получение части продуктов в жидком виде (до 2–3 % перерабатываемого воздуха);
- расширение диапазона работоспособности ВРУ до 50 % от номинальной производительности по кислороду;
- оснащение ВРУ микропроцессорными средствами контроля и управления;
- снижение потребляемой мощности до 0,35...0,38 кВт·ч на 1 м³ производимого кислорода.

Программой было определено основное комплектующее

оборудование ВРУ (системы, машины, аппараты) и обусловлены задачи НИОКР, которые, в частности, касаются:

- создания блоков комплексной очистки воздуха большой производительности;
- использования крупногабаритных пластинчато-ребристых теплообменников;
- создания турбодетандер-компрессорных агрегатов (ТКА) с дожимающей тормозной ступенью;
- освоения технологии насадочных ректификационных колонн;
- создания систем контроля и управления (СКУ) на базе управляющих логических контроллеров и персональных компьютеров и др.

В условиях спада объемов продаж предприятие, конечно, не имело достаточных ресурсов для масштабного развития этих работ. Тем не менее благодаря экспорту удалось их продолжить и уже в 1996 г. была разработана и поставлена в Китай установка АКАр-13/6, которая при сравнительно небольшой производительности может быть отнесена к ВРУ нового поколения (БКО, ПРТ, ТДКА). Научно-исследовательские работы по насадочным колоннам стали основой создания технологической линии по изготовлению насадки для колонн головного образца АКАр-6. Современная СКУ была отработана на установке КА-5 Молдавского металлургического завода.

Положительные результаты этих и других работ открыли путь для более масштабных разработок. К 2000 г. в ОАО «Криогенмаш» был разработан ряд ВРУ нового поколения. Основные

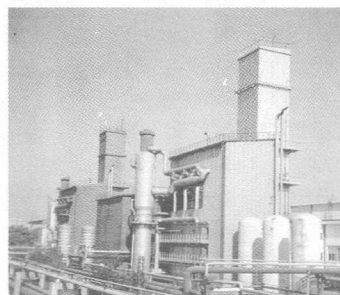


Фото 1. Воздухоразделительная установка АКАр-15, Металлургический комбинат в г. Тан-шань, КНР, 1996 г.



Фото 2. Воздухоразделительная установка АКАр-6/2, г. Бекабад, Узбекистан, 1998 г.

* Доклад публикуется в сокращении.

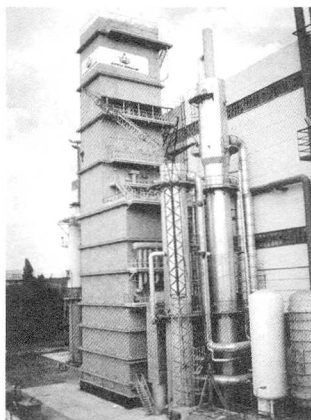
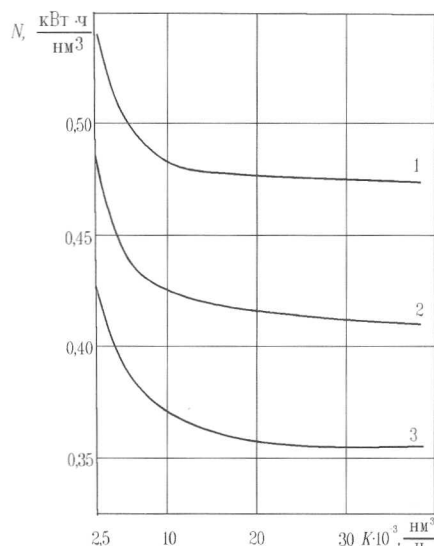


Фото 3. Воздухоразделительная установка КААР-30М на Ново-Липецком металлургическом комбинате (2002 г.)



Зависимость удельного расхода энергии от количества получаемого кислорода

Модификация	КАР-30	АКАР-100/36 (проект)
Эффективность воздушного компрессора η	0,65	0,75
Перерабатываемый воздух:		
объемный расход, м³/ч	180000	180000
абсолютное давление, МПа	0,67	0,60
Производственный кислород:		
содержание O₂, %	99,5	99,8
объемный расход, м³/ч	30300	36500
коэффициент извлечения, %	81,0	98,0
Производственный аргон:		
содержание Ar, %	99,993	99,999
объемный расход, м³/ч	350	1400
коэффициент извлечения, %	21	85
Производственный азот:		
содержание O₂, %	—	0,0001
объемный расход, м³/ч	—	105000
доля от воздуха, м³/м³ п.в.	—	0,58
приведенная производительность по условному газу, м³/ч	31650	59473
Удельный расход энергии, кВт·ч/м³ (%):		
на кислород	0,510 (100)	0,363 (71,2)
на углекислый газ	0,488 (100)	0,223 (46,6)

технические решения этого ряда заложены в проекты модернизации ВРУ для различных металлургических комбинатов: КтК-35-3 (Магнитогорск), КААР-30М (Ново-Липецк), для ГМК (Кривой Рог), АКТ-16-2М (Великий Новгород), АКАР-60/35 (Череповец), КтА-40/30 (Норильск) и др. Часть этих проектов реализована, по другим ведется поставка и монтаж оборудования.

В качестве примера реализации новой концепции ВРУ на фото 3 показан блок ВРУ КААР-30М на Ново-Липецком металлургическом комбинате.

Технико-экономические результаты модернизации кислородных производств показаны на графике и в таблице. Работы по дальнейшему совершенствованию ВРУ нового поколения продолжаются.

Расширение экспорта сыграло положительную роль и в других направлениях деятельности ОАО «Криогенмаш». Так, в Китай было поставлено 13 компактных систем хранения объемом по 63 м³: БСХ-50 (3 шт.), БСХ-25 (4 шт.), БСХ-5 (8 шт.), 6 автомобильных цистерн ЦТ-8, газификаторы, резервуары и т.п.; в Республику Корея – 16 газификаторов жидкого кислорода объемом по 25 м³.

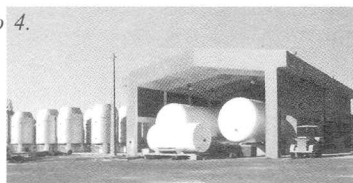
Успешно завершены в эти годы более масштабные и оригинальные проекты – криогенные системы для индийского космодрома SHAR и для стартового комплекса морского базирования «Sea Launch».

Первый проект предусматривал разработку и поставку шести стартовых и обеспечивающих криогенных систем. Это системы заправки жидким кислородом, жидким водородом; системы обеспечения азотом; системы очистки водорода, тонкой очистки гелия; системы контроля и управления. С 2001 г. началась успешная эксплуатация этих систем. Часть их оборудования показана на фото 4. Сейчас продолжаются работы для второй очереди космодрома SHAR: разработаны и поставлены передвижные азотные цистерны объемом по 130 м³ каждая, система охлаждения водорода для кислородно-водородного разгонного блока, охладители кислорода, гелия и другое оборудование. На фото 5 показаны стадии изготовления (130 м³) азотных цистерн.

По проекту «Sea Launch» были разработаны, поставлены и успешно эксплуатируются система заправки жидким кислородом (фото 6) и система термостатирования объектов ракетно-космического комплекса.

Наиболее негативные последствия для ОАО «Криогенмаш»

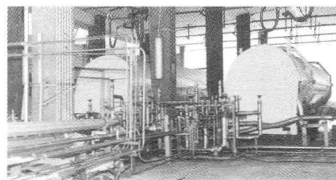
Фото 4.



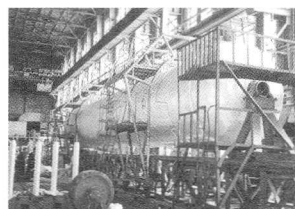
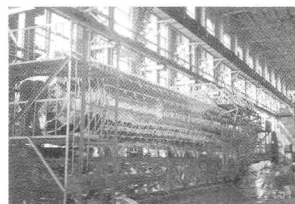
Система заправки жидким водородом (Индия, 1998 г.)



Система заправки жидким водородом.
Система заправки жидким кислородом.
Система заправки жидким азотом.
Система очистки водорода.
Система тонкой очистки гелия.
Система газового контроля



Система заправки жидким азотом (Индия, 1998 г.)



Нанесение экрано-вакуумной изоляции (Индия, 2000 г.)

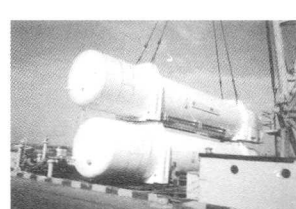


Фото 5.

Азотные цистерны объемом 130 м³ (Индия, 2000 г.)

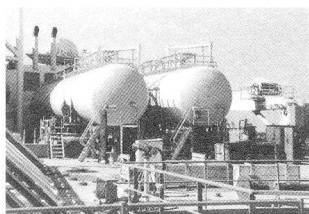


Фото 6.

Стартовый комплекс морского базирования «Sea Launch» (США, Россия, Норвегия, Украина, 1998 г.)

Система заправки жидким кислородом и термостатирования для стартового комплекса морского базирования «Sea Launch» (1998 г.)

имело свертывание крупных национальных программ в области ракетно-космической техники, по управляемому термоядерному синтезу, МГД-генераторам, ускорителям. По существу перед ОАО «Криогенмаш» встал выбор: ликвидировать направления по гелиевой и водородной тематике или с большими издержками сохранить их как определяющие в развитии современной криогеники. Выбор был сделан в пользу второго варианта, и мы надеемся, что это было оправдано и подтверждение этому есть.

В прошедшие годы были осуществлены три важных контракта по поставке в общей сложности более 1,5 км трубопроводов жидкого гелия для ускорителя LEP Европейского Центра ядерных исследований (фото 7). В процессе этих работ удалось со-

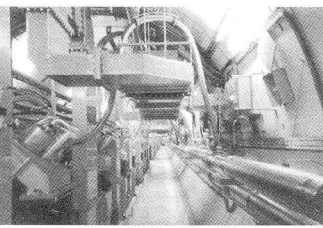
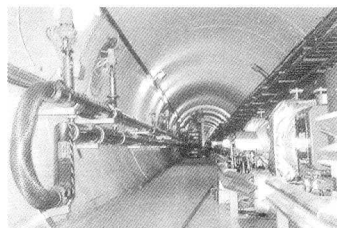


Фото 7.

Криогенные гелиевые трубопроводы, Европейский Центр ядерных исследований (Швейцария, 1998 г.)

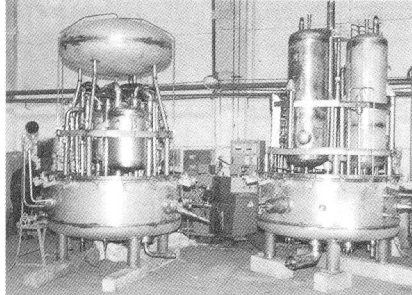
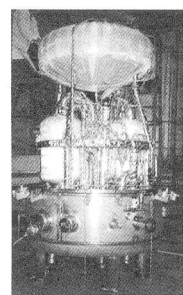


Фото 8.

Монтаж гелиевого ожижителя ОГ-300 (Индия, 2001 г.)

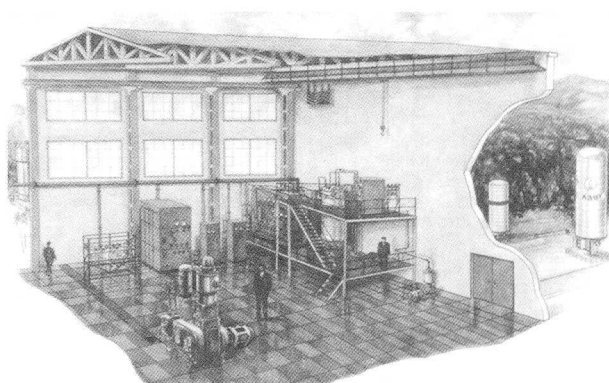


Фото 9. Станция ожижения водорода производительностью 20 л/ч

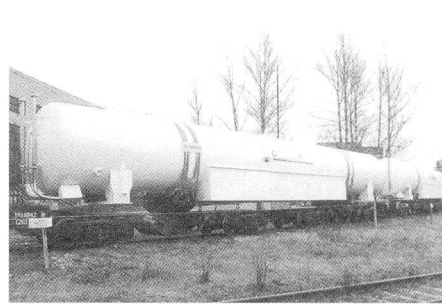
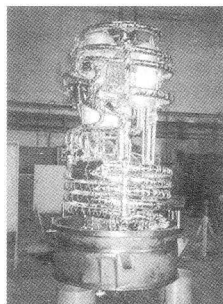


Фото 10. Монтаж водородного ожижителя (Иран, 2001 г.)

Фото 11. Криогенный резервуар объемом 100 м³ (КНР, 2002 г.)

здать конструкцию трубопроводов, которые по показателю интегральных холодопотерь превзошли аналоги зарубежных фирм на 30 %.

В течение 1999–2001 гг. ОАО «Криогенмаш» разработало и осуществило поставку в Индию гелиевого ожижителя-рефрижератора производительностью 300 л/ч. На фото 8 показан монтаж гелиевого ожижителя ОГ-300.

К настоящему времени ожижитель водорода смонтирован и прошел автономные и приемосдаточные испытания, в ходе которых подтверждены все основные паспортные характеристики. При создании ожижителя отработан ряд оригинальных технических решений, которые предполагается использовать в последующих ожижителях.

Проявляется интерес к ожижителям водорода. В этом направлении был выполнен ряд проектов для космодрома SHAR. Разработан и поставлен заказчику ожижитель водорода малой производительности (20 л/ч) с системой хранения объемом 5 м³ (фото 9, 10). Отдельные резервуары поставлены в Китай (63 м³), в КБ «Химавтоматика» (Воронеж). Разработаны и поставлены в Китай три железнодорожные цистерны объемом 100 м³ (фото 11).

В настоящее время после успешных технологических испытаний у заказчика они проходят пробеговые испытания. Ряд крупных проектов находится в стадии разработки.

Таким образом, можно сказать, что влияние ситуации в стране на состояние ОАО «Криогенмаш» было исключительно отрицательным с достаточно тяжелыми последствиями. Но самые тяжелые времена, по-видимому, остались позади. Ежегодно растут объемы производства, в этом году они ожидаются на уровне 1 млрд руб. по сравнению с 140 млн руб. в 1998 г. Ушли в прошлое акционерные разборки, лихорадившие нормальную работу коллектива. Появились серьезные возможности для научно-технического развития, а это одно из условий благополучия фирмы.