

Первый в России типовой мини-завод по производству сжиженного природного газа

И.Л.ХОДОРКОВ,

заместитель генерального директора
ЗАО «Сигма-Газ», академик МАХ,
лауреат премии ОАО «Газпром»

К этому событию давно стремились все те, кто верил и настойчиво добивался освоения в России нового нетрадиционного вида топлива, топлива XXI в. – сжиженного природного газа (СПГ). Концепция рентабельных малых производств СПГ, принятая как часть стратегии решения этой проблемы в России [1], находит все новые подтверждения в мировой практике, глобальный анализ которой был проведен на прошедшем в г. Сеуле (Южная Корея) XIII Международном конгрессе по LNG (СПГ).

Такие страны, как Норвегия, Польша, Китай, Аргентина, Бразилия, Иран, Австралия, практически работают в данном направлении или проявляют серьезный интерес к этой проблеме.

Доказано, что при определенных условиях установки для получения сжиженного природного газа, не конкурируя с масштабными крупнотоннажными заводами по производству СПГ на экспорт, могут оказаться вполне рентабельными и приносить реальную прибыль своим владельцам в районах, не обеспеченных по тем или иным причинам системой трубопроводной газификации [4,5].

Технические решения, положенные в основу создания малых производств СПГ, могут быть различными, что зависит как от экономических факторов, так и от ресурсной базы, характерной для каждой из стран.

В России, как в стране с развитой сетью магистральных газопроводов, такой ресурсной базой являются расположенные на них многочисленные крупные и средние газоредуцирующие станции (ГРС), а также сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). Принципиально важным здесь является возможность использования энергии давления сжатого газа для получения холода при редуцировании на ГРС и типового компрессорного оборудования, которым оснащена большая часть из примерно 250 АГНКС на территории России и ближнего зарубежья.

Здесь необходимо кратко остановиться на существующей проблеме повышения эффективности АГНКС, средняя загрузка которых по стране для заправки газобаллонного автотранспорта составляет не более 7–10 % [2].

Созданные в 60-е годы с использованием компрессорного оборудования производства ГДР и Сумского компрессорного завода для заправки 500 автомобилей в сутки эти станции долгие годы не оправдывают возложенных на них надежд. Простаивая из-за низких темпов газификации транспорта, они были и остаются убыточными, несмотря на свою высокую оснащенность и расположение в районах основных транспортных потоков страны.

Не лучше было бы задействовать эти станции на полную мощность для производства СПГ по всей протяженности Волги в условиях простоя судов из-за высоких цен на дизельное топливо?

The principal technical solutions for a typical mini-factory commissioned by ZAO-Sigma-gas in the town of Peterhof (Saint-Petersbourg) on the basis of previous liquefaction plant are presented.

To increase refrigerating capacity of the main throttle separation cycle an external refrigerating circuit for high pressure gas based on a two-stage freon refrigerating machine K-127 was used.

An increase in working pressure of the cycle from 120–140 bar to 180–190 bar with the substitution of the recuperative heat exchanger for the heat exchanger developed by OOO Intellect was also a contributing factor in essential increase in refrigerating capacity of the installation.

Эти и другие проблемы были положены в основу работ, выполнявшихся в течение ряда лет на ООО «Лентрансгаз», ЗАО «Сигма-Газ», ЗАО «Крионорд» (Санкт-Петербург) в кооперации с другими предприятиями по разработке оборудования, технологии, и в конечном итоге – типового проекта дооснащения АГНКС-500 по всей стране с целью превращения их в универсальные мини-заводы по комплексному производству сжатого и сжиженного природного газа для заправки автотранспорта и отгрузки сторонним потребителям.

С учетом технических характеристик АГНКС, термодинамической эффективности применяемого оборудования и экономических соображений оптимальная производительность такого завода по СПГ должна составлять около 25 т/сут, или 9000 т/год.

С учетом плотности СПГ 0,38 т/м³ объем производимого продукта составляет 23 700 м³/год.

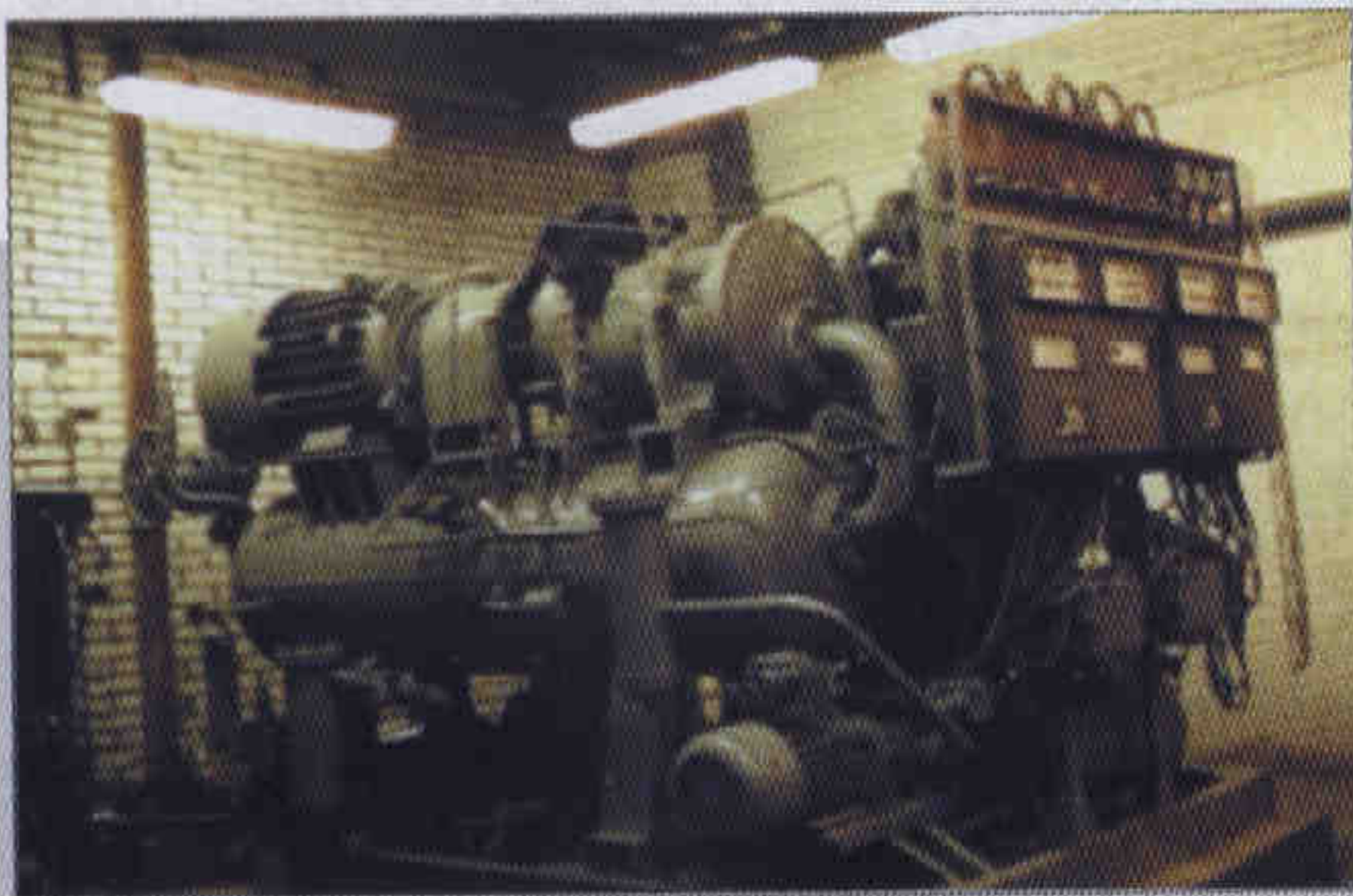


Рис. 1. Двухступенчатая фреоновая холодильная машина K-127 московского завода «Компрессор»



Рис. 2. Воздушный конденсатор с автоматически регулируемым теплоотводом фирмы Alfa Laval



Рис. 3.
Теплообменники,
разработанные
ООО «Интеллект»



Рис. 4. Система хранения на базе стационарного
криогенного резервуара

Остановимся на главных технических решениях, положенных в основу типового мини-завода, введенного в промышленную эксплуатацию ЗАО «Сигма-Газ» на АГНКС-8 в Петергофе (Санкт-Петербург), на базе ранее действовавшей ожижительной установки производительностью 250 кг/ч [3].

Прежде всего частичной модернизации был подвергнут блок ожижения, что позволило эксплуатировать его в дроссель-сепарационном режиме. Это дало возможность сделать контролируемым процесс каплеуноса СПГ в обратный поток, регулировать производительность и качество получаемого продукта.

Для повышения холодопроизводительности основного дроссель-сепарационного цикла был применен контур внешнего охлаждения газа высокого давления на базе оригинальной двухступенчатой фреоновой холодильной машины К-127 московского завода «Компрессор», внешний вид которой приведен на рис. 1, а технические характеристики даны ниже.

Технические характеристики холодильной машины К-127

Хладагент	R22
Количество хладагента, заправленного в испаритель, кг	280
Холодопроизводительность при температуре кипения в испарителе -40°C , кВт	130
Число ступеней сжатия рабочего вещества	2
Потребляемая электрическая мощность, кВт	176
Общая масса оборудования, кг	8400

На рис. 2 показан воздушный конденсатор с автоматически регулируемым теплоотводом фирмы Alfa Laval.

Увеличению производительности установки способствовало также повышение рабочего давления цикла от 120...140 до 180...190 бар с заменой рекуперативных теплообменников на теплообменники, разработанные ООО «Интеллект» (рис. 3).

В связи с существенным, практически четырехкратным, повышением производительности установки значительной модернизации подверглась система слива и отгрузки СПГ. Взамен существовавшего узла периодической заправки транспортных цистерн непосредственно от работающей установки ожижения смонтирована система хранения на базе стационарного криогенного резервуара типа 712.200.000 объемом $\sim 119 \text{ м}^3$, что обеспечивает непрерывную работу установки в течение не менее 2 сут (рис. 4).

Использование вспомогательной технологической емкости типа ЦТК-8м объемом $7,3 \text{ м}^3$ позволяет заправлять транспортные цистерны из хранилища без прекращения процесса ожижения.

Важно отметить, что впервые проектирование ожижительного комплекса проектным институтом РНЦ «Прикладная химия» было проведено при соблюдении всех требований «Правил безопасности при производстве, хранении и выдаче сжиженного природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов (ГРС МГ) и автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС)», разработанных ЗАО «Крионорд» совместно с ООО «Лен-трансгаз» и ЗАО «Сигма-Газ» при участии Российского научного центра «Прикладная Химия», ВНИИгаз, ДАО «Гипрогаз-центр», ОАО «Криогенмаш», АО «Сибкриотехника», АО «Криогаз», НИИЦ «Криотрансэнерго» и утвержденных Госгортехнадзором России.

Эксплуатационные испытания комплекса в непрерывном режиме работы с отгрузкой СПГ потребителям показали его высокую надежность и эффективность.

Успешный ввод в промышленную эксплуатацию первого в России типового мини-завода по производству СПГ на АГНКС, ставший важным событием в осуществлении планов

ОАО «Газпром» по развитию нетрадиционных способов газификации, открывает широкие перспективы для его ускоренного тиражирования и позволяет реально осуществлять в нашей стране важнейшие проекты, связанные с использованием этого универсального и экологически чистого топлива в теплоэнергетике, коммунальном хозяйстве, на транспорте, в авиации, ракетной технике и других областях.

Важно, чтобы этот опыт быстро нашел поддержку и продолжение в регионах России, ожидающих своей очереди в получении неоценимых преимуществ, связанных с приходом газового топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сердюков С.Г. (ООО «Лентрансгаз»), Ходорков И.Л. (ЗАО «Сигма-Газ»). К вопросу о технико-экономической стратегии и тактике освоения и использования Россией сжиженного природного газа (СПГ). Доклад на XIII Международной конференции СПГ. Сеул, Южная Корея, май 14–17, 2001.
2. Сердюков С.Г., Ходорков И.Л., Логинов Д.Н. и др. Повышение экономической эффективности эксплуатации АГНКС при дооборудовании их системами получения и реализации сжиженного природного газа (СПГ)// ОАО «Газпром»//«Надежность и совершенствование эксплуатации автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). – М., 1999.
3. Финько В.Е. Перспективы использования сжиженного природного газа//Газовая промышленность, февраль, 2000.
4. Ansong Gu, Vensheng Lin. Shanghai Gas Network Co. Ltd. Comparison of liquefaction technologies for small refrigerating machines. Report on XII International LNG conference. Seoul, South Korea, 2001.
5. John Cook./Energy Equity Corp. LNG Journal. 1998. № 3–4.