

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПГ ИНДУСТРИИ
В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Зеленов П.А., Семашко П.В.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По данным Международного Энергетического Агентства (IEA), человечество ежегодно потребляет свыше 3 трлн м³ газа, и спрос на него может вырасти до 4,5 трлн м³ к 2035 году [2]. Импортом СПГ занимаются порядка 30 стран, производством и экспортом около 20 [4]. Россия, которая занимает первое в мире место по разведанным запасам природного газа, занимает среди экспортёров только девятое место. Рынок сжиженного газа непрерывно растёт: за последнее десятилетие его объем вырос более чем вдвое – до 250 миллионов тонн ежегодно. И этот наблюдающийся на настоящий момент в мире рост спроса на сжиженный природный газ [4] заставляет промышленников практически всех газодобывающих стран искать способы повышения своей прибыли, а государства, обладающие запасами природного газа, стараются всеми силами обратить их себе на пользу.

Очевидно, что газовый потенциал России огромен. Тем не менее, зависимость от зарубежных продуктов и технологий долгое время ставила Российскую газовую отрасль в далеко не лучшее положение, ограничивая её возможную конкурентоспособность, делая её уязвимой к изменению политического климата.

Решение этой проблемы способно вывести индустрию на новый уровень, увеличить благосостояние страны. Один из наиболее перспективных способов решения – локализация производства, разработка собственных технологий и развитие технической базы. Здесь мы попытаемся рассмотреть и проанализировать новую разработку отечественных учёных – технологию сжижения газа «Арктический каскад» и то, как современные технологии сжижения газа будут развиваться в России в целом и в Нижегородской области в частности.

Прежде всего, нужно дать определение сжиженному природному газу (СПГ). СПГ – это газ (преимущественно метан, CH₄), искусственно переведённый в жидкую фазу путём его охлаждения до температуры порядка минус 160°C. Газ сжижают, в первую очередь, для удобства хранения – сжиженный газ способен храниться крайне долго, и транспортировки (удельный объём СПГ примерно в 600 раз меньше удельного объёма газа). Когда наступает момент использования СПГ, он преобразуется в газообразное состояние на специальных регазификационных терминалах [3].

21 марта 2018 года, в Москве, ПАО «НОВАТЭК» получает российский патент №2645185 С1 на технологию сжижения природного газа (ПГ) «Арктический каскад» [6]. Для того чтобы понять, в чём преимущество этого метода и чем он выгодно отличается от иностранных аналогов, изучим, в чём заключается процесс. На рис. 1 приведена схема «Арктического каскада».

Итак, это технология, которая основывается на последовательном охлаждении природного газа сначала в охладителе, завязанном на окружающую среду (воздух или воду, которые в Арктике даже летом имеют низкую температуру), затем в пяти промежуточных теплообменниках с использованием азота и этана в качестве хладагентов. Последние этапы охлаждения проходят в многосекционном теплообменнике, где ПГ охлаждается жидким азотом и отпарным газом, а затем дросселируется. Газожидкостная смесь попадает затем в сепаратор, оттуда сжиженный газ направится в резервуары хранения, а несжиженный газ – через теплообменник на компрессор для продолжения цикла [1]. Главная особенность цикла и его основное преимущество – максимально рациональное использование условий окружающей среды, причём в отличие от других популярных технологий сжижения газа он лишён таких недостатков как, например, применение смешанных хладагентов (что крайне усложняет конструкцию завода СПГ); высокое давление газа на выходе (из-за этого, как правило, возрастают удельные энергозатраты на сжижение и повышается количество оборудования); необходимость изменения состава хладагентов.

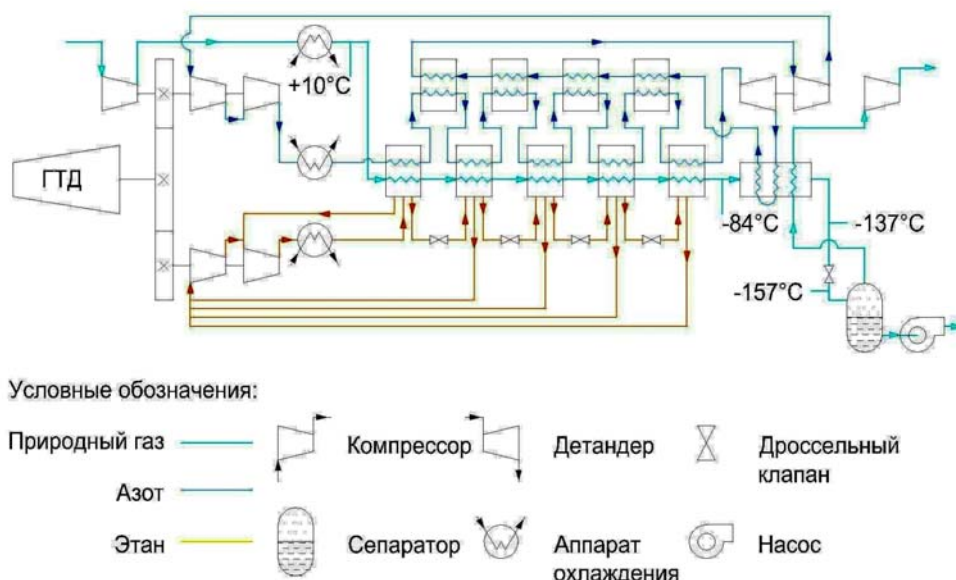


Рисунок 1 – Схема установки, работающей по циклу «Арктический каскад»

Как было отмечено заместителем Председателя Правления «НОВАТЭКа» Александром Фридманом: «Арктический каскад» – это первая запатентованная «НОВАТЭКом» технология сжижения природного газа. Технология рассчитана на использование оборудования российских производителей. Локализация производства оборудования для СПГ-проектов поможет обеспечить снижение капитальных затрат и развитие технологической базы для СПГ-проектов в России» [6]. Это вплотную подводит нас ко второй части данной работы, а именно к развитию СПГ сегмента в Нижегородской области.

Пятого сентября на нижегородском предприятии АО «ОКБМ Африкантов» было проведено совещание, на котором обсуждались планы размещения в области производства оборудования для рассматриваемой нами отрасли. В совещании принимали участие заместитель министра промышленности и торговли РФ Василий Осьмаков, генеральный директор Госкорпорации «Росатом», Алексей Лихачев, председатель Правления ПАО «НОВАТЭК» Леонид Михельсон, губернатор Нижегородской области Глеб Никитин, руководители предприятий-изготовителей технологического оборудования. В ходе встречи были озвучены перспективы развития СПГ-проектов в России, текущие и будущие потребности в оборудовании, рассмотрены меры вовлечения и поддержки российских предприятий для обеспечения их технической и коммерческой конкурентоспособности.

Одной из тем совещания стало создание собственной стендово-испытательной базы – криогенного стенда. Это одно из ключевых условий для развития СПГ-проектов на отечественном оборудовании. Он необходим для испытаний основного технологического оборудования, материалов, сертификации, которые будут использоваться на заводах по производству СПГ. На сегодняшний день в мире есть только два подобных испытательных комплекса.

Наличие в России собственного стенда даст, прежде всего, независимость от зарубежных технологий и позволит российским предприятиям обеспечить полноценную локализацию производства соответствующего оборудования. Выполнять задачу по созданию такого испытательного комплекса будет АО «ОКБМ Африкантов» во взаимодействии с администрацией Нижегородской области, Минпромторгом России, заказчиками и изготовителями оборудования [5].

Первое планируемое место внедрения технологии «Арктический каскад» – завод «Арктик СПГ-2». Планируемое время пуска первой линии – 2023...2025 года. На данный момент Российские предприятия и предприятия Нижегородской области в основном только готовятся к реализации столь глобальных и значимых планов, однако накопленный в течение многих лет опыт в сфере разработки и постройки турбин, насосов, арматуры даёт все основания полагать, что

к указанному сроку промышленность уверенно войдет в новое русло и сможет с успехом воплотить в жизнь отечественные технологии с использованием российского оборудования.

Список использованных источников

1. Патент РФ RU 2645185 С1, 21.03.2017. Способ сжижения природного газа по циклу высокого давления с предохлаждением этаном и переохлаждением азотом "арктический каскад" и установка для его осуществления // Патент России RU 2645185 С1. / Руденко С.В., Васин О.Е., Грицишин Д.Н., Соболев Е.И., Минигулов Р.И.
2. Мещерин И.В. Анализ технологий получения сжиженного природного газа в условиях арктического климата / Мещерин И.В., Настин А.Н. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016. – 14 с.
3. Сжиженный природный газ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Сжиженный природный газ. – (Дата обращения 15.10.2018).
4. Сжиженный природный газ в мире и России: текущее состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vostockcapital.com>. – Сжиженный природный газ в мире и России: текущее состояние и перспективы развития. – (Дата обращения 16.10.2018).
5. Пресс-служба АО «ОКБМ Африкантов». На базе АО «ОКБМ Африкантов» обсудили локализацию технологий в Нижегородской области для российских СПГ-проектов. Пресс-релиз. 05.09.2018.
6. Пресс-служба ПАО «Новатэк». «НОВАТЭК» запатентовал собственную технологию сжижения природного газа «Арктический каскад». Пресс-релиз. 21.03.2018.

УДК 693.547.32

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА МЕРЗЛОМ ОСНОВАНИИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Иванов Д.А., Молодин В.В.

Новосибирский Государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Введение. На сегодняшний день нормативные и технические документы при проектировании технологии зимнего бетонирования в полной мере не учитывают процессы внутреннего массопереноса в бетоне. Распределение влажности принимается равномерным, без учета возможного появления переувлажненных слоев монолитных конструкций.

Однако возникает противоречие при производстве бетонных работ, когда свежестеленный бетон примыкает к ранее забетонированным и успевшим промерзнуть конструкциям. В этой ситуации можно наблюдать потемнение переохлажденных слоев бетона, вызванное повышением влажности в связи с возникновением внутреннего массопереноса (рис. 1).



Рисунок 1 – Примеры потемнений переохлажденных слоев бетона, вызванные их переувлажнением

Это объясняется тем, что при возобновлении бетонирования, на контакте «старого» охлажденного бетона с «новым», появляется значительный температурный градиент, под действием которого формируется градиент влажности. Влага мигрирует по порам и капиллярам из теплых в более холодные слои бетона за счет возникновения пониженного парциаль-