

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОТОННАЖНЫХ УСТАНОВОК СПГ НА ОСНОВЕ АЗОТНОГО ДЕТАНДЕРНОГО ЦИКЛА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНТАЛЬПИИ ПАРОВ СПГ

Анзин Е.О.¹

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Зайцев А.В.¹

¹Университет ИТМО

anzin_01@mail.ru

Введение

В установках по производству сжиженного природного газа (СПГ) термодинамический цикл представляет собой непрерывную цепь взаимосвязанных процессов. Его основная функция – отбор тепловой энергии у газа, что необходимо для снижения температуры до уровня конденсации (примерно $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ при атмосферном давлении) и последующего перехода вещества в жидкую фазу. Технически это достигается либо с помощью внешних хладагентов (таких как азот, пропан или углеводородные смеси), либо посредством авторасширения самого природного газа (внутренние циклы). Независимо от выбранной схемы, приоритетной задачей остается максимально рациональное использование энергии для получения температур, требуемых для сжижения метана [1].

За последнее время сжиженный природный газ занял лидирующие позиции в мировой энергетике. Рост его популярности обусловлен технологическим прогрессом и расширением областей применения. Благодаря падению цен на углеводороды, производство СПГ стало рентабельным, что привлекло инвесторов разного масштаба, включая малый и средний бизнес.

На сегодняшний день сжиженный природный газ признан экономически эффективным и стратегически важным энергоносителем с большим потенциалом развития на международном рынке. Однако отрасль сталкивается с серьезным вызовом – необходимостью утилизации паров СПГ, образующихся при сжижении. Для решения этой задачи применяются различные методики, например, сжигание излишков на факелах либо повторное вовлечение паров в технологический процесс [2].

На текущий момент существует перспективный способ утилизации паров СПГ. В основе технологии лежит применение паровой фазы, отделяемой в конечном сепараторе при производстве СПГ. Этот поток выполняет двойную задачу: охлаждает азотный контур сжижения и задействуется в процессе парового риформинга, что обеспечивает эффективную генерацию водорода. Несмотря на потенциал, данное направление пока остается слабо изученным и редко фигурирует в научных работах.

Основная часть

В классической конфигурации азотного детандерного цикла пары сжиженного газа движутся через одиночный теплообменный аппарат, передавая холод азотному потоку, прежде чем поступить в секцию синтеза водорода. Подобная схема имеет ряд недостатков:

- Энергетический потенциал (энтальпия) утилизируется не в полной мере.
- Существуют ограничения на организацию многоуровневого теплообмена.
- Отсутствует адаптивность к различным режимам работы водородного узла.

Научная новизна, предложенная в диссертации, заключается во внедрении усовершенствованного многоцелевого теплообменного модуля. Его ключевая особенность – наличие двух автономных контуров охлаждения. Первый предназначен для азотного детандерного цикла, второй — для подготовки (подогрева или испарения)

рабочих тел в системе получения водорода. Благодаря системе управляемых перепускных каналов, устройство позволяет оперативно корректировать баланс тепловых потоков между контурами, подстраиваясь под текущие условия эксплуатации установки [3].

Выводы

Базисом технологий сжижения природного газа служат термодинамические циклы. Выбор конкретного варианта обусловлен масштабом производства, критериями надежности, составом исходного сырья и экономическими факторами.

Среди малотоннажных комплексов СПГ наибольшее распространение получил азотный детандерный цикл. Его преимущества – конструктивная простота, безопасность и автономность. Даже учитывая не самую высокую энергоэффективность, этот метод считается оптимальным для децентрализованной генерации СПГ.

Развитие подобных решений открывает возможности для более широкого применения газа в удаленных локациях и морском флоте как экологичного топлива, что согласуется с мировыми тенденциями декарбонизации энергетики.

Кроме того, применение нового метода рекуперации энтальпии паров СПГ с помощью двухконтурного теплообменного модуля с изменяемой геометрией потока позволит реализовать следующие улучшения:

- 1) Увеличение доли полезного использования энтальпии пара до 85–90% (в отличие от 60–70% в стандартных схемах).
- 2) Сокращение капитальных расходов (благодаря замене двух отдельных теплообменников единым модулем).
- 3) Повышение адаптивности системы к варьирующимся условиям эксплуатации.

Список использованных источников

1. Беляков В.П. Криогенная техника и технология. М.: Энергоиздат, 1982. 272 с.
2. Федорова Е.Б., Мельников В.Б. Роль и значение малотоннажного производства сжиженного природного газа для Российской Федерации // Газовая промышленность. 2015. № 8. С. 90–94.
3. Бакланова В.Г., Шевич Ю.А. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования: учеб. пособие. Ч. 1. Аппараты трубчатого и пластинчато-ребристого типов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 64 с.