

УДК 621.642.86

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ В НАКОПИТЕЛЬНЫХ ХРАНИЛИЩАХ

Середенко Е.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Баранов А.Ю.

(Университет ИТМО)

Введение. Сжиженный природный газ (СПГ) хранится под малым избыточным давлением в насыщенном состоянии в крупнотоннажных резервуарах с многослойной тепловой изоляцией. Из-за поступления теплоты из окружающей среды через тепловую изоляцию, сжиженный природный газ непрерывно испаряется. Так как природный газ является многокомпонентной смесью, пары СПГ обогащены его низкокипящими компонентами, поэтому подвод теплоты из окружающей среды не только сокращает количество жидкости в резервуаре, но и приводит к изменению ее состава. В статье рассматриваются причины образования избыточных паров СПГ (отпарного газа) и методы их утилизации на крупнотоннажных предприятиях. В качестве варианта снижения потерь от испарения СПГ рассматривается увеличение исходного содержания азота в смеси, что позволит сократить скорость испарения СПГ на 5%.

Основная часть.

Российская Федерация активно развивает сферу производства, транспортирования и реализации сжиженного природного газа. На сегодняшний день реализуется ряд проектов по крупнотоннажному производству СПГ – «Сахалин-2», «Ямал СПГ», «Дальневосточный СПГ», «Владивосток-СПГ», «Печора СПГ», «Балтийский СПГ». Каждый завод по производству СПГ имеет в своем составе накопительные хранилища, а также систему отгрузки СПГ в танкеры-газовозы. Танкерные перевозки, как правило, осуществляются зарубежными компаниями, поэтому приоритетной задачей для российских СПГ-проектов является разработка технологий для оптимального хранения СПГ в накопительных хранилищах завода.

Сжиженный природный газ – криогенная жидкость, которая хранится и транспортируется в теплоизолированных резервуарах в насыщенном состоянии. Подвод тепловой или механической энергии к резервуару СПГ вызывает парообразование, выделение отпарного газа. Количество испаряющегося газа зависит от продолжительности хранения СПГ в резервуаре, конструкции резервуара, а также от материала и толщины теплоизоляционного покрытия резервуара [1].

В замкнутой системе процесс парообразования приводит к росту избыточного давления паров в резервуаре, для того чтобы контролировать величину избыточного давления необходимо удалять избыточное количество паров за пределы резервуара и утилизировать их.

Существует несколько способов утилизации потока отпарного газа, его можно использовать в качестве топлива для заводских нужд или сжижать при помощи установки повторного сжижения природного газа (УПСГ). Выброс отпарного газа в атмосферу или его факельное сжигание нежелательны по экологическим и экономическим соображениям [2].

Одним из вариантов снижения потерь СПГ от испарения является увеличение исходного содержания азота в смеси. Увеличение содержания азота приводит к двум термодинамическим эффектам - к снижению температуры кипения и увеличению скрытой теплоты парообразования смеси. Даже очень небольшое количество азота, присутствующего в СПГ, например, 0,2%, приведет к снижению скорости испарения СПГ на 5%. Такое явление связано с тем, что на начальных этапах испарения азот испаряется преимущественней метана. Это предлагает возможность использования азота для снижения потерь от испарения СПГ на этапах его хранения и транспортирования [3].

Проведен численный анализ на основе данных о хранении СПГ в крупнотоннажных хранилищах завода «Ямал СПГ». Методика заключается в оценке значений материальных потоков, движущихся к системе накопления и выдачи СПГ.

Основная проблема эксплуатации хранилищ в фазе накопления СПГ, когда система выдачи не работает, заключается не столько в утилизации потока, образовавшегося из-за подвода теплоты из окружающей среды, сколько в утилизации потока паров, который формируется из-за поступления новых порций СПГ в накопительное хранилище.

Выводы. Одной из ключевых проблем, возникающих при хранении СПГ в крупнотоннажных хранилищах, является образование отпарного газа. Рассмотрены причины образования избыточных паров СПГ и методы их утилизации на крупнотоннажных предприятиях. Проведен численный анализ на основе данных о хранении СПГ в крупнотоннажных хранилищах завода «Ямал СПГ». Анализ результатов показал, что поток паров, формируемый из-за поступления новых порций СПГ в накопительное хранилище, значительно превышает поток паров, образуемый из-за подвода теплоты из окружающей среды. В качестве варианта снижения потерь от испарения СПГ рассматривается увеличение исходного содержания азота в смеси, что позволит сократить скорость испарения СПГ на 5%.

Список использованных источников:

1. Sedlaczek R. Boil-Off in Large and Small Scale LNG Chains. Diploma Thesis. Faculty of Engineering Science and Technology, Department of Petroleum Engineering and Applied Geophysics, Trondheim, 2008.
2. Dundović Č., Basch D., Dobrota Đ. Simulation Method for Evaluation of LNG Receiving Terminal Capacity // Promet – Traffic and Transportation. 2009. Vol. 21, Iss. 2. P. 103–112.
3. Середенко Е.С., Пахомов О.В., Баранов А.Ю. Математическая модель испарения сжиженного природного газа и анализ влияния исходного состава на скорость испарения. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики – 2020 - Т. 20. - № 4(128). - С. 603-610.

Середенко Е.С. (автор)

Подпись

Баранов А.Ю. (научный руководитель)

Подпись