

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ЗАХОЛАЖИВАНИЯ ХРАНИЛИЩ СПГ

Родькин Я.Э. (ИТМО), Сулин А.Б. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор технических наук Сулин А.Б.
(ИТМО)

Введение. Сжиженный природный газ (СПГ) – является альтернативной формой аккумулирования и транспортирования энергоносителя. Газ в сжиженном виде занимает в 600 раз меньше объема нежели при стандартных условиях и в 24 раза меньше, чем при компримировании, что позволяет значительно сократить объем резервуарного парка хранения и расширить логистику распределения криотоплива. Принимая во внимание утвержденную Правительством Российской Федерации Долгосрочную программу развития производства сжиженного природного газа [1], прогнозируемые объемы производства СПГ в нашей стране к 2030 году составят порядка 200-230 млн тонн в год, что в 5 раз превышает объем производимого криопродукта в настоящий момент. В связи с этим возникает необходимость совершенствования производственных процессов для снижения энергетических затрат при подготовке и эксплуатации криогенных резервуаров [2, 3].

Основная часть. Существующая методика подготовительных работ подразумевает пошаговое осуществление процессов. Инертизация и замещение инертного газа метаном проводятся при температуре окружающей среды, а затем выполняется равномерное захлаживание со скоростью 8-10 К/ч с постепенным замедлением скорости охлаждения до 3-5 К/ч при приближении к 143 К [4]. Эксплуатационный опыт показывает, что затраты СПГ на захлаживание составляют порядка 20-30 % от объема хранилища [5]. В рамках исследования предлагается осуществлять ступенчатое конвективное охлаждение конструкции, начиная с этапа инертизации, что позволит нивелировать величину температурного градиента внутри многослойной стенки хранилища и повысить энергоэффективность процесса. Предлагаемый способ охлаждения многослойной стенки криогенного хранилища СПГ позволит отвести значительное количество аккумулированной теплоты на достаточно высоком температурном уровне, что в перспективе снизит затраты энергии на захлаживание. Длительность процедуры позволяет достичь равномерного распределения температурного градиента в металле и изоляционном материале.

Выводы. Результаты исследования показывают, что двухступенчатая технология охлаждения, сочетающая в себе использование воздуха и жидкого азота, является более оптимальным решением для охлаждения криогенных резервуаров СПГ, чем использование СПГ в качестве основного охлаждающего агента. Применение технологии позволяет достичь сокращения затрат энергии на процесс до 6 %.

Список использованных источников:

1. Распоряжение Правительства РФ от 16.03.2021 г. № 640-р «Об утверждении долгосрочной программы развития производства сжиженного природного газа в РФ» / Собрание законодательства Российской Федерации от 21 марта 2021 г. № 11. Ст. 1174.
2. Бармин И.В., Кунис И.Д. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра / М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 256 с.
3. Фёдорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. – 159 с.

4. Zhu, Kang, Yanzhong Li, Yuan Ma, Jiaojiao Wang, Lei Wang and Fushou Xie. "Influence of filling methods on the cool down performance and induced thermal stress distribution in cryogenic tank." *Applied Thermal Engineering* 141 (2018): 1009-1019.
5. Roh, Sangeun, Gihun Son, Gildal Song and Junghong Bae. "Numerical study of transient natural convection in a pressurized LNG storage tank." *Applied Thermal Engineering* 52 (2013): 209-220.

Родькин Я.Э. (автор)

Сулин А.Б. (научный руководитель)