

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ЦИКЛОВ ПРОИЗВОДСТВА СПГ В
АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ**

Микушина Д. Д. (ИТМО)

Научный руководитель – Кравченко Д. В. (ИТМО, ООО «Газпром трансгаз Югорск»)

Введение. Сжижение природного газа в арктической зоне России производится по многим причинам: крупные месторождения газа расположены в удаленных северных регионах, где отсутствует газотранспортная инфраструктура, в этих условиях, благодаря близости к морским путям, сжижение газа экономически выигрывает перед строительством трубопроводов; поставки СПГ экономически целесообразнее для экспорта; средняя температура в арктических условиях естественно низкая, это позволяет использовать воздух – доступный и неограниченный в количестве ресурс – как средство охлаждения. По этим причинам в 21 веке началось строительство крупнотоннажных заводов по сжижению природного газа в арктической зоне [1]. В процессе строительства и запуска линии сжижения претерпевали модификации, изменения и улучшения.

Основная часть. Существует множество способов сжижения природного газа, преимущественно работающих на отводе теплоты внешним хладагентом. Российская компания ПАО «НОВАТЕК» реализовала отечественную технологию сжижения «Арктический каскад» на 4-ой линии завода «Ямал СПГ», которая пригодна в основном для среднетоннажного производства [2]. После появился ряд технологий по улучшению существующего цикла, такие как «Арктический каскад модифицированный», «Арктический микс» и «Полярная звезда» [3]. Опыт эксплуатации показал, что для 4-ой линии завода «Ямал СПГ» необходимо повышение энергоэффективности и надежности. Требуется оптимизация технологического процесса для сокращения используемого дорогостоящего и несовершенного оборудования [4]. На основе имеющихся патентов по сжижению природного газа были смоделированы циклы «Арктический каскад» и «Полярная звезда». В работе были исследованы технологии сжижения, выявлены недостатки и сформулированы основные направления существующих проблем.

С помощью сравнительного анализа циклов удалось оценить:

- 1) Энергетическую эффективность циклов: определение удельного энергопотребления процесса, расчет затрат энергии на сжатие хладагентов, анализ теплопотерь.
- 2) Оптимизацию параметров хладагентов: определение температурного режима охлаждения для ступеней каскада, сравнение оптимальных давлений в разных технологиях сжижения природного газа, выбор хладагентов.
- 3) Воздействие внешних факторов: колебание температур окружающей среды в арктических зонах.

Выводы. Проведен анализ существующей линии сжижения ПГ на 4-ой линии «Ямал СПГ», рассчитана энергоэффективность, оптимизация параметров хладагентов, оценено воздействие внешних факторов.

Список использованных источников:

1. Федорова Е. Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – 2011.
2. Минигулов Р. М. и др. Способ сжижения природного газа по циклу высокого давления с преохлаждением этаном и переохлаждением азотом "Арктический каскад" и установка для его осуществления. – 2018.
3. Руденко С. В., Нозиков Н. Д., Федосеев П. О. Способ сжижения природного газа "Полярная звезда" и установка для его осуществления.
4. Гайворонский А.И., Горбунов М.В., Чебанов А.В. Применение технологии

GAZPROM MR в Российских СПГ-проектах // Нефтегазовая вертикаль. – № 8-9/2024. – С. 136–140.