

ОЦЕНКА ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ РЕГАЗИФИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Лисин А.В. (ИТМО), Соколова Е.В. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Соколова Е.В.
(ИТМО)

Введение. Эксергетический анализ регазификационных установок сжиженного природного газа (СПГ) позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на энергетическую эффективность процессов. Современные исследования демонстрируют, что применение циклов Брайтона и Ренкина, а также интеграция дополнительных технологических процессов (таких как воздухоразделение или фракционирование углеводородов) способны существенно снизить потери эксергии. Например, использование замкнутого цикла Брайтона повышает эксергетический КПД до 51%, что на 4,5% выше показателей органического цикла Ренкина с фтороформом [1].

Основная часть. Эксергия в контексте криогенных процессов понимается, как мера максимальной полезной работы, которую может совершить система при переходе в равновесие с окружающей средой. При параметрах СПГ, хранящегося при температуре -162°C , эксергетический потенциал обусловлен значительным перепадом температур между криопродуктом и окружающей средой. Расчеты показывают, что при регазификации 1 тонны СПГ теоретически доступно около 250 кДж/кг (70 кВт·ч/т) эксергии, которую можно преобразовать в полезную работу [2].

Особенность эксергетического подхода в анализе эффективности оборудования заключается в учете не только количественных, но и качественных характеристик энергетических потоков. Так теплопоглощающая способность, получаемая при испарении СПГ, позволяет применять термодинамические циклы для ее эффективного использования. Это объясняет популярность органических циклов Ренкина и Брайтона в системах регазификации СПГ с когенерацией электроэнергии.

При этом потери эксергии $\sum P$ делятся на две группы по их локализации:

- 1) Внутренние потери – $P_{\text{внутр}}$, связанные с необратимостью процессов, протекающих внутри системы;
- 2) Внешние потери – $P_{\text{внеш}}$, связанные с условиями взаимодействия системы с окружающей средой и другими источниками и приемниками [3].

Рассмотренные системы способны рекуперировать более 20% эксергии СПГ. Главным преимуществом данных систем является то, что СПГ не расширяется, как в системах прямого испарения. Система подачи энергоресурса отделена от компонентов с подвижными элементами (насосы, детандеры и т.д.), что повышает ее надежность.

Выводы. Оптимизация данных систем для снижения потерь эксергии может быть выполнена путем выбора соответствующего рабочего вещества и количества замкнутых контуров. Однако установка дополнительного оборудования увеличивает инвестиционные затраты и приводит к снижению надежности. Таким образом при выборе конфигурации регазификационного комплекса следует обращать внимание не только на энергетические и эксергетические параметры системы, но также уделять существенное внимание экономическому анализу и оценке рисков.

Список использованных источников:

1. Фальман А.Г., Агейский Д.Э. Эксергетический анализ способов регазификации СПГ // Вестник Международной академии холода. – 2015. – № 3. – С. 34-38.

2. Фальман А.Г., Агейский Д.Э. Перспективы регазификации СПГ // Вестник Международной академии холода. – 2015. – № 2. – С. 46-49.
3. Боровков В.М., Аль Алавин А.А. Эксергетический анализ работы ТЭЦ совместно с тепловым насосом // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2006. – № 7-8. – С. 12-21.