

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕРМИНАЛА СПГ

Кузнецов Е.К. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Пахомов О.В. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Ожидается, что в период с 2010 по 2030 мировой спрос на энергетические ресурсы возрастет от 40 до 50 %. Это вполне закономерно, поскольку количество ежегодно открытых месторождений полезных ископаемых стремительно снижается, начиная с 1960-х годов, в то время как мировая экономика растет и производство постоянно увеличивается.

В России в последние годы с целью покрытия нарастающего мирового спроса на энергоресурсы и в связи с внешнеполитическими факторами, а также с целью снабжения регионов газовым топливом, активно развивается отрасль производства сжиженного природного газа (СПГ). Готовится к запуску крупнотоннажный «Балтийский СПГ», в 2019 году введена первая производственная линия среднетоннажного завода «Криогаз-Высоцк», а также многие другие проекты, такие как «Арктик СПГ». В то же время актуальной остается проблема отсутствия собственных энергоэффективных технологий для производства СПГ и отечественные производители полагаются на опыт зарубежных коллег, к примеру на заводе «Криогаз-Высоцк» используется технология компании Air Liquide на двойном смесевом хладагенте. Поэтому, с целью развития отечественного производства, стоит задача совершенствования национальных технологий, в том числе для нестандартных климатических условий; моделирования и численного исследования существующих.

На сам выбор технологии же влияет множество факторов, которые можно свести к единому параметру для определенных условий эксплуатации (температура окружающей среды, входное давление, расход газа, характеристики оборудования и т.п.) – удельные энергозатраты на производство. Естественным образом данный показатель напрямую влияет на финансовые затраты, как и на технико-экономическую обоснованность в реализации проекта. Для определения удельных затрат получили распространение эксергический и энтропийно-статистический методы. А наиболее точным и быстрым способом получения входных параметров для исследования является моделирование процесса в программных пакетах.

В данной работе выполнено моделирование двух сжижения природного газа – остающейся самой распространенной схемы на одном смесевом хладагенте с предварительным пропановым охлаждением СЗMR, а также схемы на двойном смесевом хладагенте, энергетически более выгодной в холодном климате – DMR. Также проведен термодинамический анализ для вариативных входных параметров – технологических, массовых, температурных.

Для оценки удельных энергозатрат использован энтропийно-статистический метод, основанный на необходимости компенсации производства энтропии необратимого процесса в отдельных элементах схемы.