

## **Высокоэффективные малотоннажные установки по ожижению природного газа**

Санавбаров Р.И. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель - к.т.н., доцент Зайцев А.В. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Во всем мире с каждым днем все более широкое применение находит производство и использование СПГ в малотоннажном масштабе.

Малотоннажное производство СПГ играет особую роль в странах с развитой энергетикой и наличием запасов ПГ. Они позволяют значительно развить энергетическую инфраструктуру, обеспечивая удовлетворение спроса на внутреннем рынке.

По ГОСТ Р 55892–2013 к малотоннажным установкам, относятся все установки, производительность которых не превышает 10 т/ч. В некоторых других государствах малотоннажное считается до 50 -100 т/ч. Количество малотоннажных установок по всему миру составляет больше 200 единиц. Их количество растет на 10 % в год.

Целью работы является анализ высокоэффективных малотоннажных установок по ожижению природного газа.

Анализ мирового рынка малотоннажного производства СПГ показывает, что при выборе установки основными факторами являются малые капиталовложения, простота обслуживания, надежность и возможность максимально использовать стандартное оборудование.

Почти во всех случаях эффективность ожижителя определяется удельными затратами и коэффициентом ожижения.

В докладе проанализированы следующие малотоннажные установки по ожижению ПГ:

Установка с предварительным охлаждением хладагентом на уровне  $-30$  °С. Расчеты показывают, что основные энергозатраты приходятся на долю метанового компрессора и дросселя. Эффективность работы установки сильно уменьшается за счет азота, который находится в составе ПГ. Термодинамическая эффективность данной установки не превышает 29 %.

Установка, работающая по циклу высокого давления с предварительным охлаждением на уровне  $-70$  °С. В данной установке энергия затрачивается, в основном, на метановом компрессоре и дросселе-эжекторе. Термодинамическая эффективность данной установки составляет 35–36 %. Как показывает анализ при снижении температуры окружающей среды энергозатраты и термодинамическая эффективность снижаются.

На сегодняшний день на территории РФ по циклу среднего давления (цикл Клода) работает единственная установка в Екатеринбурге, которая расположена на газораспределительной станции. Термодинамическая эффективность этой установки не превышает 17 %.

Также в работе проведен энтропийно-статистический анализ.