

УДК 621.59

СХЕМЫ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Спичакова М.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Пиралишвили Ш.А.

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
имени П.А. Решетнева

Наличие развитой сети магистральных газопроводов в России позволяет организовать производство СПГ с помощью ожижителей, реализующих свободный перепад давлений действующих ГРС. С увеличением магистрального давления (до 5.5-7.5 МПа) проблема утилизации вторичных энергоресурсов на ГРС особенно обостряется.

Простейший способ получения СПГ на ГРС заключается в использовании цикла Линде-Хэмпсона. Повысить эффективность процесса сжижения можно, используя предварительное захлаживание перед дросселированием. Применение вспомогательной холодильной машины увеличивает выход СПГ практически в два раза, однако, дополнительные затраты энергии при этом составляют примерно 10%. Представленные схемы сжижения, построенные на базе вихревых энергоделителей и турбодетандеров, отличаются тем, что установки, их реализующие, практически не требуют дополнительного энергопотребления и могут быть смонтированы на большинстве отечественных ГРС.

Широкий комплекс тепло- и массообменных процессов (охлаждение и нагревание, охлаждение и осушка или очистка природного газа) в вихревых трубах позволяют значительно упростить установку. Применение вихревых труб с дополнительным потоком для организации процесса предварительного захлаживания позволяет увеличить эффективность дроссельного цикла в 1.5 – 2 раза.

Основной частью схем с турбодетандерами является детандерно-компрессорный турбоагрегат, в котором с целью увеличения эффективности их работы мощность, развиваемая турбиной, используется для повышения давления части технологического потока. Термодинамические расчеты схем проводились с помощью линейной интерполяции по таблицам термодинамических свойств метана. Термогазодинамические расчеты турбомашин проводились на основе модели идеализированного газа, вводящей приближенный способ учета коэффициента сжимаемости; с целью определения степени повышения давления в нагнетателе проводилось согласование параметров работы турбины и нагнетателя. Выход СПГ в схемах, построенных на базе турбодетандеров, составляет до 20% от расхода на ГРС природного газа, что по сравнению с известным циклом с однократным дросселированием почти в 4 раза больше.

Одна из перспективных технологий получения СПГ – стирлинг-технология, основанная на применении криогенных газовых машин (КГМ) Стирлинга, которые ранее использовались для сжижения различных технических газов и получения жидкого азота. Эффективность цикла сжижения природного газа с использованием КГМ Стирлинга выше эффективности простых дроссельных и детандерных циклов; установки являются достаточно компактными и могут подключаться как к магистральным, так и к продукционным газопроводам.

Представлен анализ современных технологий сжижения природного газа и проведено термодинамическое сопоставление альтернативных схем сжижения по параметрам эффективности и целесообразности реализации.