

УДК 621.593

¹А.И. Пятничко, канд.техн.наук, ²Л.Р. Онопа, ³Ю.В. Иванов, ⁴Г.В. Жук, докт.техн.наук,
⁵И.С. Жукинская

Институт газа НАН Украины, ул. Дегтяревская, 39, Киев, Украина, 03113

e-mail: ¹airkiev@ukr.net, ²l_benush@mail.ru, ³iv2102@mail.ru, ⁴hen_zhuk@ukr.net, ⁵zhukinska@mail.ru

ORCID: ¹http://orcid.org/0000-0002-1149-9703; ²http://orcid.org/0000-0003-0822-1097;

³orcid.org/0000-0003-0057-3266; ⁴http://orcid.org/0000-0002-8281-2939

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕПАДОВ ДАВЛЕНИЯ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Ежегодно возрастает доля сжиженного природного газа (СПГ) в структуре мирового потребления природного газа. Минимальные затраты энергии на получение СПГ составляют 0,26...0,29 кВтч/кг. Для производства СПГ целесообразно использовать потенциальную энергию, которая теряется при редуцировании газа на газораспределительных станциях (ГРС) от давления магистрального трубопровода до давления в распределительной сети. Газотранспортная система Украины имеет значительные запасы энергии в виде избыточного давления газа, который поставляется потребителям при низких давлениях: 0,3; 0,6 и 1,2 МПа. На многих из более 1500 ГРС возможно сооружение малотоннажных установок сжижения природного газа, которые работают на перепаде давления. Предложена технологическая схема производства СПГ на ГРС по детандерному циклу с рециркуляцией продукционного потока. В традиционных детандерных схемах коэффициент сжижения не превышает 14 %, а стоимость системы очистки газа от диоксида углерода может составлять 40-60 % от стоимости установки. С учётом, что продукционный поток в представленной схеме является замкнутым, затраты на очистку газа от CO₂ могут быть снижены в 7-10 раз. Определены оптимальные соотношения расходов продукционного и технологического потоков, которые находятся в пределах 0,16...0,25 и зависят от давлений в магистральном (от 3,5 до 5,5 МПа) и распределительном (от 0,3 до 0,6 МПа) трубопроводах. При таких соотношениях сжижение газа осуществляется практически без дополнительных затрат электроэнергии. Для того, чтобы исключить возможность кристаллизации диоксида углерода после расширения газа в детандере, проведены расчёты с привлечением программы HYSYS температуры кристаллизации CO₂ в природном газе с его содержанием до 2 %. Показано, что при использовании магистрального газа с температурой 15 °С и давлением от 3,5 до 5,5 МПа температура газа после детандирования до давления в распределительной сети 0,3 и 0,6 МПа превышает расчётную температуру кристаллизации CO₂. Таким образом, очистка от диоксида углерода технологического потока не требуется. Достоверность расчетов с помощью программы HYSYS подтверждена хорошей их сходимостью с экспериментальными данными для углеводородных систем, содержащих диоксид углерода.

Ключевые слова: Сжиженный природный газ (СПГ). Газораспределительная станция (ГРС). Работа сжижения. Детандерный цикл. Рециркуляция потока. Очистка от диоксида углерода.

1. ВВЕДЕНИЕ

Природный газ, независимо от фазового состояния, является универсальным экологически чистым топливом, в том числе и моторным. Сжиженный природный газ (СПГ), по сравнению со сжатым, обладает возможностью беструбопроводного транспорта потребителям практически на любые расстояния в требуемых количествах с высокой плотностью в пределах 450 кг/м³. В связи с этим в настоящее время доля

СПГ в мировом объёме экспорта газа превышает 30% и ежегодно возрастает.

До настоящего времени в Украине нет промышленных установок для производства СПГ. Вместе с тем, еще в 1959 г. в Институте газа НАН Украины профессором А.Л. Клименко был разработан дроссельный однопоточный каскадный цикл для производства СПГ на смесевом хладагенте [1], различные модификации которого и сейчас широко применяются в мировой практике на крупнотоннажных комплексах.