

УДК 621.58/.59

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ОЖИЖИТЕЛЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Артемьев Д.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук: Зайцев А.В.
(Университет ИТМО)

Предлагается выбрать наиболее высокопроизводительный и экономичный режим работы ожижителя природного газа для газораспределительной станции.

Введение. В настоящее время производство сжиженного природного газа (СПГ) является одним из самых важных и актуальных направлений как российской, так и мировой экономики в силу того, что СПГ признается самым перспективным видом органического топлива. Производство СПГ подразделяется на крупно и малотоннажное.

Крупнотоннажное производство СПГ осуществляется в районах добычи газа. Доставка СПГ осуществляется морским транспортом (танкером) для удовлетворения энергетических потребностей страны, или же с целью экспорта.

Малотоннажное производство сжиженного природного газа (МТПСПГ), узкая, но развивающаяся отрасль, которая уже приносит прибыль и набирает обороты, может похвастаться значительным потенциалом. Оно обладает всеми необходимыми характеристиками, чтобы удовлетворить растущий спрос на более экологически чистые виды топлива, чем нефть и дизель, со стороны отрасли морских и наземных грузоперевозок.

При малотоннажном производстве СПГ сжижение газа производится на локальных установках (производительность – не более 10 *т/час*), расположенных вблизи газопроводов (газораспределительные станции (ГРС), автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС), газокомпрессорные станции (ГКС)), с доставкой потребителям для использования в качестве газомоторного топлива для транспорта или замещения дизельного топлива, или топочного мазута на предприятиях с энергоемкой технологией. Основная проблема развития малотоннажного производства СПГ на локальных установках обусловлена необходимостью адаптации и совершенствования существующих технологий сжижения газа к особенностям эксплуатации газопроводов (регулярное изменение термобарических параметров, расхода и состава сетевого газа) и достижения конкурентоспособной стоимости производства товарного продукта с высокими потребительскими свойствами.

Наиболее перспективным направлением развития малотоннажного производства СПГ является технология сжижения газа на ГРС, базирующаяся на использовании перепада давлений между магистральным и распределительным газопроводом, что позволяет заметно снизить затраты энергии на сжижение газа (термодинамические циклы с внутренним охлаждением газа).

Поэтому исследование особенностей сжижения природного газа на ГРС, разработка оптимального режима, обеспечивающего высокую производительность и экономичность ожижителя природного газа, является актуальной научной задачей, имеющей важное прикладное значение.

Основная часть. В работе проводится анализирование разных режимов работы ожижителя ПГ малой производительности. В стремлении максимально снизить капитальные затраты при производстве сжиженного природного газа и его использовании, но при этом и сохранить производительность приводят к появлению упрощенной технологии сжижения. В качестве альтернативы этому приводится цикл Клода, являющейся циклом среднего давления. По сравнению с циклом высокого давления – циклом Гейланда цикл Клода обладает меньшим коэффициентом ожижения. Но при этом исключается необходимость применения компрессора для сжатия природного газа до давления 18-20 МПа. Тем самым удельные затраты энергии в цикле среднего давления при использовании газа, поступающего из магистрального трубопровода, сводятся почти к нулю, что повышает его экономичность.

Рассматриваемый цикл представляет собой двухступенчатый цикл. Первая ступень предварительного охлаждения это детандерная ступень, состоящая из двух теплообменных аппаратов ТО1 и ТО2 и поршневого 28 детандера. Отбираемый поток газа среднего давления из магистрального трубопровода проходит через теплообменник ТО1, где охлаждается обратным холодным потоком газа, выходящим из теплообменного аппарата ТО2.

Ступень предварительного охлаждения необходима для компенсации части потерь (на температурном уровне первой ступени) и увеличения изотермического эффекта дросселирования в нижней дроссельной ступени.

После прохождения теплообменника ТО1 предварительно охлажденный газ разделяется на два потока. Один охлаждается во втором теплообменнике ступени предварительного охлаждения, а второй поток – направляется на детандер, где расширяется до давления обратного потока и при этом охлаждается. Поскольку в детандере газ расширяется с совершением работы, то понижение температуры газа происходит в значительно большей степени, чем при использовании дроссельного вентиля. При использовании детандера необходимо обеспечить его работу в газовой области, поскольку образование капелек влаги в пределах машины приводит к гидравлическому удару и механическому разрушению детандера. Это достигается выбором соответствующих параметров (температуры) газа перед расширением в детандере.

Детандерный поток низкого давления смешивается с обратным потоком, выходящим из теплообменного аппарата второй ступени. Суммарный поток газа образует холодный поток, проходящий последовательно через теплообменники ТО2 и ТО1, и охлаждающий прямой поток газа.

Вторая ступень – конечная — это дроссельная ступень. Она состоит из теплообменного аппарата ТО3, дроссельного вентиля и сборника СПГ. Поток высокого давления охлаждается в ТО3 и дросселируется в дросселе до давления обратного потока, которое определяется давлением в распределительном трубопроводе. На выходе дросселя образуется парожидкостная смесь, разделение которой происходит в сборнике. СПГ сливается, а несконденсированная часть прямого потока направляется обратным потоком через ТО3 и далее в теплообменники первой ступени. Как уже отмечено выше, эффективность дроссельного вентиля по сравнению с детандером существенно ниже. Понижение температуры начала процесса расширения в дросселе позволяет повысить его холодопроизводительность, которая определяется изотермическим эффектом дросселирования. После расширения до давления обратного потока происходит фазовый переход с образованием жидкой фракции. На данный момент еще не выпускаются парожидкостные детандеры для ПГ. Поэтому в конечной ступени единственным вариантом материализации холодопроизводительности остается дроссельный вентиль.

Выводы. Данный режим рассматривается как наиболее экономически выгодный и наименее энергозатратный. Так же готов к применению на ГРС.

Артемьев Д.В. (автор)

Подпись

Зайцев А.В. (научный руководитель)

Подпись

