

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС PRICO

Беркутов Л.Р.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент кафедр ВВНУПБ Кемалов Р.А.

Kazan Federal University, Kremliovskaya str, 18, 420008, Kazan, Russian Federation

Процесс PRICO® (Poly Refrigerant Integrated Cycle Operations), разработанный компанией The Pritchard Corporation, дочерней компанией корпорации Black & Veatch, базируется на однопоточном холодильном цикле и был использован лишь однажды в крупнотоннажном производстве СПГ йа 4, 5 и 6-й технологических линиях завода в Скикде, Алжир (1978-1981).

В этом процессе хладагентом является смесь азота, -метана, этана, пропана и изопентана. Изопентан добавлен в смешанный хладагент для того, чтобы в самом начале холодильного цикла, еще при высоких температурах, использовать его скрытую теплоту испарения для охлаждения природного газа.

Поток газа под давлением около 6 МПа и при температуре 12 °С, пройдя только часть пути через теплообменник, выходит из него через боковой вывод и попадает в сепаратор С1, где из частично охлажденного и сконденсированного газа выделяются тяжелые компоненты. Газ далее снова подается в теплообменник для сжижения. Выйдя из теплообменника и расширившись в дросселе Д2 до давления, чуть выше атмосферного, газ приобретает температуру -163 °С.

Одним из отличий процесса PRICO является смешение жидкого и парового потоков хладагента, подаваемых в главный теплообменник. После того, как сжатый до 3 МПа в компрессоре хладагент охлаждается с помощью водяного или воздушного холодильника, часть тяжелых компонентов конденсируется. Принципиальная схема процесса представлена на рисунке 1.

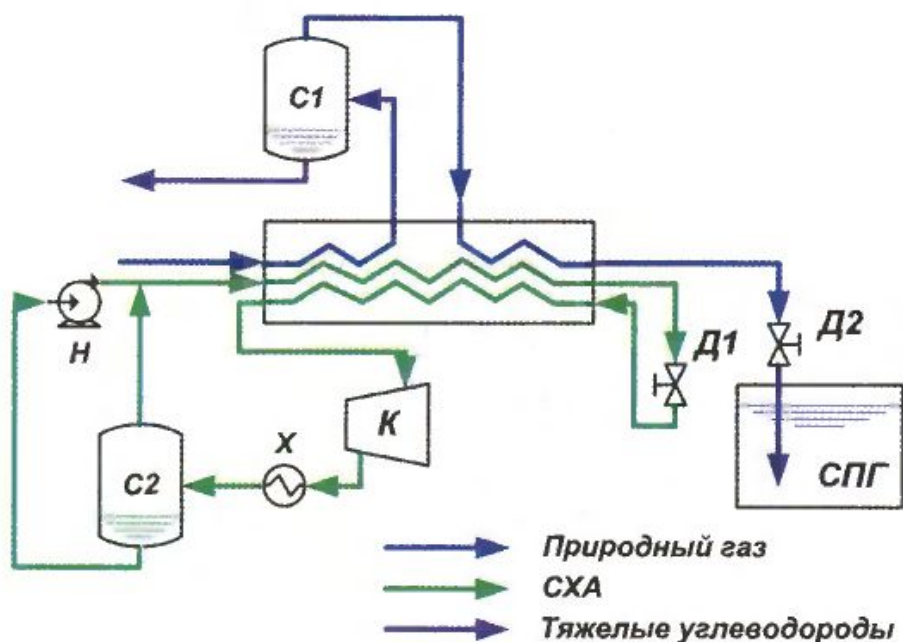


Рисунок 1 – Принципиальная схема процесса PRICO

Получившийся парожидкостной поток подается в сепаратор. Жидкость из сепаратора прокачивается насосом и заново смешивается с паром внутри распределительного коллектора теплообменника. На обратном пути через теплообменник, после сброса давления в расширительном клапане, хладагент нагревается и испаряется, охлаждая природный газ и поток хладагента высокого давления. На входе в компрессор температура хладагента должна быть около (+5) -(+10) °С.

В процессе охлаждения природного газа используется очень большое количество хладагента, что требует больших затрат энергии на его сжатие и увеличенной поверхности теплообмена. Холодный блок установки, или «соИ box», является комплексом очень эффективных пластинчатых теплообменников, которые помогают в процессе теплообмена между сжатым хладагентом и природ-

яым газом. Этот теплообмен обеспечивает охлаждение природного газа приблизительно до $-155\text{ }^{\circ}\text{C}$ благодаря турбулентному режиму потоков по ходам теплообменника.

Процесс обладает низкой эффективностью и производительностью, но является одним из самых простых в управлении.

Впоследствии компания Black & Veatch усовершенствовала процесс PRICO с целью уменьшения эксплуатационных расходов.

Главным отличием модифицированного процесса PRICO от первого варианта является наличие промежуточной стадии на этапе компримирования хладагента. После сжатия в компрессоре K1 (или на первой ступени компрессора) и охлаждения в холодильнике X1 хладагент подается в сепаратор C2, где сконденсировавшаяся жидкость отделяется от газовой фазы хладагента. В жидкости давление поднимается насосом H1, а в газовой фазе - компрессором K2 (или второй ступенью компрессора). Это уменьшает требуемую производительность компрессора примерно на 30 %, что делает процесс PRICO более энергоэффективным. Максимальная производительность процесса - не более 1 млн т СПГ в год. На его основе работают порядка 25 % существующих установок для покрытия «пиковых» нагрузок в США, мини-заводы СПГ в Китае (действующие и планируемые) [1; 2]. В 2011 г. компания Black & Veatch подписала контракт на строительство 23-й установки сжижения природного газа, работающей по технологии PRICO [3].

В заключении хочется выделить основные преимущества процесса PRICO:

- экономия - самые низкие капитальные затраты по сравнению с остальными промышленными технологиями;
- простота - однопоточный холодильный цикл на смешанном хладагенте требует минимального количества оборудования и простой системы управления;
- гибкость - может работать с различными составами природного газа и при различных условиях окружающей среды, обеспечивая надлежащее качество СПГ;
- простота управления - упрощенная процедура запуска и остановки с минимальным временем простоя;
- надежность - проверенный временем процесс, требующий минимального количества обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Garcia-Cuerva E.D. Sobrino FS. A New business Approach to Conventional Small Scale LNG. Proceedings of IGU 24th World Gas Conference. 2009.
2. Painter B etc. Alabama Gas Revamps Its Distribution Liquefier Pipeline & Gas Journal. OR. 2001
3. PRICO LIQUEFACTION TECHNOLOGY FOR OFFSHORE LNG APPLICATION http://www.2.bv.com/Downloads/Resources/Brochures/rsrc_ENR_GOCOffshoreLNG.Pdf