

Технологический процесс Double Mixed Refrigerant

К.Ю.Горынцева
Р.А. Кемалов (руководитель)

Казанский федеральный университет, г.Казань
Кафедра высоковязких нефтей и природных битумов

Abstract: Один из крупнейших в мире интегрированных нефтегазовых проектов «Сахалин-2» является масштабным техническим комплексом принципиально нового для России типа. Впервые в истории страны применяется метод сжижения природного газа, причем технологический процесс сжижения газа с применением двойного смешанного хладагента (Double Mixed Refrigerant - DMR) был разработан специально для этого проекта. Эта технология, являющаяся самой передовой на сегодняшний день, была адаптирована таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность производства в условиях холодных сахалинских зим при оптимальном режиме работы компрессоров.

Key words : технологический процесс, Double Mixed Refrigerant

1.Введение

Обладая уникальными физико-химическими свойствами, СПГ является перспективным и экологически наименее опасным углеводородным энергоносителем и сырьем для химической индустрии XXI в. Области применения сжиженного природного газа довольно обширны. Кроме того, его можно регазифицировать, т.е. перевести обратно в газообразное состояние, и использовать как обыкновенный природный газ.

Технология двухконтурного охлаждения смешанным хладагентом DMR.

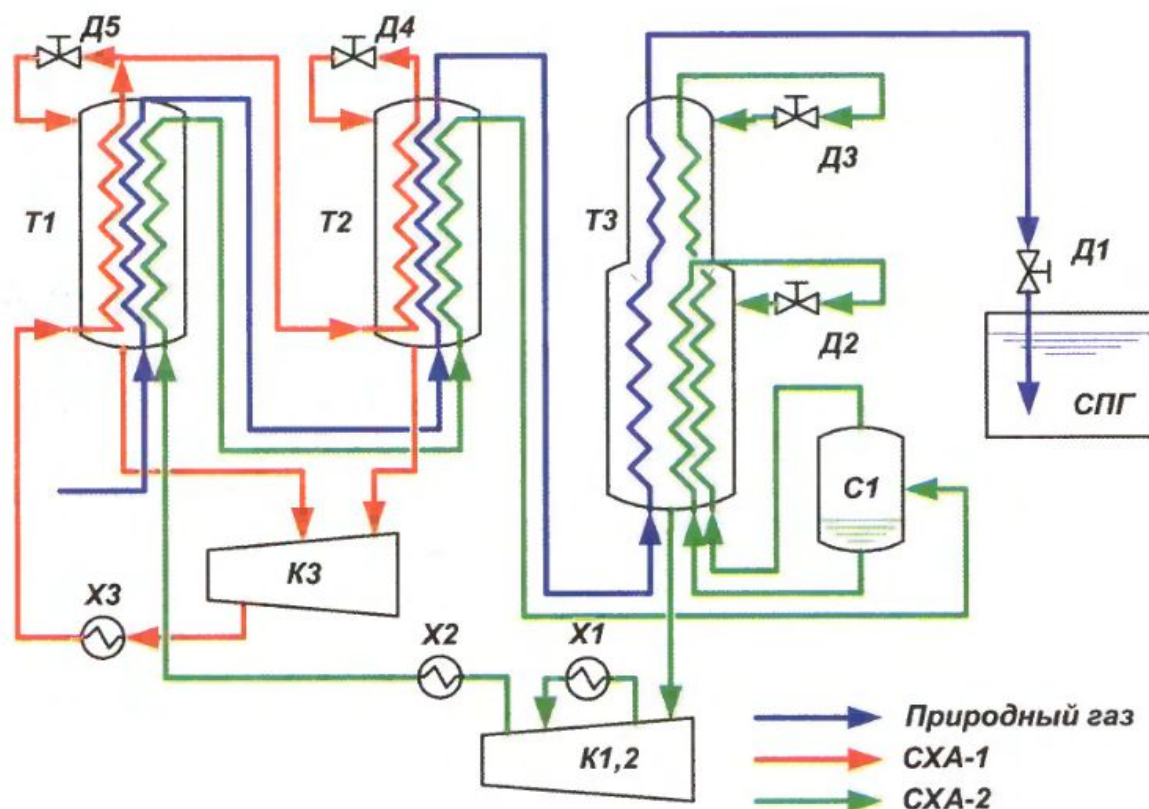
Технологический процесс сжижения DMR (double mixed refrigerant - хладагент двойного смешения) был разработан в 2002 году для средне- и крупнотоннажного производства с производительностью технологической линии 2-5 млн т/год (на Сахалине-2 - 4.8 млн т/год).

Технология предполагает использование двух потоков циркулирующего охладителя, представляющего собой смесь азота и легких углеводородов (обычно - метан, этан, пропан, изобутан, бутан): контур предварительного охлаждения и контур сжижения.

1. Принципиальная схема процесса

Технологический процесс Double Mixed Refrigerant - DMR был разработан компанией *shell* для средне- и крупнотоннажного производства СНГ с производительностью технологических линий от 2 до 5 млн т в год. По этой технологии работает завод СПГ на Сахалине, стартовавший в феврале 2009 г. Производительность каждой из двух технологических линий составляет 4,8 млн т СПГ в год.

Принципиальная схема процесса дана на рис. 1.



Хладагент цикла предварительного охлаждения (СХА-1) представляет собой смесь этана и пропана с добавлением небольших количеств метана и бутана. Использование смешанного хладагента в цикле предварительного охлаждения делает процесс более гибким и эффективным в условиях низких температур окружающего воздуха. Процесс легко адаптируется к изменению внешней температуры путем изменения соотношения пропана и этана в смеси хладагента СХА-1. Преимущества данной технологии особенно сказываются в условиях зимних температур (около -30°C), когда вследствие изменчивости составов хладагентов коэффициент ожижения природного газа достигает максимума.

Кроме того, изменение состава хладагента позволяет более эффективно использовать мощности газовых турбин.

Хладагент *СХА-1* сжимается в двухступенчатом компрессоре *КЗ* с воздушным охлаждением и поступает в трубный пучок теплообменника *T1*. На выходе из теплообменника *T1* *СХА-1* разделяется на два потока. Первый поток дросселируется в устройстве *Д5* и направляется в межтрубное пространство теплообменника *T1* для охлаждения потоков, поднимающихся по трубным пучкам. Второй поток направляется в теплообменник *T2* для дальнейшего охлаждения, дросселирования в устройстве *Д4* и образования потока охлаждения теплообменника *T2*. Выходящие из нижней части теплообменников *T1* и *T2* потоки газа направляются в компрессор *КЗ*.

Очищенный природный газ и смешанный хладагент основного цикла сжижения (*СХА-2*) охлаждаются в цикле предварительного охлаждения до (-50)- (-80) °С, проходя последовательно снизу вверх по трубным пучкам теплообменников *T1* и *T2*.

СХА-2, состоящий преимущественно из метана и этана с добавлением некоторого количества пропана и азота, охлаждается в теплообменнике *T1* и частично конденсируется в теплообменнике *T2*, после чего разделяется в сепараторе *С1* и двумя потоками - жидким и газовым - наступает снизу в трубные пучки основного криогенного теплообменника *T3*. Процесс охлаждения и конденсации природного газа смешанным хладагентом в основном криогенном теплообменнике *T3* был описан в разделе 4.3. Хладагент основного цикла сжижения, выйдя из нижней части теплообменника *T3*, подается на всасывание в двухступенчатый компрессор *К1, 2*, где сжимается, охлаждается и возвращается в теплообменник *T1*.

В основном криогенном теплообменнике *T3* природный газ при движении по трубным пучкам снизу вверх сжижается и переохлаждается до температуры -153 °С. После основного криогенного теплообменника сжатый и сжиженный газ расширяется в устройстве *Д1* до 0,12-0,13 МПа, охлаждается до температуры -101 С и направляется в резервуар для хранения.

Процесс *SHELL DMR* использует спиральновитые теплообменники производства компании *Linde* как в основном цикле сжижения, так и в цикле предварительного охлаждения. Для привода компрессоров применяются газовые турбины *Frame 7*.

2.Вывод

Теоретически процесс Shell DMR является наиболее энергетически эффективным процессом. Вместе с тем, его главный недостаток заключается в ограниченном опыте промышленного использования. Также процесс Shell DMR признан несколько более сложным, чем APCI C3MR.

Ссылки

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. - М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2011. - 159 с.
2. Особенности технологии сжижения природных газов в условиях арктического климата/ И.А. Голубева, В.М. Юпов, И.А. Баканев, Е.П. Дубровина//Газовая промышленность. - 2016. - № 1.-С. 73-78.
- 3.Мещерин И.В. Альтернативные методы транспорта газа на рынки и их диверсификация. - М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. - 280 с.