

Список литературы

1. de Castro R.G., Devers E., Digne M., Lam-ic-Humblot A.-N., Pirngruber G.D., Carrier X. // *Appl. Catal A, Gen.* – 2021. – V. 403. – P. 16–31.
2. Vatutina Yu. V., Nadeina K.A., Klimov O.V., Kazakov M.O., Danilova I.G., Cherepanova S.V., Khabibulin D.F., Gerasimov E.Yu., Prosvirin I.P., Dik P.P., Noskov A.S. // *Catal. Today.* – 2021. – V. 375. – P. 377–392.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Д. В. Грива^{1,2}

Научный руководитель – д.т.н., профессор ИШХБМТ Л. М. Ульянов

¹АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»
634027, г. Томск, проспект Мира, 70а

²Национальный Исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, проспект Ленина, 30
dvg32@tpu.ru

Процесс сжижения природного газа является экономически и энергетически затратным процессом, в связи с использованием теплообменников сложных конструкций и большими нагрузками на компрессоры хладагентов. Для перспективных проектов в арктическом поясе актуальной задачей является выбор наиболее энергоэффективного решения проведения процесса сжижения природного газа с целью минимизации экономических затрат. Эта проблема является сложной и многофакторной задачей, требующей комплексного решения, которое можно получить с использованием пинч-анализа и подбора оптимальных технологических режимов, с учетом термодинамических особенностей протекания процесса.

В рамках работы для крупнотоннажного производства в арктических условиях для исследования выбраны технологии, позволяющие интегрировать климатические условия в процесс сжижения природного газа. Вследствие этого, для анализа энергоэффективности выбраны процессы C3MR (технология смешанного хладагента с предварительным пропановым охлаждением) и DMR (технология двойного смешанного хладагента). В указанных технологиях используют пластинчато-ребристые и спиральновитые теплообменники с большой площадью поверхности теплообмена и компрессоры высокой мощности для сжатия паров хладагентов [1].

Для исследования были получены промышленные данные о составе подготовленного природного газа, поступающего на сжижение,

и производительность технологической линии. После анализа свойств и состава природного газа перспективного месторождения определены термобарические условия проведения процесса сжижения с учетом поведения фазового состояния и количества, отводимого тепла при снижении температуры, по которым осуществлено технологическое моделирование выбранных процессов в ПО Hysys. На рисунке 1 представлена модель процесса DMR.

Для проведения пинч-анализа составлен цифровой образ системы теплообмена исследуемых процессов сжижения, по которым строились зависимости изменения температуры системы холодных и горячих технологических потоков при изменении их суммарной потоковой энтальпии (составные кривые). Удельная теплоемкость природного газа и смешанных хладагентов при линейном снижении температуры изменяется нелинейно в связи с изменением скрытой теплоты из-за частичной конденсации компонентов [2]. Для учета больших локальных изменений удельной теплоемкости потоков требуется идентифицировать температурные интервалы, при которых удельная теплоемкость будет изменяться не более, чем на десять процентов. В связи с этим для сегментации потоков был применен метод многомерной нелинейной регрессии.

На следующем этапе был выполнен технико-экономический анализ вариантов теплоэнергетической интеграции с целью оптимизации полученных составных кривых, которые явля-

ются основой для выбора технологических и конструкционных параметров процесса.

Уменьшение удельного энергопотребления исследуемых процессов произведено за счёт снижения потребляемой мощности компрес-

сов с газовым приводом. В результате анализа влияния расходов хладагентов получены оптимальные соотношения, при котором суммарная мощность потребляемой энергии компрессорами минимальна.

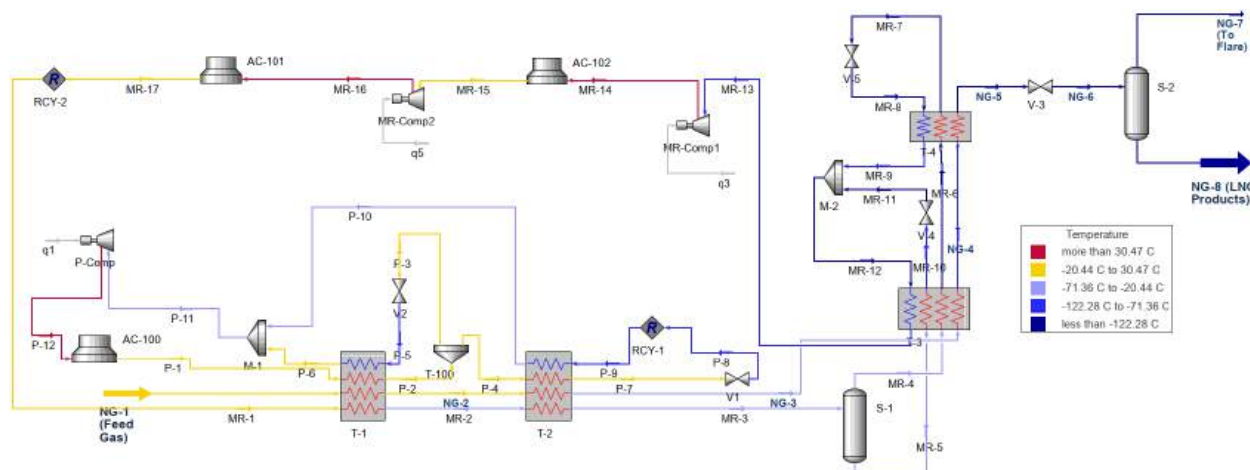


Рис. 1. Модель процесса сжижения природного газа с применением двойного смешанного хладагента в ПО Hysys

Список литературы

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. Mokhatab S. Handbook of Liquefied Natural Gas // Elsevier, 2014. – 591 p.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОКРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

М. С. Григораш, Р. А. Ваганов, Е. Р. Самойлов, А. Ю. Дементьев
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е. Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Сибирский Федеральный Университет
ООО «КИНЕФ»
msg11@tpu.ru

Создание и использование математической модели процесса гидрокрекинга является сложной комплексной задачей по оптимизации нефтеперерабатывающего производства. Решение данной задачи позволяет усовершенствовать технологию, увеличивать конверсию сырья и продлить срок жизни катализатора.

Для создания математической модели необходимы экспериментальные данные, получен-

ные как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Целью работы стало проведение экспериментальных исследований процесса гидрокрекинга вакуумного газойля на лабораторной каталитической установке с получением исходных данных для моделирования.

Эксперимент по проведению гидрокрекинга вакуумного газойля осуществлен с помощью универсальной каталитической установки фир-