

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЯ

Р. М. Нурисламов¹, Н. Р. Кензин¹, А. Н. Нефедов¹, А. З. Абильмагжанов¹

¹АО Институт топлива, катализа и электрохимии им.Д. В.Сокольского, г. Алматы, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Разделение газов – один из важнейших процессов современной нефтеперерабатывающей промышленности. Установки разделения один из самых энерго- и материалозатратных технологических установок современного нефтеперерабатывающего и нефтехимического завода. Целью этого исследования было создание модели установки газодифракционирования с помощью моделирующих программ ChemCAD и Hysys. Целью работы было построение расчетной модели ректификации газовых продуктов, с параметрами близкими к наблюдаемым на нефтеперерабатывающем заводе, и адекватным описанием процессов, имеющих место на реальной установке.

Ключевые слова: Моделирование, переработка газов, нефть, газодифракционирование, моделирующая программа.

Введение. Современная нефтяная промышленность поставлена перед осознанной необходимостью производить переработку нефтяного сырья с максимальной эффективностью и получать товарные продукты переработки на основе полупродуктов промежуточных ступеней переработки. Ведущее место в современной нефтегазоперерабатывающей промышленности отводится процессам ректификации. Высокая энергоемкость вкупе с высокой металлоемкостью являются причиной неослабевающего внимания исследователей к вопросам интенсификации процессов ректификации и разработки более эффективных, и экономически обоснованных методов работы отдельных ректификационных колонн, а также их систем на их основе.

В данной статье рассматриваются процессы происходящие на ректификационной установке разделения газов. Целью исследования является получение дополнительной информации способом проведения моделирования работы установки газодифракционирования.

Для определения эффективности работы установки газодифракционирования следует учесть, что на данный процесс большое влияние

оказывает состав сырьевого газа, температура, давление, характеристики используемого оборудования. Некоторые общие подходы приведены в [1-3].

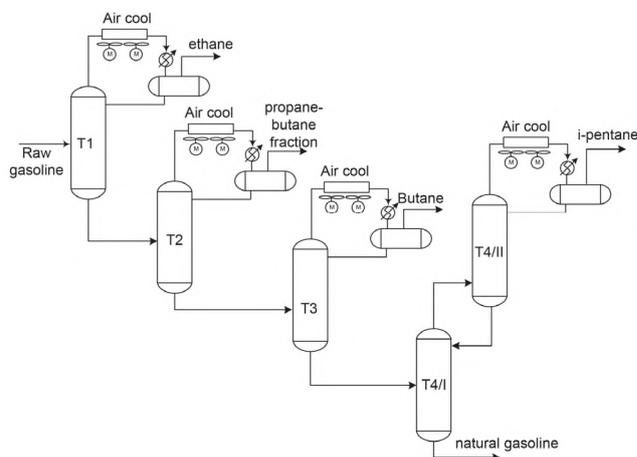


Рисунок - 1 Общая технологическая схема установки газодифракционирования

Для модели использовался блок расчета по Пенг-Робинсону, как наиболее применимому ксидным компонентам на базе углеводородов. Модель создавалась с рекомендациями по программному обеспечению [4].

Содержание исходного сырья приведено ниже:

Таблица 1 - Состав исходного сырья

Компонент	Метан	Этан	Пропан	i-бутан	n-бутан	i-пентан	n-пентан
Содерж. % (масс.)	0.02	0.57	11.11	9.17	30.35	23.03	23.96

Первичный поток сырья после реактора аминовой очистки поступает в колонну деэтаннизации, число тарелок в колонне составило 40шт. Для улучшения процессов разделения, в колонну насосами подавалось орошение.

Таблица 2 - Составы продуктов колонны

Выход газовая фаза	Кубовый остаток колонны
CH ₄ – 20,2%	CH ₄ – отсутствует
C ₂ H ₆ – 24,1%	C ₂ H ₆ – 7.26%
C ₃ H ₈ – 18,8%	C ₃ H ₈ – 11.6%
Изобутан – 4,4%	Изобутан – 7,2%
n-бутан – 9,6%	n-бутан – 23,7%
изопентан – 2,1%	изопентан – 14,17%
n-пентан – 1,8%	n-пентан – 14,17%

По расчету альтернативной модели установки, не имеющей потоков орошения, получены другие составы сухого газа (табл.3):

Таблица 3 - Составы газа продукта колонны, из расчета без потоков орошения

Компонент	Метан	Этан	Пропан
Содерж. % (масс.)	3.5	45.2	11.5

Наиболее вероятные потери газов фракций C₃-C₄ происходят именно на этом участке.

Расчет колонны позволил определить профиль содержания компонентов по тарелкам, абсцисса – номер тарелки, счет тарелок на установке идет снизу-вверх.

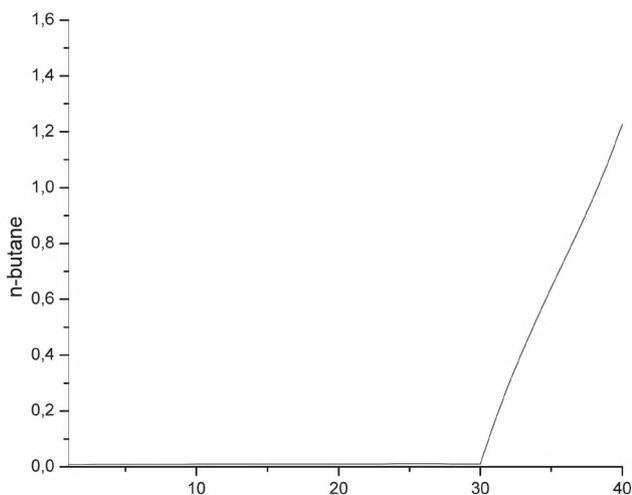


Рисунок 2 - Содержание бутана (моль%) в паровой фазе колонны деэтаннизатора в зависимости от номера тарелки (ось X - номер тарелки)

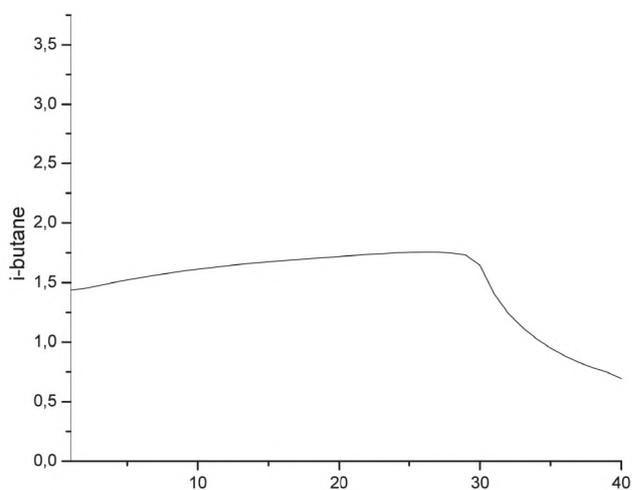


Рисунок 3 - Содержание изобутана (моль%) в паровом продукте на тарелках колонны деэтаннизатора (ось X - номер тарелки)

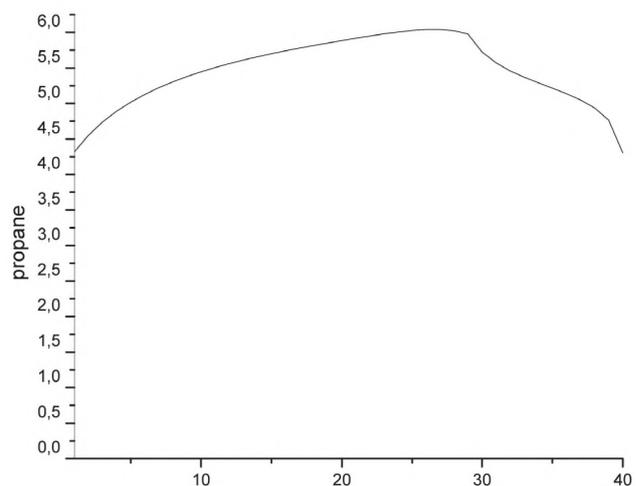


Рисунок 4 - Содержание пропана (моль%) в парах продукта. (ось X - номер тарелки)

Выше приведенное распределение (на графиках) соответствуют процессу фракционирования основного сырья. В процессе работы периодически (несколько раз в месяц) поступает нестабильный продукт с установки гидрокрекинга, с большим содержанием водорода, и значительно отличающимся составом.

Общая эффективность работы установки газодифракционирования по пропану составляет 95%, в отношении n-бутана эффективность составляет 84,4%, и наименьшая эффективность наблюдается для изобутана – 60%.

Таблица 4 - Таблица состава водородсодержащей нестабильной смеси

Комп.	Водород	Азот	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	n-бутан	i-бутан	i-пентан	n-пентан
Сод. % (об.)	70	0.6	1.0	2.2	3.3	3.5	0.7	5.25	0.8

Таблица 5 - Расчет состава выходного сухого газа колонны на водородсодержащем сырье

Комп./	Водород	Азот	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	n-бутан	i-бутан	i-пентан	n-пентан
Сод. % (об.)	82.8	0.5	2.7	3.9	4.4	4.3	1.8	0.97	0.71

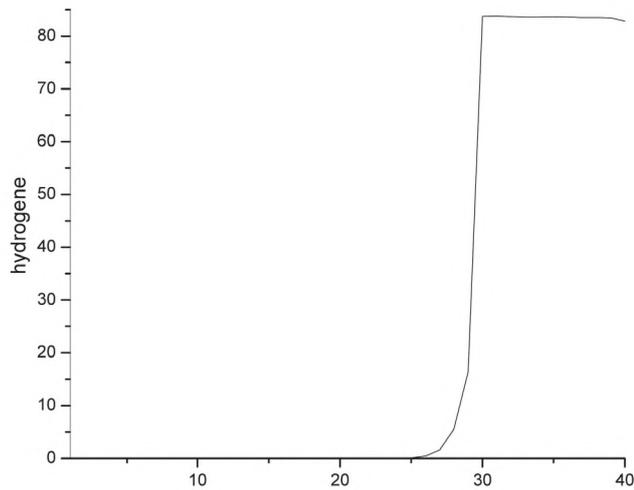


Рисунок 5 - Профиль содержания водорода (моль %) по тарелкам колонны. Работа на сырье с нестабильной водородсодержащей головкой. По оси X – номер тарелки колонны

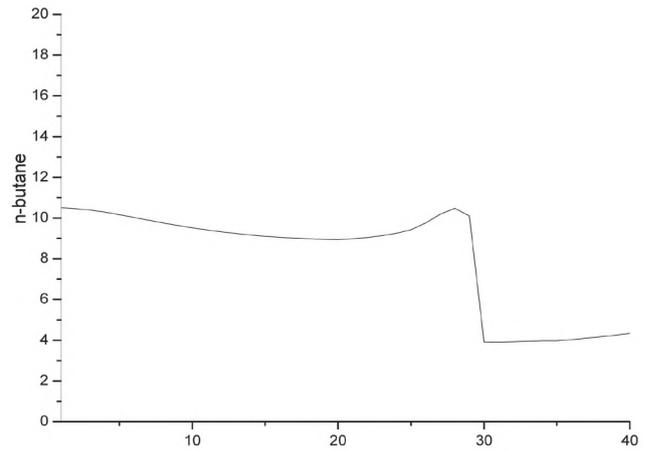


Рисунок 7 - Профиль содержания n-бутана в колонне (моль %), X – номер тарелки колонны

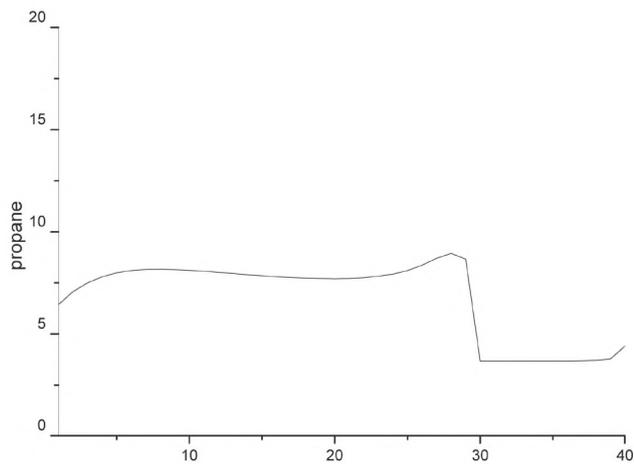


Рисунок 6 - Профиль содержания пропана (моль %), X – номер тарелки колонны

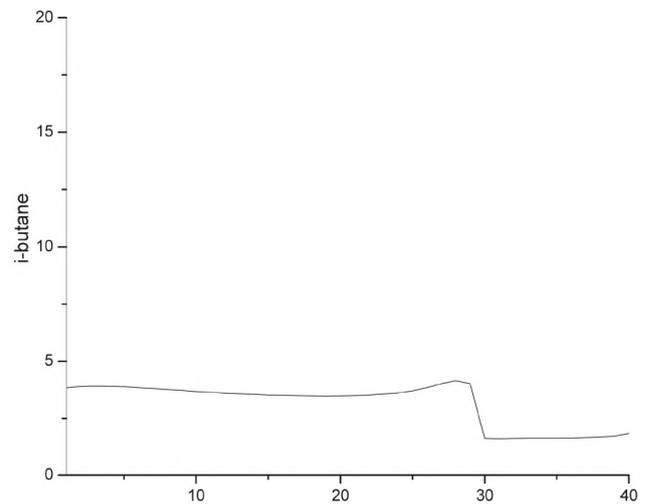


Рисунок 8 - Профиль содержания i-бутана в колонне (моль %), где ось X – номер тарелки колонны

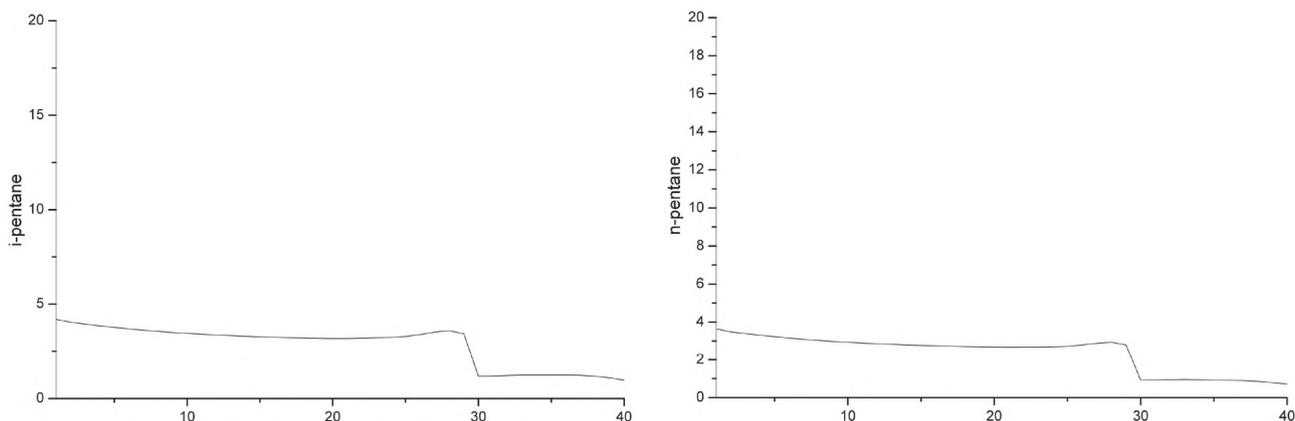


Рисунок 9 - Содержания компонентов i-пентана (а) и n-пентана (b) (моль %) на тарелках колонны

Результаты расчета свидетельствуют о снижении содержания тяжелых компонентов в газовой фазе, при повышении содержания водорода.

Была поставлена цель смоделировать колонну с изменённым составом колонны орошения (предлагается вариант - использовать среду орошения с увеличенным содержанием n-бутана). Было определено, что смена орошения изменяет температурный профиль верха колонны.

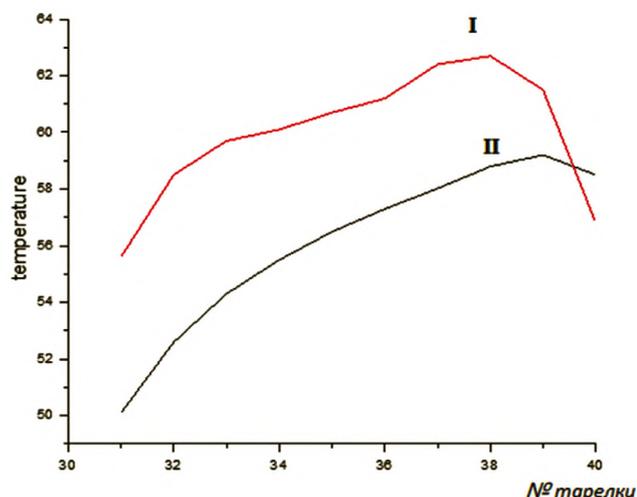


Рисунок 10 - I – исходный вариант температурного профиля колонны, II – вариант при использовании в качестве орошения обогащенной на 10% n-бутаном смесью

Результаты и обсуждение. Функциональные возможности программного моделирующего пакета позволили получить численное решение распределения компонентов по тарелкам для основного техно-

логического режима. Распределение компонентов также было получено для сырья изменённого состава.

Были получены температурные профили колонны для наблюдаемых регламентных условий работы. Полученный из расчетов профиль колонны объясняет, в чем заключается специфичность поддержания технологических параметров колонны. По технологии целевым ориентиром является температура верха колонны. Рассчитанный температурный профиль колонны позволяет кроме температуры как единственного значения иметь косвенную оценку в каких пределах возможны колебания температуры. Для варианта с улучшенным составом орошения, разбег температуры меньше, и выдерживать параметры технологии проще.

Заключение. Расчетным способом в пакетах моделирующих программ CHEMCAD/ Hysys произведены расчеты режимов работы газодиффузионной установки. Для снижения потерь C3-C4 в сухой газ газодиффузионной колонны предлагается изменить состав орошения. Предложение заключается в использовании нестабильной головки предыдущих стадий переработки обогащенных n-бутаном. Согласно модели это приведет к снижению потерь углеводородов C3 – C4 во фракции сухого газа. Примерная величина снижения содержания газов C3-C4 в сухой газ – от 4 до 6%. В изменённом режиме, меняется перепад по температуре, и поддерживать параметры колонны становится проще.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В., Богула Н.Ю., Рыжов Д.А. Оптимальное проектирование газофракционирующей установки И. // Вестник Казанского технологического университета. - 2012.
- 2 Минныразиев И.И., Рачковский С.В. Определение оптимального режима работы блока дезазотизации с точки зрения снижения энергозатрат. // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. - Т.20, №3.
- 3 Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Новикова Д.К., Панкрушина А.В. (РХТУ им. Д. И. Менделеева). Разработка технологической схемы ректификации в производстве ароматических углеводородов из продуктов крекинга. // Журнал химическая техника. -2017. - №8.
- 4 О.А.Кузнецов. Основы работы в программе Aspen HYSYS. Директ-Медиа, 2015
- 5 Saving Energy in Distillation Towers by Feed Splitting. Soave G., Feliu J.A. Applied Thermal Engineering. -2002. -Vol.22. -P. 889–896.

ТҮЙІНДЕМЕ

Нұрисламов Р.М., Кензин Н.Р., Неведов А.Н., Әбілмағжанов А.З.

ГАЗДЫ ФРАКЦИЯЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Газды фракциялық бөлу қазіргі мұнай өңдеу өнеркәсібіндегі маңызды процестердің бірі болып табылады. Бөлу қондырғылары қазіргі заманғы мұнай өңдеу және мұнай-химия зауытының энергияны және материалды көп қажет ететін технологиялық қондырғыларының бірі болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты ChemCAD және Hysys симуляциялық бағдарламаларын пайдалана отырып, газды фракциялау қондырғысының моделін құру болды. Жұмыстың мақсаты мұнай өңдеу зауытында бақыланатын параметрлерге жақын параметрлері бар газ өнімдерін ректификациялаудың есептеу моделін құру және нақты қондырғыда болып жатқан процестерді сипаттау болды.

Түйін сөздер: Модельдеу, газды өңдеу, мұнай, газды фракциялау, модельдеу бағдарламасы.

ABSTRACT

Nurislamov R. M., Kenzin N.R., Nefedov A.N., Abilmagzhano A.Z.

MODELING A GAS FRACTIONATION PLANT

Gas fractional separation is one of the most important processes in the modern oil refining industry. Separation units are one of the most energy- and material-consumable technological units of a modern oil refineries and petrochemical plants. This study aims to create model of a gas fractioning unit using the ChemCAD and Hysys simulation programs. The pursued goal was to build a computational model for the rectification of gas products, with parameters close to observed at an oil refinery, and an adequate description of the processes taking place at industrial installation.

Keywords: Modeling, gas processing, oil, gas fractionation, modeling program.

Нурисламов Р. М., <https://orcid.org/0000-0002-1771-9172>, e-mail: r.nurislamov@ifce.kz

Абильмағжанов А.З., <https://orcid.org/0000-0003-2931-9640>, e-mail: a.abilmagzhanov@ifce.kz

Кензин Н.Р., <https://orcid.org/0000-0001-8323-4619>, e-mail: n.kenzin@ifce.kz

Неведов А.Н., <https://orcid.org/0000-0002-9070-0398>, e-mail: a.nefedov@ifce.kz