

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСТАВОК РЕЖИМА
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА
ПРИ ВАРИАТИВНОСТИ СОСТАВА СЫРЬЯ**

Холявкин В.О. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Логвиненко Е.В. (ИТМО)

В практике переработки попутного нефтяного газа (ПНГ) компонентный состав сырья характеризуется вариативностью в процессе разработки и между месторождениями, что приводит к смещению оптимальных режимов и снижению извлечения целевых компонентов при фиксированных уставках. Для низкотемпературной ректификации (НТР) данная проблема проявляется, в частности, в росте потерь пропана с сухим отбензиненным газом (СОГ) и в изменении состава товарного продукта (ШФЛУ) за счет увлечения легких компонентов. В связи с этим актуальной является разработка подхода к выбору уставок, обеспечивающих устойчивость показателей разделения при изменяющемся составе ПНГ.

Цель работы — разработать и апробировать вычислительную методику выбора уставок режима НТР, устойчивых к вариативности состава ПНГ, с учетом технологически значимых критериев. В качестве целевого критерия рассматривается минимизация потерь пропана с СОГ (массовая доля пропана в потоке СОГ). В качестве ограничения по качеству продукта используется контроль уноса этана в ШФЛУ (массовая доля этана в товарном продукте). Управляющими параметрами (уставками) приняты давление колонны и расход потока циркуляции на предварительное охлаждение.

Исследование выполнено методом стационарного моделирования промышленной схемы НТР в среде Aspen HYSYS. Для набора репрезентативных составов ПНГ, отражающих диапазон изменения соотношений C_1 – C_3^+ , будет проведен параметрический расчет по сетке уставок “давление–циркуляция” с формированием массивов выходных показателей. На основе расчетных данных предполагается построить карты распределения целевого критерия и ограничения, выделить область допустимых режимов и определить область предпочтительных уставок, минимизирующих потери пропана при выполнении ограничения по уносу этана. Дополнительно будет проведена оценка чувствительности критериев к изменению состава сырья, что позволит сформировать показатель устойчивости выбранной области уставок.

Результатом работы является методическая схема вычислительного подбора уставок НТР для объектов с переменным составом сырья, включающая:

1. Формализацию критериев “потери пропана–качество ШФЛУ”;
2. Построение карт режимов и области допустимости;
3. Процедуру выбора устойчивой области предпочтительных уставок для заданного класса составов ПНГ.

Полученные результаты могут быть использованы при обосновании эксплуатационных уставок и при разработке рекомендаций по ведению режима НТР в условиях неопределенности состава ПНГ.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, низкотемпературная ректификация, Aspen HYSYS, уставки режима, устойчивость к изменению состава, потери пропана, ШФЛУ.

Список использованных источников:

1. Shamsi M., Obaid A.A., Vaziri M., Mousavian S., Hekmatian A., Bonyadi M. *A comprehensive comparison of the turbo-expander, Joule-Thomson, and combination of mechanical refrigeration and Joule-Thomson processes for natural gas liquids production* // Energy. 2024. Vol. 295. Art. 131032. DOI: 10.1016/j.energy.2024.131032.

2. Kazemi A. *Natural gas liquids (NGL) recovery: A framework for environmental, technical and economic assessments and optimizations* // *Chemical Engineering Science*. 2025. Vol. 316. Art. 121928. DOI: 10.1016/j.ces.2025.121928.
3. Aspen Technology, Inc. *HYSYS® 2004.2. User Guide*. October 2005. Aspen Technology, Inc. 533 p.
4. ГОСТ Р 54973–2012. Переработка попутного нефтяного газа. Термины и определения. Дата введения: 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2013. 12 с.
5. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. *Переработка природного и попутного газа* (проект). М.: Бюро НДТ, 2017. 305 с.

Автор _____ Холявкин В.О.
Научный руководитель _____ Логвиненко Е.В.