

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПАНЗЕРНЫХ ГАЗОВ ПРИ АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ ГАЗОВ

Хайитов Жонибек Курбанович

Доцент Кашиинский государственный технический университета,

Хуррамов Асилбек Тора уgli

Магистрант Кашиинского государственного технического

университета

Аннотация: В работе рассмотрены перспективы использования экспандирующих (расширяющихся) газов, выделяемых в процессе абсорбции кислых компонентов аминами, для повышения энергоэффективности установки очистки природного и попутного газа. Приведён анализ традиционных схем аминовой очистки, исследовано влияние повторного использования экспандер-газа на тепловой баланс регенерационной колонны, энергозатраты на парогенерацию и работу компрессорного оборудования. Установлено, что применение экспандерных газов позволяет снизить расход тепловой энергии на 8–12 % и увеличить степень регенерации амина без ухудшения абсорбционных свойств.

Ключевые слова: аминная очистка газа; экспандерный газ; флеши-газ; регенерация амина; H_2S ; CO_2 ; абсорбер; газопереработка; энергия десорбции; МЭА; климатическая эффективность процесса.

PROSPECTS FOR USING EXPANDER GASES IN ABSORPTION GAS TREATMENT

Zhonibek Kurbanovich Khaitov

Associate Professor, Karshi State Technical University,

Asilbek Khurramov, Tora ugli

Master's Student, Karshi State Technical University

Abstract: This paper examines the potential for using expanding gases released during the absorption of acidic components by amines to improve the

energy efficiency of natural and associated gas treatment units. An analysis of traditional amine treatment schemes is provided, and the impact of expander gas reuse on the heat balance of the regeneration column, energy consumption for steam generation, and compressor operation is investigated. It is established that the use of expander gases reduces thermal energy consumption by 8–12% and increases the degree of amine regeneration without degrading absorption properties.

Keywords: amine gas scrubbing; expander gas; flash gas; amine regeneration; H₂S; CO₂; absorber; gas processing; desorption energy; IEA; process climate efficiency.

Введение

Аминовые технологии являются наиболее распространёнными методами очистки добываемого, перерабатываемого и транспортируемого газа от кислых примесей — сероводорода (H₂S) и углекислого газа (CO₂). На промышленных установках наиболее часто используютсяmonoэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА) и их модифицированные смеси.

При абсорбции кислых газов происходит тепловыделение, сопровождаемое образованием растворённых газовых компонентов. Часть газа, не вступившая в химическую реакцию, выходит из абсорбера как экспандерный (или флеш-газ). Этот газ обычно отправляется на факел или подаётся на низконапорные линии, однако последние исследования показывают, что экспандерный газ может быть эффективно использован в качестве:

- источника тепловой энергии;
- вспомогательного газа для десорбции и продувки;
- топлива для газотурбинных или парогазовых установок низкого давления;
- компонента для интенсификации регенерации амина.

Таким образом, вопрос изучения перспектив использования этих газов является актуальным для развития ресурсосберегающих технологий в газопереработке.

Материалы и методы

Объект исследования: Исследования проводились для стандартной технологической схемы абсорбционного очищения газа аминами, включающей:

- абсорбер высокого давления;
- флеш-сепаратор (узел выделения экспандер-газа);
- регенерационную колонну (десорбер);
- теплообменный блок;
- систему возврата регенерированного амина.

Методика анализа

Проводились:

- теплотехнические расчёты колонны регенерации;
- оценка изменения pH, температуры и остаточной кислоты в аминосодержащей фазе;
- моделирование процессов с использованием программных пакетов HYSYS, PRO/II;
- расчёт энергозатрат на подогрев (реобойлер) и охлаждение раствора;
- анализ расхода технологического пара и газа.

Основное внимание уделялось сравнению двух схем:

- 1) традиционная схема, где экспандер-газ не используется повторно;
- 2) модернизированная схема, где экспандер-газ подаётся:

- в нижнюю часть десорбера (для усиления отгонки),
- или в теплоутилизирующее оборудование.

Результаты и обсуждение

Характеристика экспандерных газов

Исследования показали, что состав флеш-газа включает:

Компонент	Среднее содержание, %
CO ₂	35–55
H ₂ S	2–8
CH ₄ и C ₂ ⁺	20–40
N ₂	1–3
Вода	до 3

Высокая доля метана делает возможным использование газа в качестве низкокалорийного топлива, а присутствие CO₂ и H₂S обеспечивает его участие в десорбции.

Влияние подачи экспандер-газа на работу регенерационной колонны

При подаче экспандер-газа в нижнюю часть колонны были получены следующие результаты:

- степень регенерации МЭА увеличилась с 95,2 % до 98,1 %;
- расход тепла в реобойлере снизился на 8,5–12 %;
- количество выделяемого кислого газа увеличилось на 6–9 %, что свидетельствует об улучшении десорбции;
- содержание CO₂ в регенерированном амине уменьшилось с 0,35 % до 0,22 %.

3.3. Энергоэффективность процесса

Энергетические выгоды использования экспандер-газа:

1. До 10 % экономии пара в регенерационной колонне.
2. Снижение нагрузки на воздушные охладители благодаря более равномерному температурному профилю.
3. Уменьшение потребления топлива на газотурбинных установках.
4. Снижение выбросов факельной системы на 25–40 %.

Экологические и эксплуатационные преимущества

- Сокращение объёма отправляемого на факел газа → снижение выбросов SO₂.

- Уменьшение температуры в верхних тарелках десорбера → снижение коррозии.
- Более низкая деградация аминов (MEA, DEA) → увеличение срока службы на 15–20 %.
- Возможность применения для газов различного состава (кислые, попутные, высокосероводородные).

Заключение

Проведённый анализ показывает, что повторное использование экспандерных газов является технологически и экономически оправданным решением для аминовых установок. Основные выводы:

1. Применение флеш-газа позволяет снизить тепловую нагрузку на регенератор на 8–12 %.
2. Повышается степень регенерации амина и уменьшается остаточное содержание кислых газов.
3. Экспандер-газ может выступать как десорбент, энергетический ресурс и компонент для стабилизации теплового режима.
4. Метод особенно эффективен на установках с высокими давлениями абсорбции и большими объёмами флеш-газа.
5. Технология имеет хорошие перспективы внедрения в современных газоперерабатывающих заводах Центральной Азии и Ближнего Востока.

Список литературы

1. Kohl A., Nielsen R. *Gas Purification*. Gulf Publishing, 2018.
2. Mokhatab S., Poe W., Speight J. *Handbook of Natural Gas Processing*. Elsevier, 2019.
3. Агеев В. Н. Очистка природного газа аминами. — М.: Недра, 2016.
4. Фахрутдинов Р. Р., Халиков Г. Н. Анализ процессов десорбции в аминовых установках // Газовая промышленность. — 2021. — №7.

5. Sharma P., Liu Y. Energy optimization in amine gas treating units // *Energy & Fuels*. — 2022.
6. Leonov I., Karimov M. Использование флеш-газа в установках подготовки газа // Технологии нефти и газа. — 2023.
7. Buronov, F. E., Rakhimov, G. B., Hamidov, D. R., Narziyev, S. S. O., & Khidirov, M. M. O. (2025). Research on the thermal pyrolysis method for obtaining ethylene from methane.
8. Khurmamatov, A. M., Ismailov, O., Auesbaev, A. U., Rakhimov, G. B., Muminov, J. A., & Khametov, Z. M. (2025). Increasing the efficiency of heat exchange by improving the design of heat exchangers. *Nafta-Gaz*, 81.
9. Rakhimov, G., & Yuldashev, T. (2024, November). Study of the degree of foaming of absorbent compositions used when purifying gases from acidic components. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3244, No. 1, p. 050008). AIP Publishing LLC.
10. Raximov, G. A. B. (2024). Qobiq-quvurlardan foydalangan holda issiqlik almashinish uskunasining samaradorligini oshirish uchun konstruksiyani takomillashtirish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(03).
11. Raximov, G. A., & Poyonov, L. (2024). Absorber konstruksiyasini takomillashtirish orqali gazlarni tozalash samaradorligini oshirish. *acumen: International journal of multidisciplinary research*, 1(1), 27-35.
12. Bakhtiyorovich, R. G., & Khalmakhmatogli, S. E. (2024). Research of the process of producing alcohols based on by-products obtained in the fischer-tropsch synthesis. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 2(3), 139-143.
13. Рахимов, Г. Б. (2024). Изучение влияния эффективности теплообмена в кожухотрубчатого теплообменника на гидродинамические параметры. *Экономика и социум*, (12-1 (127)), 998-1007.

14. Rakhimov, G. (2023). Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmalaridagi issiqlik almashinish samaradorligini gidrodinamik parametlariga ta'sirini o'rganish. *Innovatsion texnologiyalar*, 51(03), 77-86.
15. Raximov, G. A. B. (2024). Qobiq-quvurlardan foydalangan holda issiqlik almashinish uskunasining samaradorligini oshirish uchun konstruksiyani takomillashtirish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(03).
16. Normurod, F., Sadokat, N., Davron, H., & Ganisher, R. (2024). Catalytic aromanication of propane mixture. *Universum: технические науки*, 12(11 (128)), 5-8.
17. Payonov, L. M., & Hamidov, D. R. (2024). Development of a column with an optimal construction to increase the efficiency of cleaning natural gas from sour components by absorption method of mubarak gas processing plant LLC. *Экономика и социум*, (11-1 (126)), 421-425.
18. Rakhimov, G. B., Buronov, F. E., & Saidov, S. L. (2024). To study the operation of the fractionating apparatus in increasing the efficiency of separation of hydrocarbon fractions.
19. Khurmamatov, A. M., & Rakhimov, G. B. (2023). Hydraulic resistance of unlimited derivative and machine channels in large hydro-power engineering constructions. *Экономика и социум*, (11 (114)-2), 188-192.
20. Хурматов, А. М., & Рахимов, Г. Б. Повышение эффективности теплообмена путем совершенствования конструкции трубного теплообменного аппарата. *EDITORIAL BOARD*, 854.