

UDK: 66.07

Бурунов Фирдавсий Эшбуриевич
Преподаватель Каршинского инженерно-экономического института.,
Шукруллаев Дониёр Дилишодович
Преподаватель Шахрисабзский филиал Ташкентского химико-технологического института.

СУЩНОСТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА МЕМБРАННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ГЕЛИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ

Аннотация. На рентабельность производства гелия влияет его концентрация в исходном сыром газе и сложность переработки сырого газа, так как одновременное извлечение из газа сероводорода, углекислого газа, азота, этана, пропана, бутана и его компримирование делают производство гелия высокоэффективным.

Ключевые слова. аккумулярующее соединение фтора, гидрат, мембрана, криогенный метод, гелий, абсорбция, гелий-азотная смесь

Buronov Firdavsy
Lecturer at Karshi Engineering and Economics Institute.,
Shukrullaev Doniyor
Lecturer Shakhrisabz branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology.

ESSENCE AND ADVANTAGES OF MEMBRANE SEPARATION OF HELIUM-CONTAINING NATURAL GASES

Annotation. The profitability of helium production is affected by its concentration in the initial raw gas and the complexity of raw gas processing, since the simultaneous extraction of hydrogen sulfide, carbon dioxide, nitrogen, ethane, propane, butane from gas and its compression make helium production highly efficient.

Keywords. fluorine storage compound, hydrate, membrane, cryogenic method, helium, absorption, helium-nitrogen mixture

Этот метод малоэффективен, когда природный газ содержит очень мало гелия (0,05-0,08% по объему). Поэтому требуется организация многостадийных процессов, что увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты. Последующая ректификация гелиевого концентрата с использованием мембраны фактически увеличивает экономичность процесса.

Учитывая все требования к качеству разделения природного газа, идеальная практика элегантного выделения гелия из состава бедного газа использует проводимость гелия при температуре 673 К $3,26 \cdot 10^{-15}$ моль \cdot м / (м² \cdot с \cdot Па) при выделении гелия через кварцевую трубку. Это обеспечивает получение из газа следующих элементов по объему, % : 0,05 He, 85 метан, 14,95 азот перепад давления в практически чистых (99,99% по объему) неоновых мембранах He составляет 7,0 МПа.

Основным недостатком сложности применения этого процесса в промышленных масштабах является сложность изготовления устройств из кварцевого волокна. Кроме того, большой выбор гелия означает очень низкую относительную эффективность кварцевого капиллярного аппарата. Полимерные мембраны используются с очень высокими характеристиками, но низкой селективностью [3, 8]. Коэффициенты разделения бинарной смеси гелий-метан в большинстве полимеров подтверждают достижение высоких значений, в полиэфиримидах - 150, полиперфтор - 325, метилена - 2, метиле - 4, диоксале - 1,3 и блок-сополимерах с тетрафторэтиленом - 1310. Эффективно

использование мембран на основе ацетата целлюлозы, поликарбидов и полисульфатов. Мембраны этого типа (асимметричные или композитные, в виде завес или разнофактурных волокон) отличаются высокой проницаемостью целевых компонентов - широко используются в области мембранного газоразделения для разделения гелия.

Мембраны с очень низким содержанием шахтного газа (0,02 - 0,06 % по объему) лучше пропускают метан, чем гелий; мембраны из силоса характеризуются резким снижением коэффициента проницаемости гелия и коэффициента разделения гелия-метана. При расходе гелия выше уровня обогащения силосы используются для повышения давления первичного газа и концентратов гелия из технологической ступени при передаче на установку низкотемпературной ректификации.

Анализ влияния газоразделительных свойств мембраны на параметры процесса показывают, что степень выделения гелия из газа увеличивается при увеличении коэффициента давления, а его концентрация в пермеате уменьшается. Для достижения разделения гелия при 85 % ($\phi = 0,85$ — параметр криогенного процесса получения гелия) и при высоком обогащении применяют мембраны с коэффициентом разделения более $\alpha > 30$.

При выборе мембраны для извлечения гелия одним из важнейших параметров, помимо ее селективности, является проницаемость. Таким образом, степень обогащения коэффициента разделения в 100 раз увеличивается только в пять раз, а площадь поверхности мембраны увеличивается в 8000 раз (при том же уровне разделения гелия).

Поверхность мембраны, используемой в промышленных устройствах, очень велика. Кроме того, газ поступает в сепарацию при высоких давлениях. Вот почему важно обеспечить максимальную плотность мембраны в устройствах. В промышленности предпочтительно использовать рулонные и полутканые модули.

Промышленное оборудование для мембранного разделения газов должно отвечать следующим требованиям: высокоэлегантное размещение, т. е. поверхность мембраны в единице объема оборудования должна быть как можно больше; быть технологичным в сборке, удобным в управлении и ремонте, надежным и долгое время находиться в рабочем состоянии; обеспечение равномерного распределения газового потока в напорном и дренажном пространстве мембранных элементов; он должен иметь небольшое гидравлическое сопротивление и обеспечивать герметичность.

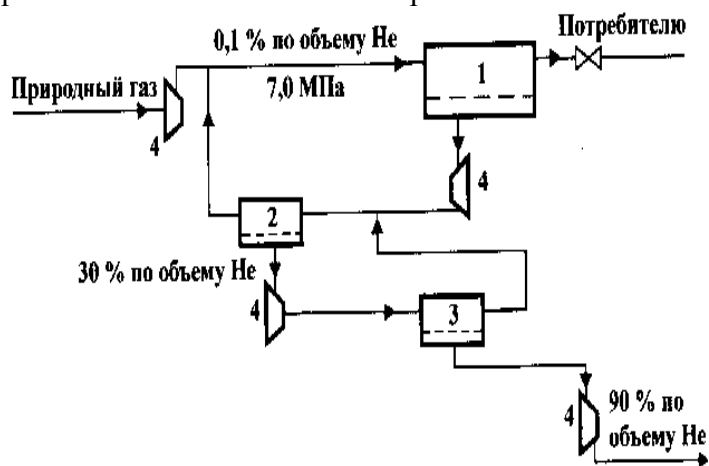


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства для извлечения гелия из природного газа:

1, 2, 3 – мембранные устройства, соответствующие первой, второй и третьей ступням; 4 - компрессоры

В данном устройстве используется мембранный модуль на мультволоконистой основе с блок-сополимером тетрафторэтилена и гексафторэтилена [2, 9].

Природный газ с низким содержанием гелия (0,06% по объему) предварительно очищают от сернистых компонентов, давление сжатия повышают до давления 7 МПа,

объединяют с подачей из мембранного аппарата на вторую ступень разделения, и поступает в первую ступень мембранного модуля. Ретентат, вообще не содержащий гелия, направляется с первой ступени потребителю в качестве товарного газа, а пермеат обогащается гелием и после компримирования до первичного давления направляется на мембранную сепарацию второй ступени. 30% гелия по объему в пермеате на второй стадии разделения, 90% по объему в пермеате на третьей стадии.

Остаточный метан, азот, водород и некоторое количество инертных газов (неон и др.), содержащиеся в полученном гелиевом концентрате, направляют на разделение по мембранной или криогенной технологии для извлечения чистого гелия.

В промышленности для очистки гелия от азота, неона и микропримесей применяют низкотемпературную конденсацию и адсорбцию - процессы, требующие больших энергетических затрат, и жидкий азот - охлаждение, протекающее при температуре минус 175 – 200⁰С. Мембранная сепарация и концентрирование газов являются альтернативой низкотемпературному методу, при котором процесс протекает при атмосферном и невысоком давлении. Применение мембранного метода приводит к снижению энергоемкости технологического процесса, уменьшению потерь на нагрев и охлаждение технологических потоков.

Мембранные установки для извлечения чистого гелия из гелиевого концентрата в основном проходят опытно-промышленные испытания. Положительные результаты получены при использовании мембран на основе полиэфиримида с плоской мембраной при получении чистого гелия в мембранных устройствах [10].

Было испытано большое количество различных полимерных мембран для разделения гелий-азотной смеси. Коэффициенты разделения гелий-азот в большинстве полимеров больше единицы и могут достигать: 100 в ацетате целлюлозы, 300 во фторкислородных полимерах. Он имеет асимметричную мембрану для максимальной производительности, для этих мембран значение коэффициента разделения составляет 15-20, что означает необходимость многоступенчатого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фирдавсий, Б., и Нормурод, Ф. (2021). АКТИВНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОМЕРОВ ВИНИЛАЦЕТАТА. *Universum: технические науки*, (5-6 (86)), 79-81.
3. Мулдер М. Введение в мембранную технологию / пер. с англ. А.Ю. Алентьева, Г.П. Ямпольской; под ред. Ю.П. Ямпольского, В.П. Дубяги. М.: Мир, 1999.
4. Firdavsiy, В. (2021). Влияние природы фиксатора (носителя) на каталитическую активность катализатора в газофазном синтезе винилацетата из этилена. *Турецкий журнал компьютерного и математического образования (TURCOMAT)*, 12 (10), 2262-2270.
5. Патент № 145348 Российская Федерация, МПК В01D 63/00 (2006.01), В01D 53/22 (2006.01). Установка мембранного разделения газовой смеси высокого давления: № 2014122480/05: заявл. 04.06.2014 г.: опубл. 20.09.2014 г. / Соломахин В.И.; заявитель ДОО ЦКБН ОАО «Газпром».
6. Дустов, А. Ю., Султонов, Н. Н., & Буронон, Ф. Э. (2020). Расширение шуртанского гхк с производством дополнительного полиэтилена. *Международный академический вестник*, (3), 96-99.
7. Соломахин В.И. Технологический способ оптимизации интегрального ресурсо- и энергосберегающего фактора в задаче мембранного извлечения гелия из подготовленного природного газа высокого давления // *Мембраны и мембранные технологии*. 2019. Т. 9. № 1. С. 38–46.
8. Дустов, А. Ю., Султонов, Н. Н., Буронон, Ф. Э., & Шукуров, А. Ш. (2020). РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

9. Normurot, F., Firdavsiy, B., Noriigit, M., Orif, Q., & Feruz, T. (2021). Effect of the Number of Active Components of the Catalyst on the Yield of the Product During the Synthesis of Vinyl Acetate From Ethylene and Acetic Acid. Бюллетень науки и практики, 7(4), 301-311.
10. Ананенков А.Г. Восточная газовая программа – начало реализации // Газовая промышленность. 2008. № 12 (625). С. 8–10.
11. Вагарин В.А., Павленко В.В., Кисленко Н.Н. и др. Промышленная установка мембранного выделения гелия на Чайядинском НГКМ – уникальный проект ООО «Газпром проектирование» 2020. № 4 (84). С. 16–26.
11. Файзуллаев, Н., & Буранов, Ф. (2021). Исследование каталитической активности катализатора в синтезе винилатцетата из этилена при различных носителях. Збірник наукових праць ЛОГОС.
12. Гибридный процесс для улавливания гелия // Linde AG: Режим доступа: <http://www.lindeengineering.ru/ru/about-linde-engineering/success-stories/hybrid-process-to-recover-helium.html> (дата обращения: 04.03.2021).
13. Buronov, F., & Fayzullayev, N. (2022, June). Synthesis and application of high silicon zeolites from natural sources. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1, p. 050004). AIP Publishing LLC.
14. Firdavsiy, Buronov, and Salohiddinov Farhod. "MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFICIENCY OF THE CATALYST IN THE SYNTHESIS OF VINYL ACETATE." Universum: технические науки 5-6 (86) (2021): 82-85.
15. Buronov, F. (2022). Kinetics and Mechanism of the Vapor-Phase Synthesis of Vinyl Acetate from Ethylene. International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences, 2 (3), 46-55.
16. Buronov, F., & Fayzullayev, N. (2022). Influence of the Nature of the Carrier on the Catalytic Activity of the Catalyst in the Gas-Phase Synthesis of Vinyl Acetate. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 2 (3), 12-19.