

Преимущества цеолитов при адсорбционной осушки природного газа

Лайло Рахматиллоевна Хамроева
Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация: Адсорбционная осушка природного газа - это процесс удаления влаги из природного газа с использованием адсорбентов, таких как молекулярные сита или синтетические сорбенты. При этом газ проходит через слой адсорбента, который удерживает влагу, а сухой газ выходит из системы. Этот метод осушки часто используется в газоперерабатывающей промышленности и газотранспортных системах, чтобы предотвратить коррозию и замерзание влаги в трубопроводах и оборудовании, а также для обеспечения требуемого качества газа перед его использованием.

Ключевые слова: природный газ, осушка, адсорбент, цеолит, влага, точка росы, регенерация

Advantages of zeolites in the adsorption drying of natural gas

Laylo Rahmatillayevna Khamroeva
Bukhara Institute of Engineering and Technology

Abstract: Adsorption drying of natural gas is the process of removing moisture from natural gas using adsorbents such as molecular sieves or synthetic sorbents. In this case, the gas passes through the adsorbent layer, which retains moisture, and the dry gas exits the system. This drying method is often used in the gas processing industry and gas transmission systems to prevent corrosion and freezing of moisture in pipelines and equipment, as well as to ensure the required gas quality before using it.

Keywords: natural gas, drying, adsorbent, zeolite, moisture, dew point, regeneration

Осушка газа - это процесс удаления из газовых смесей влаги (или ее элементов) с целью предотвращения коррозии, замерзания и других негативных последствий, которые могут возникнуть в результате наличия влаги в газовой среде. Для этого обычно применяют различные методы осушки, включая использование адсорбентов, холодильных способов или технологий мембранного разделения.

Цеолиты - алюмосиликаты с кристаллической структурой в виде микроскопической «губки» с пористостью до 50%; масштабы применения которых в мире измеряется миллионами тонн.

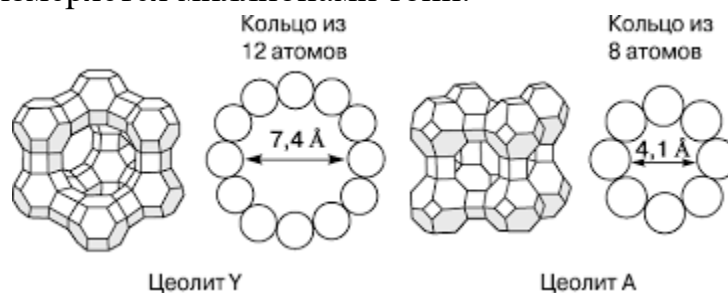


Рис.1. Виды цеолитов

Цеолиты - это микропористые минералы, которые образуются из алюмосиликатов. Они обладают способностью адсорбировать молекулы воды и других веществ благодаря своей пористой структуре. Цеолиты используются в различных отраслях, включая осушку газа, очистку воды, катализаторы в химической промышленности, а также в качестве сырья для производства детергентов и средств для омыления. Из-за своей уникальной структуры цеолиты также применяются в качестве ингредиента в косметике и медицинских препаратах.

Существует множество видов цеолитов, некоторые из которых включают:

1. Клиноптилолит: Этот минерал имеет высокую способность адсорбировать влагу, что делает его полезным для осушки газа и воды.
2. Морденит: Морденит также используется в качестве адсорбента для осушки газа и жидкостей и широко применяется в промышленности.
3. Фауясит: Фауяситы также обладают высокой адсорбционной способностью и часто используются для удаления воды из газовых смесей и других процессов очистки.
4. Цеолит X и Y: Эти типы цеолитов отличаются своей пористой структурой и используются в различных процессах адсорбции и сепарации.

Каждый вид цеолита обладает уникальными свойствами, которые делают их полезными в различных промышленных и научных приложениях, включая осушку газа и жидкостей, катализ и обмен ионами.

Цеолитовая осушка газа использует цеолиты как адсорбенты для удаления влаги из газовой смеси. Основные особенности цеолитовой осушки газа включают:

1. Высокая способность адсорбции: Цеолиты обладают высокой способностью адсорбировать влагу благодаря их пористой структуре.
2. Высокая эффективность: Цеолиты способны удалять большое количество влаги из газовой смеси, обеспечивая эффективную осушку газа.

3. Изменение цикличности: Цеолитовая осушка может быть процессом регенерации, позволяя использовать цеолиты несколько раз после удаления влаги.

4. Низкая стоимость: Цеолитовая осушка обычно является более экономически эффективным методом осушки газа по сравнению с другими методами.

5. Долговечность: Цеолиты обычно обладают высокой стойкостью к агрессивным средам, что делает их долговечными в процессе осушки газа.

Таблица 1.

Характеристика природных и синтетических цеолитов

Название	Кристаллографические данные	Химический состав
A	Кубическая, $a=12,3 \text{ \AA}$, Pm3m (псевдоячейка)	$\text{Na}_{12}\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48} \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
Шабазит	Ромбоэдрическая, $a=9,4 \text{ \AA}$, $\alpha=94,5^\circ$; $R \bar{3}m$	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)_{-2}\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$
Эрионит	Гексагональная, $a=13,3 \text{ \AA}$, $c=15,1 \text{ \AA}$ $R6_3/mmc$	$(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)_{-4}\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72} \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
Фожазит	Кубическая, $a=24,7 \text{ \AA}$; Fd3m	$\sim\text{Na}_{13}\text{Ca}_{11}\text{Mg}_9\text{K}_2\text{Al}_{55}\text{Si}_{137}\text{O}_{384} \cdot 235\text{H}_2\text{O}$
X	Кубическая, $a=25,0 \text{ \AA}$	$\text{Na}_{86}\text{Al}_{86}\text{Si}_{106}\text{O}_{384} \cdot 264\text{H}_2\text{O}$
У	Кубическая, $a=24,7 \text{ \AA}$	$\text{Na}_{56}\text{Al}_{56}\text{Si}_{136}\text{O}_{384} \cdot 250\text{H}_2\text{O}$
Гмелинит	Гексагональная, $a=13,7 \text{ \AA}$, $c=10,0 \text{ \AA}$ $R6_3/mmc$	$(\text{Na} \text{ и др.})_{-8}\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
L	Гексагональная, $a=18,4 \text{ \AA}$, $c=7,5 \text{ \AA}$ $R6_3/mmm$	$\text{K}_2\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72} \cdot 22\text{H}_2\text{O}$
Маццит	Гексагональная, $a=18,4 \text{ \AA}$, $c=7,6 \text{ \AA}$ $R6/mmc$	$\text{K}_{2,5}\text{Mg}_{2,1}\text{Ca}_{1,4}\text{Na}_{0,3}\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$
Клиноптилолит	Моноклиная, $a=17,6 \text{ \AA}$, $b=17,2$, $c=7,2$, $\beta=116,4$, $C2/m$	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca} \text{ и др.})_3\text{Al}_6\text{Si}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Морденит	Ромбическая, $a=18,1 \text{ \AA}$, $b=20,5 \text{ \AA}$, $c=7,5 \text{ \AA}$ $Cmcm$	$\text{Na}_8\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Оффретит	Гексагональная, $a=13,3 \text{ \AA}$, $c=7,6 \text{ \AA}$, $R \bar{6}m2$	$\text{KCaMgAl}_3\text{Si}_{15}\text{O}_{36} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
ZK-5	Кубическая, $a=8,9 \text{ \AA}$, $R \bar{4}3m$	$\text{Na}_{30}\text{Al}_{30}\text{Si}_{60}\text{O}_{192} \cdot 98\text{H}_2\text{O}$

Цеолитовая осушка газа широко используется в газоперерабатывающей промышленности и газотранспортных системах благодаря своей эффективности и надежности.

Цеолиты имеют ряд преимуществ перед другими адсорбентами, которые делают их привлекательными для различных промышленных и научных приложений. Некоторые из основных преимуществ цеолитов включают:

1. Высокая специфичность: Цеолиты обладают способностью селективной адсорбции различных молекул, что делает их полезными для очистки газов и жидкостей от определенных компонентов.

2. Регенерация: Цеолиты могут быть регенерированы и использованы повторно после насыщения, что повышает их долговечность и делает их экономически эффективными в длительной перспективе.

3. Пористая структура: Пористая структура цеолитов обеспечивает большую поверхность для адсорбции, что повышает их адсорбционную емкость.

4. Физико-химическая стабильность: Цеолиты обычно стойки к высоким температурам, коррозии и механическим воздействиям, что делает их долговечными в использовании.

5. Экологически чистый: Цеолиты обычно считаются более экологически безопасными и биodeградируемыми по сравнению с некоторыми другими адсорбентами.

Эти преимущества делают цеолиты востребованными в различных областях, включая промышленность, медицину, сельское хозяйство и экологию.

Использованная литература

1. Economides M.J. Modern Fracturing Enhancing Natural Gas Production-2007
2. Зиберт Т.К., Седых А.Д., Кащицкий Ю.А., Михайлов Н.В., Демин В.М. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технологии и оборудование: Справочное пособ. М.: ОАО «Недра-Бизнецентр», 2001. -316 е.: ил.
3. Сатторов, М. О., Хасанов, А. С., Ньматов, Ж. Ж., & Артыкова, Р. Р. (2013). УСТАНОВКА ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ ОТ СЕРОВОДОРОДА РАСТВОРАМИ ЭТАНОЛАМИНОВ. In **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ** (pp. 175-178).
4. Жалолов, Ж. У., Тошев, Ш. О., & Сатторов, М. О. **ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИНЕРЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩИХ СЕПАРАТОРОВ**. In **КОНФЕРЕНЦИЯ-СИМПОЗИУМ** (p. 228).
5. Хайдаров, С. Ж., Ражабов, А. С., & Сатторов, М. О. (2021). **КОНТРОЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ГАЗОВОГО ПРОМЫСЛА**. *Science and Education*, 2(3).
6. Жамолов, Ж. Ж., Қаландаров, Д. А., & Сатторов, М. О. (2021). **ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ КОНДЕНСАТСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ ПРИ РЕДУЦИРОВАНИИ И ДЕТАНДИРОВАНИИ**. *Science and Education*, 2(3).
7. Умуров, Б. Ш. У., & Сатторов, М. О. (2017). Изучение химизма взаимодействия H₂S, CO₂ и других компонентов с алканоламинами. *Вопросы науки и образования*, (11 (12)).
8. Сатторов, М. О. (2017). Изучения процесса хемосорбционной очистки природного газа. *Научный аспект*, (1-2), 199-201.
9. Жалилов, Б. А. У., & Сатторов, М. О. (2018). Выбор метода очистки кислых газов. *Вопросы науки и образования*, (2 (14)).

10. Хасанов, А. С., Сатторов, М. О., & Ямалетдинова, А. А. (2015). Технологическое оформление установок аминовой очистки газов. Молодой ученый, (2), 225-226.

11. Хасанов, А. С., Сатторов, М. О., & Ямалетдинова, А. А. (2015). Образование термостойких солей в аминовых растворах очистки природных газов. Молодой ученый, (2), 223-225.

12. угли Жалолов, Ж. У., Тошев, Ш. О., & Сатторов, М. О. (2022). Очистка газа от твердых и жидких примесей на инерционном сепараторе. Science and Education, 3(4), 565-568.

13. Шабонов, М. Б. У., & Сатторов, М. О. (2018). Влияние жидкостей глушения на эффективность ингибиторов коррозии и биоцидов. Вопросы науки и образования, (2 (14)).

14. Гаффоров, А. А., Бозоров, Ж. Т., & Сатторов, М. О. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД. Scientific progress, 2(2), 27-31.

15. Цуканов, М. Н., & Сатторов, М. О. (2016). Применение нового активированного угля для очистки алканоламинов. Наука, техника и образование, (2 (20)), 63-65.

16. Panoyev, E. R., Savriyev, M. S., & Sattorov, M. O. (2021). TABIIY GAZNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASHDA ABSORBENTNING YO'QOTILISHI. Scientific progress, 1(6), 885-888.

17. G'afforov, A. A., & Sattorov, M. O. (2022). Gaz quvurlarini korroziyadan himoyalash. Science and Education, 3(4), 255-262.

18. Aslonov, A. A., Do'Stov, X. B., & Sattorov, M. O. (2022). Magistral quvurlarning korroziyalanishi hodisalari va ularni himoyalash usullari. Science and Education, 3(4), 287-294.

19. Сатторов, М. О. (2018). Применение водных растворов метилдиэтаноламина для очистки газов. Научный аспект, 7(4), 866-868.

20. Хамраева, Л. Р., Мавлонов, Э. О., & Сатторов, М. О. (2021). Изучение физических основ процесса подготовки нефти на местных месторождениях Узбекистана. Science and Education, 2(3), 160-165.

21. Хамроева, Л. Р., Мавлонов, Э. О., & Сатторов, М. О. (2021). Оптимизация технологии обессоливания нефти для получения товарной нефти.“.

22. Хамроева, Л. Р., Мавлонов, Э. О., & Сатторов, М. О. (2021). Анализ сепарации высококонденсатных газов. In Металлорганик юкори молекуляр бирикмалар долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари. Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция. Тошкент (pp. 424-426).

23. Бахронов Ж.Ш., Хамроева Л.Р., Сатторов М.О. Синтетик ёқилғи олишда фишер-тропш синтези реакторларига қўйиладиган талаблар.

“Маҳаллийлаштиришда инновацион ёндашувлар” халқаро конференция материаллари. Қарши. 2023. 432-434 б.

24. Xamroyeva L.R., Sattorov M.O., Bozorov J.T. Chiqindi gazlar yordamida neft qazib olishni ko'paytirish. “Mahalliyashtirishda innovatsion yondashuvlar” xalqaro konferensiya materiallari. Qarshi. 2023. 139-141 b.

25. Сатторов, М. О., & Ортиков, Ж. Ж. (2016). Изучение метода очистки масел адсорбентами. Наука и образование сегодня, (2 (3)), 45-46.

26. Камолов, Д. Д., Тошев, Ш. О., & Сатторов, М. О. (2020). Изучение химического состава бентонитовой глины Навбахарского месторождения для приготовления эффективного бурового раствора. Журнал «Развитие науки и технологии, 7, 118-123.

27. Shavkatov, S. S., Bozorov, J. T., & Sattorov, M. O. (2023). Karbonat anhidrid yordamida neftni qazib olishning takomillashtirilgan jarayoni. Science and Education, 4(2), 625-630.

28. Nematov D.Sh., Adizov B.Z., Sattorov M.O. Konda gazni tayyorlashga qo'yilgan talablar. Science and education scientific journal. Volume 4 Issue 4, 2023. p. 576-580.

29. Jalolov, J. U. O. G. L., Toshev, S. O., & Sattorov, M. O. (2023). Uyurmali quvurning gaz isitgichi bilan birgalikda qo'llanilishi. Science and Education, 4(4), 548-552.

30. Насиллоев А.В., Бозоров Ж.Т., Сатторов М.О. Характеристики и особенности ингибиторов коррозии. Science and education scientific journal. Volume 2 Issue 4, 2022. С. 591-595.

31. Сойибов, С. А., & Сатторов, М. О. (2016). Подготовка продукции скважин на Бухара-Хивинском регионе в период падающей добычи. Наука, техника и образование, (2 (20)), 70-72.

32. Сатторов, М. О. (2017). Исследования подготовки газа на газоконденсатных месторождениях в период падающей добычи. Вопросы науки и образования, (3 (4)), 24-25.

33. Камолов, Д. Д., Тошев, Ш. О., & Сатторов, М. О. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАВБАХОРСКИХ ПАЛЫГОРСКИТОВЫХ ГЛИН. Universum: технические науки, (3-3), 42-44.

34. Нуруллаева, З. В., & Бакиева, Ш. К. (2016). Преимущества сухих газодинамических уплотнений, применяемых на центробежных компрессорах. Наука и образование сегодня, (2 (3)), 34-35.

35. Хасанов, А. С., Сатторов, М. О., & Ямалетдинова, А. А. (2015). Образование продуктов деструкции в аминовых растворах очистки природного газа. Молодой ученый, (2), 221-223.

36. Xudoyberdiyev, S. F., & Sattorov, M. O. (2021). Quduq tubiga kislotali ishlov berish usuli va uning samaradorligi. *Scientific progress*, 2(2), 408-411.
37. Хусаинов, М. А., & Обидов, Х. О. (2017). Изучение адсорбционной активности силикагеля. *Вопросы науки и образования*, (11 (12)), 56-57.
38. Toshev, S. S. O. G. L., Kazakova, M. B. Q., & Obidov, H. O. (2022). Tabiiy gazlarni adsorbsion quritish jarayonida adsorbentlarning xossalari ni tadqiq qilish. *Science and Education*, 3(5), 487-495.
39. Kazakova, M. B., Bozorov, J. T., & Obidov, H. O. (2023). Tabiiy gazlarni quritish texnologik jarayoniga adsorberlarni qo'llash. *Science and Education*, 4(2), 738-749.
40. Rahimov, B. R., & Hamroyeva, L. R. (2023). O'zbekiston hududidagi yer osti gaz omborlari tahlili. *Science and Education*, 4(11), 138-148.
41. Шарипов, К. К. (2017). Сравнительная характеристика сорбционной емкости силикагеля КСК и цеолита СаА по различным сорбатам. *Научный аспект*, (4-1), 148-151.
42. Шарипов, К. К., & Асадов, И. А. У. (2017). Выбор адсорбента для селективного выделения ароматических углеводов. *Вопросы науки и образования*, (2 (3)), 13-15.