ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Филиппова Кира Евгеньевна
инженер, аспирант
Лукина Юлия Юрьевна
студентка

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет
им. М.К. Аммосова»
г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

КОНТРОЛЬ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД СУНТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОНГУРУУ МЕТОДОМ КАРМАНА-КОЗЕНИ В ПРОЦЕССЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Аннотация*: в статье приведены результаты исследования удельной поверхности порошков цеолита методом Кармана-Козени с помощью микропроцессорной системы измерения ПСХ-12. Экспериментально установлена закономерность изменения дисперсионного состава частиц в ходе механической активации. Обнаружено наличие оптимального значения времени активации, при которой достигается максимальная удельная поверхность частиц.*

Ключевые слова*: удельная поверхность, метод Кармана-Козени, механическая активация, цеолит, горные породы, Сунтарское месторождение Хонгуруу, сорбция.*

Западные территории Республики Саха (Якутия) с площадью перспективных земель свыше 1500 тыс.км^2 согласно современному нефтегеологическому районированию входят в состав нефтегазовых провинций Восточной Сибири и полностью связаны с инфраструктурой последней. Начальные углеводородные ресурсы Республики Саха (Якутия) в структуре ресурсов Сибирской платформы составляют более 24%, в связи с чем, весьма актуальным является создание эффективных средств борьбы с последствиями техногенных катастроф.

Одним из методов борьбы с разливами углеводородов в водоемах, является локализация нефтяного или масляного пятна с помощью специальных заграждений, с последующей его обработкой специальными составами и механическое удаление. Если в результате разлива загрязнена почва, то загрязненный слой удаляют механически с использованием специальной техники [2]. Повысить эффективность борьбы с загрязнением позволяет использование материалов, проявляющих высокую адсорбирующую способность к углеводородам [3, 4].

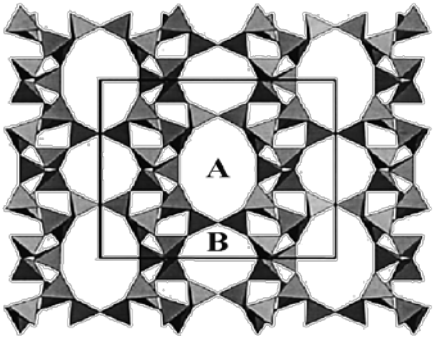

Рис. 1. Проекция структуры клиноптилолита, показывающая взаимное расположение каналов А, В

Хорошими сорбентами, известными во всем мире, являются цеолиты [5, 6]. Они составляют самую большую группу алюмосиликатов с каркасными структурами и имеют только им присущую структуру с окнами, каналами и полостями на уровне кристаллической решётки, что обуславливает уникальность их свойств: молекулярно- ситовый эффект, высокую ионообменную, сорбционную и каталитическую способности. Природные цеолиты, благодаря своим уникальным свойствам: ионообменным, адсорбционным, каталитическим – находят всё большую сферу применения и являются относительно дешёвым сырьём по сравнению с использованием синтетических материалов. Наиболее распространены в природе гейландит, клиноптилолит, морденит, фожазит. Общим для всех этих минералов является наличие в их структуре трёхмерного алюмокремнекислородного каркаса, образующего систему полостей и каналов, размер входных окон которых достаточно велик, чтобы в них могли проникнуть молекулы и ионы большого количества неорганических и органических веществ. Именно эта специфическая структура обеспечивает уникальность свойств этих цеолитов. В ходе

наших исследований мы использовали клиноптилолит, добываемый из породы месторождения Хонгуруу, которое было впервые обнаружено в Якутии сотрудником ЯФ СО АН, К.Е. Колодезниковым в 1978 г. в местности Хонгуруу Республики Саха (Якутия). Состав ячейки клиноптилолита: $(Na, K, Ca)_5Al_6Si_{30}O_{72}*18H_2O$. Клиноптилолитовые породы обладают устойчивостью к действию агрессивных сред и температур, механической прочностью. Особенность структуры, большая удельная поверхность и значительная пористость обуславливают его сорбционные и ионообменные свойства [7]. В ходе нашего эксперимента мы хотели показать, что для достижения большего адсорбционного эффекта необходимо иметь максимально большую поверхность адсорбента, которую можно увеличить с помощью механоактивации порошков клиноптилолита. Мы предполагали, что с увеличением времени механоактивации будет наблюдаться рост удельной поверхности частиц в порошке цеолита и, следовательно, повышение его сорбционной способности [8].

Планетарные шаровые мельницы RETSCH PM400 измельчают в порошок и перемешивают мягкие, средней твердости и очень твердые, хрупкие и волокнистые материалы. Возможно как мокрое, так и сухое измельчение. Планетарные шаровые мельницы успешно используются почти в каждой отрасли промышленности и науки, особенно предъявляются повышенные требования к чистоте, скорости, воспроизводимости. С помощью такой планетарной шаровой мельницы проводилась механоактивация порошков цеолита методом удвоения времени помола – через промежутки времени равные 5 мин, 10 мин, 15 мин, 20 мин, 25 мин. Таким образом было изготовлено семь навесок клиноптилолита с временами механоактивации от 5 до 25 минут. В дальнейшем полученные образцы подвергались сушке в вакуумном сушильном шкафу и измерению удельной поверхности частиц Sуд, которое проводилось по методу Кармана-Козени, с помощью прибора ПСХ – 12. Средние значения измерений удельной поверхности частиц цеолита, полученных в результате измерения воздухопроницаемости и пористости, представлены в таблице 1. Кроме того, на планетарной шаровой мельнице

RETSCH PM400 провели исследования активации цеолитов. По результатам помола были построены графики зависимостей значений удельной поверхности от времени помола при различной скорости вращения планетарного диска. Как видно из графика (рис. 2) самое максимальное значение удельной поверхности составляет 3128 м^2 /кг при 25 минутах, скорость вращения 400 об/мин.

Таблица 1

Зависимость удельной поверхности от времени механоактивации

ω, об/мин τ, мин	200	300	400
5	5378 (4,6292)	10809 (2,3031)	11531 (2,1589)
10	8147,8 (3,0555)	11036 (2,2558)	16561 (1,5032)
15	7532,6 (3,3051)	12412 (2,0057)	13749 (1,8107)
20	9981 (2,4942)	14495 (1,7175)	13493 (1,8524)
25	10879 (2,2884)	26203 (0,9501)	31279 (0,7959)

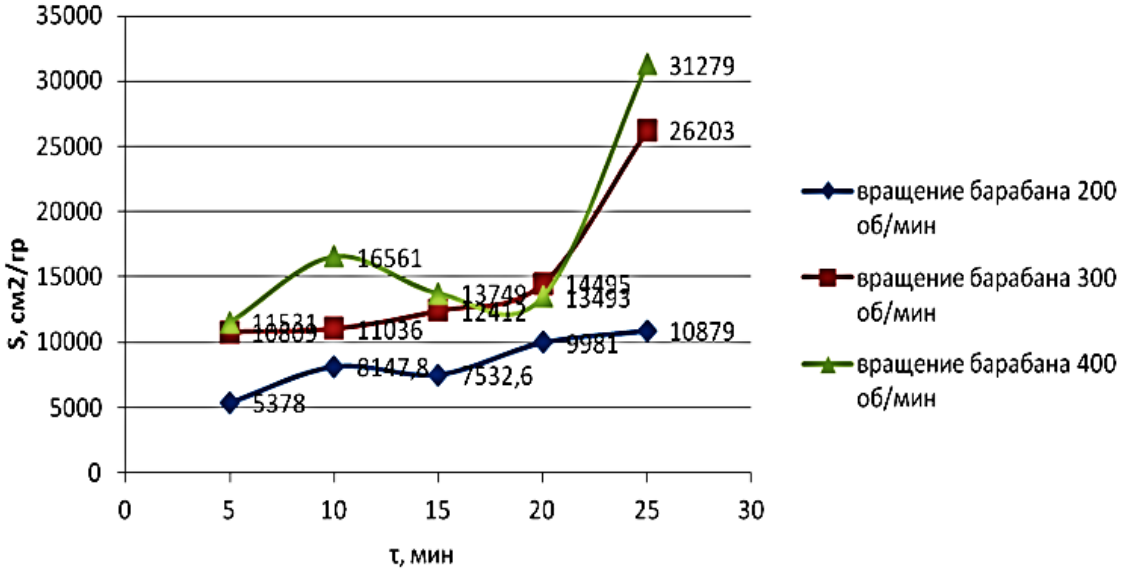

Рис. 2. График значения удельной поверхности от времени механоактивации

Как видно из представленной таблицы значение удельной поверхности частиц цеолита изменяется в зависимости от времени механоактивации. С ростом времени механоактивации величина удельной поверхности частиц меняется по-разному, самое максимальное значение удельной поверхности составляет

3128 $м^2$ /кг при 25 минутах, скорость вращения 400 об/мин. Интересно отметить, что при многократных измерениях свободной поверхности одного и того же порошка, получаются различные значения удельной поверхности.

Таким образом, механоактивация частиц цеолит содержащих горных пород Сунтарского месторождения Хонгуруу методом Кармана-Козени, удельная поверхность частиц увеличивается с увеличением скорости вращения планетарной шаровой мельницы RETSCH PM400.

Список литературы

1. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита / Д. Брек; пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 781 с.

2. Gulyaev I.P., Solonenko O.P. Hollow droplets impacting onto a solid surface // Experiments in Fluids, 2013. – Vol. 54. – №1. – P. 1–12.

3. Свистула А.Е., Матиевский Д.Д., Гуляев П.Ю., Еськов А.В. Экспериментальное исследование характеристик топливных струй дизельных форсунок // Двигателестроение, 1999. – №1. – С. 29–31.

4. Гуляев П.Ю., Реутов Ю.И., Иордан В.И. Экспериментальное исследование процесса формирования высокопористой металлокерамики с наноструктурированным наполнителем методом СВ-синтеза // Перспективные материалы, 2008. – Спец. вып. №6, ч. 2. – С. 35–40.

5. Gulyaev I.P. Production and modification of hollow powders in plasma under controlled pressure // Journal of Physics: Conference Series, 2013. – Vol. 441, №1. – P. 012033. doi:10.1088/1742-6596/441/1.

6. Гуляев П.Ю., Котванова М.К., Милюкова И.В., Павлова С.С., Стась И.Е., Серегин А.Е., Трифонов А.Л. Исследование структуры и удельной поверхности каталитических СВС-материалов на основе Ni3Al и цеолитов // Ползуновский альманах, 2010. – №2. – С. 56–58.

7. Милюкова И.В., Гуляев П.Ю. Кластерный анализ механоактивированных структур в СВС-материалах // Ползуновский альманах. –2007. – №3. С. 16–18.

8. Gulyaev P.Y., Kotvanova M.K., Pavlova S.S., Sobol» E.N., Omel'chenko A.I. Photothermal effects of laser heating iron oxide and oxide bronze nanoparticles in cartilaginous tissues // Nanotechnologies in Russia, 2012. – V. 7. – №3–4. – P. 127–131.