

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ТАТАРСКО-ШАНТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГОЧЕСКИ ЧИСТЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Аннотация.** Разработана технология получения термомеханически активированных цеолитов, органоминеральных удобрений на их основе. Изучено строение термомеханически активированных цеолитов. Подобрано оптимальное соотношение цеолит – помет птицы для производства органоминеральных удобрений. Изучен состав органоминерального удобрения.

В период поиска оптимальной модели хозяйственного развития агропромышленного комплекса России, как никогда остро встает проблема разработки и внедрения новых высокоэффективных, экономически и экологически целесообразных технологий. Достижения науки и техники позволяют резко повысить эффективность сельскохозяйственного производства, расширить ареалы производства.

Цеолит – это обобщённое название каркасных алюмосиликатов, добываемых на месторождениях. Они обладают открытой каркасно-полостной структурой типа  $[(Si, Al)O_4]$ , имеющей отрицательный заряд. Последний компенсируется нейтрализующими, положительно заряженными катионами (Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, Ca), содержащихся в цеолите. Именно пористая структура и разнообразный состав ионов определяют его качества, делая цеолит незаменимым для использования в химической, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, быту и медицине.

Одним из перспективных направлений использования цеолитсодержащих пород является получение на их основе экологически чистых органоминеральных удобрений из отходов животноводства и птицеводства. Выбор цеолитов Татарско-Шатрашанского месторождения основан на их высокой адсорбционной и ионообменной способности, и вместе с тем, термо-, водо- и кислотостойкости, механической прочности, а также малой токсичности.

Адсорбционно-структурные характеристики образцов цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения разного размера были

получены из анализа изотерм адсорбции-десорбции N<sub>2</sub>, измеренных при 77 К. [1]. Показано наличие во всех образцах пористой системы, состоящей практически только из мезопор.

**Таблица 1 - Характеристики пористой структуры образцов цеолита**

Образец	Размер (диаметр) частиц, мм	Удельная поверхность, S <sub>ВЕТ</sub> , м <sup>2</sup> /г	Суммарный объем пор, V, см <sup>3</sup> /г	Средний диаметр пор, D <sub>ВЛН</sub> , А
1	0,1–0,25	79,1	0,21	97
2	1,25 – 2,5	58,2	0,16	93
3	2,5 – 5,0	65,0	0,16	82
4	5,0 – 10,0	73,0	0,16	77
5	5,0– 20,0	69,0	0,18	87

Образцы использовались в качестве сорбционной матрицы, обеспечивающей пролонгированное действие микроорганизмов в процессе биодеструкции биоматериала (помета) в ходе получения органоминерального удобрения [2]. Кроме основной функции сорбента-носителя микроорганизмов, последовательно реализовывалась и функция адсорбции газов (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S и др.), выделяющихся биоматериалом.

Органоминеральное удобрение получено путем смешивания помета птицы и минерального компонента – природной минеральной составляющей [2-6]. В качестве птичьего помета удобрение содержит биологически переработанный птичий помет с влагопоглощающим материалом, а в качестве природной минеральной составляющей удобрение содержит термоактивированную природную кремнистую цеолитсодержащую породу (месторождение Татарско-Шантарашанское) следующего минерального состава, мас. %: опал-кристобалит – 28,0-36,7; клиноптилолит – 20-30; монтмориллонит – 20-30; кальцит – 10,6-21; кварц – 4,6-11,3. При этом суммарное содержание опал-кристобалита, клиноптилолита и монтмориллонита в породе составляет 10-30 мас. %, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

**Таблица 2 - Соотношение компонентов в полученном органоминеральном удобрение**

Номер образца	Состав	Соотношение, %
1	цеолит (фракция 0-1,0мм) – помет птицы	10-90
2	цеолит (фракция 0-1,0мм) – помет птицы	20-80
3	цеолит (фракция 0-1,0мм) – помет птицы	30-70
4	цеолит (фракция 1,0-3,0мм) – помет птицы	10-90
5	цеолит (фракция 1,0-3,0мм) – помет птицы	20-80

6	цеолит (фракция 1,0-3,0мм) – помет птицы	30-70
7	цеолит (фракция 3,0-5,0мм) – помет птицы	10-90
8	цеолит (фракция 3,0-5,0мм) – помет птицы	20-80
9	цеолит (фракция 3,0-5,0мм) – помет птицы	30-70

Проводимая термомеханическая активация цеолита способствует его сорбционной и ионообменной способности. Цеолитовая порода проявляет свои полезные свойства (влагопоглощение, адсорбционная и ионообменная активность) в полной мере только после определенной механической и термической активации. Уходит не только вода из пор, но также и часть воды, которая связана непосредственно с кристаллической решеткой, благодаря чему на внутренней поверхности цеолита появляются активные центры – цеолит становится активированным и готовым к применению.

Проведено изучение состава полученных органоминеральных удобрений в зависимости от соотношения цеолит – помет. Данные приведены для соотношения цеолит (фракция 0-1,0мм) – помет птицы 30-70.

**Таблица 3**

Состав макро- и микроэлементов			
Состав макроэлементов	Количество, %	Состав микроэлементов	Количество, мг/кг
Органические вещества	60,0-62	Марганец	300-350
Азот	4,0-6,5	Сера	40,0-42,0
Фосфор	1,8-4,5	Цинк	20,0-23,0
Калий	1,5-3,0	Медь	3,0
Железо	0,1-0,2	Бор	4,5
Кальций	0,5-1,0	Кобальт	3,0-3,5
Магний	0,2-0,3	Молибден	0,05-0,07,

Таким образом, проведенные исследования полученного нами органоминерального удобрения подтвердили перспективу использования его в качестве эффективного гетерофункционального удобрения. Применение такого органоминерального удобрения решает комплексно ряд задач: ускоряет созревание плодов на 10-15 дней, увеличивает урожайность на 20 – 40%, содержит все необходимые растениям питательные стимулирующие их развитие органические вещества и микроэлементы, облагораживает структуру почвы и повышает ее плодородие на длительный (до 3 лет) срок,

препятствует закислению грунта, оптимизирует влаговодоснабжение. Одновременно решаются и экологические задачи: переработка отходов птицеводческих комплексов и устранение неприятного запаха помета (в процессе его переработки) и готового органоминерального удобрения (в процессе его хранения и транспортировки).

### Список использованных источников

1. Barrett E.P., Joiner L.G., Halenda P.H. // J. Amer. Chem. Soc. 1951. Vol. 73.P. 373.
2. Способ биологической переработки птичьего помета. Кулагина Е.М., Егоров С.Ю., Азизов С.А., Барабанов В.П. Патент на изобретение RU 2322427 С1, 20.04.2008
3. Способ биологической переработки птичьего помета. Федоров А.Б., Кулагина Е.М., Титова В.Ю. Патент на изобретение RU 2445295 С1, 20.03.2012.
4. Исследование адсорбционной способности цеолитов Татарско-Шантарашанского месторождения, применяемых в качестве гетерофункциональных сорбентов для получения органоминерально удобрения. Кулагина Е.М., Громова Е.Ю., Юсупова Р.И., Багаутдинов Ф.Ф., Галяметдинов Ю.Г. Вестник Технологического университета. 2019, Т.22. №7, с.56-60.
5. Органическая суспензия как основа биоудобрения. Кулагина Е.М., Барабанов В.П., Егоров С.Ю., Потапова М.В. Вестник Технологического университета 2009, № 6, с.91.
6. Микробиологическая переработка куриного помета с помощью биопрепарата «Эк-Агро» Кулагина Е.М., Мухаметзянова А.Д., Барабанов В.П., Егоров С.Ю., Вестник Технологического университета 2006, № 4, с.185-188.