

составе. Стекло оптимального состава имеет следующие показатели физико-химических свойств: модуль упругости 81,3 ГПа; микротвердость 6100 МПа; плотность 2490 кг/м³; щелочестойкость 96,3 %; кислотостойкость 97,7 %.

Литература

1 Wallenberger, F.T. Fiberglass and Glass Technology. Energy-Friendly Compositions and Applications / F.T. Wallenberger, P.A. Bingham. – L.–N.Y: Springer, 2010. – P.197–227.

2 Loewenstein, K. L. The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres / K. L. Loewenstein – Elsevier Amst. – L.–N.Y., 1993. – 339 p.

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ КАРБОНАТНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ

Минаковский А.Ф. к.т.н, доц., Дигаленя А.К., Фроликова Д.И.

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, Минск

Ежегодно в мире производится порядка 35 млн.т. аммиачной селитры, основной проблемой хранения и использования которой является ее взрывоопасность.

Для уменьшения взрывоопасности аммиачной селитры, на ее основе готовят жидкие удобрения КАС, комплексные NPK удобрения, известково-аммиачную селитру (ИАС либо CAN). Из-за пониженного содержания азота в ИАС (менее 27,5% масс.) обеспечивается ее взрывобезопасность при производстве, транспортировке, хранении и применении, а также экологическая безопасность и агрохимическая эффективность при внесении удобрения в почву, особенно закисленную. [1]

Удобрение ИАС менее склонно к слеживанию, чем обычная аммиачная селитра, и может храниться в больших штабелях без особых мер предосторожности. Технологическое преимущество и безопасность достигаются за счет снижения концентрации азота (по сравнению с аммиачной селитрой) введением в удобрение карбонатов кальция и магния, которые являются важными мезоэлементами для растений.

В качестве добавок, снижающих взрывоопасность аммиачной селитры, используются:

- карбонатсодержащие соединения природного и техногенного происхождения (мел, карбонат кальция, доломит);
- калийсодержащие вещества (хлористый калий, сульфат калия);
- вещества, содержащие одноименный катион – аммоний: сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония;
- прочие балластные вещества, не несущие полезной нагрузки, а определяющие только механическое разбавление аммиачной селитры (гипс, фосфогипс и пр.) [2].

Все шире в мировой сельскохозяйственной практике используются природные цеолиты – группа близких по составу и свойствам минералов, обладающих уникальными адсорбционными, ионообменными, каталитическими и пролонгирующими свойствами. Залежи одного чрезвычайно перспективного и полезного для отрасли минерала – трепела – имеются и в Беларуси, месторождение «Стальное» (Хотимский район, Могилевская область). Запасы сырья разведанной части месторождения составляют 30 млн. тонн. [3].

В настоящее время ИАС в Беларуси не выпускается, однако производитель аммонийной селитры ОАО «Гродно Азот» проявляет интерес к расширению ассортимента своей продукции и выпуску этого удобрения с использованием отечественного карбонатного сырья – доломита, мела либо трепела.

Целью данной работы – изучить физико-механические свойства образцов известково-аммиачной селитры на основе нитрата аммония и природных карбонатных и цеолитсодержащих минералов Республики Беларусь и обосновать составы для промышленного производства

Лабораторная технология получения ИАС, содержащей 27% масс. азота предусматривала плавление нитрата аммония, введение в плав мелкодисперсных доломита, мела, трепела либо их смесей, быстрое охлаждение и последующее дробление образовавшейся массы.

Были получены образцы удобрений составов: « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(23%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+доломит(23%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(17%масс.)+доломит(6%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(6%масс.)+доломит(17%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+мел(23%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(17%масс.)+мел(6%масс.)», « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(6%масс.)+мел(17%масс.)» и изучены их физико-механические свойства – гигроскопичность и статическая прочность гранул. Также с точки зрения повышения статической прочности гранул исследована возможность добавки фосфогипса (NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(17%масс.)+фосфогипс(6%масс.) и (NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(6%масс.)+фосфогипс(17%масс.)).

Большинство из образцов имели гигроскопическую точку в диапазоне от 41–49%, и являлись сильногигроскопичными. Гигроскопичными являлись образцы, содержащие в своём составе аммиачную селитру, трепел, фосфогипс, при содержании фосфогипса в 3 раза меньше, чем трепела ($h=57,81\%$) и « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(17%масс.)+мел(6%масс.)» ($h=53,48\%$). Наиболее гигроскопичным оказался образец состава « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(6%масс.)+доломит(17%масс.)» ($h=32,50\%$).

Так как гигроскопическая точка аммиачной селитры имеет величину равную 43%, то выпуск ее в форме ИАС приводит к значительному снижению ее гигроскопичности.

Так как образцы ИАС обладали высокой гигроскопичностью, то был проведен комплекс исследований по их кондиционированию.

Кондиционирование заключается в снижении гигроскопичности путем поверхностного модифицирования гранул – нанесения веществ, предотвращающих поглощение удобрением влаги, образование кристаллических связей между частицами или снижающих силу трения между ними. Из ряда предлагаемых способов в качестве способа модифицирования были выбраны методы омасливания гранул индустриальным маслом и опудривания стеаратом кальция.

Проводилась равномерная обработка гранул 1-3 мм индустриальным маслом в дозировке 0,5 % масс. от массы гранул. После обработки гранул были определены гигроскопические точки образцов.

К примеру, в результате омасливания гигроскопическая точка образца « NH_4NO_3 (77%масс.)+трепел(23%масс.)» увеличилась с $h = 48,3\%$ до $h = 90,63\%$. При таких значениях удобрение является малогигроскопичным и удовлетворяет техническим условиям. При использовании дополнительно к индустриальному маслу опудривающей добавки – стеарата кальция гигроскопическая точка данного образца возросла до 98,3 %. Но так как результат, полученный с использованием индустриального масла является достаточным (гигроскопическая точка $>75\%$), то использовать дополнительно опудривающую добавку нецелесообразно.

Статическая прочность гранул исследуемых образцов находилась в пределах 3,5 – 6,0 МПа, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к гранулированным удобрениям.

Исходя из результатов проведенных исследований, можно рекомендовать к выпуску марку известково-аммонийной селитры CAN 27 с более высоким содержанием трепела по отношению к доломит, гранулы которой кондиционированы омасливанием.

Разработана технологическая схема производства известково-аммиачной селитры с использованием трепела, доломита месторождений Беларуси.

Литература

1. Набиев А.А. Известково-аммиачная селитра и ее применение в сельскохозяйственном производстве/ Набиев А.А. — Universum: технические науки, 2017 №6(39) Кочетков В.Н. Гранулирование минеральных удобрений.- М.: «Химия», 1985, 224с.
2. Левин Б.В. Проблемы и технические решения в производстве комплексных удобрений на основе аммиачной селитры/ Левин Б.В., Соколов А.Н. – Мир серы, N, Р и К, выпуск 2, 2004. Класен П.В., Гришаев И.Г. / Основы техники гранулирования – М.: Химия, 1982, 272 с
3. Голушко В. Трепел, кормовой адсорбент/ Голушко В. Козинец А. Надаринская М. Голушко А.– Белорусское сельское хозяйство 2015, №8 (136).

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНАТА МАГНИЯ

Дятлова Е.М. к.т.н., доцент, Карниевич А.А., Сергеевич О.А. к.т.н., Шестаков А.В
Белорусский государственный технологический университет

Как известно [1], диоксид титана обладает повышенным значением диэлектрической проницаемости и является основным материалов для изготовления «конденсаторной керамики». Современные материалы на основе различных титанатов обладают широким диапазоном электрофизических характеристик. Особый интерес представляют диэлектрики с положительным коэффициентом диэлектрической проницаемости. Получение таких материалов являлось целью данного исследования.

Синтез опытных образцов проводился на основе титаната магния с дополнительным введением оксидов-модификаторов.

Оксиды титана и циркония вводились в виде чистых реактивов, оксид магния – жженой магнезией, оксид кальция – карбонатом кальция.

Для активизации процесса спекания и снижения температуры обжига вводился минерализатор в виде оксида кальция. Диоксид циркония использовался для уменьшения диэлектрических потерь на высоких частотах за счет формирования мелких кристаллитов. Оксид кальция вводили эквивалентно оксиду магния, оксид циркония – вместо оксида титана.

Содержания компонентов варьируется в следующий пределах, масс. %: TiO_2 –57,7-66,5; MgO –33,5-30,9; ZrO_2 –9,8-19,1; CaO –0,9-2,8.

Изготовление образцов производилось методом полусухого прессования. Обжиг материалов осуществлялся при температурах 1250–1400 °С.

Образцы при температуре 1400 °С не сохранили свою форму и оплавившись, что объясняется малым температурным интервалом спекания данных материалов.

Общая усадка образцов составила от 0,82 до 3,50 %, и увеличивалась с ростом температуры обжига. Водопоглощение варьировалось в пределах 1,25-4,11 %, а кажущаяся плотность 2630-3770 кг/м³. Такие изменения зависят как от состава исходных смесей, так и от температуры обжига.

Диэлектрики, синтезируемые на основе титаната магния, могут достигать значений ТКЕ до $+70 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Значения температурного коэффициента диэлектрической проницаемости опытных образцов находится в диапазоне от $42,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $69,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, диэлектрические потери составили $\text{tg } \delta = (8-15) \cdot 10^{-4}$, диэлектрическая проницаемость от 13,63 до 21,65., а величина электрического сопротивление более $10^{11} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Установлено, что ведение в состав модифицирующих добавок в виде оксида кальция и диоксида циркония способствует увеличению диэлектрической проницаемости, что обусловлено изменением структуры керамического материала. Оксид кальция способствует увеличению диэлектрической проницаемости, но приводит к снижению температурного коэффициента диэлектрической проницаемости. Это в первую очередь,