

содержанием магния 5, 10 и 15 масс. % наблюдалось значительное уменьшение вязкости, а на третьи сутки выпадение белого мелкодисперсного осадка. Раствор с содержанием магния 20 масс. % устойчив в течение 13 суток.

Выпадение осадка в растворах с содержанием магния 5, 10 и 15 масс. % связано с тем, что в растворах помимо процессов гидролиза и поликонденсации присутствует электростатическое взаимодействие между растворенными ионами и молекулами растворителя, которые могут приводить как к повышению, так и к понижению значения вязкости. Так как вязкость растворов уменьшается, а реакции гидролиза и поликонденсации протекают практически мгновенно, то уменьшение вязкости происходит за счет электростатического взаимодействия растворенных ионов и молекул растворителя – этилового спирта.

На основании данных термического анализа и ИК-спектроскопии порошков, отожженных в интервале температур 250–800 °С были определены основные стадии процесса формирования оксидной системы.

В области температур от 25 до 200 °С на-

блюдается удаление физически и химически связанной воды.

В области от 200 до 600 °С происходит сгорание спирта и продуктов термоокислительной деструкции этоксигрупп, а также разложение нитратов.

При температуре выше 600 °С происходят переходы аморфных структур в кристаллические.

Рентгенофазовых анализом подтверждено, что при 600 °С образцы с различного содержания магния в системе являются аморфными. При 800 °С в образце с содержанием магния 5 масс. % определены фазы кварц SiO_2 , витлокит $\text{Ca}_{2,589}\text{Mg}_{0,411}(\text{PO}_4)_2$. В образцах с содержанием магния 10, 15 и 20 масс. % идентифицируются фазы β -кристобалит SiO_2 , стенфилдит $\text{Mg}_3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4$.

По результатам растровой электронной микроскопии и методом рентгеноспектрального микроанализа установлено, что поверхность дисперсных материалов имеет неоднородную пористую структуру с равномерным распределением элементов.

Список литературы

1. Owens G.J., Singh R.K., Foroutan F., Alqayasi M., Han C.-M., Mahapatra C., Kim H.-W., Knowles J.S. *Sol-gel based materials for biomedical applications // Progress in Materials Science*, 2016. – Vol.77. – P.1–79.
2. Борило Л.П., Лютова Е.С. Синтез и свойства биоактивных тонкопленочных материалов на основе систем $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO}$ и $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-TiO}_2$ // *Неорганические материалы*, 2017. – Т.53. – №4. – С.1–6.
3. Rabiee S.M., Nazparvar N., Azizian M., Vashaei D., Tayebi L. *Effect of ion substitution on properties of bioactive glasses: A review // Ceramics International*, 2015. – Vol.41. – №6. – P.7241–7251.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРБАМИДА

С.Д. Исмоилов

Научный руководитель – к.х.н., доцент Д.А. Горлушко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, donik.tpu@gmail.com

Карбамид (мочевина) – химическое соединение, диамид угольной кислоты с формулой $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Главным образом применяется в качестве азотного удобрения. Показатели качества минеральных удобрений определяются совокупностью тесно связанных друг с другом характеристик, таких как: содержание питательных веществ, гигроскопичность, гранулометрический

(фракционный) состав, прочность гранул, насыпная плотность и другие. Нормы по показателям качества устанавливаются соответствующими нормативно-техническими документами на минеральные удобрения [1–4].

Целью работы является определение основных показателей качества карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

В качестве объекта исследования был выбран

Таблица 1. Результаты определения содержания воды в карбамиде высушиванием в сушильном шкафу

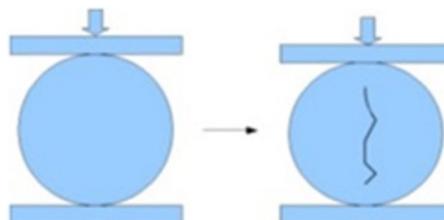
№	Масса навески, (г)	Масса бюкса, m (г)	Масса навески с бюксом до сушки, m ₀ (г)	Масса навески с бюксом после сушки, I (г)	Содержание воды в карбамиде, W _p , % масс.	Температура сушки, °С
1	5,0	30,826	35,829	35,818	0,2200	65
2	5,0	29,331	34,331	34,323	0,2001	65
3	5,002	28,936	33,938	33,911	0,2413	65

карбамид, произведенный в АО «Fargo'naazot». При проведении исследований определялось наличие влаги и статическая прочность карбамида.

Для каждого вида удобрения или других неорганических веществ выбирается подходящий метод определения влажности в зависимости от свойств удобрения, а также характера распределения влаги в веществе. Для определения влаги в карбамиде использован метод высушивания в сушильном шкафу [2, 5]. В таблице 1 приведены полученные данные.

Полученные результаты определения содержания воды в карбамиде позволяют сделать вывод о том, что исследуемый материал соответствует нормам ГОСТ.

Также была определена статическая прочность карбамида. Метод основан на определении предельной силы, необходимой для разрушения гранулы испытуемого материала (рисунок 1)

**Рис. 1.** Схема разрушения гранулы

между двумя параллельными плоскостями [5, 6].

Статическую прочность гранул (P) в МПа вычисляли по формуле:

$$P = F/S$$

где F – сила, необходимая для разрушения одной гранулы, Н; S – площадь сечения гранулы, мм;

В результате испытаний было установлено, что статическая прочность гранул исследуемого карбамида составляет 2,22 МПа, что полностью отвечает требованиям ГОСТ.

Список литературы

1. ГОСТ 2081-2010 Карбамид. Технические условия. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2010. – 20с.
2. ГОСТ 20851.4-75 Удобрения минеральные. Методы определения воды. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
3. ГОСТ 21560.0-82 Удобрения минеральные. Методы отбора и подготовки проб. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
4. ГОСТ 21560.1-82 Удобрения минеральные. Метод определения гранулометрического состава. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
5. ГОСТ 21560.2-82 Удобрения минеральные. Метод определения статической прочности гранул. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
6. ГОСТ 21560.5-82 Удобрения минеральные. Метод определения рассыпчатости. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.