

Для известного раствора с целью проверки методики $\omega(\text{CaCl}_2) = 0,0841 \%$.

Для анализируемого раствора $1 \omega(\text{CaCl}_2) = 40 \%$.

Для анализируемого раствора $2 \omega(\text{CaCl}_2) = 37 \%$.

Погрешность измерения составила 3% .

Список литературы

1. Угольная отрасль России в 2023 году – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ugolnaya-otrasl-rossii-v-2023-godu/>.
2. Основы аналитической химии – URL: https://scask.ru/b_book_a_chem2.php?id=155.
3. Массовая концентрация кальция в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б 2007. – 11 с.

ГИДРОКАРБОНАТНЫЕ АНТИПИРЕНЫ

В. А. Менякин, Ю. В. Копылова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н. А. Митина

МБОУ лицей при ТПУ г. Томска

menyakin2007@mail.ru

В настоящее время всё больше развиваются направления науки и техники, в которых необходимы к использованию материалы, обладающие огнестойкостью. Данное свойство в полимеры могут принести вещества, называемые антипиренами. Антипирены – это вещества, не поддерживающие горение и способные к гашению пламени. Они используются для модификации, придания огнестойкости, не только полимерных материалов, а также текстиля, дерева и других восприимчивых к огню изделий. Одними из наиболее эффективных и перспективных являются антипирены на основе гидрокарбонатов магния с общей формулой $x\text{MgCO}_3 \cdot y\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. После введения ГОСТа 31565-2012 гидрокарбонатные антипирены начали стремительно вытеснять с рынка галогенсодержащие вещества-антипирены, так как последние при нагревании отдают атомы содержащихся в них галогенов, что приводит к коррозионным явлениям в материалах [1]. Добавление ГКМ к этиленвинилацетату делает полимер гораздо более огнестойким [3]. Наиболее востребованы гидрокарбонатные антипирены в изоляции проводов, где необходима долговечность материала, его инертность, эффективность в области противодействия огню. Свойства антипиренов присущи гидрокарбонатам магния вследствие ступенчатого характера их диссоциации при нагревании:

- $220\text{--}320^\circ\text{C}$ – удаление кристаллизационной воды;

- $436,3^\circ\text{C}$ – дегидроксилирование – гидроксид магния разлагается на оксид магния и воду;

- 520°C , $631,7^\circ\text{C}$ – формирование карбоната магния в аморфной форме и его декарбонизация.

Образующиеся пары воды и углекислый газ препятствуют распространению горения и способствуют тушению пламени.

Существуют различные способы синтеза гидрокарбонатов магния [2, 3], однако, получают гидрокарбонаты магния в основном осаждением из раствора бикарбоната магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ [2, 3]. При этом способы осаждения могут быть как химические, так и термические.

В данной работе были проведены исследования по получению кристаллов гидрокарбонатов магния из водного раствора бикарбоната магния термическим способом. Термические способы, позволяют получить частицы гидрокарбонатов магния высокой чистоты и необходимой дисперсности.

Водные растворы бикарбоната магния были получены карбонизацией суспензии MgO (давление газа CO_2 9 атм) при использовании оксида магния различного происхождения: на основе каустического брусита, каустического доломита и каустического гидромагнезита. Установлено, что при использовании каустического брусита раствор $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ имел наибольшую концентрацию ионов-бикарбоната $12,6 \text{ г/л}$. При термической обработке (выпаривании) данного раствора при температуре 80°C получили рыхлый

порошкообразный осадок в виде кристаллов белого цвета. Были проведены исследования фазового состава полученного вещества с помощью рентгенофазового и термического анализов, которые показали, что основной кристаллической фазой является несквигонит $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Оптические (с помощью оптического микроскопа) и электронно-микроскопические исследования подтверждают образование гидрокарбонатов

в виде удлинённых столбчатых кристаллов несквигонита.

Таким образом, методом выпаривания при температуре ниже 100°C из водного раствора бикарбоната магния на основе каустического брусита получили кристаллы гидрокарбоната магния, которые можно использовать в качестве антипирена.

Список литературы

1. Брехова К.А., Симонов-Емельянов И.Д. Наполнители-антипирены на основе гидроксида магния для полимерных материалов и влияние размера частиц на процесс дегидратации при высоких температурах // *Пластические массы*. – 2022. – № 7–8. – С. 44–47.
2. Fernando J. Rodríguez-Macías, José E. Ortiz-Castillo, Erika López-Lara, Alejandro J. García-Cuellar, José L. López-Salinas, César A. García-Pérez, Orlando Castilleja-Escobedo and Yadira I. Vega-Cantú *Syntheses of Nanostructured Magnesium Carbonate Powders with Mesoporous Structures from Carbon Dioxide* // *Applied Sciences*. – 2021. – V. 11. – P. 1141.
3. Ling-Li Jiao, Peng-Cheng Zhao, Zhi-Qi Liu, Qing-Shan Wu, Dong-Qiang Yan, Yi-Lan Li, Yu-Nan Chen and Ji-Sheng Li *Preparation of Magnesium Hydroxide Flame Retardant from Hydromagnesite and Enhance the Flame Retardant Performance of EVA* // *Polymers*. – 2022. – V. 14. – № 8. – P. 1567.

ИСКРОВОЕ ПЛАЗМЕННОЕ СПЕКАНИЕ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И КАРБИДА БОРА

А. А. Митин

Научный руководитель – ассистент А. Насырбаев

МБОУ лицей при ТПУ г. Томска
amigomitin@gmail.com

В настоящее время в разных отраслях промышленности получили широкое распространение композиты с металлической матрицей благодаря превосходному сочетанию характеристик: высокому соотношению прочности к весу, хорошей износостойкости и коррозионной стойкости и др. Среди таких материалов выделяются сплавы на основе алюминия, которые являются ключевыми конструкционными материалами современности.

Наиболее часто используемыми керамическими армирующими добавками являются сверхтвёрдые карбиды вольфрама (WC) [1], кремния (SiC) [2], а также бора (B_4C) [3]. Сочетание алюминиевой матрицы и частиц карбид бора (B_4C) позволяет получить изделие с высокой твердостью, прочностью, теплопроводностью, а также с высокой нейтронопоглощающей способностью, что позволяет использовать ке-

рамику в атомной промышленности в качестве контейнеров для отработавшего топлива [3].

Одними из важных задач по получению объемных композитов является сохранение исходной микроструктуры. Перспективным решением является использование метода искрового плазменного спекания, ввиду возможности достижения высоких скоростей спекания (до $1000^\circ\text{C}/\text{мин}$), что позволяет сохранять исходную микро- и наноструктуру.

В работе проведена серия экспериментов по исследованию влияния содержания карбида бора на свойства получаемого композита. В качестве прекурсоров для спекания использовались коммерческие микронные порошки алюминия и карбида бора, которые смешивались в соотношении $\omega(\text{B}_4\text{C}) = 1, 5, 10, 15$ масс. % в высокоэнергетической шаровой мельнице SPEX 8000M Mixer/Mill в форме из карбида вольфрама и двумя шарами из того же материала.