

условие ограничивает сверху и сильно сужает диапазон рабочих значений массовой скорости:  $G = 4,8 \div 39 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сек})$ , - рекомендованных [3].

Результаты анализа выявили эффект поверхностной конденсации элементарной серы на реальную величину коэффициента теплопередачи в первичных котлах-утилизаторах установок получения серы, составляющего 0,7-0,85 от рассчитанного по модели однофазного потока. Это определяет необходимость при выборе первичных котлов-утилизаторов установок Клауса использовать соответственно скорректированные модели коэффициента теплопередачи в газотрубных котлах.

#### Литература

1. Платонов О. Особенности технологии получения серы из металлургических газов (физико-химические основы и практика). Saarbrücken, Germany: LAP - LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 444 с.
2. Тепловой расчёт котельных агрегатов (Нормативный метод) /Под ред. Н.В. Кузнецова и др./ – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
3. Parnell D. Look at Claus unit design//Hydrocarbon Processing. - 1985.- № 9. - P. 114-118.

### СТЕКЛОВИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СМОГА

Дяденко М.В. к.т.н., доцент, Сидоревич А.Г. студентка 4 курса 8 группы  
УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

В настоящее время вопросы экологии и защиты окружающей среды являются определяющими среди глобальных приоритетов мирового сообщества. Всемирной организацией здравоохранения электромагнитное излучение (ЭМИ) отнесено к одному из видов энергетического загрязнения окружающей среды, а электромагнитный смог определен как один из основных составляющих загрязнения окружающей среды. Биологическая активность электромагнитных полей возрастает с уменьшением длины электромагнитной волны и достигает максимального уровня в сверхвысокочастотной (СВЧ) области.

Основными механизмами защиты от СВЧ-излучения являются отражение, поглощение и многократное его отражение. В связи с этим приобретает актуальность проблема разработки качественно новых эффективных методов и средств защиты от СВЧ-излучений, в частности разработки составов радиозащитных стекол, ослабляющих воздействие такого рода излучения.

Целью данной работы является разработка составов легкоплавких радиозащитных стекол, обладающих низкой кристаллизационной способностью, требуемым показателем ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона.

В качестве основы для изучения выбрана система  $\text{BaO-ZnO-PbO-B}_2\text{O}_3$ , что обусловлено следующим. Вводимые катионы  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  являются крупными по размерам и легкополяризуемыми, что является причиной повышенного уровня диэлектрических потерь в сравнении с стеклами высококремнеземистых составов. Вместе с тем значительное количество  $\text{PbO}$  в составах стекол обуславливает их невысокое сопротивление.

Изучение кристаллизационной способности опытных стекол системы  $\text{BaO-ZnO-PbO-B}_2\text{O}_3$  проводилось градиентным методом. По результатам градиентной кристаллизации в интервале температур 490–700 °С установлено, что образцы с содержанием 0,140–0,155  $\text{ZnO/PbO}$ , характеризуются наличием поверхностной пленки. Это свидетельствует об их недостаточно высокой устойчивости стеклообразного состояния. Вместе с тем стекла остальных составов не проявляют признаки фазового разделения.

Плотность стекла характеризует количественное содержание массы вещества в единице объема. С одной стороны, знание плотности стекол позволяет оценить массу готового изделия, а с другой – степень постоянства плотности и химического состава стекол характеризует однородность стекла. Кроме того, плотность является одним из факторов, определяющих величину коэффициента стоячей волны (КСВ): чем выше плотность, тем

большее количество электромагнитного излучения может быть отражено стеклом. Плотность стекол определялась методом гидростатического взвешивания.

Определяющее влияние на величину плотности опытных стекол оказывает оксид PbO. Установлено, что наиболее оптимальной с точки зрения получения радиозащитных стекол является область, включающая 15–20 %  $B_2O_3$ .

Энергия радиоволны при ее распространении в веществе преобразуется в другие виды энергии, в частности в электрическую и тепловую. В связи с этим разрабатываемый материал должен обладать полупроводниковыми свойствами и характеризоваться термостойкостью.

Термостойкость зависит в первую очередь от температурного коэффициента линейного расширения, определение которого осуществляли dilatометрическим методом [1]. По результатам исследований установлено, что ТКЛР стекол системы BaO–ZnO–PbO– $B_2O_3$  изменяется в пределах от  $75,40 \cdot 10^{-7}$  до  $103,26 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ . Минимальные показатели ТКЛР характерны для опытных стекол, содержащих в своем составе 0,23–0,33 ZnO/PbO.

Показатель ослабления опытных стекол оценивался в диапазонах 8–11,3 ГГц и 26–35 ГГц. На его величину, главным образом, оказывают влияние релаксационные и деформационные потери [2].

На рисунке приведено влияние ZnO, вводимого взамен PbO, на величину показателя ослабления опытных стекол системы BaO–ZnO–PbO– $B_2O_3$ .

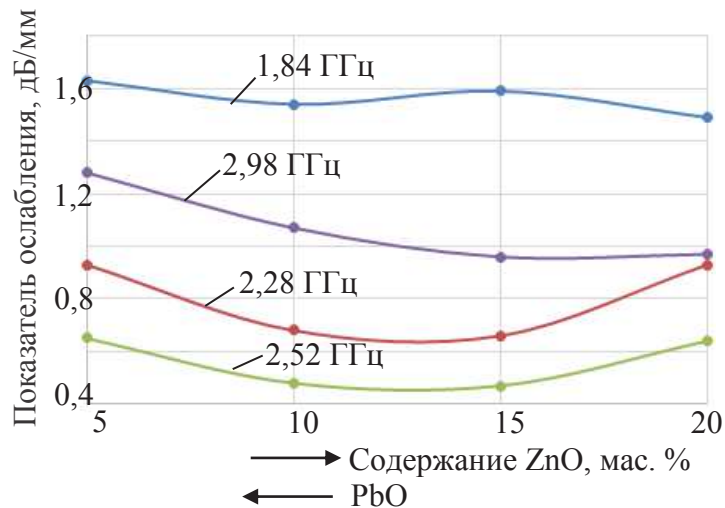


Рисунок – Зависимость показателя ослабления опытных от содержания ZnO

Как следует из рисунка, величина показателя ослабления электромагнитного излучения определяется главным образом частотой прилагаемого электрического поля. Так, максимальная величина показателя ослабления наблюдается при частоте 1,84 ГГц. Вместе с тем, введение ZnO в состав опытных стекол взамен PbO в количестве от 5 до 20 мас. %, несколько снижает данный показатель.

Экспериментально определено, что увеличение содержания PbO от 60 до 70 мас. % при всех частотах поля обуславливает снижение КСВ. Дальнейшее повышение оксида свинца от 70 до 75 мас. % вызывает рост данного показателя и тем интенсивнее чем выше частота поля (для частот 1,84, 2,28 и 2,52 ГГц).

С целью подтверждения интерпретации полученных результатов проведено изучение структуры исследуемых стекол с помощью ИК-спектроскопии. Данный метод позволяет получить сведения о строении стекол, наличии основных структурных группировок и различных функциональных групп.

Установлено наличие следующих полос на полученных ИК-спектрах опытных стекол: полоса поглощения в области  $1200\text{--}1400 \text{ см}^{-1}$  обусловлена асимметричными колебаниями связей В–О в треугольниках  $[BO_3]$ , в области  $800\text{--}1000 \text{ см}^{-1}$  – колебаниями связей В–О в тетраэдре  $[BO_4]$ , полоса поглощения в области  $700 \text{ см}^{-1}$  – изгибом мостиковых связей  $V_{III}\text{--}O\text{--}V_{IV}$ .

По результатам изучения радиофизических свойств опытных стекол можно сделать вывод, что стекла, содержащие в своем составе 0,23–0,33 ZnO/PbO и 60–65 мас. %, в наибольшей степени ослабляют электромагнитное излучение СВЧ-диапазона.

Литература:

1. Бобкова Н. М., Папко Л.Ф. Химическая технология стекла и ситаллов. – Минск: БГТУ, 2005. – 196 с.
2. Павлушкин Н. М. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ КОБАЛЬТУ(II) І ЦИНКУ ГІДРОГЕНФОСФАТІВ

Антрапцева Н. М.<sup>1</sup> д.х.н., проф., Коваль Л. Б.<sup>2</sup> к.х.н., с.н.с.

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

<sup>2</sup>Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України

Питанням розробки енерго- і ресурсозберігаючих технологій, що дозволяють раціонально використовувати запаси енергії і сировини, останнім часом приділяється особлива увага. Це стосується й технології твердих розчинів гідратованих фосфатів двовалентних металів, які є основою для створення багатьох функціональних матеріалів.

Умови утворення твердих розчинів гідрогенфосфатів кобальту-магнію, мангану(II)-цинку досліджено [1]. Стосовно твердого розчину кобальту(II) і цинку гідрогенфосфатів даних для вдосконалення способу його одержання в літературі недостатньо.

Мета даної роботи – визначити умови, що забезпечують одержання твердого розчину кобальту(II) і цинку гідрогенфосфатів з мінімальними витратами сировини.

Під час вибору умов спільного осадження катіонів  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  у вигляді гідрогенфосфатів в окремих серіях дослідів уточнювали умови одержання індивідуальних гідрогенфосфатів  $\text{CoHPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$  та двох відомих цинк гідрогенфосфатів –  $\text{ZnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{ZnHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  стосовно реакції взаємодії гідроксокарбонатів з фосфатною кислотою.

Умовами, що забезпечують утворення  $\text{CoHPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$  виявилися такі: рН в межах 1.9–3.2, температура – 20–90°C, концентрація водного розчину фосфатної кислоти – 50–87%. Враховуючи літературні дані, згідно яким отримати індивідуальні цинк гідрогенфосфати проблематично, досліджували три різні способи їх осадження. Перший з них передбачав осадження  $\text{ZnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  або  $\text{ZnHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  при рН 0.5–1.3 і 25–75°C з фосфорнокислих розчинів, одержаних взаємодією цинк гідроксокарбонату з фосфатною кислотою. Відповідно до другого способу, розглядалась можливість одержання цинк гідрогенфосфатів з водно-спиртових фосфорнокислих розчинів, в яких варіювали співвідношення  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{Zn}:\text{P}_2\text{O}_5$ . Згідно з третім способом, вивчали можливість виділення  $\text{ZnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  або  $\text{ZnHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  висолуванням ацетоном або спиртом з фосфорнокислих розчинів, одержаних при рН 0.5–1.3. Одержані результати показали, що жодним способом неможливо виділити цинк гідрогенфосфати стехіометричного складу. Фосфати, що осаджуються, містять не менш як дві кристалічні фази.

Тому під час визначення умов одержання твердого розчину кобальту(II) і цинку гідрогенфосфатів розглядалась можливість їх утворення лише на основі структури індивідуального кобальту(II) гідрогенфосфату –  $\text{CoHPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ . Спільне осадження катіонів  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  здійснювали за умов: рН 2.4, температура – 75°C, 55 % розчин фосфатної кислоти. Співвідношення  $K=\text{Co}/\text{Zn}$  (мольне) у складі вихідних гідроксокарбонатів змінювали у межах 60.0–5.0.

Згідно з результатами комплексного аналізу фосфати, одержані за умов  $7.0 \leq K \leq 60.0$ , ідентифіковані як гідрогенфосфати, структура яких аналогічна структурі  $\text{CoHPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ . Вміст інгредієнтів в їх складі ставить 31.73–28.07 мас.% Co, 0.65–4.75 мас.% Zn, характеризуючи утворення твердого розчину  $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{HPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ , області гомогенності