

Механическая прочность покрытий, содержащих органические красители, определялась методом истирания резиновым наконечником, изготовленным из пищевой резины средней плотности, через батистовую прокладку. Все полученные покрытия выдерживают 3000 циклов истирания, что соответствует нулевой группе прочности. Полученные материалы могут применяться в качестве защитных покрытий для полимерных материалов.

Работа выполнена при поддержке государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Материаловедение, новые материалы и технологии» задания 4.1.1 и 4.1.6.

Список литературы

1. Защитные золь-гель покрытия с гидрофобными свойствами / В. В. Васькевич, В. Е. Гайшун, Д. Л. Коваленко, В. В. Сидский // Проблемы физики, математики и техники. – 2011. – №3 (8). – С. 15-19.
2. Кудина, Е. Ф. Органосиликатные материалы (обзор) / Е. Ф. Кудина // Материалы, технологии, инструменты. – 2013. – Т. 18, № 4. – С. 31-42.
3. Биоповреждения и защита синтетических полимерных материалов / Пехташева Е. Л., Неверов А. Н., Заиков Г. Е., Стоянов О. В., Русанова С. Н. // Вестник Казанского технологического университета, 2012. – Том 15. – №10. – С. 166-173.
4. Формирование и исследование свойств золь-гель покрытий, предназначенных для модификации поверхности полимерных материалов / В. В. Васькевич, В. В. Сидский, А. В. Семченко, В. Е. Гайшун, Д. Л. Коваленко, А. А. Бойко, А. А. Алексеенко // Полимерные материалы и технологии. – 2019. – №4(4). – С. 64-70.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОСОБО ЧИСТОГО КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА

**В. Е. Гайшун¹, А. В. Семченко¹, Д. Л. Коваленко¹, В. В. Сидский¹, О. И. Тюленкова¹,
В. В. Васькевич¹, В. Г. Кузьмин², А. С. Лебедев³, В. М. Рыжков³**

¹*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, alina@gsu.by;*

²*ООО НПК «КРИН»,
Российская Федерация, kuzminvg1949@yandex.ru;*

³*Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН,
Российская Федерация, Lebedev.a.s@bk.ru*

Производство особо чистого диоксида кремния (с содержанием SiO₂ более 99,999 %) является одной из важных и актуальных задач современной химической промышленности. Этот материал находит широкое применение в производстве оптического стекла, оптических волокон для интернет-кабелей, фотошаблонов, других применений.

Существующие технологии синтетического производства диоксида кремния были разработаны еще в середине XX века. Эти методы отличаются высокой энергоемкостью, многоступенчатостью и не соответствуют современным экологическим стандартам. Со временем, по мере устаревания традиционных технологий, возникла необходимость в разработке новых методов производства синтетического диоксида кремния.

В промышленности диоксид кремния, маркируемый как «Silica White», получают жидкофазным методом. Этот процесс включает осаждение аморфного кремнезема из растворов натриевого силиката с помощью кислот. Данный способ не применим для получения синтетического диоксида кремния.

Другой метод, применяемый для производства диоксида кремния, – гидролиз SiCl_4 с водяным паром при температуре (1000 – 1100) °С, при котором образуется высокодисперсный и малопористый продукт, известный как «Aerosil». Однако данный метод отличается высокой энергоемкостью, высокой стоимостью исходных материалов и значительным выбросом HCl .

Таким образом, разработка новой технологии получения синтетического диоксида кремния, основанной на фторидной технологии, представляет собой значительный шаг вперед в химической промышленности, позволяя снизить энергозатраты, улучшить экологические показатели и повысить чистоту конечного продукта для нужд полупроводниковой и оптоэлектронной отраслей. Золь-гель метод является основным методом получения диоксида кремния, представляет собой перспективную технологию для разработки особо чистого синтетического диоксида кремния, используемого в полупроводниковой и оптоэлектронной промышленности. Этот метод основан на гидролизе и конденсации органометаллических соединений в спиртовых растворах, что позволяет достичь высокой степени чистоты и контролировать размер, морфологию и распределение частиц.

Для выполнения работ был выбран тетраэтилортосиликат (тетраэтилортосилиан, ТЭОС) производства ПАО «Химпром» (г. Новочебоксарск, Российская Федерация) марки А с содержанием SiO_2 98,5 %. Как следует из характеристик ТЭОСа, он нуждается в дополнительной очистке.

Установлено, что наилучший результат дает очистка ТЭОСа методом пролива с прохождением частичного гидролиза в присутствии соляной кислоты либо щелочи.

Получены золи поликремниевой кислоты (ПКК) с содержанием диоксида кремния (SiO_2) не менее 25 %. Исследование показало, что применение деионизованной воды класса А и У, в сочетании с методами очистки ТЭОСа с использованием 0,5 % водных растворов аммиака и соляной кислоты, обеспечивает снижение содержания примесей до значений 3-5 ppm.

Разработана принципиальная технологическая схема получения СДК и изготовлены образцы СДК с размером частиц 130-600 мкм, внешне напоминающий оптически прозрачный песок, не нуждающийся в дальнейшем размалывании.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что использование предложенной технологии позволяет получить синтетический диоксид кремния высокой чистоты, что открывает перспективы для его применения в производстве оптического стекла. Разработанная методология может быть использована для оптимизации процессов получения высококачественных материалов в других областях, где требуется высокая степень чистоты.

Список литературы

1. Гайшун В. Е., Косенок Я. А., Семченко А. В., Тюленкова О. И., Судник Л. В., Кузьмин В. Г., Лебедев А. С., Рыжков В. М., Манин Ю. А. Высокочистая кварцевая крупка и стекло, полученные золь-гель методом // В сборнике: Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Материалы 16-й Международной научно-технической конференции. Минск, 2024. С. 224-226.
2. Synthesis of high purity silica from low cost water glass via sol-gel process and soxhlet extraction / B. Gu, K. Dongwook, Ahn Seokhoon, C. H. Dong, L. Hyun-Kwun, K. Jongbok // Journal of Sol-Gel Science and Technology. – 2017. – Т. 82. – С. 675-681.
3. Brinker, C. J. Sol-gel science: the physics and chemistry of sol-gel processing / C. J. Brinker, G. W. Scherer // Academic press. – 2013. – P. 1-908.
4. Sol-Gel processing of silica nanoparticles and their applications / L. P. Singh, S. K. Bhattacharyya, R. Kumar, G. Mishra, U. Sharma, G. Singh, S. Ahalawat // Advances in colloid and interface science. – 2014. – Т. 214. – С. 17-37.
5. Андрианов К. А. Кремнийорганические соединения. – М.: Госхимиздат, 1955. – 520с.