

## СТРУКТУРА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИСУРЬМЯНОЙ КИСЛОТЫ И КОЛЛОИДНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

*Рубцова Е.Д., Ярошенко Ф.А., Бурмистров В.А.*

Челябинский государственный университет  
454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129

Использование полимерных мембран в различных устройствах требует разработки композитных материалов с высокой протонной проводимостью, устойчивых к агрессивным средам и способным работать в широком диапазоне температур и влажности воздуха. Одним из перспективных направлений в этой области является допирование мембран частицами диоксида кремния (ДК).

Целью данной работы является синтез поверхностно модифицированных наночастиц диоксида кремния полисурьмяной кислотой (ПСК) и исследование их структуры.

Частицы диоксида кремния подвергли поверхностной модификации методом выдержки навесок порошка различной массы в растворе модифицирующего соединения ( $\text{SbOCl}_3$ ). Данный прекурсор был синтезирован предварительным окислением треххлористой сурьмы азотной кислотой. Данную систему подвергли гидролизу в избытке дистиллированной воды с образованием белого хлопьеобразного осадка. Полученный продукт промывали дистиллированной водой до отрицательной качественной реакции на хлорид-ионы с последующим отделением жидкой и твердой фракции с помощью центрифугирования, после чего сушили при  $110^\circ\text{C}$  в муфельной печи.

После проведения модификации диоксида кремния полисурьмяной кислотой на ИК-спектрах появляются новые полосы поглощения относительно исходных компонентов системы в области  $900\text{--}950\text{ см}^{-1}$  ( $\nu$  –  $\text{Si-O-Sb}$ ), ослабление полосы, ее уширение  $\text{Si-O-Si} \sim 1100\text{ см}^{-1}$  и появление полосы при  $\sim 560\text{ см}^{-1}$  ( $\delta$  –  $\text{Sb-O-Si}$ ). Также наблюдается небольшое смещение основных полос в исходных оксидах кремния и пентавалентной сурьмы от  $1100$  до  $1111\text{ см}^{-1}$  (с асимметрией), обусловленное образованием гибридных связей  $\text{Si-O-Sb}$ . Такие изменения происходят вследствие того, что атом  $\text{Sb}^{5+}$  в  $\text{Sb}_2\text{O}_5$  более электроотрицателен, чем  $\text{Si}^{4+}$ , что приводит к увеличению силы связи  $\text{Si-O-Sb}$  по сравнению с  $\text{Si-O-Si}$ , что, в свою очередь, ведет к росту энергии колебаний, приводящему к сдвигу в высокочастотную область (до  $1111\text{ см}^{-1}$ ). Смещение полосы поглощения сопровождается ее уширением от  $\sim 50\text{--}80\text{ см}^{-1}$  до  $100\text{--}120\text{ см}^{-1}$  со снижением интенсивности. Это вызвано неоднородностью среды и появлением новых типов колебаний:  $\text{Si-O-Sb}$ , аморфизацией локальной структуры вокруг  $\text{Sb}$ , а также образованием водородных связей между поверхностными  $\equiv\text{Si-OH}$  и  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ .

Выводы по работе: получены поверхностно модифицированные частицы, состоящие из коллоидного ДК и ПСК. В работе обсуждается вопрос формирования оболочки из ПСК на поверхности коллоидного диоксида кремния в процессе синтеза.