

УДК 691.175.2

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЧИСТОГО SiC ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Т. О. ПОВШОК

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Гродно, Беларусь

Актуальное направление современного полимерного материаловедения – разработка нанокомпозитов, содержащих в качестве модификаторов наночастицы. Сейчас внимание исследователей сосредоточено на получении наноразмерных частиц карбида кремния (SiC), который обладает высокой твердостью и тугоплавкостью. Предполагается, что использование SiC обусловит создание нанокомпозитов с повышенной устойчивостью к деформированию и изнашиванию, к более стабильным реологическим характеристикам, а также приведет к снижению влияния неблагоприятных эксплуатационных факторов – озона, ультрафиолета, термоокисления [1, 2].

Биогенный кремнезем (SiO_2) – перспективный источник для получения материалов на основе кремния. Содержание кремнезема в золе у растений семейства злаки (*Gramineae*) более 50 %, а у семейства осоковых (*Cyperaceae*) – более 40 % [3].

Высокое содержание кремния в органической матрице отходов производства риса открывает широкий спектр применения данного растительного материала – получение продуктов с выраженными характеристиками.

Рисовая шелуха содержит 15 %...20 % кремнезема. При нагревании органические соединения, присутствующие в шелухе, разлагаются, образуя углерод. Взаимодействие кремнезема с образовавшимся углеродом способствует синтезу SiC.

Ввиду значительной удельной поверхности кремнезема, присутствующего в рисовой шелухе, и близкого взаимодействия углерода с ним, синтез SiC может быть осуществлен при относительно невысоких температурах.

В [3] проведен анализ свойств золы, полученной при термообработке рисовой шелухи в температурном диапазоне от 400 °C до 1500 °C. Установили, что кремнезем, образовавшийся при горении при температуре ниже 800 °C, обладает аморфной структурой.

Показано [4], что превращение аморфного SiO_2 в кристобалит достигалось при термообработке рисовой шелухи при температуре более 750 °C. При увеличении температуры до 1400 °C образовывалась смесь фаз SiC гексагональной модификации и графита.

Учеными [5] были определены границы значений основных технологических параметров для образования максимального количества целевого продукта (SiC), а также сделали вывод, что при соблюдении мольного соотношения $\text{SiO}_2/\text{C} = 0,33$ произойдет превращение исходных компонентов рисовой шелухи в SiC.

Установлено [6], что применение определенного режима термоокислительной обработки рисовой шелухи позволяет получать кремнеуглерод с соотношением углерода и кремния необходимым для восстановления кремния из кремнезема. Показано, что в золе содержится 91,31 % аморфного кремнезема. Удаление летучих соединений наблюдается при 600 °С...700 °С. Для получения карбида кремния необходимы: окислительная атмосфера (воздух), перемешивающийся слой (вращающаяся печь), температура 800 °С...850 °С, продолжительность пиролиза 3...5 мин.

Анализ литературных данных показал, что нетрадиционные методы получения карбида кремния из отходов производства риса позволяют получить SiC повышенной чистоты, не прибегая к большим экономическим затратам. На территории Республики Беларусь альтернативным способом получения карбида кремния может послужить использование в качестве сырья возобновляемого источника растительного происхождения – вида многолетних трав семейства осоковых (*Cyperaceae*). Также данное решение будет соответствовать одному из принципов «зеленой химии», что приобретет еще большую актуальность в настоящее время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Повшок, Т. О.** Зарядовая активность содержащих кремний нанофазных частиц, предназначенных для модифицирования полимерных матриц / Т. О. Повшок, С. А. Ядыкин // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке : материалы Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, Минск, 24 нояб. 2023 г. – Минск : Белорус. нац. техн. ун-т, 2024. – С. 348–350.
2. **Povshok, T.** Charge activity of silicon-containing nanophase particles intended for modification of polymer matrices / T. Povshok, E. Ovchinnikov, S. Yadykin // Machines. Technologies. Materials. – 2024. – Vol. 18, iss. 3. – P. 109–110.
3. **Аунг Хтут Тху.** Получение композиционных материалов на основе продуктов переработки рисовой шелухи : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.17.11 / Аунг Хтут Тху; Рос. хим.-технол. ун-т им. Д. И. Менделеева. – М., 2020. – 16 с.
4. Исследование карбидокремниевых материалов, полученных с использованием рисовой шелухи / Г. Т. Адылов, Ш. А. Файзиев, М. С. Пайзуллаханов [и др.] // Письма в журнал ЖТФ. – 2003. – Т. 29, № 6. – С. 7–13.
5. **Белая, А. А.** Физико-химические основы процесса получения карбида кремния из рисовой шелухи / А. А. Белая, П. И. Сорока, О. А. Тертышный // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2010. – № 10. – С. 78–85.
6. Получение технического кремния и карбида кремния из рисовой шелухи / В. А. Ким, Т. А. Требухова, С. Х. Кударинов [и др.] // Труды университета. – 2014. – № 1. – С. 18–21.