

культуры бактерий и источники ионов кальция. Обработанные таким образом образцы вновь сушились в течение 2 часов при температуре 110 °С, а затем подвергались испытаниям вместе с контрольной группой.

Влияние микробиологической обработки на прочность при сжатии и открытую пористость образцов представлены на рисунках 1–2.

Прочность при сжатии контрольной группы образцов составила 44,9 МПа. Микробиологическая обработка цементного камня культурами бактерий привела к увеличению прочности при сжатии цементного камня на 5–38%.

При этом открытая пористость цементного камня снизилась в результате формирования микроструктур CaCO_3 в порах цементного камня с 0,177 см³/г для контрольной группы до 0,133–0,151 см³/г для групп, подвергнутых микробиологической обработке.

Таким образом, обработка затвердевших цементных образцов растворами, содержащими культуру уробактерий *B. Sphaericus* и *B. Subtilis* в питательных средах, содержащих мочевины и источник ионов Ca^{2+} , приводит к заметному улучшению его структурных и прочностных характеристик.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЫ КАМЕРЫ-РЕАКТОРА НА ПРОДУКТ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА Si–C

А.Р. Насырбаев, Д.С. Никитин

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, arturnsb@gmail.com

Карбид кремния в настоящее время вызывает интерес в связи с трендом к созданию высокотемпературных, высокомоощных и высокочастотных электронных приборов. Материал обладает высокой износостойкостью и сверхтвердостью, что объясняется схожестью кристаллической решетки с алмазной. Также карбид кремния обладает инертными химическими свойствами, коррозионной стойкостью, высокой теплопроводностью. Все перечисленные свойства, а также широкая запрещенная зона (2,4–3,2 эВ), делают SiC очень перспективным для высокомоощных устройств электроники [1].

Большой интерес к наноразмерным частицами и порошкам объясняется тем, что свойства керамики на их основе значительно отличаются от свойств аналогичной крупнозернистой керамики [2]. Нанопорошки широко применяются для получения композиционных материалов. Технология получения таких материалов разнообразна, существующие методы недостаточно эффективны ввиду трудоемкости и дороговизны процесса изготовления.

В данной работе использовался метод, разработанный в ТПУ – плазмодинамический синтез в коаксиально-магнитоплазменном ускорителе (далее КМПУ). Такой тип получения наноразмерного порошка Si–C заключается в прямом динамическом синтезе в гиперскорост-

ной струе углеродно-кремниевой плазмы. Струя плазмы генерируется КМПУ с графитовыми электродами. При этом в камере-реакторе возникают достаточные условия для синтеза кубического SiC [3].

Были проведены 5 экспериментов при разном давлении камеры-реактора ($p=0,5, 1,0, 1,5, 3,0, 5,0$ атм.). Питание ускорителя осуществлялось от емкостного накопителя энергии ($C=6$ мФ, $U=3$ кВ). В результате экспериментов были получены порошкообразные продукты массой до 0,5 г, которые изучались методами рентгеновской дифрактометрии и электронной микроскопии (ТЕМ) на микроскопе Philips CM12. Изучался структурно-фазовый и гранулометрический

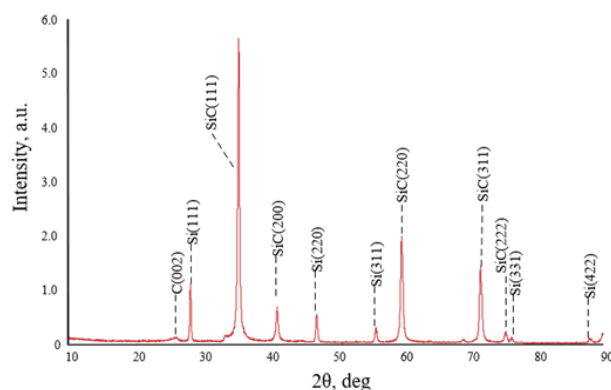


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма порошка, полученного при давлении атмосферы камеры-реактора $p = 0,5$ атм.

состав продуктов, определено, что продукт нанодисперсный.

На рисунке 1 изображена рентгеновская дифрактограмма продукта, полученного при давлении $p=0,5$ атм. В состав продукта входят кристаллическая фаза карбида кремния, а также как побочные продукты графит и кремний.

По проведенным экспериментам можно заключить, что осуществлен прямой плазмодинамический синтез наноразмерного SiC. Кар-

бид кремния представлял из себя многогранные частицы со средним размером порядка 80–130 нм. При давлении камеры-реактора в пределах $p=1,0$ атм. продукт содержит наибольшее содержание кубического карбида кремния (95%). Дальнейшее увеличение давления повышает концентрацию побочных фаз – графита и кремния. Тем самым показано влияние давления камеры-реактора на получение нанодисперсного карбида кремния.

Список литературы

1. Андриевский Р.А. Наноразмерный карбид кремния: синтез, структура, свойства // *Успехи химии*, 2009.– Т.78.– №9.– С.889–900.
2. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы.– М.: Физматлит, 2001.– 224с.
3. Сивков А.А. и др. Прямой плазмодинамический синтез ультрадисперсного карбида кремния // *Письма в ЖТФ*, 2013.– Т.39.– №2.– С.15–20.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ШЛИКЕРА НА КАЧЕСТВО ОТЛИТОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ШЛИКЕРНОМ ЛИТЬЕ НА ОСНОВУ

Е.С. Нерушкина

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Дитц

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eliz.ner@mail.ru

Согласно исследованию [1] среднегодовые темпы роста мирового рынка функциональной керамики составляют 38% в год, темпы роста российского рынка – 20% в год. Наиболее востребованным сегментом рынка является электроника и электротехника. Метод шликерного литья на основу является наиболее производительным при изготовлении объемных изделий из керамики для теплонагруженных элементов. Исходные компоненты, использованные в работе: порошок нитрида алюминия, поливинилбутираль, дибутилфталат, толуол, этанол, олеиновая кислота. Методика приготовления литьевого шликера описана в работах [2, 3] и состоит из: стадии смешения исходных керамических по-

рошков с компонентами органической связки и пластификатора. Отливка приготовленного шликера производилась в литьевой машине САМ-L252ТВ. В ходе работы исследовали влияние состава шликера на свойства отлитой ленты: соотношение компонентов, применяя разные системы растворителей и связок. Состав отлитой пленки уточняли, проверяя содержание основных составляющих (количество твердого, органики и растворителя) по потере массы в двух температурных интервалах 110 °С и 500 °С. В таблице 1 представлены составы приготовленных шликеров. Качество отлитой керамической ленты определяли на оптическом поляризационном микроскопе ПОЛАМ РР-1.

Таблица 1. Составы приготовленного шликера

| № состава | Соотношение компонентов в шликере | | | Сумма, мас. % |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|
| | Количество твердого, мас. % | Количество растворителя, мас. % | Количество органики, мас. % | |
| 1. | 63,42 | 7,53 | 28,45 | 100 |
| 2. | 64,38 | 7,76 | 27,86 | 100 |
| 3. | 61,71 | 4,55 | 33,74 | 100 |
| 4. | 63,20 | 7,31 | 29,49 | 100 |
| 5. | 65,27 | 8,04 | 26,69 | 100 |