

УДК 681

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ЭКРАНОВ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ W-ГПУ

Студент гр. 11304120 Герман С. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Современные технологии изготовления приборов позволяют получать микроэлектронную технику достаточно малых размеров. В свою очередь микроэлектроника широко применяется в различных областях промышленности, где под воздействием внешних паразитных эффектов может выходить из строя. В космической промышленности особо опасным для микроэлектронной техники эффектом является ионизирующее излучение (альфа-, бета-частицы, рентгеновское и гамма-излучение), которое вызывает разные процессы в объеме кристалла (эффект Комптона, фотоэффект, образование электрон-позитронных пар) [1]. Для защиты от ионизирующего излучения применяют радиационные экраны, которые изготавливаются из высокоплотных материалов. В особенности применяют свинцовые радиационные экраны. Свинец – это высокоплотный и недорогой металл (плотность $11,35 \text{ г/см}^3$), однако его токсичность поднимает вопрос о поиске альтернативных материалов для изготовления радиационных экранов. Для этого можно использовать вольфрам (его плотность приблизительно $19,25 \text{ г/см}^3$), однако, из-за его тугоплавкости, получение экранов из вольфрама является тяжелой задачей [2].

Целью работы является изучение технологического процесса получения композиционных материалов радиационной защиты на примере композита W-графеноподобный углерод (ГПУ) в разных массовых соотношениях.

В работе проведен обзор литературных источников в области синтезирования материалов, в котором был изучен метод горячего изостатического прессования.

Метод горячего изостатического прессования основан на воздействии высоких значений давления (5 ГПа) при высокой температуре на смесь порошков, находящуюся в замкнутом пространстве. Высокие значения температуры достигаются путем пропускания тока через систему графитосодержащих нагревателей, у которых низкое сопротивление, благодаря чему высокие значения температуры достигаются довольно быстро.

Высокие значения температуры при проведении процесса стимулируют пластичность порошков, благодаря чему возможно получение материалов со значением плотности близкому к теоретическому. Однако при проведении этого процесса следует учитывать свойства каждого из синтезируемых порошков, поскольку высокие температуры могут отрицательно повлиять на механические свойства отдельных компонентов.

При синтезировании с помощью метода горячего изостатического прессования можно быстро получить требуемый материал. Высокая скорость процесса обеспечивается тем, что охлаждение и нагревание проводят под постоянным воздействием высокого давления.

Методом горячего изостатического прессования было получено 4 образцов W-ГПУ в разных массовых соотношениях. Плотность образцов была рассчитана с помощью метода гидростатического взвешивания, суть которого заключается во взвешивании исследуемого тела в 2 этапа: на воздухе, затем в жидкости. Результаты исследования плотностей образцов W-ГПУ приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения плотностей синтезированных образцов W-ГПУ

Образец	Плотность, г/см^3
W _{99,0} C _{1,0}	17,48
W _{99,5} C _{0,5}	18,36
W _{99,7} C _{0,3}	17,55
W _{99,9} C _{0,1}	17,62

Благодаря данному методу было получено 4 образца W-ГПУ. Высокая концентрация добавки способствует снижению плотности композита, отчего механические свойства также могут снижаться. Малая концентрация ГПУ не оказывает сильного влияния на плотность образцов,

но в таком случае позволяет получать экран с более однородным распределению графеноподобной фазы по композиту. С помощью метода горячего изостатического прессования можно получить композиционные материалы с достаточной плотностью для применения их в области радиационной защиты.

Литература

1. Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие / В. И. Беспалов. – 5-е изд., расшир. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2017. – 695 с.
2. Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность: учеб. пособие / Е. Н. Дулов [и др.]. – Казань: Казан. федер. ун-т, Ин-т физики., 2017. – 24 с.

УДК 621

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Студент гр. 11304121 Друк И. В.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Целью данной работы является изучение особенностей технологического процесса получения композиционных материалов на основе алюминия. В работе проведен обзор литературных источников в области получения данных материалов, а более подробно изучено влияние наночешуек нитрида бора (BN) в алюминиевом материале на его характеристики и свойства. Проведен критический анализ, и определены перспективные направления разработки композитов, а именно на основе пластичного алюминия с упрочняющим наполнителем. Нитрид бора (BN) имеет температуру плавления около 2970 °С и плотность 2,18 г/см³ и уникальные прочностные характеристики. Наноструктуры нитрида бора имеют различные модификации, например: наночастицы, нанотрубки, нановолокна, наноллисты и т. д.

Синтез такого композитного материала состоит из нескольких этапов. Первым этапом является получение BN-наночешуек. Для этой цели используют метод высокоэнергетического шарового размол (ВЭШР). Процесс проходит в специальном размольном сосуде диаметром 250 мм в присутствии газовой (аргон) либо жидкой (этиленгликоль) среды. Оптимальная скорость вращения составила 694 об/мин при соотношении шаров к BN-порошку 40:1. Следующим этапом стало приготовление порошковой смеси. Порошковые смеси готовят с помощью высокоэнергетической шаровой мельницы. Смешивание проводится в газовой аргонной среде для предотвращения окисления алюминия. Заключительным этапом является спекание смеси порошков в графитовой матрице в течении часа при давлении 55 МПа и температуре 600 °С.

Разработанная технологическая схема процесса представлена на рис. 1.

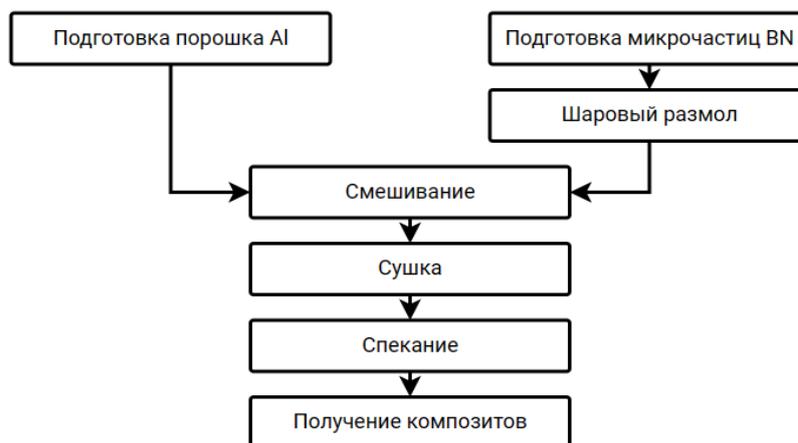


Рис. 1. Технологическая схема получения КМ на основе алюминия

Исследование разрушенной поверхности образца для исследования подтвердило, что BN-наночешуйки вносили существенный вклад в процесс деформации, и принимают на себя весовую часть нагрузок.