

УДК 621.762.4.044

И.В. Яковлев, В.М. Оголихин, С.Д. Шемелин
I.V. Yakovlev, V.M. Ogolikhin, S.D. Shemelin

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск
Lavrentyev Institute of Hydrodynamics Siberian Branch of RAS, Novosibirsk

ВЗРЫВНОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

EXPLOSIVE FABRICATION OF METALLOCERAMICS PROTECTIVE CONTAINERS

Показана возможность использования энергии взрыва при создании контейнеров для перевозки и хранения радиоактивных веществ.

Ключевые слова: взрывное компактирование, металлокерамический контейнер, радиоактивное вещество, взрывчатое вещество, структура компакта.

The possibility of using the explosive energy to create metalloceramics containers for the transport and storage of radioactive substances is presented.

Keywords: explosive compaction, metalloceramics container, radioactive material, high explosive, structure of compact.

При транспортировке и хранении радиоактивных веществ требуется эффективная защита от излучения. Известно, что карбид вольфрама, как защитный материал, достаточно успешно справляется с подобными задачами. Однако карбид вольфрама существует в виде порошка, компактирование которого в форме законченного изделия ни динамическими, ни статическими методами невозможен.

При этом имеются доказательства того, что использование энергии взрыва для консолидации и компактирования порошковых композиций является перспективным направлением создания композиционных материалов [1]. При этом следует иметь в виду, что взрывное нагружение твердых и хрупких порошковых материалов может привести только к их уплотнению, но не консолидации. В таких порошковых композициях положительный эффект достигается добавлением в основной порошок связки из пластичного порошкового материала.

Процессы, протекающие в порошке при его взрывном компактировании, существенно отличаются от процессов при статическом прессовании. При взрывном компактировании не происходит одновременного уплотнения по всему объему изделия. Ударная волна, проходя через порошок, оставляет за собой скомпактированный материал. Высокая скорость нагружения за очень короткое время действия ударного импульса приводит к повышению температуры в компакте до значений порядка точки плавления материала порошка и может привести к частичному спеканию по поверхностям контакта [2]. Считается, что процесс консолидации порошков под действием ударных волн происходит стадию дробления частиц, а затем – уплотнения и оплавления контактных границ в результате взаимного трения.

Взрывным компактированием получают заготовки, которые после механической обработки превращаются в изделия. Свойства заготовок, в первую очередь плотность порошковой составляющей, в значительной степени зависят от схем взрывного компактирования. Различные схемы взрывного компактирования наиболее полно представлены в работе [3]. В настоящей работе рассматривается взрывное компактирование порошковых материалов в специальных цилиндрических ампулах. При этом нагружение осуществляется скользящей ударной волной, образующейся в результате взрыва цилиндрических зарядов взрывчатого вещества (рис. 1).

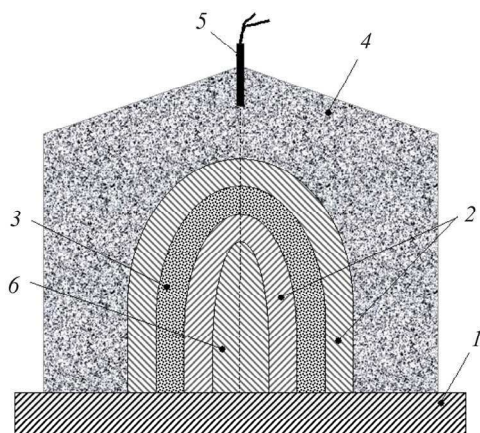


Рис. 1. Схема взрывного компактирования порошковых материалов в ампулах сложной конфигурации: 1 – основание; 2 – сферическо-цилиндрическая ампула (с внутренней и внешней оболочками); 3 – полость технологической ампулы со смесью порошков; 4 – заряд взрывчатого вещества; 5 – детонатор; 6 – технологическая вставка

В процессе разработки схем взрывного компактирования порошковых материалов в цилиндрических ампулах необходимо обеспечить однородность нагружения по длине ампулы, исключить образование трещин и разрушений

в радиальном и осевом направлениях, а также исключить неоднородность компакта.

Для изготовления защитных контейнеров кроме цилиндрических элементов необходимы также плоские многослойные элементы, содержащие в качестве внутреннего слоя порошок. В результате проведенных исследований был разработан способ, позволивший получить многослойное изделие с внутренним слоем из карбида вольфрама.

По схеме, приведенной на рис. 1, были выполнены заготовки цилиндрическо-сферической формы тел вращения, которые после механической обработки превращались в элементы защитных устройств (рис. 2). Представленный контейнер состоит из трех слоев: сталь – спрессованная смесь порошков карбида вольфрама и меди (10 %) – сталь. При исследовании структуры спрессованного порошка было установлено, что такого количества меди достаточно, чтобы получился компакт с плотностью, близкой к плотности монолита. Такая конструкция наиболее эффективна при изготовлении малоразмерных контейнеров. Контейнер такой конструкции при изготовлении имеет определенную трудоемкость, резко возрастающую при увеличении его габаритов, поэтому была разработана схема более простого в изготовлении, но более емкого контейнера, включающего в себя в качестве основных элементов внутреннюю и внешнюю трубы из стали и порошок карбида вольфрама и меди между ними (рис. 3).



Рис. 2. Композиционный малоразмерный контейнер для защиты от ионизирующих излучений



Рис. 3. Цилиндрическая часть контейнера

Вместе с этим была отработана технология изготовления трехслойных дисков (сталь – порошковая смесь – сталь для элементов на верхний и нижний торцы трехслойной цилиндрической детали, рис. 4).



Рис. 4. Трехслойный диск: сталь – карбид вольфрама – сталь

При отработке технологии изготовления цилиндрических контейнеров были получены трехслойные трубы с внутренним и внешним диаметрами 60 и 110 мм соответственно и длиной 330 мм, а также трехслойные диски диаметром 135 мм и толщиной 15 мм. Из полученных элементов были изготовлены защитные контейнеры (рис. 5).



Рис. 5. Контейнер радиационно-защитный: *а* – контейнер; *б* – узлы и детали контейнера; 1 – крышка съемная; 2 – гайка; 3 – цилиндрическая часть контейнера; 4 – крышка несъемная

Представленные результаты свидетельствуют о том, что технология взрывного компактирования порошковых материалов в металлических ампулах сложной конструкции является перспективной для получения металлокерамических композитов, обладающих специальными свойствами.

Список литературы

1. Композиционные материалы и конструкции на основе титана и его соединений: монография / В.Н. Анциферов, Л.Д. Сиротенко, А.М. Ханов, И.В. Яковлев.– Новосибирск: Изд-во Ин-та гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН. – 2001. – 370 с.

2. Кузьмин Г.Е., Пай В.В., Яковлев И.В. Экспериментально-аналитические методы в задачах динамического нагружения материалов: монография. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 312 с.

3. Рогозин В.Д. Взрывная обработка порошковых материалов: монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2002. – 136 с.

Получено 1.11.2012

Яковлев Игорь Валентинович – доктор технических наук, профессор, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (630090, г. Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 15, e-mail: yakovlev@hydro.nsc.ru).

Оголихин Виктор Михайлович – доктор технических наук, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Терешковой, 29, e-mail: s-shem@yandex.ru).

Шемелин Сергей Дмитриевич – научный сотрудник, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Терешковой, 29, e-mail: s-shem@yandex.ru).

Yakovlev Igor Valentinovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS (630090, Novosibirsk, Lavrentyeva av., 15, e-mail: yakovlev@hydro.nsc.ru).

Ogolikhin Viktor Michajlovich – Doctor of Technical Sciences, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS (630090, Novosibirsk, Tereshkovoy st., 29, e-mail: s-shem@yandex.ru).

Shemelin Sergey Dmitrievich – Scientific Researcher, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS (630090, Novosibirsk, Tereshkovoy st., 29, e-mail: s-shem@yandex.ru).