

УДК 621.7.044

**В.К. БОРИСЕВИЧ, А.И. ДОЛМАТОВ, И.В. СКОРЧЕНКО,
А.И. САБАКАРЬ, В.В. ТРЕТЬЯК***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, Украина***ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ПОМОЩИ ИМПУЛЬСНЫХ СВЕРХВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ**

Представлены материалы исследований возможности получения новых материалов взрывом БВВ с помощью кумулятивных устройств. Предложены параметры кумулятивных струй, при которых достижение сверхвысоких давлений, скоростей потока струй и сверхвысоких температур становится возможным. Даны схемы установок для получения таких параметров. Описаны результаты серии экспериментов по получению новых материалов. Сделаны основные выводы по результатам проведенных экспериментов. Рассмотрены перспективные направления научных работ по получению новых материалов при помощи импульсных сверхвысоких давлений

Ключевые слова: взрывчатое вещество, кумуляция, давление, структура, синтез, разложение.

Введение

В настоящее время происходит стремительная актуализация изучения явления превращения одних химических элементов в другие в контексте решения задач, связанных с получением новых материалов с уникальными наперед заданными свойствами, что представляет особый интерес для аэрокосмического машиностроения; а также с утилизацией ядерных отходов, поиском альтернативных источников энергии и т.п.

Авторами доказана возможность получения новых материалов взрывом БВВ с помощью кумулятивных устройств, и рассмотрены оптимальные параметры кумулятивных струй, с помощью которых достигаются сверхвысокие давления (более 105 МПа), скорости потока струй (свыше 10 км/с) и сверхвысокие температуры (тысячи °С) [2].

Результаты исследований

Проведенные эксперименты были основаны на использовании явления направленной осевой кумуляции. Этот вид кумуляции реализуется при подрыве осесимметричных зарядов, имеющих выемку той или иной формы (конус, полусфера, пара-

бола, гипербола и т.п.). Картина формирования кумулятивной струи при обжатии металлической конической облицовки осесимметричного кумулятивного заряда схематично показана на рис. 1 [1]. Фронт детонационной волны 2 в заряде взрывчатого вещества 3 начинает распространяться от детонатора 1 со скоростью детонации D . Образующиеся продукты детонации (ПД) взаимодействуют с облицовкой 4 кумулятивной выемки. При последовательном схлопывании облицовки образуется пест 5 и кумулятивная струя 6.

Наиболее эффективное действие КС может быть обеспечено не только определенным сочетанием физико-механических свойств металла, но и геометрической формой кумулятивной облицовки. В нашем случае при использовании конических медных облицовок, в струю переходит в среднем 20...40% массы облицовки; скорость головных участков струи составляет 9...10 км/с, а хвостовых 2...2,5 км/с.

Сконструированы, изготовлены и испытаны установки для получения указанных параметров и проведена серия экспериментов, в результате которых получен большой спектр новых (по сравнению с образцами-свидетелями) элементов. Образцы исследованы с помощью растровых электронных мик-

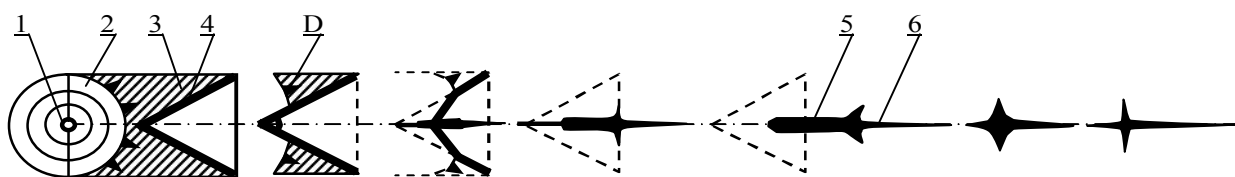


Рис. 1. Формирование КС при обжатии металлической облицовки осесимметричного кумулятивного заряда

роскопов РЭМ 106 с разрешающей способностью 4 нм на вторичных электронах и 6 нм в отраженных электронах.

При проведении экспериментальных исследований применялась оснастка нескольких типов. Выбор типа оснастки определялся необходимостью проверки расчетных данных и получения максимальных параметров, полученных в них КС.

В основном применялись три вида оснастки (одна из них - основная на рис. 2)

Результаты экспериментов в оснастке, схема которой приведена на рис. 2, свидетельствуют о том, что разложение и синтез элементов, а также получение из них других элементов возможно. В качестве образцов-свидетелей применялись практически чистые Cu, Al, Zn, Pb. Из меди получены бор, углерод, железо, никель, кремний, алюминий, хром, кобальт; из алюминия – кальций, железо, титан, кремний и т.д.; из цинка – железо, кальций алюминий, кремний и т.д.; из свинца (эти эксперименты нужно повторить на другой оснастке) - железо, хром, алюминий и др.

Всего выполнено 32 эксперимента на образцах-свидетелях, на которых было исследовано более 150 областей и точек, где можно было ожидать преобразование материалов. средние величины изменений

для части образцов (примерно 45%) представлены в табл. 1. Во всех экспериментах в качестве кумулятивных зарядов применялись картонные гильзы охотничьих патронов, внутренняя полость которых была заполнена аммонитом 6 ЖВ, а его инициирование осуществлялось ДШ, к концам которого подсоединялся электродетонатор (один на все 6 вводов патронов в оснастку (рис. 3)).

Длины ДШ от каждого из 6 патронов до детонатора были одинаковы с целью подрыва всех 6 патронов одновременно. С одной стороны патрона вставлялась и закреплялась кумулятивная оболочка (КО) с разными углами раскрытия (α), а с другой вставлялась заглушка – пыж из войлока. Для того, чтобы большая часть энергии взрыва была направлена в сторону КО обратные стороны патронов прикрывались массивными металлическими плитами.

Кумулятивные струи (КС) от всех шести зарядов, движущиеся со скоростями (расчетными) в наших экспериментах от 0,8 до 3 км/с и имеющих массу от 1,5 до 2 г для Cu и Zn, 0,5...0,7 г для Al и 3...4 г для Pb, сталкивались с каждой гранью образца-свидетеля

Характерным является то, что практически во всех случаях для соответствующего металла преобразование происходило в одни и те же элементы, но

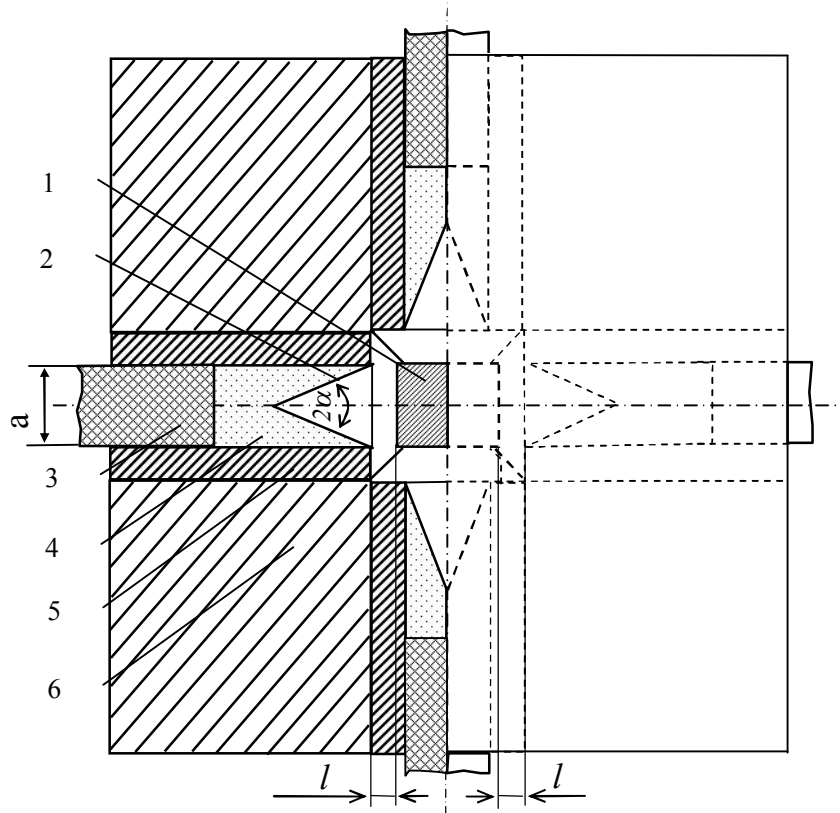


Рис. 2. Схема типовой оснастки для получения одних элементов из других:
1 – образец-свидетель, 2 – кумулятивная оболочка, 3 – детонационный шнур,
4 – заряд БВВ, 5 – монтажная втулка, 6 – корпус установки



Рис. 3. Фото смонтированной оснастки

в разных количествах и частично синтезируясь, а больше разлагаясь (за исключением Al).

Например, из меди получен бор (60...87%), Ca, Fe, S, Al, Ni, Cl – в среднем по 0,2%.

Результат воздействия кумулятивной струи на свидетель из свинца неясен из этих экспериментов, т.к. часть кумулятивной оболочки вместе со свидетелем вылетала из оснастки, концентрируясь на плитках, закрывающих патроны.

Но свою основную работу в большинстве образцов кумулятивные струи делали. Практически во всех образцах были пробиты отверстия диаметром примерно $\frac{1}{4} d_0$ (d_0 – диаметр раскрытия кумулятивной оболочки) или глубокие выемки со «входной воронкой».

Таблица 1

Результаты некоторых экспериментов по преобразованию элементов

Исходный металл	Состав образца (свидетеля)	Состав полученных образцов, %
Cu	Cu - 99,9%, Si - 0,1%;	Cu – 6,34; B – 87,41; Fe – 4,46; (Ni, Si, Al, Cl, Ca, S) – до 1%
Al	Al - 97,28 %, Si - 1,1%, Fe – 0,93%,	Al – 36,77; Ca – 22,84; Fe – 10,63; Cl – 10,36; O – 6,83; Ti – 6,37; Si – 6,14
Zn	Zn – 96,77%, Si – 3,23%	Zn – 9,26; Fe – 65,24; Ca – 10,07; Al – 4,26; Si – 4,19; O – 3,64; K – 2,94; (Mo, Cl, Cr, Ti, Mg) - до 1%
Pb	Pb - 99,38%, Si – 0,62%;	Pb – 6,64; Fe – 62,53; O – 19,11; Cr – 5,19; Si – 2,29; Al – 1,01; Mn – 0,85

Все вышеизложенное предварительно говорит о том, что происходят преобразования только тех элементов, которые содержатся в КС. Поэтому пришлось перейти на другую оснастку, где встречаются движущиеся друг на друга КС, а образцами – свидетелями служат элементы, из которых изготовлены кумулятивные оболочки.

Таким образом:

- меди в преобразованном материале остается 0,6...6, 34%, остальное B и C – до 98%, немного Fe – до 5% и совсем немного Ni, Si, Al, Cl, Ca, S – до 1%;

- алюминия в преобразованном материале остается от 11,24 до 45%, Cu - от 10 до 30%, Fe - от 10 до 16%, Ti - от 4 до 9%, O - от 6 до 20% (видимо остается окисленный алюминий в виде Al_2O_3), Cl – от 1,2 до 12%, Si – от 2 до 7%;

- цинка в преобразованном материале остается от 7 до 18%, Fe - от 65 до 81%, Cu - от 8 до 30%;

- свинца в преобразованном материале остается не менее 6%. Появляются Fe до 70%, O – до 20%, Cr - до 6%, Cu – до 3%, S – до 3%, Al – до 1,5%, Mn – до 1%.

Таким образом, по нашему мнению, происходит следующее.

На рабочую поверхность кольца и частично на его торцы наносится слой других элементов по

сравнению с образцами-свидетелями [2]. Этот слой толщиной до 0,7 мм содержит наночастицы других элементов или их соединений с кислородом, хлором и т.д. Элементы получены разложением образца-свидетеля или синтезом разложенных элементов, номенклатуру и количество которых можно стабилизировать, что свидетельствует о практической возможности получения новых материалов при помощи импульсных сверхвысоких давлений.

Заключение

1. Впервые в мировой практике разработаны и осуществлены технологические процессы преобразования одних элементов (таблицы Д.И. Менделеева) в другие с помощью энергии взрыва.

2. Предполагается, что часть полученных элементов имеют плотноупакованную структуру и, следовательно, их механические характеристики во много раз превышают характеристики таких же элементов, полученных традиционными способами.

3. На основании существующих теорий взрыва кумулятивных зарядов можно определить такие параметры кумулятивных струй, которые создают необходимые условия для преобразования одних элементов в другие.

4. Предполагается, что в преобразованных элементах изменяются прочность, пластичность, электропроводность и др. свойства.

5. Требуется решить вопрос разделения полученных покрытий на элементы.

6. Необходимо исследовать возможности получения наиболее легких и прочных материалов, а также редкоземельных и драгоценных элементов.

7. Следует направить усилия, на проведение научных (теоретических и экспериментальных) работ в следующих направлениях: преобразование взрывом (утилизацию) ядерных отходов; исследование возможности применения кумулятивного эффекта в контексте получения дешевой энергии для народного хозяйства страны.

Таким образом, необходимо расширить проведенные исследования по преобразованию одних элементов в другие с помощью энергии взрыва и привлечь к этому опытных физиков-ядерщиков, также просить правительство выделить средства для этих целей.

Литература

1. Баум, Ф. *Физика взрыва [Текст]: монография / Ф. Баум, К. Станюкович, Б. Шехтер. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1959. – 800 с.*

2. Борисевич, В.В. *Состояние исследований по превращению одних элементов в другие с помощью энергии взрыва [Текст] / В.В. Борисевич, В.К. Борисевич, А.И. Сабакар, В.В. Третьяк // 17-я Межд. НТК. – Х.: ФЭД, 2011. – С. 73-74.*

Поступила в редакцию 2.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедры теоретической механики, машиноведения и робото-механических систем В.Н. Доценко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМПУЛЬСНИХ НАДВИСОКИХ ТИСКІВ

В.К. Борисевич, А.І. Долматов, І.В. Скорченко, А.І. Сабакар, В.В. Третьяк

Представлені матеріали досліджень можливості отримання нових матеріалів вибухом БВВ за допомогою кумулятивних пристроїв. Запропоновано параметри кумулятивних струменів, при яких досягнення надвисоких тисків, швидкостей потоку струменів і надвисоких температур стає можливим. Дано схеми установок для отримання таких параметрів. Описано результати серії експериментів з отримання нових матеріалів. Зроблені основні висновки за результатами проведених експериментів. Розглянуто перспективні напрямки наукових робіт з отримання нових матеріалів за допомогою імпульсних надвисоких тисків.

Ключові слова: вибухова речовина, кумуляція, тиск, структура, синтез, розкладання.

RESEARCH POSSIBILITY OF OBTAINING OF NEW MATERIAL WITH PULSED ULTRAHIGH PRESSURE

V.K. Borisevich, A.I. Dolmatov, I.V. Skorchenko, A.I. Sabakar, V.V. Tretiak

The materials research the possibility of obtaining new materials with the explosion of HE shaped devices. The parameters of cumulative jets in which the achievement of high pressures, flow rates of the jets and ultrahigh-temperature is possible are considered. Schemes are proposed for setting these parameters. The results of a series of experiments to obtain new materials are given. The main findings of the experiments conducted made. Perspective directions of scientific work on obtaining new materials with pulsed ultrahigh pressures considered.

Key words: explosive, accumulation, pressure, structure, synthesis, decomposition.

Борисевич Владимир Карпович – д-р техн. наук, проф. кафедры технологии производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: mint_xai@rambler.ru.

Долматов Анатолий Иванович - д-р техн. наук, проф. кафедры технологии производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Скорченко Ирина Васильевна – м.н.с. кафедры технологии производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Сабакар Алексей Иванович – с.н.с. кафедры технологии производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Третьяк Владимир Васильевич – канд. техн. наук, доцент кафедры технологии производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: mint_xai@rambler.ru.