

into account the condition of constancy of volume during plastic deformation. Also conducted testing of dependencies for analytical describe the shape of the lateral surface of the cylindrical workpieces at the draft.

**Keywords:** sediment forming, the lateral surface, a cylindrical billet, approximation of.

УДК 621.921

**Е. А. НАУМОВА**, инженер, КрНУ им. М. Остроградского, Кременчуг;

**В. В. ЛОТОУС**, председатель правления ОАО «Полтавский ГОК»,  
Комсомольск;

**Г. Л. ДУБРОВ**, ст. инженер «Мотор Сич», Запорожье;

**В. В. ДРАГОБЕЦКИЙ**, докт. техн. наук, проф., КрНУ  
им. М. Остроградского, Кременчуг;

**О. В. ГНАТЕНКО**, ст. инженер «Мотор Сич», Запорожье.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЗРЫВНОГО КОМПАКТИРОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ КАРБИДОВ И КОБАЛЬТА**

Рассмотрены технологические схемы для компактирования порошков из карбидов и кобальта. Показаны пути повышения механических свойств порошковых деталей. Приведены результаты экспериментальных исследований по взрывному компактированию из испытуемых порошковых заготовок после предварительного спекания. Представлены результаты механических испытаний и металлография образцов после окончательного спекания. Значительное повышение механических свойств связано с активацией процесса спекания и модифицирующим воздействием ударных волн.

**Ключевые слова:** спекание, взрыв, компактирование, порошки, механические свойства

**Введение.** Методами порошковой металлургии можно изготавливать уникальные детали из хрупких материалов, имеющие высокие температуры плавления. Однако и этот метод имеет ограниченное применение, особенно в случае серийного производства изделий больших габаритов. Использование импульсных источников энергии в рамках порошковой металлургии снимает эти ограничения.

Наиболее весомым преимуществом взрывной обработки порошковых материалов является высокая плотность получаемых изделий и повышенная их износостойкость при низкой стоимости оборудования и технологической оснастки. Эти преимущества обеспечивают взрывному прессованию в странах с высокоразвитой экономикой широкое применение. Несмотря на то, что способ спрессовывания некомпактных материалов взрывом [1] впервые описан в 1900 г., возможности данного метода далеко не исчерпаны.

**Анализ последних исследований и литературы.** В настоящее время используют прямые и непрямые методы взрывного прессования. Эти технологии детально описаны в работах [1, 2]. Однако метод взрывного компактирования все же не обеспечивает качества изделий получаемых при износостойком горячем прессовании. Прежде всего это связано с бризантностью взрывчатых веществ, которая приводит к возникновению субмикротрещин в обрабатываемых материалах. Для устранения этих недостатков прежде всего необходимо совместить процессы взрывного

компактирования и спекания таким образом, чтобы на стадии спекания устранить эти дефекты. Кроме того, при взрывном компактировании не реализуется эффект модифицирующего воздействия на порошок, который проявляется при спекании. Поэтому было предложено производить взрывную обработку на промежуточных стадиях спекания. Процесс спекания рекомендуется проводить в три этапа: I – нагрев до температуры 150-200°C (удаление влаги); II – нагрев до 0,5 температуры спекания (снятие упругих напряжений и активное сцепление частиц); III – окончательный нагрев до температуры спекания.

Учитывая, что взрывное нагружение приводит к компактированию и снятию внутренних напряжений, считаем целесообразным проведение взрывного компактирования на II-ой стадии спекания.

**Цель исследований, постановка проблемы.** Экспериментальное исследование механических свойств порошков карбидов и кобальта после взрывного компактирования на промежуточной стадии спекания.

Работа выполнена в соответствии с «Програмою розвитку кольорової металургії України на період 2000-2010 р.р.», которая утверждена постановлением Кабинета Министров Украина от 18.10.99. №1917.

В настоящее время существует проблема недостаточной износостойкости режущего инструмента.

**Материалы исследований.** Одним из фактором, определяющим уровень износостойкости твердого сплава, является его плотность. Повышение плотности материала можно достичь путем его допрессовки после проведения процесса предварительного спекания.

Допрессовка твердосплавных заготовок обычными методами, применяемыми в порошковой металлургии, в данном случае неприемлема, поскольку материал до окончательного спекания характеризуется высокой хрупкостью. Для уплотнения таких заготовок необходимо применять специальные методы обработки, обеспечивающие воздействие на структуру сплава в условиях интенсивной пластической деформации. Один из таких способов – обработка материала энергией взрыва.

Для исследования свойств твердосплавного инструмента (BK8) предусматривалось изготовление образцов размером 6,5×6,5×44, которые предварительно спекались в среде водорода при температуре 870°C.

Внешний вид образца для исследования представлен на рис. 1.

Образцы, обработанные энергией взрыва, прошли процедуру окончательного спекания при температуре 1380°C; одновременно для сравнения были спечены образцы, изготовленные по серийной технологии.

После шлифования образцов, проведены следующие исследования:

1. Определение твердости;
2. Испытание на изгиб;
3. Определение пористости;
4. Анализ микроструктуры.

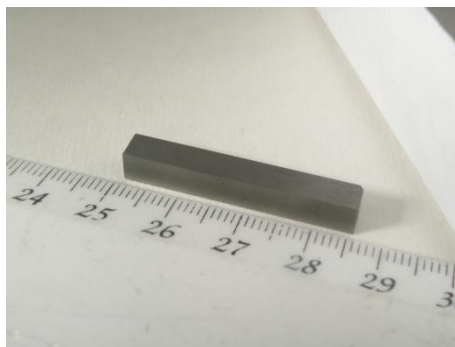


Рис.1 – Образец из твердого сплава после предварительного спекания

**Результаты исследований.** Результаты исследований приведены в таблице.

Исследования микроструктуры проводились на оптическом микроскопе с увеличением 500 и растровом электронном микроскопе Jeol JSM3060LA при увеличении 1500.

Таблица. Механические испытания.

№ п/п	Номер образца	$\sigma_{изг}$ , кг/мм <sup>2</sup>	Твердость, HRA	Пористость, %	Обезуглероживание	Примечание
1	1	220,2	90	0,02	Не соответствует	Образцы № 1;2;3 – серийная технология
2	1-2	156,8	90	0,02	Не соответствует	
3	1-3	169,1	90,5	0,02	Не соответствует	
4	2	248,4	89,5	0,02	Соответствует	Образцы № 2;2-1 – обработка взрывом
5	2-1	204,3	89,5	0,02	Соответствует	
6	3	—	89,5	0,02	Соответствует	Пластинки № 3;4;5 – обработаны детонационным напылением
7	4	—	91,0	0,02	Соответствует	
8	5	—	91,0	0,02	Соответствует	
Требования ГОСТа 3882-74		170	88	—	—	—

Микроструктура образца, изготовленного по серийной технологии, представлена на рис. 2.

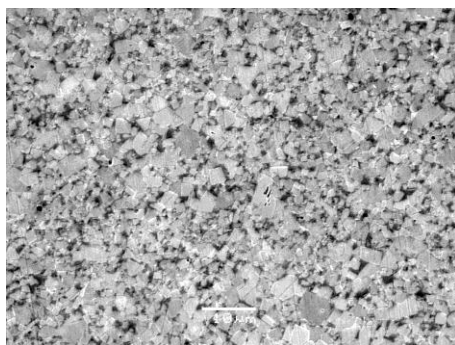


Рис. 2 – Микроструктура образца, изготовленного по серийной технологии

Микроструктура образца, полученного по серийной технологии, оценивалась по шкалам ГОСТ 9391-80. Оценка степени пористости

производилась по шкале А и соответствует А 0,02 % (ТТ ГОСТ 4872-75 для марки ВК-8 предусмотрено наличие пористости не более 0,2 %).

Свободный углерод в микроструктуре не обнаружен (по ГОСТ не более 0,2 %).  $\eta$ -фаза (двойной карбид вольфрама с кобальтом) выявлена в виде «озерков» и «кружев». Наличие  $\eta$ -фазы ТТ ГОСТ 4872-75 не допускается.

На рис. 3 представлена микроструктура образца, после обработки взрывом.

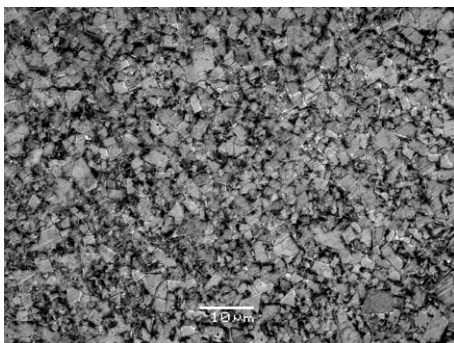


Рис. 3. – Микроструктура образца после взрывной обработки

Микроструктура обработанных энергией взрыва образцов также оценивалась по шкалам ГОСТ 9391-80. Оценка степени пористости производилась по шкале А и соответствует А 0,02 %.

Нежелательная  $\eta$ -фаза не обнаружена, наблюдается отчетливая тенденция к получению более плотной структуры.

Одновременно проведена работа по уплотнению предварительно спеченных твердосплавных пластин для резцов (рис. 4.) детонационным напылением на установке «Прометей». Свойства приведены в таблице, микроструктура представлена на рис. 5.

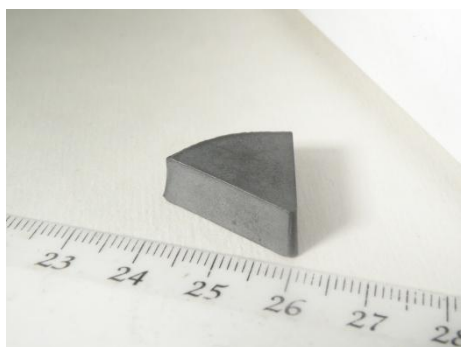


Рис. 4 – Спеченная твердосплавная пластина

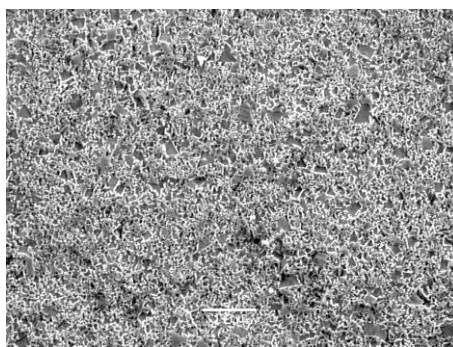


Рис. 5 – Микроструктура образца после спекания

**Выводы:** Повышение плотности твердосплавных заготовок с использованием энергии взрыва способствует увеличению прочности при изгибе на 24 % и существенному улучшению микроструктуры. Объемное воздействие энергии взрыва на предварительно спеченные твердосплавные заготовки является перспективным методом их уплотнения.

**Список литературы:** 1. Крупин А. В. Обработка материалов взрывом / А. В. Крупин, В. Я. Соловьев, Г. С. Попов, М.Р. Кръстев. – М.: Металлургия, 1991. – 496 с. 2. Прюмер Р. Обработка порошковых материалов взрывом / Р. Прюмер. – М.: Мир, 1990. -128 с.

УДК 621.921

**Совершенствование технологий взрывного компактирования порошковых смесей карбидов и кобальта / Наумова Е. А., Лотоус В. В., Дубров Г. Л., Драгобецкий В. В., Гнатенко О.В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (21015). – С. 131–135. Бібліогр.: 2 назв.**

Розглянуті технологічні схеми для компактування порошків з карбідів та кобальту. Показані шляхи підвищення механічних властивостей порошкових деталей. Приведені результати експериментальних досліджень по вибуховому компактуванню з порошкових заготовок, що випробувались після попереднього спікання. Надані результати механічних досліджень з металографії зразків після остаточного спікання. Значне підвищення механічних властивостей пов'язане з активацією процесу спікання та модифікуючим впливом ударних хвиль.

**Ключові слова:** спікання, вибух, компактування, порошки, механічні властивості.

A technological outline for compacting powders from carbides and cobalt are considered. The ways of increase of mechanical properties of powder parts are shown. The results of experimental researches on explosive compacting from the tested powder blanks after preliminary sintering are given. The results of mechanical tests and metallography of samples after final sintering are submitted. A significant increase of mechanical properties is connected with the activation of the process of sintering and modifying influence of shock waves.

**Key words:** sintering, explosion, compacting, powders, mechanical properties.

УДК 621.787.4

**Г. И. ПАШКОВА**, канд. техн. наук, нач. лаборатории,  
ГП «Завод им. В.А. Малышева», Харьков

### **ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ**

Проведен анализ и показана высокая эффективность применения поверхностного пластического деформирования (ППД) для повышения долговечности и эксплуатационной надежности тяжелонагруженных деталей машин.

**Ключевые слова:** поверхностное деформирование, упрочнение, обкатка роликами, сопротивление усталости, долговечность.

**Введение.** В настоящее время все возрастающее значение приобретает повышение долговечности надежности современных машин и механизмов. Увеличение мощности и быстроходности изделий приводит к резкому росту напряженного состояния деталей и узлов. Поэтому в технологическом процессе изготовления деталей значительную роль играют отделочные и упрочняющие операции, что обусловлено высокими требованиями, предъявляемыми к качеству поверхностей. Установлена связь характеристик качества поверхности с эксплуатационными свойствами деталей. Оптимальным с точки зрения повышения эксплуатационных характеристик является поверхностный слой, имеющий достаточную твердость, сжимающие остаточные напряжения, мелкодисперсную структуру, округлую сглаженную форму микронеровностей с большой опорной поверхностью.

**Анализ публикаций.** Одним из основных резервов повышения долговечности и надежности деталей машин являются различные