

## ІННОВАЦІЙНИЙ СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ДЕТОНАЦІЙНОЇ ШИХТИ, ЯКИЙ ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОТРИМАННЯ АЛМАЗНОЇ ФРАКЦІЇ З СТАБІЛЬНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Омельченко Л.В., к.т.н., доцент, Ольховський П.О., студент  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* У роботі наведено результати розробки інноваційного способу одержання детонаційної шихти для модифікування з алмазною фракцією. Показано що для її отримання було підібрано спеціальний комплект боєприпасів та розроблено певний метод їх утилізації, який забезпечує певні формування дисперсних алмазних включень, які покриті кисневими плівками металів FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO.

*Ключові слова:* модифікування при наплавленні, зміцнюючі покриття, структуроутворення, неоднорідність, взаємодія фаз, властивості, експлуатаційна стійкість, алмазна фракція.

## INNOVATIVE WAY OF OBTAINING A DETONATION CHARGE WHAT ENSURES OBTAINING A DIAMOND FRACTION WITH STABLE CHARACTERISTICS

L.V. Omelchenko, Candidate of Technical Sciences, associate professor  
Kharkiv National Automobile and Road University

*Abstract.* The paper presents the results of the development of an innovative method of obtaining a detonation charge for modification with a diamond fraction. It is shown that a special set of ammunition was selected to obtain it and a certain method of their disposal was developed, which ensures certain formation of dispersed diamond inclusions, which are covered with oxygen films of metals FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO.

*Key words:* modification during surfacing, strengthening the coating, structure formation, heterogeneity, phase interaction, properties, operational stability, diamond fraction.

### Вступ

В останні роки велика увага у машинобудуванні приділяється розвитку технологій, які для зміцнення та відновлення деталей використовують модифікуючі дисперсні домішки наноматеріалів та спеціальні способи їх одержання. При цьому, особливу увагу надають зменшенню витрат на їх одержання та забезпечення значного технологічного і економічного ефектів. Якість відновлення характеризується такими властивостями, як відсутність дефектів у такому шарі, забезпеченням формування міцної зони зчеплення покриття з основою, забезпеченням необхідних експлуатаційних властивостей. Якість відновлення в значній мірі залежить як від структури, так і властивостей матеріалу деталі, що відновлюється. Для зміцнення використовують різні карбідні фази та алмазну фракцію різного способу одержання.

Домішки нано- та дисперсних алмазів одержують згідно діючої нормативно-технічної документації, а також у вигляді шихти з алмазною фракцією за додатковими технічними умовами.

В ДБТУ одержано вторинну сировину від утилізації спеціального набору боєприпасів, які мають у своєму складі нано- та дисперсні алмази. Така шихта має різні фракції зерен та може знайти використання в різних галузях виробництва – машинобудуванні, металургії, транспортної і при видобуванні газу та нафти.

### Аналіз публікацій

Шихту з включеннями алмазів, отримують різними методами деформування, статичним, динамічним і детонаційним. В цих дослідженнях показано, що більш стабільні та якісні порошки з алмазною фракцією досягаються при використанні детонаційного методу їх одержання [1,2,3]. У відомих публікаціях теж відсутні особливості параметрів технологічного процесу одержання такої шихти.

Експерименти по синтезу алмазів при детонації конденсованих вибухових речовин складу  $C_aH_bN_cO_d$ , надаються в роботах [4,5], де показано, що вони розчиняються з виділенням вуглецевої фази, до якої входять дисперсні алмази.

Такий спосіб одержання алмазної фази відрізняється значною ефективністю у зв'язку з тим, що відсутні принципові границі на одержання конкретних статичних об'ємів та маси вибухових зарядів, з підвищенням яких зростає час дії високого тиску, що забезпечує необхідну якість та розміри формуємих включень. Вони базуються на специфічних керуючих параметрах одержання алмазної дисперсної фази в умовах процесу детонації та мають конкретне призначення. В роботах [6,7] показано, що детонацію боєприпасів проводять індивідуально для кожного великокаліберного одиничного снаряду в приміщенні зі зовнішнім регулюванням технологічного процесу. Одержану вторинну сировину використовують при плавленні у металургійних процесах.

Цей спосіб не є економічним, та достатньо екологічним. Крім того, кожний з боєприпасів має своє призначення, виготовляється з відповідних матеріалів та може використовуватися лише як модифікатор, згідно хімічного складу конкретної сировини у достатній кількості.

Виявлено також методи які висвітленні у дослідженнях [8,9]. Це дві принципово різні схеми: перша – контактне ударно-хвильове навантаження вуглецьграфітного матеріалу, який знаходиться в контакті з зарядом або через шар з металом; друга – безконтактна, при якій на вуглецьграфітовий матеріал діє металевий ударник, що може досягти 100ГПа та більше.

### Постановка задачі

**Метою** досліджень є розробка оптимального технологічного процесу утилізації боєприпасів для одержання стабільної алмазної фракції для модифікуванні рідкого розчину у відновленні деталі наплавленням.

## Результати досліджень та їх обговорення

Для зменшення витрат у виробництві розроблено нову технологію та спосіб одержання детонаційної шихти від утилізації боєприпасів, які завершили період використання та зберігання на складах.

Одержання такої вторинної сировини дозволить використовувати її для модифікування рідкого розчину при відновленні деталей наплавленням зношеного шару.

Новий спосіб одержання шихти з алмазною фракцією при утилізації боєприпасів, у яких збігає термін використання, полягає в тому, що було проведено аналіз хімічного складу їх різновиду (табл. 1), запроповано оптимально-доцільне співвідношення та внесено корективи щодо їх розміщення і послідовності преведення в дію.

Таблиця 1 – Хімічний склад гільзової сталі.

Компоненти	Біметал	Холоднокатана сталь
Вуглець	0,12 – 0,20	до 0,11
Марганець	0,35 – 0,60	0,35-0,55
Хром	до 0,15	до 0,15
Нікель	до 0,30	до 0,30
Кремній	до 0,08	до 0,06
Мідь	до 0,20	до 0,20
Сірка	до 0,06	до 0,04
Фосфор	до 0,035	до 0,035

Отримана вторинна сировина дозволяє одержувати стабільну алмазну фракцію і використовувати додатково домішки модифікуючих компонентів, що входять до вмісту шихти. Це такі як Mg, Ca, Al.

На кожний 1кг заряду рекомендується використовувати об'єм контейнера для детонаційного вибуху розміром 1 – 4 м<sup>3</sup>.

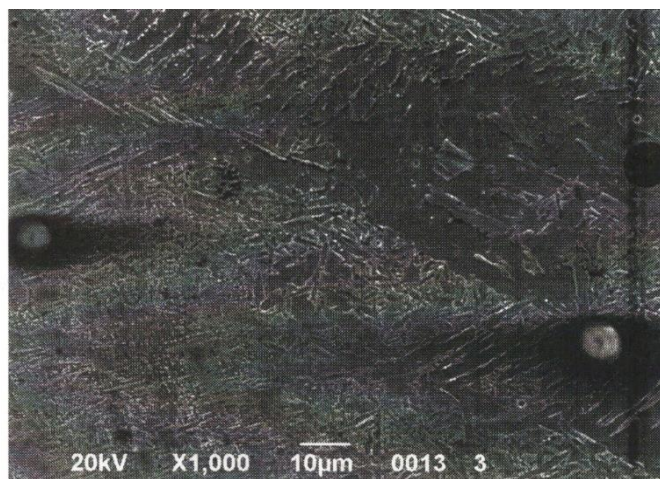
Такі методи детонації не враховують хвильовий вплив на технологічні параметри процесу, а також додаткову дію на вибухові параметри піроефекту від вмісту магнію, який є у боєприпасах, що планувалися до утилізації.

В основу нового способу одержання шихти при утилізації боєприпасів, покладена задача розробки оптимального технологічного процесу з одержанням стабільної алмазної фракції для модифікування рідкого розчину при відновленні деталі наплавленням. Це можливо лише при підборі відповідної номенклатури боєприпасів, які завершили період зберігання і не можуть використовуватися, згідно призначення.

Вирішення такої задачі досягли детонацією патронів калібру 12,7 мм (основна їх частина складала – 99 %) та калібру 15 мм – (до -1,0 %) сигнальних. Частку сигнальних патронів не слід перевищувати тому, що вони містять магній та будуть посилювати піроефект. Ця частка сигнальних патронів буде

достатня для підвищення локальної температури детонації до 3000 °С та одержання стабільної фракції алмазів. При детонації такі патрони поділили на чотири рівні частини та розташували їх пошарово у контейнері.

Суттєвий вплив на стабілізацію алмазної фракції мають хвильові багаторазові деформації, це досягається детонацією послідовно кожного шару з різним інтервалом процесу за часом. Дослідженням встановлено, що детонація першого шару відбувається у період 1-2 с; другого 2-3 с; третього 3-5 с; четвертого 5-10 с.



а



б

а – алмазні включення; б – кисневі плівки

Рисунок 1– Алмазна фракція, що формується у конгломератів зерен

Таким чином у період між часом дії вибухової хвилі від детонації кожного шару відбуваються ще і зворотні менш інтенсивні додаткові хвильові деформації, що створюються від стінок контейнера. Така багатохвильова деформація сприяє, як спіканню алмазної фракції так і створенню конгломератів зерен та подальшому їх подрібненню. Це залежить від покриття, що кристалізується на алмазній фракції. У цьому випадку, коли кисневмісні тверді фази заліза кристалізуються навколо алмазної фракції створюючи конгломерати

(див. рис. 1, а), інші немагнітні сполуки деформується та подрібнюється у зернах.

Статистичним локальним спектральним аналізом зерен, які покриті плівками, встановлено, що доля алмазної фракції складає від 7,04 до 24,17 % С (рис 1, б). Алмази покриті залізоокисневими плівками можливо виявити лише при багатократному збільшенні цих кисневих сполук.

Одержання такої шихти проводили утилізацією боєприпасів в контейнері об'ємом 1 м<sup>3</sup> з отворами для виходу газів та летких компонентів, а підпал для пошарової детонації – з використанням печі, яка була розташована знизу поза контейнером. З урахуванням безпеки контейнер розташовували в полі на відстані приблизно 1,5 км від забудов. Для відділення газів у верхній та бокових стінках контейнера, а знизу для стікання компонентів з низькою температурою плавлення створили отвори діаметром 6 мм, які розташовували на відстані 50 мм одне від одного.

Детонаційна шихта отримана таким способом (рис. 2) не потребує ні яких додаткових домішок.



Рисунок 2 – Змішана дрібна фракція магнітної і немагнітної шихти від утилізації боєприпасів

Разом з цим, при одержанні такої модифікуючої домішки її можливо легко поділити за фракціями та складом (дисперсна магнітна та немагнітна, або конгломерати – їх суміш). Стабільну якість алмазної фази контролювали використанням її протягом терміну який склав 4 роки. За цей термін властивості алмазів не змінювалися.

Для розділення шихти, на першому етапі, проводять її механічне подрібнення, на другому – просіювання на ситі. З метою отримання лише дрібної

фракції просіювання здійснювали багаторазово. Потім проводили магнітну обробку дрібної фракції для розподілу на магнітну і немагнітну складові.

Виконано аналіз складу зерен одержаної детонаційної шихти хімічним та – окремих спектральним, що дає повне представлення про вміст компонентів, який представлено в таблиці 1.

На рис. 3 наведено приклади аналізу зерен шихти та вихідного матеріалу при детонації гільзової сталі. Однак інші складові шихти включають додатково легуючі, модифікуючі, литкі та легкоплавкі домішки.

Таблиця 1 – Спектральний аналіз хімічного складу змішаної фракції шихти

Елемент	Середній вміст в шихті %	Елемент	Середній вміст в шихті %
Ti	10,61	Mo	0,09
Cr	0,57	Ag	0,26
Mn	0,38	Cd	1,22
Fe	8,45	Sn	2,36
Co	0,83	Sb	1,03
Ni	0,14	Au	0,75
Cu	25,41	Pb	36,54
Zn	10,45	Mo	0,09
Y	0,90	Ag	0,26

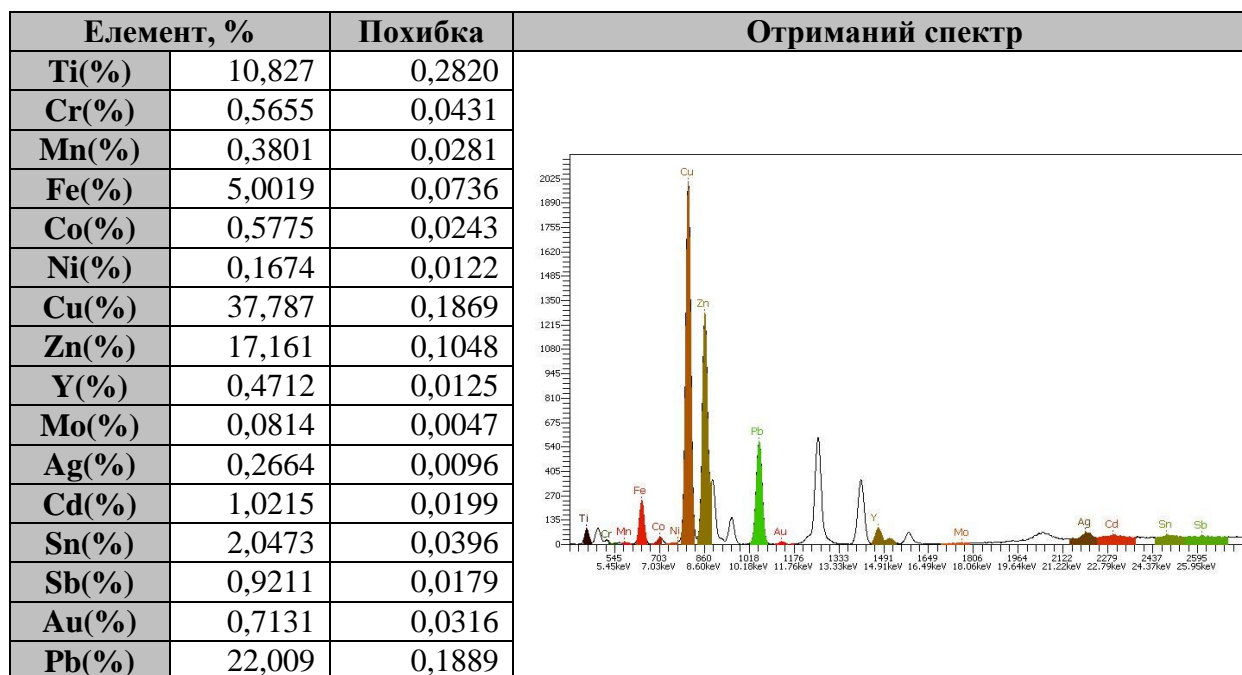


Рисунок 3 – Розподіл компонентів у зернах магнітної шихти

Для подальшого аналізу магнітної частки детонаційної шихти отриманої при утилізації певного комплексу боєприпасів доцільно використати методику оцінки мінливості фазового складу на основі металографічних зображень,

описаних оптико-математичним методом, в основі якого лежить мінливість кольорів фаз [10]. що дозволить виявити частку типу з'єднань оцінити локальний склад компонентів шихти, та їх розподіл навколо алмазної фази.

### Висновки

1. Встановлено, інноваційний спосіб одержання детонаційної шихти який забезпечує отримання матеріалу шихти що має стабільні характеристиками алмазних включень.

2. Даний спосіб дозволяє використовувати отримані алмазні включення, певний час і не проводити додаткового очищення.

3. Такий спосіб одержання вторинної сировини є маловитратним та може замінити стандартні великокоштовні порошки алмазів при їх використанні.

4. Одержана детонаційна шихта крім алмазної фракції включає і інші модифікуючи домішки, вплив яких на покриття що наплавляється ще треба дослідити.

### Література

1. Омельченко Л.В. Модифицирование и микролегирование восстановительных покрытий / Омельченко Л.В.// Науковий журнал: Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. м. Харків. 2018- №11 - С. 301-310.

2. Маракін В.І. Методи і устаткування отримання нанопорошків, застосування і їх властивості / Маракін В.І.// Збірник тез доповідей «Тиждень науки» ЗНТУ м. Запоріжжя (15–19 квітня 2019р.) - 2019 – С. 59

3. Долматов В.Ю. Про можливість отримання детонаційних наноалмазів, що не містять азот. Вплив ковалентно-зв'язаного азоту в молекулах вибухових речовин на вихід наноалмазів. / Долматов В.Ю.// Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля. - 2018 - №4 – С.28-34

4. Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Рыбалко И.Н., Марков А.В. Применение модифицирующих присадок для восстановления деталей машин. / Заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло.// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. Наук - техн. зб. - Кропивницький: ЦНТУ, - 2017. – Вип. - 47, ч. 1. - С. 229-240.

5. Скобло Т.С., Сидашенко О.І., Романюк С.П., Омельченко Л.В., Тришевский О.І., В.М. Власовец В.М., Мартиненко О.Д.; Патент України №121869. МПК В23К 26/342 С04В 41/87 Комбінований спосіб модифікування для підвищення якості відновлення виробів./ заявник та патентоутримувач Скобло Т.С.//.Опубл. 26.12.17. – u 2017 02218 заявл. 09.03.17.; опубл., Бюл. №24.

6. Лямкин А.И. Образование наноалмазов при динамическом воздействии на углеродосодержащие соединения./ Лямкин А.И.// Автореферат Красноярск 2004г. – С 25

7. Лопанов А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва. / Лопанов А.Н. //Уч. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ. 2012. – С.149.

8. Марков А.В. Утилизация боеприпасов для вторичного использования при производстве и восстановлении деталей. / Марков А.В. // Информационно-аналитический международный технический журнал «Промышленность в фокусе». Харьков. - 2013. - №8. - С. 52-55.

9. Гончаренко А.А., Телятников В.В., Власовец В.М., Марков А.В., Мальцев Т.В., Применение порошков наноалмазов и шунгита для упрочнения изделий при упрочнении наплавкой / Гончаренко А.А.// Информационно-аналитический международный технический журнал «Промышленность в фокусе». Харьков. – 2013. - № 11. - С. 52-54.

10. Скобло Т.С., Гончаренко О.О., Марков А.В., Омельченко Л.В., Телятников В.В., Тупиченко С.В. Методика исследования структурообразования при восстановлении деталей с использованием модификаторов. / Скобло Т.С.//Научный журнал: Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. м. Харків. - 2016 - №6 - С. 57-62.