

Омельченко Л.В.,
Мороховський Р.М.

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

E-mail:
modelfak@gmail.com

**ОТРИМАННЯ МОДИФІКАТОРА
З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ЗІ СТІЙКОЮ
ФРАКЦІЄЮ АЛМАЗНИХ ВКЛЮЧЕНЬ**

<https://doi.org/10.37700/ts.2024.24.38-44>

УДК 621.793

Омельченко Л.В., Мороховський Р.М. Отримання модифікатора з вторинної сировини зі стійкою фракцією алмазних включень.

Анотація. Розглянуто спосіб отримання модифікуючої домішки до складу якої входять алмазні включення з вторинної сировини методом багаторазової детонації, що забезпечило її стабільний стан на протязі 4-х років та дало можливість застосувати для підвищення механічних та експлуатаційних показників відновлюючих показників методом наплавлення.

Ключові слова: модифікування, відновлення, вторинна сировина, детонація, боєприпаси, шихта.

Omelchenko L.V., Morokhovskiy R.M. Production of modifier from recycled materials with stable fraction of diamond inclusions.

Abstract. The method of obtaining a modifying admixture, which includes diamond inclusions from secondary raw materials by the method of multiple detonation, was considered, which ensured its stable condition for 4 years and made it possible to use the surfacing method to increase the mechanical and operational indicators of restorative indicators.

Key words: modification, recovery, secondary raw materials, detonation, ammunition, charge.

Постановка проблеми

В сучасному ремонтному виробництві для деталей виготовлених з низьковуглецевих сталей, що характеризуються невисокими механічними показниками та схильністю до інтенсивного зносу робочих поверхонь, найбільш доцільною технологією відновлення є наплавлення. Аналіз поширених технологій показав, що для підвищення експлуатаційної стійкості відновленої поверхні деталей машин, при напавленні низьковуглецевою сталлю, проводять електролітичне борування отриманого покриття. Але важливим недоліком даного способу є значне збільшення частки неметалевих включень, які спливають на поверхню напавленого шару провокуючи підвищений абразивний знос відновлених покриттів деталей та визивають пошкодженню робочих поверхонь. Також необхідно зауважити, що спряжені поверхні в процесі тертя за наявності значної кількості, таких включень, схильні до підвищення температури, а неметалеві частки стають концентраторами напруги.

Іншим напрямком підвищення зносостійкості пропонується легування напавленого шару, нанесення відбувається, як суцільним шаром, так і розташуванням

островків на поверхні деталей. Однак ці способи не забезпечують рівномірного структуроутворення і однорідної концентрації легуючих компонентів по перерізу.

Найбільш перспективними та актуальними на даний момент є технології модифікування наплавленого шару домішками до складу яких входять дисперсні алмазні включення. При цьому отримуються покриття з підвищеними механічними та експлуатаційними властивостями це надає можливість значно підвищити ресурс відновлених деталей. На заводі поширення таких технологій стає висока вартість таких домішок. Використання вторинної сировини для отримання модифікаторів до складу яких входять дисперсні алмазні включення є перспективним напрямом досліджень, оскільки дає можливість значно знизити собівартість відновлювальних покриттів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В роботах [1, 2, 3] розглядаються декілька методів формування алмазних включень у різних видів шихти. Основою всіх способів є деформування, але одні використовували статичні, другі динамічні, треті детонаційні методи. Аналіз результатів проведених досліджень показав, що детонаційний метод забезпечує отримання більш стабільних та якісних порошків з алмазною фракцією. Але представлені публікації не висвітлюють даних про технологічні параметри методів, які розглядаються.

Але необхідно зазначити, досліди представлені в працях [4, 5] показали, що запорукою отримання алмазних включень при використанні речовин складу $C_aH_bN_cO_d$ є виділення під час вибуху вуглецевої фази.

Представлений спосіб одержання дисперсних алмазних включень є високоефективним та не має принципових границь відносно конкретних статичних об'ємів, забезпечує високий тиск, що позитивно впливає на якість отриманої алмазної фази.

Технологія утилізації боєприпасів представлений роботах Лямкіна А.І. та Лопанова А. Н., де показано, що процес відбувається в залізобетонних спорудах віддалених на безпечну відстань (до 1500 м) та з дистанційним, зовнішнім керуванням. Але отримана шихта не придатна для використання у вигляді модифікуючої домішки при наплавленні. Крім того не проводились досліджень з аналізу отриманих складових компонентів шихти, а відомо – кожен вид боєприпасів має своє призначення та виготовляється з відповідних хімічних елементів. Отриману шихту використовували в будівництві автомагістралей та деякі види в металургії.

В дослідженнях [6, 7] представлені дистанційні методи керування процесом утилізації різних видів боєкомплектів. Вони представлені двома принципово різними схеми: перша – безконтактна, ударно-хвильове навантаження вуглецьграфітного матеріалу відбувається через проміжний шар з металу; друга – контактна, при якій на вуглецьграфітовий матеріал діє металевий ударник, з зусиллям, що може досягти 100 ГПа та більше. Такі методи дозволяють розробити технологію з використанням багатохвильової детонації, а наявність в боєкомплекті, що підлягає утилізації, сигнальних патронів (в склад яких входить магній) створює додатковий піроефект.

Формулювання мети досліджень

Метою роботи є розробка способу отримання низьковартісної детонаційної шихти з стабільними технологічними характеристиками, для модифікування зварної ванни, під час наплавлення зношених поверхонь деталей сільськогосподарської техніки.

Методичний підхід в проведенні досліджень

Першим кроком досліджень, став аналіз складових компонентів шихт отриманих при утилізації різних комплектів боєприпасів в процесі якого було підібрано певні їх види. Результатом проведеної роботи став боєкомплект, до складу якого увійшли патрони до кулемету ДШК Ø12,7мм – основа (їх частка складала – 99%) та сигнальні патрони Ø15мм – відповідно (біля 1,0%) до ракетниць. Наявність перших зумовлена хімічним складом, що при вибуховій детонації дає змогу отримати дисперсні алмазні, других – вмістом магнію, який підвищує температуру процесу утилізації вище 3000 °С, а незначна їх частка зумовлена піроефектом, який вони визивають.

Другим кроком, стало рішення створення умов багаторазові деформації. З цією метою при підготовці до процесу утилізації боєкомплект в контейнері розташували пошарово (до складу кожного шару увійшли 99 патронів ДШК, та один сигнальний). Процес починали з нижнього шару, а хронометричні дослідження показали, що час між вибухом кожного шару складав 1-2 секунди. Це створює додаткову вибухову хвилю та забезпечує підвищення сили деформації компонентів шихти. В той же час, горіння магнію зумовлює високу температуру (біля 3000 °С) і ці два фактори створюють умови, що призводять до появи конгломератів – великих об'єднань зерен детонаційної шихти.

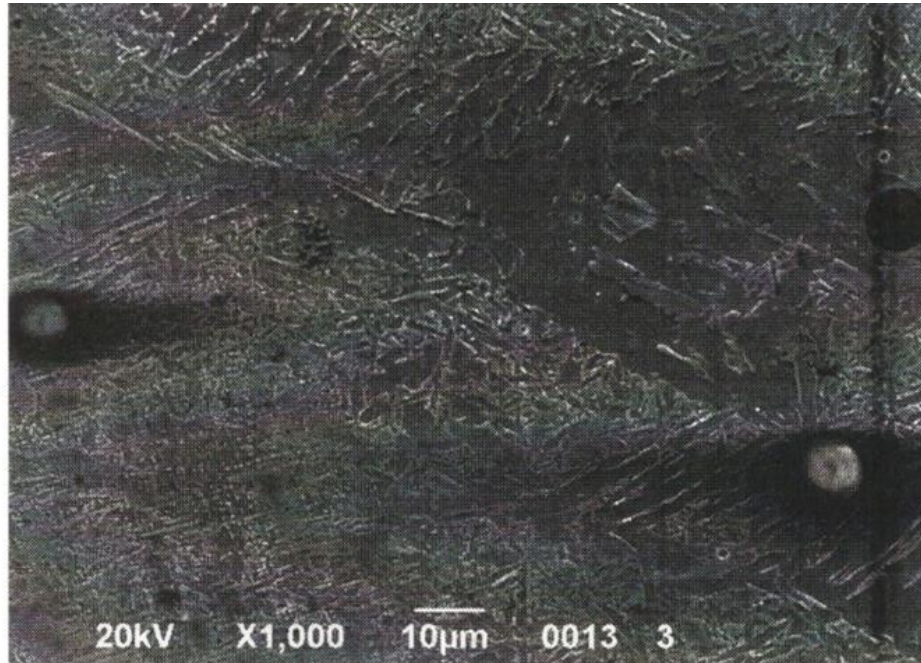
Третім кроком стало механічне подрібнення одержаних конгломератів (див.рис.1) та розділення їх на магнітну та немагнітну фракції. В попередніх дослідженнях значна увага приділялась немагнітній фракції. Тому ми в нашій роботі вивчали склад саме магнітної фракції та її вплив на механічні і експлуатаційні властивості наплавленого шару. Розглянуто склад і можливість використання магнітної частини такої шихти в якості модифікатора.

Таке модифікування супроводжується додатковим внесенням з шихтою у рідку ванну слідуючих компонентів %: 0,7Al; 2,56 O₂; 0,46 C; 0,26 Cu; 0,45 Cl; 0,36 Ba; та 0,21 Mg.

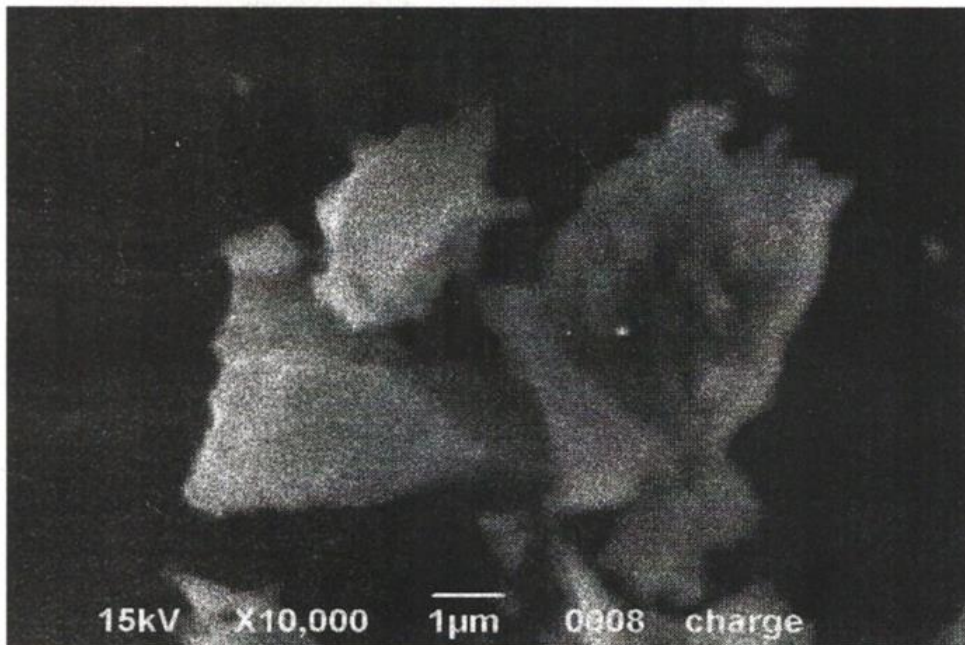


Рис. 1. Змішана дрібна фракція магнітної і немагнітної шихти від утилізації боєприпасів

Слідуючим кроком стало проведення статистичного локального спектрального аналізу зерен магнітної складової детонаційної шихти. Він встановив, що доля алмазних дисперсних включень складає від 7,04 до 24,17 % С (див. рис 2 а) та виявив наявність навколо них покриттів з залізоокисневих плівок (див. рис 2 б), які можливо виявити лише при багатократному збільшенні цих кисневих сполук.



а) кристалізація навколо алмазної фракції;



б) алмази покриті залізоокисневими плівками

Рис. 2. Дисперсні алмазні включення.

Результати досліджень

Отримана детонаційна шихта є вторинною сировиною до складу якої входять алмазні включення (див. рис. 3). Проведені дослідження різних боєприпасів та

підібраний певний боєкомплект при утилізації якого отримали модифікуючу домішку з потрібними технологічними параметрами. Запропонований спосіб утилізації, за рахунок високих температур (понад 3000 °С) та багатохвилевої детонації, дозволив отримати шихту дисперсні алмазні включення якої на протязі 4-х років зберегли не змінні технологічні параметри (попередні дослідження мали результати до 6 місяців).

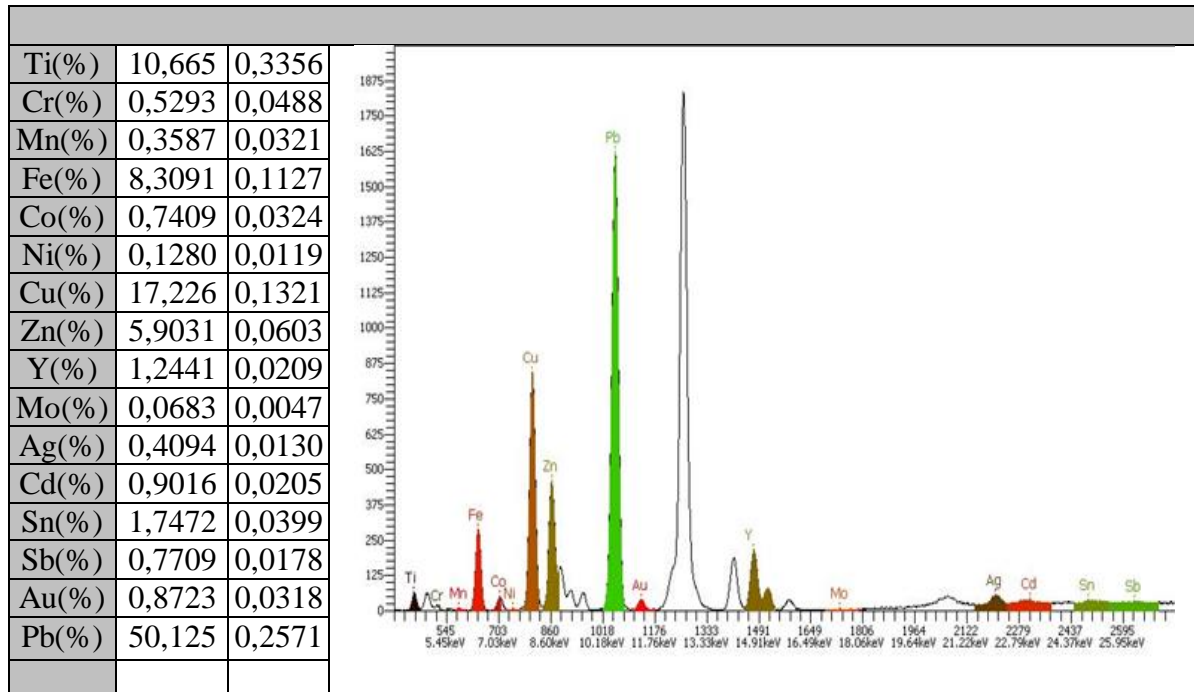


Рис. 3. Розподіл компонентів у зернах магнітної Шихти

Розглянуто склад і можливість використання магнітної частини такої шихти в якості модифікуючої домішки (без добавок) при наплавленні нових покриттів та нанесенні відновлювальних, що забезпечує підвищення їх експлуатаційної стійкості на 25%.

Практичні рекомендації

Використання вторинної сировини – магнітної складової детонаційної шихти до складу якої входять дисперсні алмазні включення, як модифікатора рідкої ванни при наплавленні позитивно впливає на структуроутворення, а саме зменшує зернистість металу в нанесеному шарі, що підвищує мікротвердість та покращує експлуатаційні характеристики.

Проведені експериментальні дослідження при нанесенні покриття електродом ER321 на основу з вуглецевої сталі твердість якої при наплавленні без модифікування отриманою домішкою складала Н-50-338, а після введення її в зварну ванну у вигляді обмазки електрода досягла Н-50-362.

Висновки

1. Проведені дослідження дали змогу розробити ефективний спосіб отримання детонаційної шихти з алмазною фракцією утилізацією певних боєкомплектів стійкість технологічних параметрів якої перевищує 4-і роки використання.

2. Магнітна частка шихти має у своєму складі окисли заліза (ферити) – так звані шпінелі (MeFe_2O_3). Як видно з рис.3 до складу шихти входить цілий ряд інших компонентів: $\text{Ti} - 10,665\%$; $\text{Cu} - 17,226\%$; $\text{Zn} - 5,9031\%$; $\text{Y} - 1,2441\%$; $\text{Sn} - 1,7472\%$ та $\text{Pb} - 50,125\%$, при цьому алмазні вclusions в серединні зерен покриті кисневими сполуками заліза FeO , Fe_2O_3 та Fe_3O_4 . Проведеними дослідженнями встановлено, що розташовані всередині конгломерату алмазні вclusions не подрібнюються, а зберігаються більш великими та мають округлу форму (див. рис 2а).

3. Наявність в середині зерен кисневих вclusions (див. рис 2б) нанорозмірних частинок Fe_2O_3 , які характеризуються сильними магнітними властивостями дало змогу розділити отриману сировину на магнітну та немагнітну фракції.

4. При модифікуванні магнітною часткою детонаційної сировини були отримані покриття, що характеризуються однорідною дрібнозернистою структурою та підвищеною зносостійкістю.

Список використаних джерел

1. Панцирний В. Матеріали нового класу. Технополіс. 2006. № 8. С. 12-14.
2. Саллі І.В. Кристалізація сплавів. Київ. Наукова думка. 1974. 239 с.
3. Jones H. Rapid solidification of metals and alloys. Northway House. 1982. 183 p.
4. Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Рибалко І.Н., Марков А.В. Застосування модифікованих присадок для відновлення деталей машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропивницький. 2017. Вип. 47. Том 1. С. 229-240.
5. Патент України № 121869. МПК В 23 К 26/342 С04В 41/87. Комбінований спосіб модифікування для підвищення якості відновлення виробів. Опубліковано 26.12.2017 року. Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Романюк С.П., Омельченко Л.В., Трішевський О.І., Власовець В.М., Мартиненко О.Д. Заявник та патентотримувач Скобло Т.С. u 201702218. Заявлено 09.03.2017 року. Опубліковано 26.12.2017 року. Бюл. №24.
6. Марков А.В. Утилізація боєприпасів для вторинного використання при виробництві та відновленні деталей. Промисловість у фокусі. Харків. 2013. №8. С. 52–55.
7. Гончаренко А.А., Телятніков В.В., Власовець В.М., Марков А.В., Мальцев Т.В. Застосування порошків наноалмазів і шунгіта для зміцнення виробів при зміцненні наплавленням. Промисловість у фокусі. Харків. 2013. №11. С. 52–54.

References

1. Pantsyrnyi V. (2006). Materials of a new class. Technopolis. No. 8. P. 12-14.
2. Sally I.V. (1974). Crystallization of alloys. Kyiv. Scientific thought. 1974. 239 p.
3. Jones H. (1982). Rapid solidification of metals and alloys. Northway House. 183 p.
4. Skoblo T.S., Sidashenko O.I., Rybalko I.N., Markov A.V. (2017). Application of modified additives for restoration of machine parts. Design, production and operation of agricultural machines. Kropyvnytskyi. Issue 47. Volume 1. P. 229-240.
5. Patent of Ukraine No. 121869. (2017). IPC B 23 K 26/342 C04B 41/87. A combined method of modification to improve the quality of restoration of products. Published on December 26, 2017. Skoblo T.S., Sidashenko O.I., Romaniuk S.P., Omelchenko L.V., Trishevskiy O.I., Vlasovets V.M., Martynenko O.D. The applicant and patentee Skoblo T.S. u201702218. Announced on March 9, 2017. Published on December 26, 2017. Bul. No. 24.
6. Markov A.V. (2013). Disposal of ammunition for secondary use in the production

and restoration of parts. Industry in focus. Kharkiv. No. 8. P. 52–55.

7. Goncharenko A.A., Telyatnikov V.V., Vlasovets V.M., Markov A.V., Maltsev T.V. (2013). The use of nanodiamond and shungite powders to strengthen products by surfacing. Industry in focus. Kharkiv. No. 11. P. 52–54.