

УДК 621.791.927

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЯ

Скобло Т.С., д.т.н., проф., Сидашенко А.И., к.т.н., проф.,
Гончаренко А.А., к.т.н., доц., Марков А.В., аспирант,
Михайличенко А.С., студент

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени П. Василенко)*

Рассмотрена возможность упрочнения рабочего слоя деталей при восстановлении наплавкой с применением детонационной шихты, содержащей наноалмазы и другие компоненты, которые входят в ее состав, а также выполнена оценка их распределения в зонах наплавки и переходной.

Выполненные ранее исследования [1] по упрочнению рабочего слоя при восстановлении деталей наплавкой, показали преимущество использования наноалмазов для его модифицирования.

Их эффективное влияние определяется измельчением зерна, повышением износостойкости и прочности переходного слоя за счет неоднородного оседания на дно жидкой ванны наноалмазов и формирования «волнистой» переходной зоны.

Вместе с тем, применение наноалмазов является дорогой присадкой и может оказаться целесообразным использование для модифицирования дисперсной детонационной шихты, получаемой при утилизации боеприпасов, которая в своем составе содержит наноалмазы.

Целью работы является получение возможной для упрочнения детонационной шихты, содержащей наноалмазы и другие компоненты, которые входят в ее состав, а также оценка их распределения в зонах наплавки и переходной.

Для решения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- разделить получаемую шихту по фракциям, составу и предложить ее тип для модифицирования.
- выполнить микрорентгеноспектральный анализ по распределению компонентов, которые были введены с наплавкой проволокой и добавкой детонационной шихты.

Выполнены исследования по получению детонационной шихты [2], которая может быть использована как для модифицирования жидкой стали, так и при восстановительной наплавке изделий.

Для утилизации использовали 12,7мм патроны с обычной пулей, срок хранения которых истек, согласно действующей нормативной документации.

Патроны утилизируют методом сжигания в печи, в которой их нагревали до температуры самопроизвольной детонации с доступом кислорода без добавления вспомогательных детонирующих веществ.

Шихта при таком способе утилизации была разделена на первом этапе на две фракции: не магнитная и магнитная. Не магнитная фракция на втором этапе разделена на мелкую и более крупную фракции. Химический состав каждой фракции приведен в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав утилизованного сырья

Наименование фракций	Химический состав фракций, %		
	C	Fe	Cu
Магнитная фракция	2,87-4,5	31,15	6,10
Мелкая не магнитная фракция	3,37-3,43	2,9	3,14
Крупная не магнитная фракция	4,65-8,1	3,15	3,69

Из данных видно, что магнитная фракция состоит из C, Fe, Cu и может быть использована при выплавке и восстановительной наплавке.

При наплавке использовали не магнитную детонационную шихту размером зерен до 20 мкм от утилизированных патронов и добавляли ее при наплавке нержавеющей проволокой ER-321.

Локальным спектральным анализом установлено (рис. 1, зоны анализа 1, 4 и табл. 2), что в нанесенном слое содержание выявленных компонентов довольно близкое, колебания концентрации основных - Cг и Ni не превышает 3-5%. Восстановленный наплавкой слой отличается однородностью по распределению углерода, кремния, титана и алюминия. В этом слое выявлена минимальная концентрация серы и меди. Незначительные колебания характерны для распределения марганца (0,99-1,24%), что может быть связано с формированием дисперсных неметаллических включений MnS.

Анализируя данные по переходной зоне восстановленного слоя по сравнению с основой, необходимо отметить следующие: концентрация углерода (см. рис.1, зоны анализа 2 и 3) возрастают на 30% по сравнению с наплавленным слоем, что свидетельствует о некотором осаждении наноалмазов на дно жидкой ванны, содержащихся в шихте. Это также подтверждается тем, что в этих зонах дополнительно выявлен кислород, концентрация которого довольно близкая 0,94-1,0% и этот компонент покрывает наноалмазы, которые получены детонационным методом.

Характерным для переходного слоя является снижение концентрации хрома и никеля, которые не превышают 5-10% от их доли в наплавленном слое (снижается до 3,97 и 1,15 соответственно). Вместе с тем их концентрация по периметру переходной зоны довольно однородная. Наличие этих компонентов в переходной зоне определяется их диффузией при наплавке, что упрочняет ее. В этой зоне снижается концентрация марганца до 0,46% и кремния до 0,08%. Их

доля определяется концентрацией компонентов основного металла. Кроме того, в переходной зоне отсутствуют алюминий, титан и медь, которые были в небольших количествах внесены в наплавленный слой вместе с проволокой и шихтой.

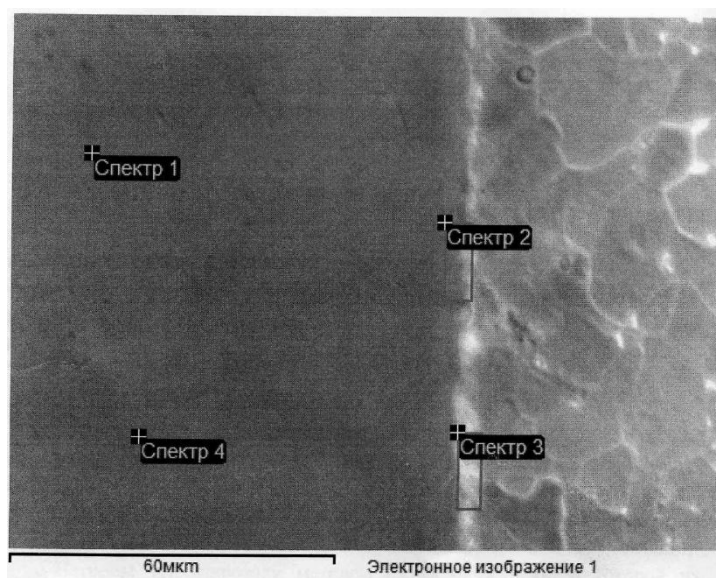


Рисунок 1 - Микрорентгеноспектральный анализ восстановленного слоя и переходной зоны

Таблица 2 - Распределение химических элементов в восстановленном слое и переходной зоне

Химические элементы	Спектры			
	1	2	3	4
C	6,39	8,01	8,28	6,61
Al	0,07	-	-	0,06
Si	0,25	-	0,08	0,29
S	0,07	-	-	0,02
Ti	0,44	-	-	0,57
Cr	16,92	5,00	3,97	16,33
Mn	1,48	0,61	0,46	1,18
Fe	83,19	99,17	99,83 •	84,65
Ni	5,99	1,48	1,15	5,82
Cu	0,13	-	-	0,05
O	-	0,94	1,00	-
Na	-	-	-	0,01

На глубине 70 мкм от зоны сплавления (рис.2, зона 3, табл. 3), концентрация хрома не превышает 0,21%, а никель отсутствует, то есть, на этой глубине уже полностью отсутствуют диффузионные процессы. В основном металле (зона анализа 4) выявлен только кремний (0,09%) и марганец (0,53%).

Статистический анализ наплавленной зоны, а в ряде случаев и переходной, дополнительно выявил наличие азота и натрия. Появление азота может способствовать формированию нитридов хрома. Анализом установлено, что компоненты N, Na, O, Ti, Al, S распределены не равномерно, то есть не во всех случаях они выявляются (см. табл. 2).

Оптимальной концентрацией вводимой детонационной шихты является добавка 0,5-0,7%, которая обеспечивает незначительное количество осажденных наноалмазов на границу наплавленной зоны с основным металлом детали, что формирует волнистую зону сплавления и значительно повышает прочность сцепления. Для обеспечения такого эффекта следует осуществлять дозированный ее ввод в процессе наплаки.

Переходная зона составляет 15-20 мкм. При этом упрочнение добавками меди и углерода (наноалмазами) обеспечивается необходимый уровень эксплуатационных свойств износо- и коррозионной стойкости. При вводе шихты более 0,7% от части проволоки, формируются зоны неоднородной кристаллизации. Термоэлектронной эмиссией установлено, что в этом случае существенно снижается однородность распределения компонентов (рис.3). Это, в основном, касается хрома и железа. В зонах с повышенной концентрацией шихты, тормозится процесс плавления и на границе с основным металлом (рис.2) происходит отслаивание от основного металла (см. спектр 2), о чем свидетельствует минимальная концентрация никеля и хрома в этой зоне (см. рис.3).

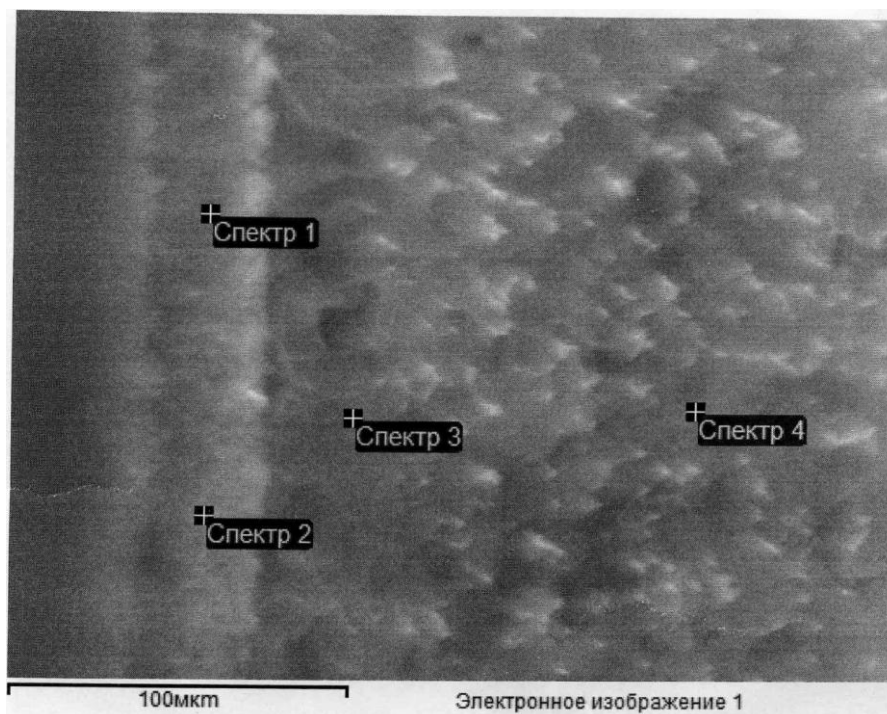


Рисунок 2 - Распределение компонентов в переходной зоне (спектры 1,2), основном металле (спектр 4) и на расстоянии 70 мкм от переходной зоны (спектр 3)

Таблица 3 - Распределение химических элементов в спектрах

Химические элементы	Спектры			
	1	2	3	4
C	5,48	6,05	5,42	5,65
Si	-	0,04	-	0,09
S	-	0,13	-	0,12
Ti	-	0,32	-	-
Cr	1,76	2,79	0,21	-
Mn	-	0,57	0,24	0,53
Fe	93,62	91,59	93,83	88,23
Ni	0,55	0,94	-	-

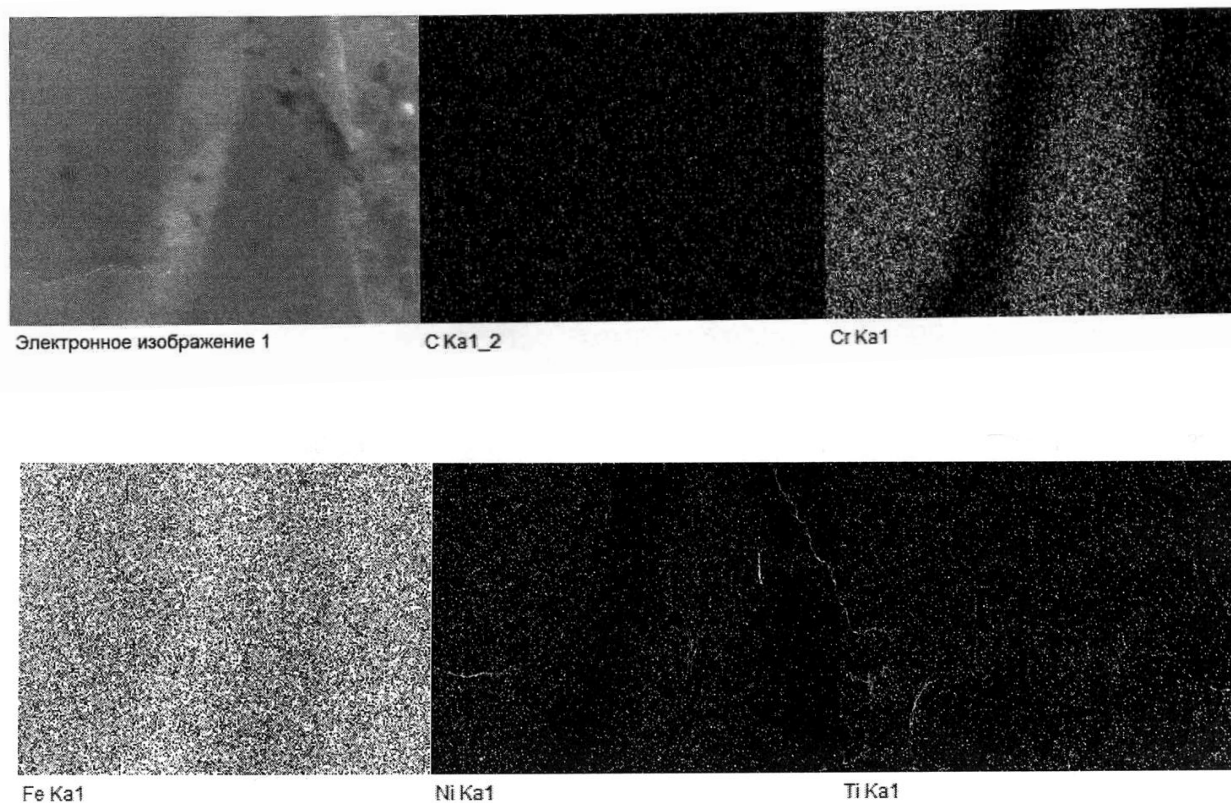


Рисунок 3 - Термоэлектронная эмиссия неоднородных зон в восстановленном слое, X100

Список литературы:

1. Скобло Т.С. Патент №92472 «Спосіб відновлення та підвищення властивостей робочого шару деталей». 26.08.2014. Бюл. №16

2. Гончаренко А.А. Применение нанотехнологий при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники /Скобло Т.С, Сидашенко А.И., Гончаренко А.А., Триполко В.К., Гончаренко Е.А., Мальцев Т.В.//Вісник

ХНТУСГ ім. П. Василенко Випуск 133/ Харків, 2013. –С. 228-233.

3. Марков А.В. «Анализ методов легирования и модифицирования сплавов», Приднепровский научный вестник №11 (147) 2013. С.61-65.

Анотація

Нова технологія модифікування при відновленні виробів

Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Гончаренко О.О.,
Марков О.В., Михайліченко О.С.

Розглянуто можливість зміцнення робочого шару деталей при відновленні наплавленням із застосуванням детонаційної шихти, що містить наноалмази та інші компоненти, які входять до її складу, а також виконана оцінка їх розподілу в зонах наплавлення і перехідній.

Abstract

New technology modification in the reduction product

Skoblo T., Sidashenko A., Goncharenko A., Markov A., Mihaylichenko A.

The possibility of strengthening the working layer of detail in the reduction of welding using a detonation mixture containing nanodiamonds and other components that are included in its composition, as well as the estimate of their distribution in the areas of welding and transition.