

ИНДУКЦИОННАЯ НАПЛАВКА ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ ИЗ МЕТАЛЛООТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Щербаков В.Г.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь.

Более 25 лет ведутся научные исследования, связанные с применением металлических отходов производства в качестве основы для получения диффузионно-легированных (ДЛ) сплавов [1-3]. ДЛ сплавы находят широкое применение в современной промышленности. При получении защитного покрытия (ЗП) из ДЛ сплавов все внимание уделяется, в основном, только высокотемпературным способам его нанесения (лазерной, плазменной, электродуговой, электроискровой, наплавкой, электроискровым упрочнением, напылением, наплавкой наплавочными электродами и др.). Металлические отходы на железной основе при получении ДЛ сплавов для индукционной наплавки ЗП используются значительно реже.

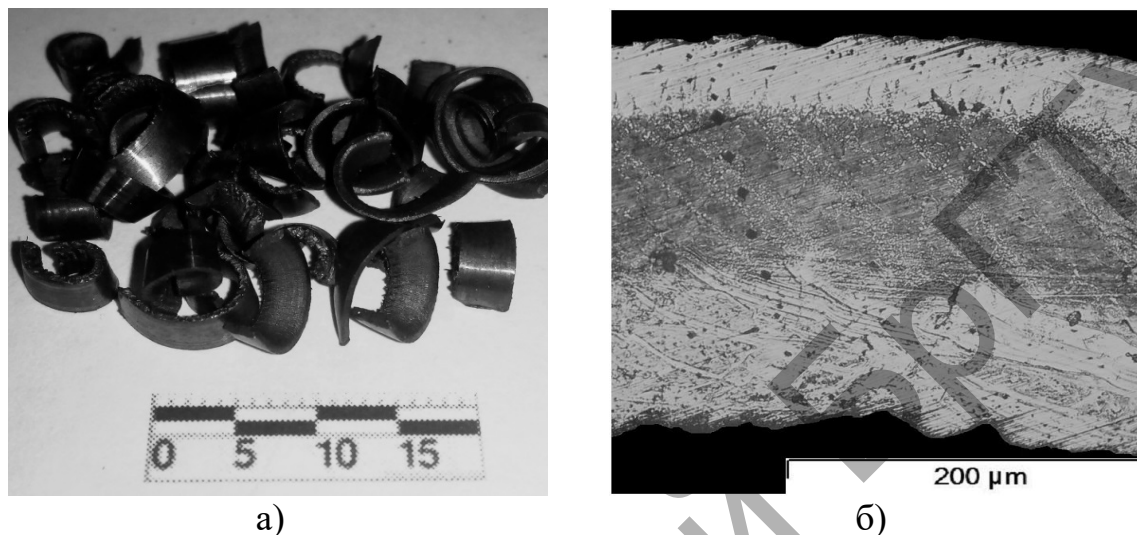
При упрочнении и восстановлении деталей индукционной наплавкой, чаще всего, используют наплавочные порошки типа сормайт и ФБХ-6-2, сплавы на основе кобальта, вольфрама и никеля и др. Получение ЗП из данных материалов не всегда является экономически и технологически целесообразным, так как эксплуатационные свойства получаемых ЗП часто имеют завышенные значения. Стоит отметить, что основными недостатками данных сплавов являются их высокая цена и температура плавления. Таким образом, для формирования ЗП на неответственных деталях простой геометрической формы, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, рекомендуется использовать дешевые диффузионно-легированные сплавы, полученные из металлических отходов металлургического производства [1-5].

Цель данной работы состояла в исследовании диффузионного легирования металлических отходов производства в виде чугунной стружки из конструкционной стали и изучение защитных покрытий из данных материалов, полученных наплавкой токами высокой частоты.

В качестве исходного материала использовались металлические отходы в виде стружки из конструкционной стали SUJ2 (Япония, аналог ШХ15, ГОСТ 801-78). Диффузионное легирование (насыщение бором) проводили во вращающейся электрической печи. Индукционная наплавка осуществлялась на высокочастотном генераторе ВЧГ2-100/0,066 мощностью 100 кВт, число фаз – 3, частота 66 кГц. Параметры режима наплавки: накал – 13 В, ток на сетке – 1,5 А, анод – 7,5 А, анодное напряжение – 10 кВ. Толщину боридных слоев на диффузионно-легированных металлических отходах дроби и стружки, а также особенности структуры и морфологию исследовали с помощью металлографических микроскопов МИ-1 и Planar 1M. Микродюрометрические исследования проводили на приборе ПМТ-3 согласно ГОСТ 2999-75. Испытания образцов на абразивное изнашивание проводили в среде незакрепленного абразива (речной

песок фракцией 315 – 630 мкм) в специально созданной установке на базе лабораторных бегунов.

На рисунке 1 представлен внешний вид и микроструктура после ДЛ металлических отходов производства в виде чугунной стружки SUJ2. После диффузионного легирования в подвижной порошковой смеси на стружке SUJ2 образовался диффузионный слой, состоящий из FeV и Fe₂V.



а)

б)

а – внешний вид исходной стружки SUJ2;

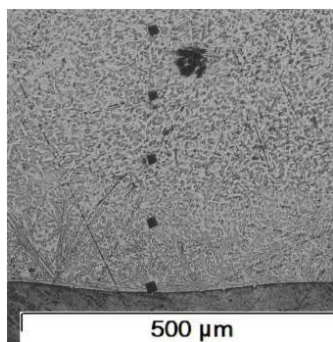
б – микроструктура диффузионно-легированной стружки

Рисунок 1 – Внешний вид и микроструктура диффузионно-легированных отходов производства

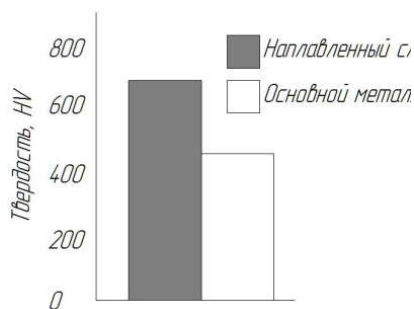
В сердцевине стружки сохранилась исходная металлическая основа с незначительным повышением концентрации углерода и легирующих элементов, за счет роста диффузионного слоя от поверхности к центру материала. Микротвердость диффузионно-легированной стружки в подвижной порошковой смеси на поверхности составляет 11000–13000 МПа и плавно снижается к сердцевине до 4000–5000 МПа. Толщина диффузионного слоя составляет 60–70 мкм.

Полученная микроструктура из ДЛ сплава на основе стружки SUJ2 представлена на рисунке 2. Твердость (Рисунок 2, б) покрытия из диффузионно-легированной стружки SUJ2 составляет 640...660 HV. Данная твердость обусловлена наличием в наплавленной структуре боридов железа и бороцементита. Износостойкость покрытия (Рисунок 3, в) полученного с помощью индукционной наплавки в 2,5–3 раза выше, чем у стали 45, подвергнутой закалке в воде с последующим низким отпуском.

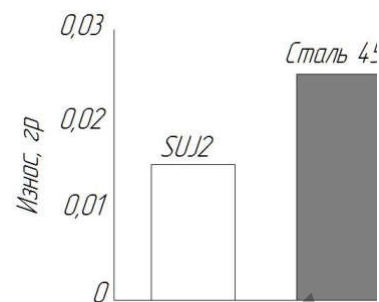
Проведенные исследования подтвердили перспективность технологии диффузионного легирования металлоотходов широкого спектра в подвижных порошковых средах. Данная технология позволяет использовать в качестве основы при получении диффузионно-легированных сплавов металлические отходы производства в виде дроби и стружки. Твердость защитных покрытий из диффузионно-легированных сплавов на основе стружки SUJ2 составляет и 640...660 HV.



а)



б)



в)

- а – микроструктура износостойкого покрытия;
 б – твердость покрытия и основы после наплавки ТВЧ;
 в – интенсивность износа покрытия из ДЛ сплава

Рисунок 2 – Микроструктура, твердость и износостойкость покрытия из ДЛ стружки SUJ2

Средняя интенсивность изнашивания защитных покрытий, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания из диффузионно-легированной стружки SUJ2 в 2,5–3 раза ниже, чем у стали 45 подвергнутой предварительно закалке с низким отпуском.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пантелеенко, Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия на них / Ф.И. Пантелеенко. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 300 с.
2. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.М. Константинов. – Минск, 2008. – 475 л.
3. Ворошнин, Л.Г. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО / Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
4. Щербаков, В. Г. Некоторые аспекты использования отходов металлургического производства в качестве основы для получения наплавочных материалов / В. Г. Щербаков // Металлургия : республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск : БНТУ, 2011. – Вып. 33, ч. 2. – С. 200-213.
5. Щербаков, В.Г. Получение диффузионно-легированных сплавов в подвижных порошковых средах из металлических отходов производства для индукционной наплавки и пути повышения их технологических свойств / В.Г. Щербаков // Литейные процессы. – 2014. – №13. – С. 90–98.

УДК 539.3

ОСЕСИММЕТРИЧНОЕ ТЕРМОСИЛОВОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ КОРОТКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ НЕЙТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

В.М. Хвиевич, А.И. Веремейчик, В.В. Гарбачевский

Брестский государственный технический университет,
 Брест, Республика Беларусь

Воздействие температурного поля при одновременном интенсивном облучении высокоэнергетическими частицами приводит к появлению деформаций