

2. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин /И.Н.Шило [и др.].- Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.
3. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: учебник для вузов /Арзамасов, Б.Н и др. – Изд. 8-е – Москва: Изд-во МГТУ, 2008. – 648 с.
4. Лякишев Н.П., Алымов М.И. Наноматериалы конструкционного назначения //Российские нанотехнологии. – 2006. – Т.1. № 1-2. – С. 71–81.
5. Рыбин В.В., Малышевский В.А., Хлусова Е.И. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей //МИТОМ. – 2009. – №6 (643). – С. 3–7.
6. Горьнин И.В. и др. Экономнолегированные стали с наномодифицированной структурой для эксплуатации в экстремальных условиях. //Вопросы материаловедения. – 2008. – №2(54). – С.7–19.
7. Bulk nanocrystalline steel // Ironmaking and steelmaking. – 2005. – V.32.– p.405–410.
8. Быков Ю.А. Структура и свойства конструкционных наноматериалов // Приложение №7 к журналу «Справочник. Инженерный журнал». – 2010. – №7. – С.1–24.
9. Панин В.Е., Егорушкин В.Е. Физическая мезомеханика и неравновесная термодинамика как методологическая основа наноматериаловедения // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12. № 4. – С.7–26.
10. Панин В.Е., Егорушкин В.Е. Наноструктурные состояния в твердых телах // Физика металлов и материаловедение. – 2010. – Т. 110. №5. – С.486–496.

Abstract

Given the technological aspects of hardening of parts of low-hardenability steels (55PP, 60PP) using heat treatment, information about the structure of the microstructural details of the working bodies of hardened carbon steel low-hardenability. Shown that the technology allows you to create IZOZH grain structure, which is the foundation increase structural strength and durability of parts.

УДК 621.762

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ НАПЛАВОЧНЫЙ СПЛАВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКОЙ

**В.М. Константинов¹, д.т.н., профессор,
Н.А. Лабушев², генеральный директор, В.Г. Щербаков¹, ассистент
¹ УО «Белорусский национальный технический университет»,² РО «Беллагросервис», г. Минск, Республика Беларусь**

Получение абразивоизносостойких покрытий на рабочих органах почвообрабатывающих машин (РОПМ) было и остается актуальной задачей. Использование материалов для получения защитных покрытий из диффузионно-легированных (ДЛ) сплавов нашло некоторое применение в нашей стране. Установлено значительное повышение рабочего ресурса деталей

РОПМ при использовании предварительной индукционной наплавки данными материалами [1-4]. Существенное повышение цен на импортные наплавочные материалы для индукционной наплавки на РОПМ, существенно повлияло на себестоимость получаемой данным методом продукции.

Целью данной работы являлось получение из отходов металлургического производства отечественного наплавочного материала на рабочие органы почвообрабатывающих машин индукционной наплавкой.

В качестве основы для получения ДЛ сплава были выбраны отходы чугунной дроби ДЧЛ 08 после дробеструйной обработки. Опыт ранее выполненных работ свидетельствует о возможности применения так же других дисперсных металлоотходов: стружки серого чугуна, отходов белого чугуна и др. ДЛ дроби (борирование) проводили в специальной электрической печи [5]. Рассев после обработки проводился ситовым методом. Индукционную наплавку на РОПМ осуществляли на РУП «Минский завод шестерен». Приготовление микрошлифов, изучение микроструктуры и определение значений микротвердости из обработанной дроби и наплавленных покрытий проводился стандартными методами.

Гранулометрический анализа отходов чугунной дроби ДЧЛ 08 показал, что количество годной фракции размером 200 – 630 мкм составляет 60%. Химический состав дроби ДЧЛ 08: С - 2,9...3,5%, Mn - 0,40...0,70%, Si - 1,20...2,00%, ≤ 0,12% S и P. Исходная микроструктура чугунной дроби: ледебурит и дендритные включения перлита различной дисперсности (рис 1а). Распределение микротвердости по сечению дроби составляет 7730-8450 МПа и у поверхностного слоя твердость возрастает до 10240 МПа, что объясняется большой скоростью охлаждения поверхности при изготовлении и получения большого количества метастабильной фазы в поверхностном слое.

Ранее выполненные исследования [6-8] позволили определить оптимальные режимы предварительного диффузионного легирования дроби и основные параметры для индукционной наплавки на РОПМ.

В диффузионно-легированная дробь представляет собой биметаллический материал, состоящий из боридного слоя с включениями графита и переходной зоны, включающей α-фазу, выделения борного цементита Fe₃(C,B) и графита(рис 1 б). Графитные включения достигают размеров 6-10 мкм. Толщина борированных слоев составляет 100 – 130 мкм. Микротвердость ДЛ материала составляет 10500 – 11450 МПа на поверхности и постепенно снижается к центру до 3670 – 4120 МПа.

Шихтовой материал для индукционной наплавки изготавливали смешиванием ферросплава ФБХ-6-2 ГОСТ 21448-75 дисперсностью гранул 0,16—0,4 мм и ДЛ отходов чугунной дроби ДЧЛ 08 с плавкой бурой (Na₂B₄O₇×10H₂O). Составы подбирались экспериментально и представлены в таблице 1.

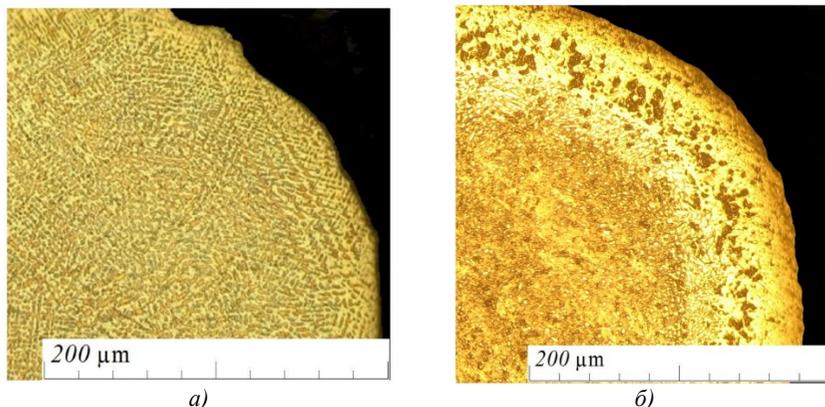


Рисунок 1 - Микроструктура отходов дробилки ДЧЛ 08:
а - исходная дробь; б – после обработки

На рис. 2 показан процесс индукционной наплавки на РОПМ на РУП «Минский завод шестерен». На рис. 3 и 4 представлены микроструктура полученных наплавленных покрытий и внешний вид РОПМ после индукционной наплавки шихтовых материалов согласно табл. 1.

Таблица 1 – Составы наплавочных смесей

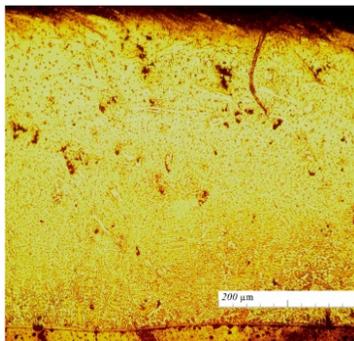
№ состава	Массовая доля компонентов, % мас.	Средняя микротвердость наплавленного слоя, МПа
1	35% ДЧЛ + 35% ФБХ + 30% Буры	8410 - 9780
2	50% ДЧЛ + 20% ФБХ + 30% Буры	9780 - 11440



Рисунок 2 - Процесс индукционной наплавки на РОПМ:
а – наплавочный индуктор; б – наплавляемое долото



а)



б)

*Рисунок 3 - Микроструктура наплавленных покрытий на РОПМ:
а- состав № 1; б – состав № 2*

Наплавленные слои имеют участки доэвтектического, эвтектического и заэвтектического строения в наплавленном слое. Избыточные упрочняющие фазы – борокарбиды призматической формы. Полученные толщины слоев составляют порядка 1,0-1,5 мм. Пористость полученных слоев составляет порядка 3–5%. Твердость наплавленных покрытий составляет 55 – 60 HRC при высокой износостойкости в условиях интенсивного абразивного изнашивания.



а)



б)

*Рисунок 4 - РОПМ с наплавленными покрытиями из ДЛ чугуновой дроби:
а – долото; б - лемех*

Следует отметить тот факт, что во всех наплавленных слоях присутствует переходная зона между наплавленным слоем и основным металлом. Это свидетельствует об образовании металлургической связи наплавленного слоя со стальной основой детали. Это имеет существенное значения для условий ударно-абразивного изнашивания. Проведенные полевые испытания подтвердили это – наплавленный слой не выкрашивается и не скалывается.

Таким образом, установлено, что предварительно диффузионно-легированные отходы чугунной дроби ДЧЛ 08 являются актуальной заменой дорогостоящих импортных материалов для получения абразивоизносостойких покрытий на рабочих органах почвообрабатывающих машин индукционной наплавкой.

Литература

1. Пантелеенко Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия на них. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 300 с.

2. Ворошин Л.Г., Пантелеенко Ф. И., Константинов В.М. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.

3. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под. ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с., ил.

4. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.01 / В.М. Константинов. – Минск, 2008. – 474 л.

5. Вращающаяся электрическая печь для химико-термической обработки сыпучего материала : пат. 15412 Респ. Беларусь, МПК7 F27B 7/14 / В.М. Константинов, О.П. Штемпель, В.Г. Щербаков ; заявитель Белорусский национальный технический университет. - № а 20091415 ; заявл. 05.10.09 ; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці . – 2012. № 1. – С. 143.

6. Щербаков В.Г. Анализ возможности использования металлических отходов для наплавки в условиях РУП «МЗШ» // Материалы IX Респ.СНТК «Новые материалы и технологии их обработки», апрель 2008г., Минск, БНТУ.- С. 31-32.

7. Щербаков В.Г. Анализ проблемных вопросов при производстве диффузионно-легированных наплавочных материалов в условиях РУП «МЗШ» // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 6-й международной научно-технической конференции в 3-х томах. Т.1. Мн.: БНТУ, - 2008.

8. Константинов В.М., Сушко И.С., Казак М.М., Щербаков В.Г. Опыт использования отходов металлической дроби для производства наплавочного сплава в условиях ПРУП «МЗШ» // Международная научно-техническая конференция «Теория и практика энергосберегающих термических процессов в машиностроении» Мн.: БНТУ, 2008 – С. 107-110.