

5. Ящерицын, П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 236 с.

6. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

7. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Брянск : БГТУ, 2004. – 271 с.

8. Хейфец, М.Л. Математическое моделирование технологических процессов / М.Л. Хейфец. – Новополоцк : ПГУ, 1999. – 104 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВ СОШНИКОВ ПОСЕВНЫХ И ПОСАДОЧНЫХ МАШИН

*Студенты – Дзюба М.А., 36 тс, 3 курс ФТС;
Устиненко И.Ю., 36 тс, 3 курс, ФТС;
Асадчев А.И., 4 зрпт, 6 курс, ФТС*

*Научный
руководитель – Миранович А.В., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе рассмотрены технологические способы восстановления и упрочнения дисковых рабочих органов посевных и посадочных машин.

Ключевые слова: посевные и посадочные машины, дисковые рабочие органы, диски сошников, технологические способы восстановления и упрочнения, магнитно-электрическое упрочнение, электромеханическая обработка.

Одной из актуальных проблем в машиностроительном и ремонтном производстве является повышение надежности сельскохозяйственной техники. Решение этого вопроса может быть обеспечено применением новых технологических способов восстановления и упрочнения их деталей [1, 2].

Известно [3, 4], что рабочие органы (диски сошников) посевных и посадочных машин (например, агрегатов почвообрабатывающих посевных АПП-6Д производства ОАО «Лидагропромаш» или картофелесажалок полунавесных СК-4 производства ГП «Экспериментальный завод «РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства») подвергаются

значительному интенсивному изнашиванию в результате трения их рабочих поверхностей с обрабатываемой средой. При этом в процессе использования агрегатов в поверхностных слоях дисков сошников возникают механические и молекулярные взаимодействия, в результате которых происходит износ, и, соответственно, изменение их конструктивных параметров [4, 5]. В результате этого не обеспечиваются агротехнические требования по обеспечению заданной глубины заделки семян и их нормы высева в почву, большой амплитуды допусков к работе на различных почвах по механическому составу и влажности при разных видах обработки и рабочих скоростях [3, 4].

Следует отметить, что в процессе использования агрегатов почвообрабатывающих посевных возникают следующие дефекты дисков сошников: деформирование или коробление (дефект 1); уменьшение толщины режущей кромки (дефект 2); износ по толщине и наружному диаметру или изменение геометрических размеров (дефект 3); возникновение на рабочей поверхности сколов, зазубрин и трещин (дефект 4) [2, 3, 5].

Так, при незначительном деформировании до 3,0 мм (дефект 1) рабочий орган восстанавливается правкой посредством одновременного прижима плиты к диску и роликам с последующей прокаткой последних по периметру диска [2, 5].

При устранении дефектов 2 и 3 на поверхности диска выполняется заточка их режущей кромки.

В случае уменьшения наружного диаметра диска менее 330 мм, то для его восстановления применяется способ приваривания в среде защитного газа по окружности составного кольца с согнутыми «на ребро» сегментами.

Для устранения дефекта 3 применяется способ контактного шовного сваривания внахлестку с дальнейшим упрочнением порошковыми материалами на основе сормайтa. При этом техпроцесс отличается сложностью и трудоемкостью, не дает гарантии от разрушения материала дисков сошников под действием повторно-переменных нагрузок [3, 5]. Известен способ восстановления дискового рабочего органа до номинального наружного диаметра посредством навивки металлической ленты из стали 65Г [2, 5].

Вместе с тем, все вышеперечисленные технологические способы восстановления дисков сошников не обеспечивают качества (однородности структуры и свойств), высокой износостойкости их поверхностного слоя при абразивном изнашивании [1, 2, 5].

Следует отметить, что типовая технология изготовления дисков сошников из сталей 65Г или 70Г включает следующие операции: вырубку из листа, гибку (для сферических дисков) и рихтовку, сверление или пробивку отверстий для крепления, обтачивание фасок (затачивание) на токарном станке и упрочнение – термическую обработку рабочей зоны до твердости 43-48 HRC [2, 6].

Для упрочнения дисковых рабочих органов в процессе их изготовления альтернативными термической обработке являются защитные упрочняющие покрытия, полученные комбинированными способами, использующими высокоинтенсивные источники энергии и их различные сочетания (комбинации плазменной наплавки с лазерным модифицированием поверхностей, плазменного напыления с последующим горячим изостатическим прессованием и др.). К ним относится магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) с последующей электромеханической обработкой (ЭМО), позволяющая получить формируемые поверхностные слои с требуемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами [7, 8] за счет снижения остаточных напряжений растяжения в материале.

С учетом вышесказанного предложена технологическая схема и разработано устройство для комбинированной обработки плоских быстроизнашивающихся деталей [6, 8]. В этой технологической схеме магнитно-электрическое упрочнение, обеспечивает многослойное нанесение износостойких покрытий из ферромагнитных порошков (ФМП), например, ФБХ-6-2. Наряду с известными преимуществами этого способа [8], существенными дефектами, снижающими износостойкость формируемых поверхностных слоев, является их шероховатость и разнотолщинность [6, 8]. Дополнительное воздействие технологического тока и усилия накатывания электрода-инструмента на нанесенные покрытия при ЭМО позволяет формировать упрочняемую поверхность детали с регулируемыми параметрами качества (шероховатости и разнотолщинности) [7, 8].

В связи с этим в работе проводились сравнительные исследования параметров качества поверхностных слоев, полученных магнитно-электрическим упрочнением и комбинированной обработкой МЭУ с электромеханической обработкой.

Магнитно-электрическое упрочнение плоских образцов из стали 65Г выполнялось на установке модели УМЭУ-1 на оптимальных режимах (таблица 1) и ЭМО – накатным устройством с роликовым электродом-инструментом (плотность технологического тока $i_3=100-110 \text{ А/мм}^2$; напряжение $U_3=2-6 \text{ В}$; усилие накатывания электродом-инструментом $P_3=0,25-0,75 \text{ кН}$).

Таблица 1 – Оптимальные режимы магнитно-электрического упрочнения

Материал	Значения технологических параметров*				
	$i, \text{ А/мм}^2$	$d, \text{ мм}$	$S, \text{ мм/об}$	$V, \text{ м/с}$	$q, \text{ г/(смм}^2)$
ФБХ 6-2	1,91	1,50	0,220	0,055	$2,86 \times 10^{-3}$

* где i – плотность разрядного тока, А/мм^2 ; d – величина рабочего зазора, мм ; S – скорость подачи, мм/об ; V – окружная скорость заготовки, м/с ; q – расход ФМП, г/смм^2

Толщина упрочненных поверхностных слоев на образцах определялась по распределению микротвердости на приборе ПМТ-3М в поперечном сечении при помощи окулярной вставки с увеличением в 200 раз. Измерение шероховатости поверхности производилось на профилографе-профилометре Mitutoyo SJ-201P.

В результате исследований микротвердости установлено, что незначительные колебания и плавное изменение значений микротвердости по толщине в пределах 564–618 HV_{0,05} для покрытия из ФМП ФБХ-6-2 обусловлены однородностью упрочненных слоев. Установлено, что покрытие из порошка ФБХ-6-2 имеет максимальную микротвердость (618 HV_{0,05}). Данное обстоятельство обусловлено формированием мелкодисперсной структуры слоев в результате их скоростного охлаждения и последующей электромеханической обработкой.

Таблица 2 – Показатели качества упрочненных поверхностей

Материал ФМП	Средняя толщина покрытий, мкм	Средняя разнотолщинность покрытий, мкм	Средняя шероховатость поверхности, мкм
Магнитно-электрическое упрочнение			
ФБХ-6-2	276	51	10,2
Магнитно-электрическое упрочнение с ЭМО			
ФБХ-6-2	235	36	6,1

Результаты исследований (таблица 2) показывают, что ЭМО нанесенных покрытий МЭУ при уменьшении средней их толщины в 1,17 раза, позволяет повысить качество упрочненных поверхностей за счет снижения их средней шероховатости в 1,67 раза и средней разнотолщинности в 1,4 раза.

Список использованных источников

1. Черноиванов, В.И. Управление качеством в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов и [др.]. – Москва : Росинформагротех, 2011. – 341 с.
2. Теория и практика восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники : монография / Г.Ф. Бетень [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2006. – 468 с.
3. Новиков, В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.С. Новиков и [др.]. – Москва : МГАУ, 2013. – 111 с.
4. Дудников, А.А. Виды износов деталей сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации / А.А. Дудников и [др.]. // Вісник ХДТУСГ ім. П. Василенка: «Механізація сільського виробництва». – Харьков : ХДТУСГ, 2006. – Вип. 44, Т. 2. – С. 264–269.
5. Канивец, А.В. Способы восстановления рабочих органов зерновых сеялок / А.В. Канивец // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 2(1). – С. 70–72.

6. Кожуро, Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л.М. Кожуро, Б.П. Чемисов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232 с.

7. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.

8. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Студент – Миранович Н.А., 10405418, БНТУ
Научный*

*руководитель – Ворошуха О.Н., к.т.н.
УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе рассматриваются технологические возможности способов упрочнения металлических поверхностей деталей посредством нанесения защитных износостойких покрытий и их финишной абразивной обработки с использованием энергии электрического и магнитного полей.

Ключевые слова: магнитно-электрическое упрочнение, магнитно-абразивная обработка, ферромагнитный порошок, ферроабразивный порошок, полюсный наконечник, градиент магнитного поля, износостойкость, структура покрытий.

Разнообразие условий работы машин обусловило появление множества технологий упрочнения поверхностей их деталей, каждая из которых имеет свою рациональную область применения и не может претендовать на универсальность [1]. Одними из эффективных способов упрочнения деталей машин являются электрофизические, основанные на концентрации энергии в пространстве и во времени, что практически исключает коробление деталей, вызванное температурными деформациями. К числу таких технологий относится и термомеханическое упрочнение в электромагнитном поле (ЭМП) [2, 3].

Известно, что поверхностный слой металла, подвергнувшегося воздействию переменного магнитного поля, изменяет свои эксплуатационные свойства в результате интенсивного протекания процессов размножения и