

**Выводы.** Экспериментальными исследованиями установлено, что лазерная обработка покрытий, полученных МЭУ, обеспечивает:

1. Снижение средней микротвердости поверхностного слоя примерно в 1,2 раза;
2. В покрытиях из ФМП ФБХ-6-2 и Fe-5%V значительно большую долю аустенита, чем в покрытии из ФМП Fe-Ti;
3. Уменьшение объемной пористости покрытий в 2,7 – 3,3 раза и их средней разнотолщинности в 1,16 – 1,21 раза.

#### Список использованной литературы

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
3. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

**Abstract.** The article presents of the thickness and microstructure of coatings obtained by magnetic-electric hardening and laser treatment.

УДК 621.9

Дудников А.А., кандидат технических наук, профессор;  
Беловод А.И., кандидат технических наук, доцент;  
Келемеш А.А., кандидат технических наук;  
Горбенко А.В., кандидат технических наук, доцент;  
Дудник В.В., кандидат технических наук  
Полтавская государственная аграрная академия,  
г. Полтава, Украина

## ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА НАДЁЖНОСТЬ МАШИН

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные методы повышения надёжности деталей сельскохозяйственных машин. Исследован процесс вибрационной обработки деталей.

Повышение надёжности машин, агрегатов является комплексом проблем, к числу которых следует отнести: использование материалов при изготовлении и восстановлении деталей, обладающих необходимыми физико-механическими свойствами; применение эффективных технологий; экономные режимы эксплуатации. Должны быть установлены оптимальные эксплуатационные требования для обеспечения экономически выгодного использования техники. Важной задачей является установление оптимальных сроков службы основных элементов машин, особенно наиболее изнашиваемых сборочных единиц и деталей.

Как правило, надёжность техники определяется долговечностью трущихся пар. Поэтому важной проблемой является разработка эффективных технологических процессов упрочнения, к числу которых следует отнести способ пластического деформирования (наклёпа) рабочих поверхностей деталей машин: обкатывание роликами (шариками); вибрационное и ультразвуковое упрочнение.

В машиностроении довольно широко применяется технологический процесс обкатывания поверхностей изготавливаемых деталей для упрочнения рабочих поверхностей. Положительный эффект данной технологии объясняется разупрочняющим действием поверхностиноактивной среды (эффект Ребиндера).

Применение виброобкатывания способствует улучшению эксплуатационных свойств деталей: повышение износостойкости, прочности, срока службы.

Вибрационное обкатывание имеет следующие основные особенности: упрочнение обрабатываемой поверхности; обеспечение необходимой шероховатости; высокая точность размеров.

Обычно виброобкатывание применяется для обработки деталей из черных и цветных металлов и сплавов твердостью их материала до 65 HRC. При этом усилие деформирования составляет 50 – 200 Н, а микротвердость материала обработанной поверхности до 30% выше исходной. Упрочнение обработанных деталей повышает их износостойкость при эксплуатации более чем в 2 раза [1].

За последнее время в машиностроении довольно широко применяются вибрационные колебания при многих технологических операциях. Возникла необходимость их использования при разработке технологических процессов в ремонтном производстве при восстановлении деталей машин.

На кафедре «Технологии и средства механизации аграрного производства» разработан целый ряд технологий по восстановлению изношенных деталей сельскохозяйственных машин на основе использования вибрационных колебаний.

Известно, что поршневые пальцы и втулки верхних головок шатунов по сравнению с другими деталями типа тел вращения работают в условиях высоких знакопеременных нагрузок и температур. Проверка эксплуатационной стойкости восстановленных вибрационным упрочнением указанных деталей проводилась на двигателях семейства ЗМЗ, работавших в механизированном сельскохозяйственном комплексе: трактор – сельскохозяйственная машина – автомобиль, эксплуатационная нагруженность которого высокая из-за частых пусков и остановок двигателя.

Нагруженность  $K_H$  оценивалась отношением наработки к общему пробегу. Данные эксплуатационных испытаний представлены в таблице1.

Как показали исследования величина износа поршневых пальцев, восстановленных методом вибрационного деформирования в 1,23 раза меньше, чем при традиционном методе восстановления, что подтверждает эффективность вибрационной технологии.

Таблица 1 – Данные эксплуатационных испытаний

Среднее значение износа поршневого пальца, мм			Нагруженность $K_H$
Восстановление вибрационным упрочнением	Восстановление обычным методом	Восстановление вибрационным упрочнением	
0,039	0,048	0,037	Восстановление обычным методом

В повышении надёжности и долговечности рабочих органов свеклоуборочных машин, зерновых сеялок, плугов значительная роль принадлежит упрочняющим обработкам их рабочих органов.

В этой связи были разработаны и внедрены в производство технологические процессы восстановления дисков копачей свеклоуборочных комбайнов, дисков сошников зерновых сеялок, плужных лемехов с использованием вибрационных колебаний обрабатывающего рабочего инструмента.

### Секция I - Технический сервис машин и оборудования

Технологический процесс восстановления дисков копачей включает следующие операции: отбор дисков пригодных к восстановлению и обрезка по наружному диаметру их изношенной части; изготовление сегментных шин и их приварка по наружному диаметру; автоматическая наплавка поверхности шин порошком сормайта; заточка режущей части диска; вибрационное упрочнение лезвия диска.

На эксплуатационные испытания были поставлены следующие варианты дисков копачей: новые диски из стали 65Г; восстановленные приваркой шин из стали 45 с последующей автоматической наплавкой сормайтом; восстановленные приваркой шин из стали 45 с автоматической наплавкой сормайтом и упрочнённые вибрационным деформированием (таблица 2).

Увеличение наработки комбайна с дисками, упрочнёнными вибрационным методом, составило 1,21 раза.

Важными показателями надёжности свеклоуборочной техники является коэффициент технического использования, который характеризует как безотказность, так и ремонтопригодность, и учитывает время пребывания объекта в работоспособном состоянии и время на проведение технического обслуживания и ремонт.

Таблица 2 – Результаты эксплуатационных испытаний дисков копачей

Вариант диска копача	Убранная площадь, га	Износ по радиусу лезвия ножа диска, мм		Увеличение толщины лезвия ножа диска, мм		Процент невыкапываемости корнеплодов
		активного	пассивного	активного	пассивного	
1. Новые диски из стали 65Г	335	6,95	6,61	4,72	4,58	5,1
2. Восстановленные приваркой шин из стали 45 с последующей автоматической наплавкой сормайтом	362	6,28	5,76	5,24	5,11	4,6
3. Восстановленные приваркой шин из стали 45 с автоматической наплавкой сормайтом и упрочнённые вибрационным деформированием	405	4,93	4,54	3,89	3,77	3,8

В таблице 3 приведены средние значения коэффициента технического использования свеклоуборочных комбайнов, работающих с дисками копачей указанных вариантов таблице 2, в составе сельскохозяйственного механизированного комплекса.

Таблица 3 – Значение коэффициента технического использования

Вариант диска копача	Наработка до переточки, га	Коэффициент технического использования, $K_{TH}$
1	145	0,928
2	170	0,938
3	284	0,990

Как видно из таблицы 3 коэффициент технического использования свеклоуборочных комбайнов, работающих с дисками, восстановленными по разработанной и внедрённой технологии, в 1,07 раза выше, чем у комбайнов с новыми дисками [2].

Разработка и применение альтернативных энергосберегающих и эффективных в эксплуатации методов обеспечения надёжности их поверхности является весьма актуальной. Поэтому создание технологии их упрочнения с использованием механических колебаний способствует повышению ресурса почвообрабатывающих машин. Для повышения их надёжности, в частности лемехов плугов ПЛН-5-35, ПЛН-3-35 нами разработана и внедрена в производство технология их восстановления, обеспечивающая повышение их износостойкости и прочности [3].

Эксплуатационные исследования наработки плужных агрегатов проводили для следующих вариантов лемехов: новых из стали 65Г; новых из стали 65Г, упрочненных вибрационной обработкой; восстановленных приваркой шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением.

Надёжность работы указанных лемехов оценивалась наработкой плужного агрегата, приходящейся на единицу износа носка, ширины и толщины лемеха. Наибольшие значения указанных параметров 10,95 га/мм; 41,87 га/мм и 65,43 га/мм. Наименьшие значения имели новые лемехи из стали 65Г, соответственно: 7,27 га/мм; 34,36 га/мм; 51,34 га/мм.

Эксплуатационными исследованиями установлено, что более надёжными были лемехи, восстановленные приваркой шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением. Скорость изнашивания носка, ширины и толщины лезвия лемеха соот-

ветственно в 1,51; 1,22 и 1,27 раза меньше по сравнению с новыми лемехами из стали 65Г.

Надёжность работы почвообрабатывающих машин, работающих с указанными рабочими органами, оценивалась по их наработке и коэффициенту технического использования (таблица 4).

Таблица 4 – Оценочные показатели надёжности

Варианты лемехов	Средняя наработка	Коэффициент технического использования, $K_{TH}$
1. Новые из стали 65Г	448	0,951
2. Восстановленные привариванием шин из стали 65Г с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением	470	0,994
3. Новые лемеха, обработанные вибрационным упрочнением	458	0,981

Установлено, что наибольшее значение  $K_{TH} = 0,994$  имели плужные агрегаты с лемехами, восстановленными привариванием шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением, а наименьшее значение  $K_{TH} = 0,951$  – с новыми лемехами из стали 65Г. Коэффициент технического использования плужных агрегатов с лемехами, восстановленными по разработанной технологии, в 1,045 раза выше, чем у плужных агрегатов с новыми лемехами из стали 65Г.

Таким образом, использование вибрационной упрочняющей обработки рабочих органов сельскохозяйственной техники способствует повышению её ресурса.

#### Список использованной литературы

1. Клименко В.М. Вибрационная обработка металлов давлением / В.М. Клименко, В.И. Шаповал. – К.: Техника, 1987. – 128с.
2. Дудников А.А. Упрочняющая обработка вибрационным деформированием / А.А. Дудников, А.И. Беловод, А.В. Горбенко // Сб. науч. трудов ЛНАУ. – Луганск. – 2006. - №68/91. – С. 86-88.
3. Дудников И.А. Повышение долговечности плужных лемехов / И.А. Дудников, В.В. Дудник // Вестник национального технического университета «ХПИ». – Харьков, 2011. - №10. – С. 35-38.

**Abstract.** In the article various methods of increasing the reliability of parts of agricultural machines are considered. The process of vibration processing of parts has been studied.