



Дудников А. А.,
Беловод А. И.,
Пасюта А. Г.,
Келемеш А. А.,
Горбенко А. В.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РЕСУРСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В работе приведены результаты исследования существующих технологических процессов восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин. Раскрыты причины довольно низкой износостойкости указанных методов их восстановления, не обеспечивающих значительного увеличения ресурса. Разработана и внедрена технология восстановления культиваторных лап и плужных лемехов на основе вибрационного упрочнения их режущих элементов, обеспечивающая повышение работоспособности почвообрабатывающих машин.

Ключевые слова: ресурс, интенсивность изнашивания, метод восстановления, деформирование, вибрационное упрочнение.

1. Введение

Одной из важных проблем сельскохозяйственного машиностроения является повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин, недостаточная надежность которых способствует увеличению затрат на их эксплуатацию и ремонт [1].

Качественное проведение почвообрабатывающих операций — основа получения высоких урожаев в сельском хозяйстве, которая во многом определяется техническими характеристиками почвообрабатывающих машин и орудий, что, в свою очередь, зависит от параметров и состояния рабочих органов.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин эксплуатируются в почвенной абразивной среде и вследствие изнашивания, изменяют размеры и форму, что негативно влияет на агротехнические и энергетические показатели технологических операций обработки почвы.

Вопросами повышения ресурса и работоспособности основных быстроизнашиваемых рабочих органов почвообрабатывающих машин занимались многие ученые, в их числе Ткачѳ В. Н., Тененбаум М. М., Заика П. М., Войтюк Д. Г., Черновол М. И., Рабинович А. Ш., Винокуров В. Н. и другие. Ими предложен ряд конструктивных и технологических решений по повышению долговечности и ресурса деталей почвообрабатывающих машин и орудий. Однако, проблема повышения долговечности и работоспособности рабочих органов почвообрабатывающих машин остается до настоящего времени актуальной и острой. Это, в частности, выражается в понижении ресурса серийных лемехов плугов (5...20 га на корпус), лап культиваторов (7...17 га на деталь), дисков тяжелых борон (8...22 га на диск) и др. [2].

Для значительного повышения ресурса и работоспособности почворежущих рабочих органов следует, по мнению авторов статьи, учитывать как конструктивные, так и технологические факторы, влияющие на работоспособность и износостойкость рабочих органов, так и прочностные свойства их материала.

Поэтому актуальной становится задача разработки и применения эффективного метода обеспечения долговечности почвообрабатывающих рабочих органов сельскохозяйственных машин.

2. Анализ литературных данных

Анализ работ выше указанных специалистов позволил определить ряд теоретических и практических проблем по указанному направлению, которые до настоящего времени остаются нерешенными.

Практически все рабочие органы почвообрабатывающих машин, используемых в сельском хозяйстве, изготавливаются из сталей 65Г, 45, Л53 с последующей закалкой со средним отпускком или локальной закалкой ТВЧ. Твердость материала у таких рабочих органов находится в пределах 37...43 единиц HRC, а износостойкость — невысока. На некоторых предприятиях Украины, производящих почвообрабатывающие орудия и рабочие органы к ним, с целью повышения износостойкости применяется наплавка лезвий рабочих органов токами высокой частоты либо сварочным твердосплавным электродом марки Т-590. При этом качество наплавки (перегрев основы и сплава, микроструктура сплава) и выдержка технологических параметров у указанных методов оставляют желать лучшего [3].

Конструктивные параметры упрочненных деталей (угол заострения лезвия, толщина материала основы и упрочняющего слоя, режимы обработки и др.) у выпускаемых серийных рабочих органов также не всегда достаточно обоснованы, т. е. детали имеют пониженную металлографическую износостойкость и невысокую «конструкционную износостойкость» [4, 5].

По сравнению с аналогичными рабочими органами ведущих зарубежных фирм («Лемкен» — ФРГ; «Квернеланд» — Норвегия; «Лэнд Корпорэйшн» — США и др.) ресурс отечественных серийных деталей значительно ниже [6, 7].

Кроме того, у серийных рабочих органов почвообрабатывающих машин существует проблема прочности, связанная не только с полочками и деформациями

детали, но и с ограничениями при совершенствовании конструкции новых деталей по параметрам работоспособности и «конструкционной износостойкости» [4].

Для повышения ресурса почвообрабатывающих машин весьма актуальным является применение упрочняющих обработок, к числу которых следует отнести технологии упрочнения на основе вибрационных колебаний [8].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — рабочие органы почвообрабатывающих машин.

Целью данной работы является обоснование и выбор метода повышения долговечности и ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин с учетом конструктивных, технологических и материаловедческих факторов.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ условий работы и оценить эксплуатационную стойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин.

2. Провести оценку износостойкости указанных рабочих органов при различных способах их восстановления.

4. Результаты исследования износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин

Различные виды рабочих органов почвообрабатывающих машин работают в наиболее тяжелых условиях, поскольку имеют разнообразные условия эксплуатации. Важной особенностью их эксплуатации является работа в условиях жесткого абразивного изнашивания и, соответственно, существенная значимость фактора износа, вызывающего постепенное изменение размеров и формы рабочих органов и в конечном итоге полную потерю их работоспособности.

Наряду с общими характеристиками нагружения и изнашивания, которые свойственны большинству указанных рабочих органов, существуют также определенные особенности эксплуатации различных видов почвообрабатывающих рабочих органов (лап культиваторов, лемехов плугов, сферических дисковых рабочих органов и др.).

Стрельчатые лапы культиваторов эксплуатируются на глубинах 6...15 см и «капризны» с точки зрения схода с лезвия сорняков в процессе обработки почвы, соблюдения требований скользящего резания.

Аналогично лемехам плугов носовая часть лапы в процессе эксплуатации подвергается в 3–4 раза большей нагрузке в сравнении с лезвийной, вызывая, соответственно, опережающий износ носка. Проведенные авторами исследования показали, что износ указанных деталей происходит по следующей схеме (рис. 1).

Для носка лапы характерна наибольшая интенсивность изнашивания. По мере удаления от него интенсивность изнашивания режущей кромки снижается. При достижении линейного износа носка до 30 мм происходит износ стойки и крепежных болтов, что вызывает повышение тягового сопротивления и неравномерность хода по глубине обработки.

Наибольший износ лемеха происходит у носовой его части, в результате чего исчезает долотообразный

выступ. Это связано с наибольшим нагружением такой части лемеха. Острые углы заднего конца лемеха при изнашивании закругляются вследствие более высокой скорости движения частичек почвы, обтекающие эти зоны.

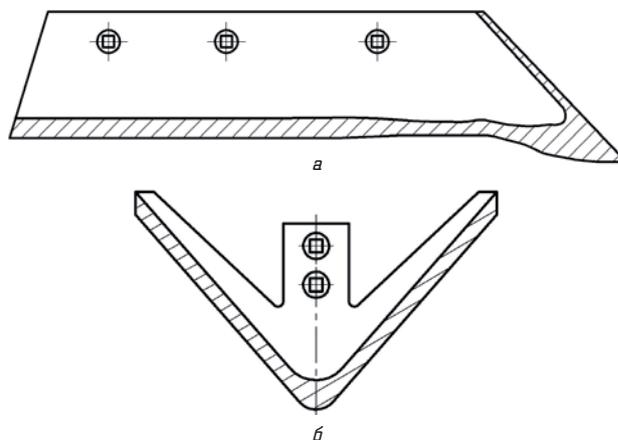


Рис. 1. Изменение профиля при изнашивании: а — лемеха плуга; б — лапы культиватора

В результате проведенного авторами анализа можно выделить три главных фактора, влияющих на износ и легко поддающихся количественной оценке:

- гранулометрический состав почвы, определяющий ее абразивную агрессивность;
- плотность почвы, определяющую давление на лезвие почвенной массы и интенсивность износа режущей части лезвия;
- физико-механические свойства материала детали.

На качество обработки почвы значительное влияние, по мнению авторов статьи, оказывает состояние носка и лезвия деталей, работоспособность которых определяется остротой и величиной их износа.

Следовательно, при восстановлении указанных деталей необходимо достигнуть повышения твердости и износостойкости их носка и лезвия, что позволит повысить долговечность рабочих органов почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин.

Упрочняющие методы рабочих органов сельскохозяйственных машин можно разделить на пять направлений:

- термическая обработка;
- применение различных видов биметаллических соединений (плакирование, двухслойные стали и др.);
- напыление износостойкими покрытиями;
- наплавка твердыми сплавами;
- вибрационное упрочнение лезвий режущих элементов рабочих органов.

Термическая обработка хотя и способствует повышению прочности деталей, но их износостойкость повышается недостаточно. Указанные методы не обеспечивают надлежащую глубину упрочнения (0,4...1,2 мм) и имеют довольно низкую износостойкость (суммарный износ составляет 4,16...11,40 мм) [5]. Технологические процессы на основе вибрационных колебаний характеризуются нанесением на обрабатываемую поверхность большого количества микроударов обрабатываемого инструмента, что обеспечивает упрочнение материала детали и способствует повышению усталостной прочности и износостойкости [9].

Положительные результаты, полученные авторами данной работы при исследовании технологического процесса

упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин методом вибрационного деформирования, свидетельствуют о целесообразности использования этого метода как в ремонтном производстве, так и при изготовлении.

Разработанная схема восстановления стрелчатых лап культиваторов, плужных лемехов состоит из следующих технологических операций: очистка поверхностей; дефектация и сортировка; обрезка изношенной части; приварка угловых пластин (для лап культиваторов) и приварка шин и их проварка по длине (для плужных лемехов); проточка канавки; наплавка сормайтом; заточка режущей кромки; вибрационное упрочнение и контроль качества.

Схема восстановления стрелчатой лапы культиватора показана на рис. 2.

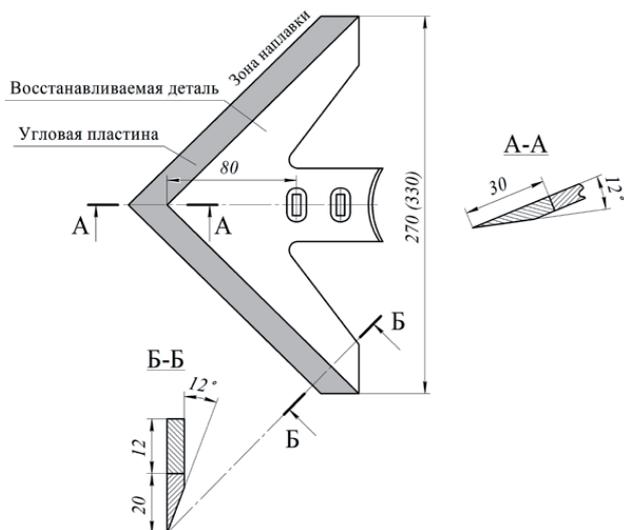


Рис. 2. Схема восстановленной стрелчатой лапы культиватора

Динамика изнашивания указанных рабочих органов восстановленных различными методами приведена в табл. 1 и 2.

Скорость изнашивания лезвия лап первого и четвертого вариантов после наработки 400 га составила соответственно 0,0174 мм/га и 0,0074 мм/га, а скорость изнашивания носка — 0,0549 мм/га и 0,0227 мм/га.

Таблица 1

Динамика износа лезвий и носков стрелчатых лап

Вариант лапы	Наработка культиватора, га	Средняя величина износа, мм	
		лезвия лапы	носка лапы
Новые лапы из стали 65Г	400	6,964	21,968
Новые лапы из стали 65Г, подвергнутые вибрационному упрочнению	406	4,423	15,512
Восстановленные привариванием угловых пластин из стали 45 с последующей наплавкой сормайтом	409	3,952	13,884
Восстановленные привариванием угловых пластин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением	402	2,963	9,093

Таблица 2

Результаты эксплуатационных испытаний лемехов

Вариант лапы	Наработка плуга, га	Средняя величина износа, мм	
		ширины	носка
Новые лемехи из стали 65Г	320	9,80	43,16
Новые лемехи из стали 65Г, подвергнутые вибрационному упрочнению	324	8,84	39,04
Восстановленные привариванием шин из стали 45 с последующей наплавкой сормайтом	330	8,68	36,84
Восстановленные привариванием шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением	326	8,00	32,56

Как показали эксплуатационные исследования, скорость изнашивания лезвия и носка лап, восстановленных привариванием угловых пластин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением соответственно в 2,35 и 2,42 раза меньше, чем у новых лап [10].

Эксплуатационные исследования указанных вариантов плужных лемехов показали полное соответствие показателей стендовым испытаниям. Более надежными оказались лемехи, восстановленные приваркой шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением.

Интенсивность изнашивания ширины лезвия новых лемехов и восстановленных по разработанной технологии составила соответственно 0,0306 мм/га и 0,0245 мм/га, а скорость изнашивания носка — 0,1349 мм/га и 0,0998 мм/га. Интенсивность изнашивания ширины лезвия и носка культиваторных лап, восстановленных приваркой шин из стали 45 с наплавкой сормайтом и вибрационным упрочнением соответственно в 1,25 и 1,35 раза меньше по сравнению с новыми лапами.

5. Обсуждение результатов исследования способов восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин

Исследованиями установлено, что разработанная технология восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин обеспечивает их повышенную износостойкость по сравнению как с новыми, так и восстановленными по существующим методам.

Это объясняется образованием при вибрационном деформировании более мелкозернистой и равномерной структуры обрабатываемого металла деталей, что вызывает повышение его твердости, а, следовательно, и износостойкости.

Проведенные исследования позволили разработать технологию восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин и внедрить ее в промышленных условиях.

6. Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Интенсивность изнашивания носка выше, чем лезвия для всех вариантов указанных деталей.

2. Исследованиями установлено, что наименьшую интенсивность изнашивания носка и лезвия имеют детали, восстановленные по разработанной технологии с использованием вибрационного упрочнения.

3. Данные, полученные в результате исследований, позволяют использовать их при разработке технологических процессов восстановления и других деталей почвообрабатывающих машин.

Литература

1. Про затвердження Державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромислового комплексу на період до 2015 року [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 травня 2007 р. № 785. — Режим доступу: \www/URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/785-2007-p>
2. Бетень, Г. Ф. Повышение долговечности почворезущих элементов сельскохозяйственной техники наплавкой намо- раживанием [Текст] / Г. Ф. Бетень. — М.: БелНИИТИ, 1986. — 44 с.
3. Сидоров, С. А. Обоснование эффективных способов повышения работоспособности и износостойкости сферических дисков почвообрабатывающих машин [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. / С. А. Сидоров. — М., 1996. — 320 с.
4. Волков, П. М. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность [Текст] / П. М. Волков, Г. Г. Баловнев, М. М. Тененбаум. — М.: Машиностроение, 1977. — 310 с.
5. Ткачѳв, В. Н. Износ и повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / В. Н. Ткачѳв. — М.: Машиностроение, 1984. — 372 с.
6. Gill, W. R. Soil-disk geometry in harrow design [Text] / W. R. Gill // Journal of Terramechanics. — 1985. — Vol. 22, № 3. — P. 178. doi:10.1016/0022-4898(85)90097-7
7. Ang, H. S. Probability concepts in engineering planning and design [Text] / H. S. Ang, W. H. Tang. — New York: John Wiley and Sons, 1984. — Vol. 2. — 378 p.
8. Дудников, А. А. Повышение долговечности деталей при их восстановлении [Текст] / А. А. Дудников, А. И. Беловод, А. В. Канивец, В. В. Дудник // Сборник научных статей 5-й Международной научно-практической конференции. — Минск: БГТУ, 2011. — С. 142–144.
9. Дудніков, А. А. Підвищення надійності органів ґрунтообробних машин [Текст] / А. А. Дудніков, О. І. Біловод, А. Г. Пасюта // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2014. — № 3. — С. 172–177.
10. Пасюта, А. Г. Определение характера износа режущих элементов почвообрабатывающих машин [Текст] / А. Г. Пасюта // Технологический аудит и резервы производства. — 2014. — № 6/1(20). — С. 8–11. doi:10.15587/2312-8372.2014.34778

ТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА РЕСУРСУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

В роботі приведені результати дослідження існуючих технологічних процесів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин. Розкриті причини досить низької зносостійкості показаних методів їх відновлення, що не забезпечують значного збільшення ресурсу. Розроблена та впроваджена технологія відновлення культиваторних лап та плужних леміхів на основі вібраційного зміцнення їх ріжучих елементів, що забезпечує підвищення роботоздатності ґрунтообробних машин.

Ключові слова: ресурс, інтенсивність зношування, метод відновлення, деформування, вібраційне зміцнення.

Дудников Анатолій Андреевич, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Беловод Александра Ивановна, кандидат технических наук, доцент, кафедра общетехнических дисциплин, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Пасюта Андрей Григорьевич, кандидат технических наук, директор, Государственное предприятие «Опытное хозяйство им. 9 Января», Полтавская обл., Украина.

Келемеш Антон Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Горбенко Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент, кафедра ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Дудніков Анатолій Андрійович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Біловод Олександра Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра загальнотехнічних дисциплін, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Пасюта Андрій Григорович, кандидат технічних наук, директор, Державне підприємство «Дослідне господарство ім. 9 Січня», Полтавська обл., Україна.

Келемеш Антон Олександрович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Горбенко Олександр Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Dudnikov Anatoly, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine.

Belovod Aleksandra, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine.

Pasuta Andriy, The State Enterprise «Pilot Farm 9th January», Poltava region, Ukraine.

Kelemesh Anton, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine.

Gorbenko Oleksandr, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine