

7. Бабичев, А. П. Отделочно-упрочняющая обработка деталей многоконтактным виброударным инструментом [Текст] / А. П. Бабичев. — Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2003. — 191 с.
8. Карташов, И. Н. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах [Текст] / И. Н. Карташов, М. Е. Шаинский, В. А. Власов, Б. П. Румянцев и др. — К.: Высшая школа, 1975. — 179 с.
9. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Наука, 1976. — 279 с.
10. Попов, С. П. Интенсификация процесса виброобразивной обработки за счет углов колебаний и поджатия рабочей среды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.02.08 / С. П. Попов. — Воронеж: ВГТУ, 1994. — 16 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ВІБРООБРОБКИ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ

У статті наведено результати експериментальних і теоретичних досліджень з визначення знімання металу з поверх-

хонь алюмінієвих зразків, а також виявлена залежність, що відображає вплив на продуктивність процесу віброобробки таких факторів, як: маса гранули і зразка, амплітуда коливань і частота коливань контейнера вібраційного верстата.

Ключові слова: знімання металу, залежність, метод найменших квадратів.

Шумакова Тетяна Александрівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра машиностроєння, станків і інструментів, Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Северодонецьк, Україна, e-mail: shumakovatatyana@yandex.ru.

Шумакова Тетяна Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра машинобудування, верстатів та інструментів, Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Северодонецьк, Україна.

Shumakova Tatyana, East Ukrainian National University Volodymyr Dahl, Severodonetsk, Ukraine, e-mail: shumakovatatyana@yandex.ru

УДК 621.43

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.34778

Пасюта А. Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В статье рассматриваются вопросы теоретических исследований изнашивания режущих элементов рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью разработки технологического процесса их упрочнения, обеспечивающего с одной стороны повышение их долговечности, а с другой — обеспечение качества обработки почвы. Приводится зависимость интенсивности износа по длине режущей кромки культиваторной лапы.

Ключевые слова: культиваторная лапа, деформирование, технологический процесс, абразивный износ, интенсивность износа.

1. Введение

Недостаточная надежность сельскохозяйственных машин вызывает значительные расходы запасных частей и, как следствие, повышение затрат на их эксплуатацию и ремонт.

Восстановление деталей позволяет ремонтным предприятиям сокращать время простоя, повышать качество технического обслуживания и ремонта, положительно влиять на улучшение показателей надежности и использование техники [1].

Экономическая сторона целесообразности проведения работ по восстановлению деталей заключается в снижении себестоимости ремонта за счет уменьшения расходов на новые запасные части и в сокращении производственных затрат при их эксплуатации.

Особый интерес представляют рабочие органы почвообрабатывающих машин, техническое состояние которых значительно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. При восстановлении указанных деталей необходимо улучшить геометрию опорных и посадочных мест, повышать твердость и износостойкость рабочих поверхностей, что может быть достигнуто разработкой

и применением прогрессивных технологий, позволяющих значительно повысить качественные показатели восстанавливаемых деталей сельскохозяйственных машин [2].

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки и применения эффективного метода обеспечения надежности почвообрабатывающих рабочих органов на основе полученных данных их изнашивания.

2. Анализ литературных данных

Одной из важнейших проблем сельскохозяйственного машиностроения является повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Существенная роль в обеспечении ресурса почвообрабатывающих машин отводится разработке и применению прогрессивных технологий, позволяющих значительно улучшить качественные показатели восстановленных стрелчатых лап культиваторов.

Вопросам повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин и повышения их надежности посвящены работы таких ученых, как: А. И. Бойко [3], П. М. Заико [4], М. И. Черновол,

А. А. Дудников [1], Д. Г. Войтюк [5], Т. И. Рыбак [6], А. С. Проников [7], В. Н. Ткачѳв [8], М. В. Сторожев [9], В. М. Черкас [10] и др.

Однако, многие вопросы обеспечения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин, в том числе исследования, требуют проведения дальнейших исследований.

3. Цель и задачи исследования

Цель данной работы состоит в повышении долговечности культиваторных лап.

Для решения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести исследования характера изнашивания культиваторных лап.
2. Раскрыть основные закономерности абразивного изнашивания режущих элементов стрелчатых лап.

4. Результаты исследования характера изнашивания культиваторных лап

Исследования, проведенные в работе [11] показывают, что существенным недостатком существующих стрелчатых лап с плоскостными деформаторами является некачественное рыхление почвы, поскольку их боковые грани действуют на рыхлительный пласт одновременно. Интенсификация такого воздействия за счет изнашивания режущих кромок лезвия лап, оказывает негативное влияние на энергетику процесса. Кроме этого, происходит разрушение биоактивных структур почвы до пылевидных, легко подвергающихся эрозии.

В этой связи представляет интерес проведения исследований изнашивания культиваторных лап, поскольку отсутствуют адекватные физико-математические модели абразивного изнашивания и формирования геометрии режущих элементов. Раскрытие основных закономерностей абразивного изнашивания режущих элементов и формирование оптимальной их геометрии является важной задачей в проблеме повышения ресурса почвообрабатывающих машин.

Автором работы [11] установлено, что процесс взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвенной абразивной средой при их перемещении характеризуется воздействием абразива почвы на клин с плоской рабочей поверхностью. Воздействие почвы на клин зависит от характера деформирования материала, параметров клина, физико-механических свойств и состояния почвы, скорости его перемещения.

При перемещении пласта почвы по клину в точке M на рабочую поверхность действуют силы: масса пласта Q , динамическое давление N и сила трения $F_{тр}$ (рис. 1).

Величину абразивного износа лапы по толщине I_h можно представить в виде функции от следующих факторов:

$$I_h = f(p, L, H_\mu, m, S), \quad (1)$$

где p — нормальное удельное динамическое давление почвы; L — путь трения; H_μ — твердость материала лапы; m — показатель изнашивающей способности абразива; S — площадь трения.

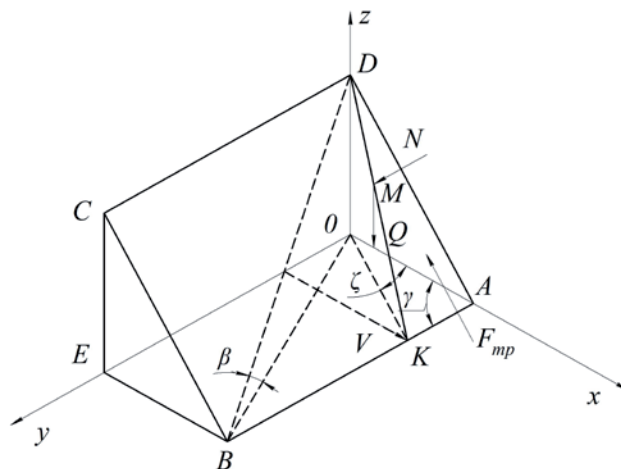


Рис. 1. Схема действия сил и направления движения частиц почвы по лезвию рабочего органа

Массу элемента почвы, находящегося на клине, можно определить по формуле:

$$Q = ablp, \quad (2)$$

где a , b — соответственно толщина и ширина элемента пласта; l — длина элемента пласта; g — ускорение свободного падения.

Проекция силы Q на направление нормали к поверхности клина равна:

$$Q = ablp \cos \xi, \quad (3)$$

где ξ — угол между полярной осью и радиусом кривизны режущей кромки (рис. 1); ρ — плотность почвы.

Сила трения может быть определена по следующей зависимости:

$$F_{тр} = fabp(V_{пер}^2 \sin \xi \sin \gamma + gl \cos \xi), \quad (4)$$

где $V_{пер}$ — поступательная скорость клина.

Анализ данного уравнения позволяет сделать вывод, что с увеличением угла ξ постановки рабочей поверхности подъем пласта усложняется, почва сильно деформируется и усложняется перед клином.

Можно предположить, что в этом случае будет повышаться нормальное давление почвы на клин, что будет способствовать снижению скорости относительного скольжения пласта по рабочей поверхности. При этом у клина образуются застойные зоны почвенных частиц, и величина изнашивания уменьшается.

Изнашивание режущих кромок лап культиваторов является необратимым процессом, определяемым разрушением почвы при выполнении работы. Величина и характер изнашивания определяются, прежде всего, закономерностями распределения напряжений на рабочих поверхностях культиваторной лапы.

Для обеспечения долговечности культиваторных лап, снижения величины их изнашивания необходимо снизить изнашивающую способность абразива и обеспечить

такие параметры лап, которые позволят снизить динамику их изнашивания [11].

Установлено, что наибольшая интенсивность изнашивания стрелчатых лап культиватора характерна для носка. По мере удаления от носка интенсивность износа режущей кромки лапы снижается.

Исходя из результатов экспериментальных исследований, лапы можно описать дифференциальным уравнением:

$$\frac{di}{dl} = -ki, \quad (5)$$

где i — интенсивность износа; k — коэффициент пропорциональности.

Величина коэффициента k зависит от физико-механических свойств материала деталей и почвы, а также эксплуатационных факторов: скорости движения агрегата, удельной нагрузки на рабочий орган и др.

С учетом указанных факторов, а также использования метода размерностей при составлении аналитических выражений [3] коэффициент пропорциональности приобретает вид:

$$k = \frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}}, \quad (6)$$

где H_μ и H_a — соответственно твердости материала лапы и абразива; X — эмпирическая постоянная, учитывающая оптимальные факторы; E_M — коэффициент упругости материала лапы; S — площадь рабочей поверхности лапы; p — удельная нагрузка почвы на лапу; T — наработка на одну лапу.

После интегрирования уравнения (5), как уравнения с разделяющимися переменными и с учетом соотношения (6) получаем:

$$\left. \begin{aligned} \frac{di}{dl} &= \frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}} dl \\ \int_0^l \frac{di}{i} &= \int_0^l \frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}} dl \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для данных условий абразивного износа имеем:

$$\ln i = -\frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}} \cdot l + \ln C. \quad (8)$$

Поскольку интенсивность износа лапы при $l=0$ равна $i=i_0$, то постоянная интегрирования будет равна:

$$\ln i_0 = -\frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}} \cdot l + \ln C; \quad C = C_0. \quad (9)$$

Учитывая выражения (8) и (9) после некоторых преобразований, получаем закономерность изменения интенсивности износа лапы по длине ее режущей кромки:

$$i = i_0 l^{-\frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}}}. \quad (10)$$

Зависимость интенсивности изнашивания по длине режущей кромки стрелчатой лапы для данных условий в определенный момент времени показана на рис. 2.

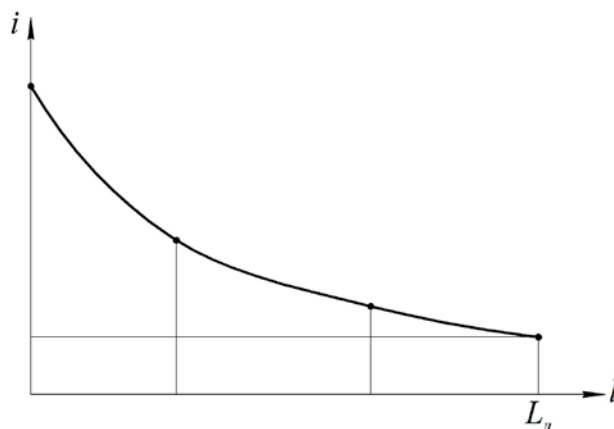


Рис. 2. Распределение интенсивности износа по длине лапы

Как видно из рис. 2 наибольший износ лапы имеет место в самом ее начале, т. е. в носке. По мере удаления от носка, интенсивность изнашивания снижается.

5. Обсуждение результатов исследования характера изнашивания культиваторных лап

Исследованиями установлено, что с увеличением угла между полярной осью и радиусом кривизны режущей кромки лапы усложняется путь пласта почвы. Почва сильно деформируется и уплотняется перед клином.

Это способствует снижению скорости оптимального скольжения пласта по рабочей поверхности и образованию застойных зон почвенных частиц, что вызывает снижение изнашиваемости поверхности лапы.

Было установлено, что наибольшая интенсивность изнашивания стрелчатых лап наблюдается для ее носка. По мере удаления от носка интенсивность изнашивания уменьшается.

Проведенные автором данной работы исследования позволяют разработать эффективный метод восстановления и упрочнения режущих элементов культиваторных лап и внедрить технологический процесс упрочнения при их изготовлении в промышленных условиях.

6. Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Величина износа носка новых лап в 1,5–1,65 раза больше, чем ширины захвата крыла.
2. Неравномерный износ лапы культиватора по длине можно объяснить неравномерным давлением почвы на элементы ее длины.
3. Исследованиями установлены следующие основные параметры стрелчатой лапы, определяющих интенсивность ее изнашивания: ширина захвата; расстояния

от первого отверстия до носка (длина носка); ширина крыла на конце лезвия режущего элемента; толщина режущей кромки.

4. Полученные данные исследований позволяет использовать их для разработки технологических операций, как в процессе восстановления культиваторных лап, так и при их изготовлении.

Литература

1. Дудніков, А. А. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств [Текст] / А. А. Дудніков, П. В. Писаренко, О. І. Біловод, І. А. Дудніков, О. П. Ківшик. — Вінниця: Наукова думка, 2011. — 400 с.
2. Білоус, Я. К. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі [Текст] / Я. К. Білоус. — К.: ННЦ «ІАЕ», 2007. — 215 с.
3. Бойко, А. І. Аналіз розподілу зусиль на різальні частини ґрунтообробного робочого органу [Текст] / А. І. Бойко, О. В. Балабуха. — Тернопіль: ТДТУ, 2000. — С. 78–82.
4. Бетень, Г. Ф. Нанесение износостойких покрытий при упрочнении и восстановлении почворежущих элементов наплавкой намерзанием [Текст] / Г. Ф. Бетень, Н. В. Кардаш, Н. А. Зайко и др. // Защитные покрытия на металлы. — 1990. — Вып. 24. — С. 94–97.
5. Войтюк, Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини [Текст] / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубовін, Т. Д. Іщенко та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. — К.: Вища освіта, 2004. — 542 с.
6. Рибак, Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин [Текст] / Т. І. Рибак. — Тернопіль: ВАТ «ТВПК», 2003. — 332 с.
7. Проников, А. С. Надежность машин [Текст] / А. С. Проников. — М.: Машиностроение, 1988. — 592 с.
8. Ткачев, В. Н. Индукционная наплавка твердых сплавов [Текст] / В. Н. Ткачев. — М.: Машиностроение, 1980. — 122 с.

9. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением [Текст] / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. — М.: Машиностроение, 1997. — 423 с.
10. Черкас, В. М. Автограф на землі. Фоторозповідь про життя і творчість Семена Свиридоновича Антонія [Текст] / В. М. Черкас. — Полтава: ТОВ «Симон», 2013. — 288 с.
11. Семчук, Г. И. Динамика изнашивания лап культиваторов [Текст] / Г. И. Семчук // Технологический аудит и резервы производства. — 2013. — № 6/5(14). — С. 27–28. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.urau.ua/tarp/article/view/19646/17293>

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ЗНОСУ РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТОБРОБНИХ МАШИН

У статті розглядаються питання теоретичних досліджень зношування ріжучих елементів робочих органів ґрунтообробних машин з метою розробки технологічного процесу їх зміцнення, що забезпечує з одного боку підвищення їх довговічності, а з іншого — забезпечення якості обробки ґрунту. Наводиться залежність інтенсивності зносу по довжині ріжучої кромки культиваторної лапи.

Ключові слова: культиваторна лапа, деформування, технологічний процес, абразивний знос, інтенсивність зносу.

*Пасюта Андрей Григорьевич, аспирант, кафедра ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина,
e-mail: anat_dudnikov@mail.ru.*

Пасюта Андрій Григорович, аспірант, кафедра ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

*Pasuta Andriy, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine,
e-mail: anat_dudnikov@mail.ru*