

УДК 631.312.021.3

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ЛЕМЕХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЛОТА

В.Н. БЛОХИН,

кандидат технических наук,

доцент,

А.М. СЛУЧЕВСКИЙ,

кандидат технических наук,

А.М. ГРИНЬ,

кандидат экономических наук,

Г.В. ОРЕХОВА,

кандидат сельскохозяйственных наук,

А.С. СМИРНОВ,

магистрант

ФГБОУ ВО «Брянский

государственный аграрный университет»

E-mail: sluch62@mail.ru

Обоснована теория применения выпуклого по форме долота для упрочнения и восстановления плужных лемехов.

Ключевые слова: рабочая поверхность; лемех; долото лемеха; износостойкость; прочность; восстановление.

Вспашка – одна из самых энергоемких операций обработки почвы. Движение почвы по рабочим поверхностям плугов происходит под действием значительных сил нормального давления и сил трения. В результате происходит интенсивный износ деталей, восстановление которых связано с дополнительными затратами [1–4].

Наиболее нагруженная деталь корпуса плуга – лемех. Многочис-

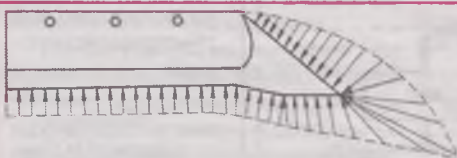


Рис. 2. Эпюра относительного износа в отдельных точках на лезвии лемеха

ленные испытания серийных отечественных плужных корпусов показывают, что средняя наработка на отказ лемехов П-702(ПНЧС) в зависимости от вида почв и их физического состояния колеблется от 5 до 20 га [5].

Проведенные нами исследования показали, что наиболее интенсивному износу подвергается носовая часть лемеха. На рис. 1 отчетливо видны износ носка лемеха и лучевидный износ его передней части. Механизм и характер износа лемехов исследован многими авторами [6–9]. Неравномерность износа поверхности происходит, в частности, вследствие разного давления и пути относительного перемещения частиц в различных зонах плоскости лемеха.

Установлено [5], что на всех почвах наибольшее давление испытывает носок лемеха, а давление грунта у пятки на 40–50 % меньше. Пятка лемеха движется ближе к стенке борозды, образованной предыдущим корпусом плуга, и

совершает полусвободное резание (рыхление) почвы при меньшем давлении. В то же время носок лемеха, и особенно нижняя часть долота, работают в условиях, приближенных к блокированному резанию, что приводит к большему давлению на их рабочую поверхность и более интенсивному износу.

При сравнении давления почвы и относительной величины износа

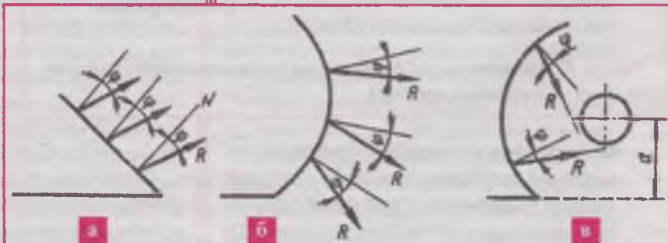


Рис. 3. Схема воздействия на почву элементарных сил со стороны рабочих поверхностей различной геометрической формы: а – плоская; б – выпуклая; в – вогнутая

в отдельных точках лемеха [5] установлено отсутствие прямой пропорциональности между ними. Наряду с этим нами получена эпюра износа в различных точках лемеха (рис. 2).



Рис. 1. Вид характерных износов лемеха: а – износ носка лемеха; б – лучевидный износ передней части лемеха

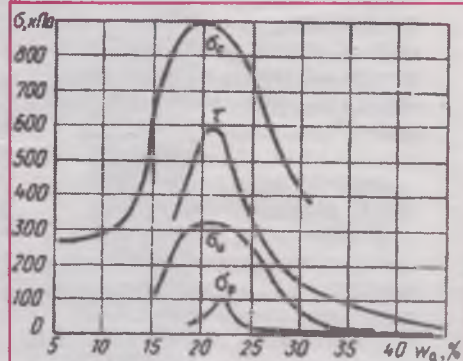


Рис. 4. Зависимость прочностных характеристик глинистой почвы от влажности W , (по данным А. Гарсия): σ_c – предел прочности на сжатие; σ_s – то же на изгиб; σ_r – то же на растяжение; τ – то же на сдвиг

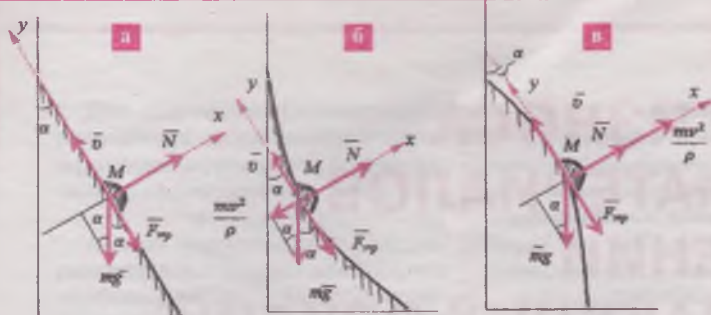


Рис. 5. Схема сил, действующих на частицу почвы при движении ее по наклонной плоскости (а), вогнутой (б) и выпуклой (в) поверхности

Такая же ситуация наблюдается и применительно к лемехам импортного производства.

Таким образом, до настоящего времени механизм взаимодействия почвы с лемехом и закономерность износа последнего всесторонне не исследованы.

Цель нашей работы – обоснование способа восстановления изношенного лемеха с использованием долота рациональной формы, обеспечивающей снижение давления почвы на него и уменьшение интенсивности износа.

Взаимодействие рабочих поверхностей различной геометрической формы с почвой описано в [10]. Рассмотрено направление элементарных сил давления на пласт со стороны поверхностей плоской, выпуклой и вогнутой формы (рис. 3). На основании направления сил делался вывод о том, что вогнутая поверхность предпочтительнее, так как позволяет сконцентрировать действие элементарных сил давления в ограниченной области пласта, что способствует интенсивному его крошению. Однако о величине этих сил, необходимой для разрушения пласта, ничего не говорится.

Данный вопрос, на наш взгляд, проясняет график прочностных характеристик почвы при различных видах воздействия (рис. 4).

Из рис. 4 видно, что предел прочности почвы на сжатие в девять раз выше, чем на растяжение. Сле-

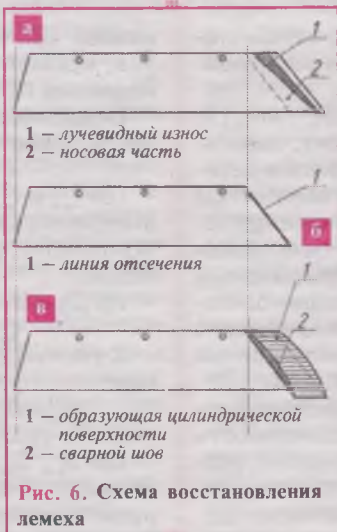


Рис. 6. Схема восстановления лемеха

ответствует выпуклой поверхности. С другой стороны, исследователи [9, 11] показывают, что геометрическая форма лемеха влияет на значение давления абразивной частицы, движущейся по ней.

Дифференциальное уравнение движения частицы вдоль оси Mx (рис. 5, а)

$$m\ddot{x} = \Sigma F_{ix} \quad \text{или} \quad m(dv/dt) = N - mgsin\alpha, \quad (1)$$

где m – масса частицы; N – сила реакции.



Рис. 7. Подготовка изношенного лемеха к восстановлению



Рис. 8. Вид экспериментального образца лемеха

Так как частица вдоль оси Mx не движется (рис. 5, а), то скорость $v_x=0$. Значит, из уравнения (1) имеем $N = mgsin\alpha$. (2)

Сила реакции (рис. 5, б) $N = mgsin\alpha + m(v^2/\rho)$, (3)

где v – скорость частицы, ρ – радиус кривизны.

Сила реакции (рис. 5, в) $N = mgsin\alpha - m(v^2/\rho)$. (4)

Сравнив уравнения (2), (3) и (4), отметим, что удельное давление почвы минимально в случае движения по выпуклой поверхности, а максимально – по вогнутой. Значит, и износ рабочих поверхностей, зависящий от удельного давления при прочих равных условиях, будет максимальным для вогнутой поверхности и минимальным – для выпуклой. Задача предложенной конструкции лемеха – повышение срока его службы. Это достигается отсечением изношенной носовой части 2 (рис. 6, а) лемеха по линии 1, параллельной полемовому обрезу лемеха (рис. 6, б), и приваривания к корпусу лемеха долота (рис. 6, в), выполненного из материала повышенной твердости и имеющего выпуклую цилиндрическую рабочую поверхность с радиусом кривизны $R=0,5$ м, у которой образующие цилиндрической поверхности 1 (рис. 6, в) параллельны режущей кромке лемеха.

По результатам исследования изношенный лемех восстановлен вышеописанным способом с получением опытного образца (рис. 7, 8).

Изношенная носовая часть лемеха была отсечена (рис. 7) и заменена на подготовленный фрагмент долота выпуклой формы из стали повышенной твердости.

Общий вид экспериментального образца представлен на рис. 8.

Результат такого технического приема – увеличение прочности, снижение интенсивности изнашивания и уменьшение вероятности образования лучевидного износа в носовой части лемеха [12].

Литература

1. Кисель, Ю.Е. Повышение износостойкости деталей машин композиционными электрохимическими покрытиями / Ю.Е. Кисель, Г.В. Гурьянов, П.Е. Кисель // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 10. – С. 39–42.

2. Лобачевский, Я.П. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа / Я.П. Лобачевский,

Окончание на стр. 33

Для сравнения достоверности полученных теоретических (прогнозируемых) результатов рассчитали коэффициент вариации

$$\mu = (L_{\text{теор}} - L_{\text{эксп}}) / L_{\text{теор}} \quad (5)$$

Анализ теоретических и экспериментальных данных показал, что наибольшая скорость абразивного износа при обработке песчаной почвы у закаленной стали 45. У лемешной стали Л65 и стали 65Г скорость износа соответственно 1,18 и 1,3, а у сплава Сормайт-2 – в два раза меньше, чем у стали 45. Наименьшая скорость износа зафиксирована у твердого сплава ВК10. Она в 6 раз меньше скорости абразивного износа стали 45. Таким образом, если при восстановлении лемеха из лемешной стали Л65 наплавить слой сплавом Сармайт-2, то расход лемехов уменьшится в 1,7 раза. Если наплавить изношенную поверхность твердым сплавом ВК10, то расход лемехов сократится примерно в 5,1 раза, что значительно снизит себестоимость полученной сельхозпродукции.

Самое меньшее значение коэффициента вариации, рассчитанного с использованием теоретических (прогнозируемых) и экспериментальных данных, получено для сплава Сормайт-2 ($\mu=4,9\%$), а наибольшее для твердого сплава ВК10 ($\mu=14,2\%$). Такое повышение значения μ можно объяснить тем, что при увеличении твердости материала усложняется процесс получения достоверных механических свойств при его испытании, что соответственно определяет снижение точности полученных результатов.

Предложенная методика, использующая механические свойства и термодинамические параметры материалов, а также теоретическую зависимость для определения их относительной абразивной износостойкости, позволяет прогнозировать (рассчитывать) скорость износа (долговечность) почвообрабатывающих орудий без проведения длительных экспериментальных исследований, что дает возможность значительно снизить материальные и финансовые затраты при выборе материала восстановления при их ремонте.

Литература

1. Михальченков, А.М. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсионно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы / А.М. Михальченков, Р.Ю. Соловьев, Я.Ю. Бирюлина // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 3. – С. 49–51.
2. Кисель, Ю.Е. Повышение износостойкости деталей машин композиционными электрохимическими покрытиями / Ю.Е. Кисель, Г.В. Гурьянов, П.Е. Кисель // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 10. – С. 39–42.
3. Лобачевский, Я.П. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа / Я.П. Лобачевский, С.И. Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 5. – С. 10–13.
4. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. / М.М. Севернев, Г.П. Каплунов, В.А. Короткевич. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
5. Коршунов, В.Я. Прогнозирование относительной абразивной износостойкости деталей / В.Я. Коршунов // Сельский механизатор. – 2016. – № 10. – С. 32–34.
6. Хрущов, М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. – М.: Наука, 1970. – 480 с.
7. Коршунов, В.Я. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей на основе прогнозирования рациональных структурно-энергетических параметров материала и технологических условий механической обработки: дис. ... д-ра техн. наук / В.Я. Коршунов. – Саратов: СГТУ, 2006. – 485 с.
8. Коршунов, В.Я. Оценка энергетической эффективности способов восстановления шеек коленчатых валов при ремонте двигателей / В.Я. Коршунов, Д.А. Новиков // Вестник Брянского ГТУ. – 2015. – № 1. – С. 25–27.
9. Коршунов, В.Я. Прогнозирование износостойкости и усталостной прочности деталей сельхозмашин на основе кинетического подхода к процессу разрушения металлов / В.Я. Коршунов, Д.А. Новиков // Вестник Брянской ГСХА. – 2013. – № 2. – С. 33–36.
10. Коршунов, В.Я. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственных машин при абразивном трении / В.Я. Коршунов, В.С. Комаров // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2010. – № 2. – С. 137–139.

A method for calculating the rate of wear of surfaced materials, which are used in the restoration of worn-out tillage tools, has been Developed. The method is based on the use of the theoretically determined value of the relative abrasive wear resistance of materials and their mechanical and thermodynamic properties.

Keywords: energy; relative wear resistance; abrasive friction; wear.

Окончание. Начало на стр. 30–31

С.И. Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 5. – С. 10–13.

3. Зайченко, Ю.А. Восстановление изношенного лемеха / Ю.А. Зайченко [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 2. – С. 37.

4. Филин, Ю.И. Эпоксидный композит для повышения ресурса термоупрочненных лемехов / Ю.И. Филин // Сельский механизатор. – 2017. – № 5. – С. 36.

5. Новиков, В.С. Упрочнение рабочих лемехов почвообрабатывающих машин: монография / В.С. Новиков. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ имени Горячкина, 2013. – 112 с.

6. Блохин, В.Н. Теоретическое исследование процесса износа армированных отвально-лемешных поверхностей / В.Н. Блохин, С.Н. Прудников, Л.А. // Вестник Брянской ГСХА. – 2015. – № 2. – С. 23–25.

7. Михальченков, А.М. Износ цельнометаллических и составных лемехов / А.М. Михальченков, И.В. Козарез, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 7. – С. 39–43.

8. Михальченков, А.М. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсионно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы / А.М. Михальченков, Р.Ю. Соловьев, Я.Ю. Бирюлина // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 3. – С. 49–51.

9. Козарез, И.В. Техника определения износа восстановленных и упрочненных наплавочным армированием отвалов в области наиболее вероятного изнашивания / И.В. Козарез, С.Н. Прудников, Г.В. Орехова // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 3 (55). – С. 55–60.

10. Кленин, Н.И., Сакун, В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 751 с.

11. Блохин, В.Н. Исследование износа рабочей поверхности лемеха от удельного давления и скорости движения абразивной частицы почвы / В.Н. Блохин, Ф.Н. Котиков, А.М. Случевский // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 2 (54). – С. 93–97.

12. Пат. 169788 РФ МПК А01В 15/04. Лемех плужного корпуса повышенной твердости, прочности и износостойкости / В.Н. Блохин, М.Н. Ерохин, А.М. Случевский, Г.В. Орехова. – Опубл. 03.04.2017, Бюл. № 10.

Grounded theory of the use of the convex form by lot for hardening and recovery of plough shares.

Keywords: working surface; a ploughshare; a chisel ploughshare; wear resistance; strength; recovery.