

Геометрические параметры лучевидного износа лемехов

Д-р техн. наук А. М. МИХАЛЬЧЕНКОВ, канд-ты техн. наук А. П. КОВАЛЕВ (МГУПС, Брянский ф-л МИИТ), И. В. КОЗАРЕЗ (Брянская ГСХА, cit@bgsha.com)

Аннотация. Показано, что лучевидная форма износа определяется всерной траекторией движения почвенной среды, а глубина и ширина — одновременным изменением движения и абразивности грунта при перемещении от нижней части лемеха к верхней. Геометрия данного вида износа и его расположение относительно основных параметров лемеха позволяют рационально подойти к разработке технологий армирования для повышения износостойкости.

Ключевые слова: плужный лемех, лучевидная форма износа, армирование, абразивность почвы, абразивное изнашивание, статистический анализ, давление почвы.

Лучевидный износ носка лемехов, как отмечает ряд исследователей, — самый распространенный дефект (до 84 % деталей, поступающих на восстановление), приобретаемый при вспашке почв Нечерноземной зоны РФ, которые в основном представлены суглинками и супесями [1, 2]. Потери металла в этой области могут способствовать снижению прочности носка лемеха, повышая его склонность к появлению изгибов и разрушений. Кроме того, необходимо учитывать, что остаточная толщина носка в области лучевидного износа не должна превышать 2 мм, так как в противном случае возникают технологические сложности при заправке износа с такой малой толщиной металла детали [3].

Таким образом, из-за лучевидного износа нарушается агротехника, образуются изгибы, трещины и сквозные протираания, что ограничивает ремонтпригодность лемехов. Совокупность отмеченных факторов снижает суммарный ресурс лемеха.

Многочисленные исследования, связанные с анализом износов, как правило, сводятся к изучению изменения размеров носка, ширины, иногда толщины лемеха [4]. Недостаточное число публикаций по статистическо-

му анализу геометрии лучевидного износа (либо они носят поверхностный характер) затрудняет объяснение причины его возникновения и не способствует разработке рациональных технологий восстановления. В связи с этим в представленных исследованиях рассмотрены особенности геометрии и сделана попытка объяснить причины появления такой формы износа.

С помощью микрометража проведен подробный статистический анализ износов и определены геометрические параметры партии изношенных лемехов. В качестве основных оценочных параметров приняты ширина l_i и глубина d_i лучевидного износа по сечениям I, II, III на расстоянии 30, 60 и 95 мм от верхней стыковочной плоскости (рис. 1).

Ранее было установлено: образование лучевидного износа с сохранением геометрии носка наблюдается у 30 % изделий, что указывает на их высокую ремонтпригодность. Следует отметить, что достаточно часто при сохранении геометрии носка и других размеров, обусловленных техническими условиями, лучевидный износ сопровождается сквозным протираанием. При этом количество лемехов с таким дефектом составляет около 16,3 %.

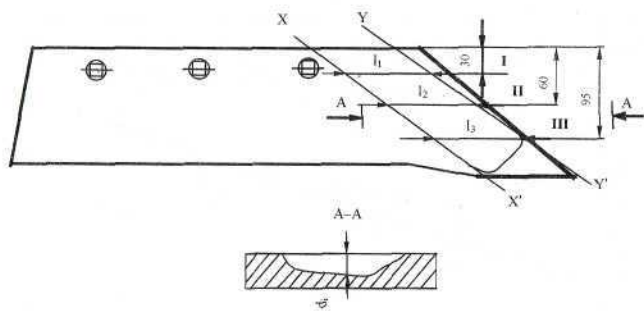


Рис. 1. Схема измерения лучевидного износа:

I, II, III — плоскости замеров; $X'-X, Y'-Y$ — границы дефекта; l_i — ширина лучевидного износа; d_i — глубина лучевидного износа

В рассматриваемой группе 3,4 % деталей сочетают в себе три особенности: сохранение остроты носка, выход износа на полевой обрез и сквозное протирание.

Лучевидный износ в области носка исследовали на выборке объемом 36 шт. из партии деталей в состоянии поставки, отказавших после вспашки 8—18 га супесчаных и легких суглинистых почва и сохранивших допустимые геометрические размеры. Наиболее объективен для этих целей метод совмещения контуров поперечных сечений в сочетании с микрометром, сущность которого состоит в наложении шаблона (имитатор неизношенного лемеха) на эксплуатировавшийся лемех и фиксировании изменений геометрических размеров.

Считается [5], что средний угол α наклона лучевидного износа от носка к верхней стыковочной плоскости составляет примерно 50—55°. Однако тогда исследователи не учитывали лемеха, лучевидный износ которых выходит на полевой обрез. Они использовали лишь лемеха, эксплуатировавшиеся только на песчаных и супесчаных почвах, что снижало точность эксперимента.

В то же время при сохранении остроты носка у 7 % и при ее утрате у 12 % деталей верхняя граница дефекта

выходит на полевой обрез (т. е. угол наклона лучевидного износа отличается от ранее установленного и составляет около 35°). Такой разброс, вероятно, возникает из-за особенностей механического строения почвы, ее физических свойств (влажность, плотность), что следует учитывать при разработке технологий упрочнения и восстановления лемеха применительно к типам почв.

В результате статистического анализа данных для соответствующих сечений (рис. 2, 3) получен ряд оценочных параметров (см. таблицу). Определенный интерес представляет рассмотрение разбросов измеренных геометрических параметров, оцениваемых коэффициентом вариации v как косвенной характеристики протекания процессов в период вспашки в области контакта лемеха с почвой. Для ширины лучевидного износа $v = 0,27...0,31$, что указывает на однородность и незначительное рассеивание экспериментальных данных, а также достаточную стабильность указанного параметра для этих типов почв (т. е. существенных — аномальных — отклонений по изнашиванию не наблюдается).

Ширина лучевидного износа ($v < 0,33$) распределена по нормальному закону и увеличивается в верхней части лемеха. Это обстоятельство можно объяснить тем, что твердость нижней части носка выше, чем верхней, а также "верным" перемещением почвенной массы [6]. Кроме того, из-за крошения (измельчения) почвы при ее движении по рабочей поверхности возрастают количество абразивных частиц и их влияние на изнашивание. Наиболее часто встречаются $l_1 = 43...52$ мм, $l_2 = 38...47$ мм, $l_3 = 38...46$ мм с вероятностью появления $P = 25...33$ % (рис. 2).

Коэффициент вариации глубины лучевидного износа ($v = 0,39...0,41$) несколько выше аналогичного показателя для l_i , что свидетельствует о некоторой неустойчивости изнашивания по глубине. Распределение параметров d_i приближено к распределению Вейбулла—Гнеденко, — $v > 0,33$. Наиболее вероятные значе-

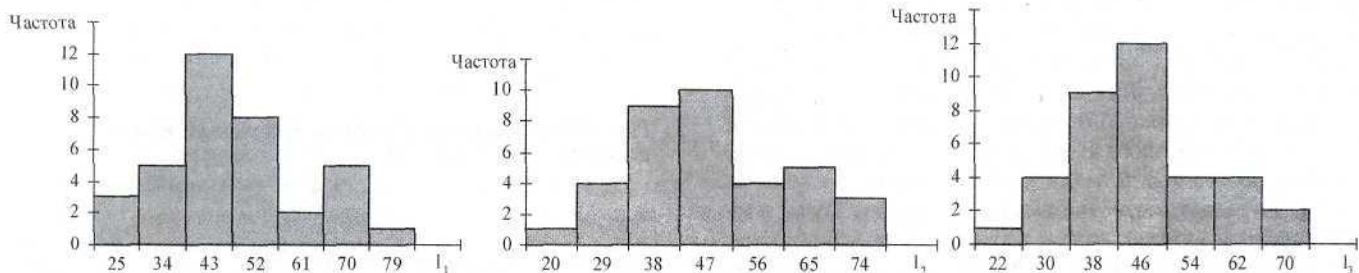


Рис. 2. Распределение ширины лучевидного износа

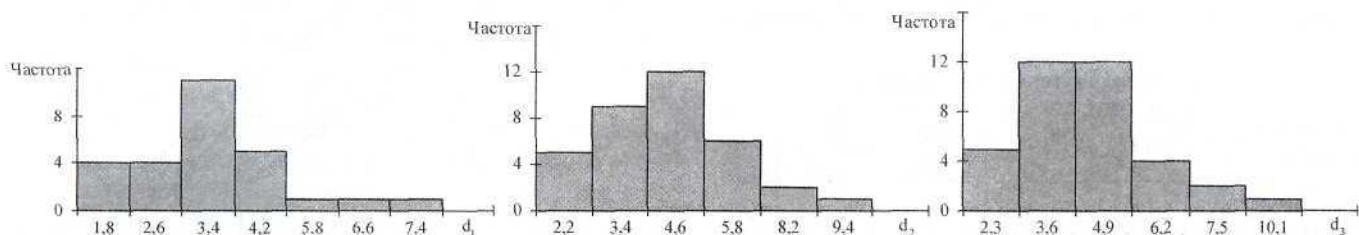


Рис. 3. Распределение глубины лучевидного износа

ния: $d_1 = 3,4$ мм; $d_2 = 3,4...4,6$ мм; $d_3 = 3,6...4,9$ мм при $P = 27...33$ % (см. рис. 3).

Глубина износа, измеренная по образующей, изменяется незначительно (в пределах ошибки). Это объясняется тем, что изнашивающая способность почвы в нижней части носка из-за ее комковатости невелика, но давление почвенного пласта в этой области максимально. В свою очередь, воздействие почвы как абразивного материала в верхней области велико, однако давление ее в этом случае сравнительно невысокое, в результате чего глубина износа фактически остается постоянной (тем не менее, отмечается тенденция некоторого роста этого показателя к верхней части носка).

Как известно, абразивное изнашивание — весьма сложный постоянно дискутируемый процесс, что связано в первую очередь с многообразием явлений, присутствующих такого рода изнашиванию. Необходимо накопить и осмыслить экспериментальные данные по этому вопросу.

В процессе образования лучевидного износа установлена прямо пропорциональная связь между его глубиной и шириной (рис. 4). Причем в плоскости, находящейся в верхней части износа, она близка к функциональной (коэффициент корреляции $R = 0,81$), что указывает на общность протекания изнашивания в направлении как вертикальном, так и горизонтальном. В нижней области носка $R = 0,67$, что указывает на не установившийся до конца процесс изнашивания. По-видимому, это связано с относительно невысокой абразивностью среды вследствие ее значительной комковатости.

Геометрические параметры лучевидного износа лемеха зависят от типа почвы, ее влажности, твердости, плотности, скорости абразивных частиц (определяется скоростью МТА), технологии изготовления и правил эксплуатации. Указанные явления непостоянны во времени и обуславливают случайный характер расположения износа на носовой части лемеха относительно как подрезающей нижней части, так и полевого обреза. (Характеристикой расположения относительно указанных частей лемеха может служить усредненный угол наклона образующей, проведенной из острой части носка). Естественно, они оказывают влияние на разработку технологий упрочнения и восстановления лемехов. При этом необходимо иметь четкие представления о геометрии и размерах износа (особенно в горизонтальной плоскости).

С этой целью построена модель лучевидного износа по его максимальным геометрическим размерам (рис. 5). Особенно важно знать максимальную ширину "луча" и его усредненный угол наклона к верхней плоскости, так как эти параметры позволяют, например, оптимизировать упрочняющее воздействие для различного вида армирования, получившего в последнее время широкое распространение. Линии армирования должны располагаться перпендикулярно перемещению грунта, обеспечивая

Результаты статистического анализа

Номер сечения	l_{\max}/l_{\min}	$l_{\text{ср}}$	σ	ν	d_{\max}/d_{\min}	$d_{\text{ср}}$	σ	ν
I	76/21	43,39	13,55	0,31	7,2/1,5	3,66	1,5	0,41
II	74/20	44,58	13,64	0,31	9,3/1,7	4,08	1,7	0,42
III	69/18	42,67	11,48	0,27	9,6/1,5	3,95	1,56	0,39

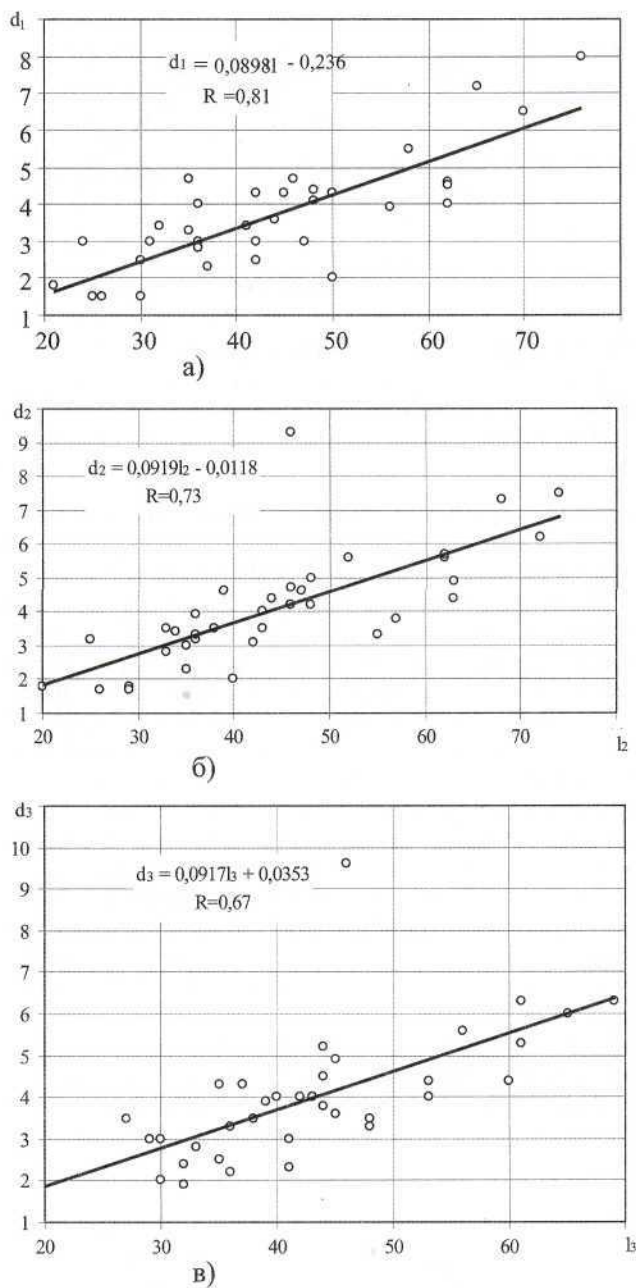


Рис. 4. Связь ширины и глубины лучевидного износа по сечениям I (а), II (б) и III (в)

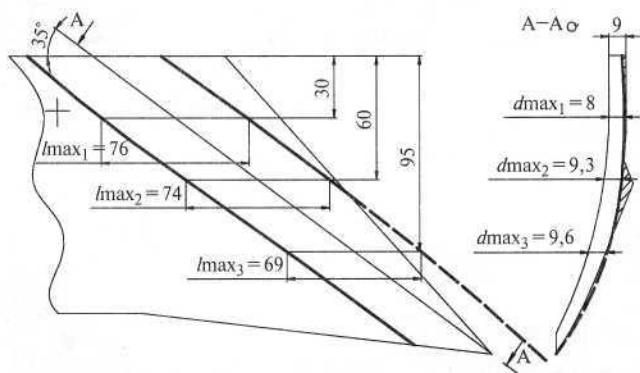


Рис. 5. Форма лучевидного износа, полученная в результате статистической обработки экспериментальных данных (построено по максимальным значениям)

наибольший эффект по износостойкости. Направление движения грунта примерно соответствует линии, проведенной по среднему углу. Длина же образующих армирования определяется максимальной шириной износа.

Выводы

Образование лучевидной формы износа связано с "веерным" перемещением почвы, а постоянство глубины износа по всей длине образующей объясняется одновременным влиянием давления почвы и изменением ее абразивности.

Выбор пространственного расположения линий армирования и их длины зависит от геометрии и расположения лучевидного износа.

Геометрическая модель, построенная для лемехов, эксплуатировавшихся на почвах Нечерноземья России, позволяет рационально подойти к выбору упрочняющей технологии армирования.

Список литературы

1. **Воробьев Г. Т.** Почвы Брянской области. — Брянск: Грани, 1993.
2. **Каплун Г. П.** Исследование влияния свойств почв на долговечность деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин. — Мн: Изд-во Академии сельскохозяйственных наук БССР, 1960.
3. **О критериях** предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах Юго-Западного региона России / А. М. Михальченков и др. // Достижения науки и техники в АПК. — 2008, № 1.
4. **Износ** лемехов и показатели пахоты / А. Ф. Пронин и др. // Техника в сельском хозяйстве. — 1977, № 4.
5. **Повышение** износостойкости плужных лемехов нанесением упрочняющих валиков в области наибольшего износа / А. М. Михальченков и др. // Ремонт, восстановление, модернизация. — 2007, № 9.
6. **Мударисов С. Г.** Моделирование процесса взаимодействия рабочих органов с почвой // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2005, № 7.