

К ОБОСНОВАНИЮ УПРОЧНЯЮЩЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕМЕХОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

А.М. МИХАЛЬЧЕНКОВ, доктор технических наук, профессор (e-mail: mihalchenkov.alexandr@mail.ru),
И.В. КОЗАРЕЗ, кандидат технических наук, доцент

Г.В. ОРЕХОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель

А.А. НОВИКОВ, аспирант

Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, пос. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация

Резюме. Основные дефекты плужных лемехов – лучевидный износ и утрата нормированных размеров заглубляющей части. Их устранение рекомендуется проводить заменой изношенной области на новую путем приваривания долота, термоупрочненного на твердость не менее 45 HRC, которое изготавливают из снятых с эксплуатации рессорных листов. Поэтому цель работы заключается в оптимизации подбора листов рессор различных транспортных средств, исходя из их ширины и толщины, в привязке к размерам долотообразной части, и с учетом максимальной ширины лучевидного износа; а также проведении анализа твердости листов рессор с точки зрения возможности их использования в качестве износостойкого материала. Для решения поставленных задач проводил микрометраж выбракованных лемехов на предмет определения износов и анализировали размеры рессорных листов отечественных автомобилей и других транспортных средств. Контроль твердости осуществляли методом Роквелла. В результате проведенной работы обоснована рациональность применения выбракованных листов рессор в качестве материала долот при восстановлении лемехов методом их приваривания; определены марки технических средств (УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ), рессоры которых могут быть использованы в технологии по своим размерным параметрам. Твердость применяемых листов находится в границах 44-48 HRC, что в 2 раза превышает величину этого показателя у лемехов отечественного производства. Применение рессорных пластин в качестве вторичного сырья позволяет максимально упростить технологический процесс восстановления и его себестоимость, а также увеличить ресурс детали в 1,8-2 раза.

Ключевые слова: лемеха, упрочняющее восстановление, вторичное сырье, рессорные листы, твердость, износ, долота, себестоимость, ресурс, размерные параметры.

Для цитирования: К обоснованию упрочняющего восстановления отечественных лемехов с применением вторичного сырья / А.М. Михальченков, И.В. Козарез, Г.В. Орехова, А.А. Новиков // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №7. С. 105-108.

Цельнометаллические плужные лемеха отечественного исполнения при обработке супесчаных и суглинистых почв, в большинстве случаев, снимаются с эксплуатации из-за образования лучевидного износа долотообразной области и затупления заглубляющей части – 84% и около 30% соответственно [1]. Высокая интенсивность зарождения и развития таких приобретаемых пороков снижает ресурс деталей, до 3-7 га, что, прежде всего, обусловлено высокой изнашивающей способностью этих типов почв и сравнительно низкими свойствами (по износостойкости) материала лемехов [2]. В то же время остальные размеры дефектных лемехов остаются в допустимых пределах.

Один из методов увеличения долговечности –

замена предельно износившегося долота на новое путем его приваривания встык после удаления непригодной области [3]. Причем, наряду с возобновлением ресурса, в этом случае, имеется возможность значительного его увеличения путем повышения износостойкости реставрированной зоны.

Ремонтное долото изготавливают из наиболее применяемых марок сталей 60С2 и 50ХГ путем вырезания его из листов рессор, снятых с эксплуатации по причине потери жесткости, но имеющих достаточно высокую твердость (до 45 HRC). Такой подход позволяет избежать упрочняющих операций, упрощая тем самым технологический процесс восстановления и в значительной степени снижая экономические издержки на его реализацию.

Нельзя исключать из внимания и возможность восстановления лемехов другими способами, адаптированными к специфике формы изношенной поверхности.

Между тем, изготовление долот носит не системный характер и осуществляется без учета размерных факторов износов выбракованных лемехов и твердости исходного материала. Отсутствует согласование размеров долотообразной части, параметров лучевидного износа и остаточной толщины лемеха с нормативными габаритами рессорных пластин. В то же время этот фактор заставляет обращать на себя внимание с точки зрения оптимизации технологии, снижения трудозатрат, повышения производительности и обеспечения нормированных геометрических параметров восстановленной детали. В свою очередь, значение твердости будет определяющим фактором в обеспечении ресурса реставрированного лемеха.

Для реализации технологии необходимо определить рациональные параметры геометрии привариваемых элементов, вырезанных из рессорных листов с учетом размеров долота, лучевидного износа и толщины ремонтируемого лемеха. Износ заглубляющей части, в этом случае, в расчет можно не принимать, так как он не определяет технологический процесс. Одновременно следует учитывать форму профиля используемого рессорного листа. Так, наличие трапециевидного сечения позволяет исключить заточку полевого обреза.

Цель нашего исследования заключается в оптимизации подбора листов рессор различных транспортных средств, исходя из их ширины и толщины, в привязке к размерам долотообразной части и с учетом максимальной ширины лучевидного износа; а также в проведении анализа твердости листов рессор с точки зрения возможности их использования в качестве износостойкого материала.

Условия, материалы и методы. Для достижения первой цели осуществляли микрометраж лучевидного износа и анализировали размеры листов отечественных марок автомобилей и прицепов.

Контроль ширины лучевидного износа проводили на 200 лемехах, эксплуатировавшихся на почвах различного гранулометрического состава юго-запада

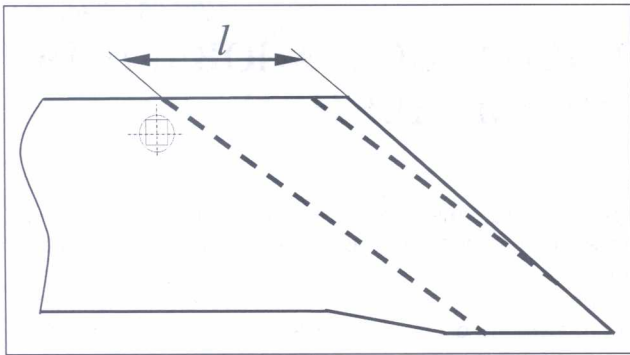


Рис. 1. Схема измерения (l) максимального расстояния от полевого обреза до видимого края лучевидного износа.

Нечерноземья России, что позволило получить достоверную информацию обобщающего характера. В качестве оценочного критерия принимали расстояние от полевого обреза до линии верхней границы дефекта, измеряемое в плоскости спинки лемеха (l), так как на этом участке l достигает максимальных величин (рис. 1).

При проведении эксперимента по изучению твердости из различных участков листа рессор автомобилей серии ЗИЛ и ГАЗ, утративших свои упругие свойства, изготовленных из сталей марок 60С2 и 50ХГ соответственно, вырезали по 10 образцов (темплетов) одинакового размера (рис. 2) по всей длине листа. Длина темплетов составляла 75 мм, ширина – 42 мм, высота – 8 мм, такие размеры были приближены к эталонным образцам для проверки точности работы твердомера Роквелла.

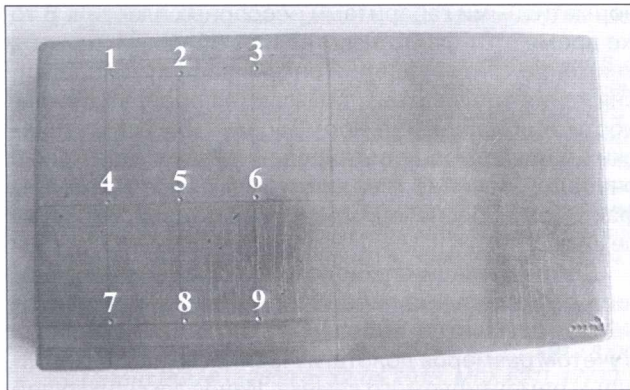


Рис. 2. Схема нанесения отпечатков на образцы рессорных листов.

Твердость образцов контролировали методом Роквелла по шкале «С» после необходимой подготовки поверхностей. Всего было измерено 180 отпечатков (9 измерений на темплет), что обеспечило возможность получения результатов высокой достоверности.

Аналогичные эксперименты проводили на темплетях, вырезанных из лемеха (сталь Л53) плуга, прошедшего эксплуатацию. Было изготовлено 12 образцов. Количество наносимых отпечатков на отдельном образце в этом случае составило 6 шт. из-за большого их числа и меньших размеров. Число темплетов определяли исходя из максимально возможного охвата площади лемеха.

Для определения возможности использования рессорных листов в качестве материала долот, с точки зрения их твердости и стойкости к абразивному изнашиванию необходимо было выявить следующие факторы:

средняя величина HRC выбракованного листа, измеренная по всей его длине, а также расхождение между HRC деталей в состоянии поставки и выбракованных;

стабильности показаний твердости по длине листа;

рассеяние значений в твердости относительно места измерения;

сравнительная твердость материала лемеха и изготовленного долота.

Натурные испытания восстановленных цельнометаллических лемехов отечественного производства проводили в осенний период при вспашке легких суглинистых почв. Для сравнения в этих же условиях использовали лемехи компании «Фогель и Ноот».

Обработку данных осуществляли методом математической статистики с применением компьютерных технологий.

Результаты и обсуждения. Измерения показали, что около 30% дефектных лемехов имеют лучевидный износ, но сохраняют допустимые размеры, установленные техническими условиями, и с этой точки зрения, остаются пригодными к эксплуатации. Следует отметить, что лемеха входящие в эту группу не могут быть восстановлены методом компенсирующих элементов из-за чрезмерно высокого расстояния от полевого обреза до края луча, так как предельно изношенная область распространяется на крепежное отверстие ($l = 118,6$ мм [1]). В этом случае применение метода приваривания долота приведет к его ликвидации, что заставляет использовать двухслойную наплавку.

Нельзя обойти вниманием тот факт, что достаточно часто при сохранении размеров носка лучевидный износ сопровождается сквозным протиранием, развитие которого можно объяснить не только объективными причинами, но и грубым нарушением правил эксплуатации. Восстановление в этом случае сопряжено с дополнительными трудностями технологического характера.

Микрометраж по размеру l (рис. 1) для деталей с нарушением геометрии носка, а это 70% от общего числа дефектов, позволил установить, что максимальное расстояние от кромки луча до полевого обреза составляет 76 мм, минимальное – 21 мм, разность между ними – до 55 мм.

Согласно статистическому анализу, наиболее вероятно (P_i) появление l в диапазоне 50-60 мм (рис. 3). Краевые значения $l = 25$ мм и $l = 75$ мм образуются с P_i около 0,07 и 0,08 соответственно.

Таким образом, при разработке технологии и проведения восстановления лемеха с использованием вторичного сырья – листов рессор, следует учитывать

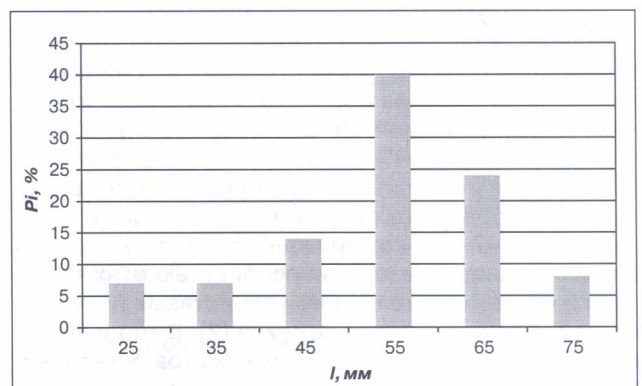


Рис. 3. Гистограмма распределения размера l .

Таблица 1. Геометрические характеристики листов рессор различных технических средств

Автомобиль	Профиль	Сечение, мм	
		толщина (t)	ширина (h)
УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ	полосовой	7; 6	55
		8; 11; 10	75
		6,5	55
УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ	трапецевидный	7; 10	65
		8; 10	75

ширину лучевидного износа равную 25-75 мм, что влияет на подбор листов для изготовления компенсирующих элементов.

деформационных процессов в период эксплуатации либо с несоблюдением технологических параметров при изготовлении.

Таблица 2. Термообработка и твердость листов рессор

Марка стали	Термообработка (режим)			Твердость HRC
	температура нагрева при закалке и нормализации, °С	охлаждающая среда	температура отпуска, °С	
50ХГА, 50ХГ	840-870	масло	450-480	41-43
60С2	840-870	вода, масло	400-510	43-50
60С2ХГ	850-880	масло	550	39-43
60С2А	840-870	вода, масло	400-425	40-49

Диапазон размеров рессорных листов по ширине (h) составляет 55-75 мм (табл. 1). Это свидетельствует о пригодности большинства из них для применения при восстановлении лемехов. Так, листы с h равной 55 мм могут быть использованы для восстановления 68% лемехов, h = 65 мм – 92%, а листы с h = 75 мм пригодны для реставрации 100% предельно изношенных деталей. В эту размерную группу не укладывается ряд листов автомобилей КамАЗ и МАЗ, так как их h достигает 100 мм и более.

Толщина рессор (t) находится в пределах 6-11 мм. Учитывая, что толщина лемеха в состоянии поставки составляет 8-10 мм, а минимально допустимая 5 мм, то t используемых рессорных листов должно находиться примерно в таких же пределах. По этому параметру пригодны (с некоторым допуском) рессоры автомобилей УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ.

Для проверки жесткости конструкции в период проведения испытаний опробовали вариант, когда к остову изношенного до 5 мм лемеха приваривали долото толщиной 7 мм. Результат оказался положительным, то есть увеличение толщины долота, в сравнении с остовом, каких-либо отрицательных воздействий на восстановленную деталь не оказывает (она заметно не деформируется и не разрушается).

Отдельно следует отметить, что применение листов с Т-образным профилем возможно, но требует дополнительных операций по устранению подобной формы, путем заточки либо заглавления.

Известно, что листы подвергаются термической обработке, состоящей в закалке, с температур 870-880 °С, охлаждения в масле и последующего среднего отпуска от температуры 400-550 °С на твердость 39-50 HRC (табл. 2) [4], которая способна обеспечить сравнительно высокую абразивную стойкость.

Эксперименты позволили установить, что средние величины твердости образцов из стали 60С2 (44,8 HRC) превышают твердость темплетов из лемешной стали Л53 в 2,1 раза, из стали 50ХГ (48,2 HRC) – в 2,3 раза (табл. 3), и они способны в значительной мере противостоять абразивному изнашиванию. При этом величины HRC для листов из стали 60С2 укладываются в диапазон, установленный техническими условиями (см. табл. 2 и 3), а твердость стали 50ХГ даже выросла, что, по-видимому, связано с влиянием

Минимальные и максимальные значения твердости для 60С2 и 50ХГ различаются всего лишь на 4 единицы (см. табл. 3), что указывает на незначительное расхождение HRC по длине листа. Поэтому, следует полагать, что весь объем материала пригоден для изготовления долот.

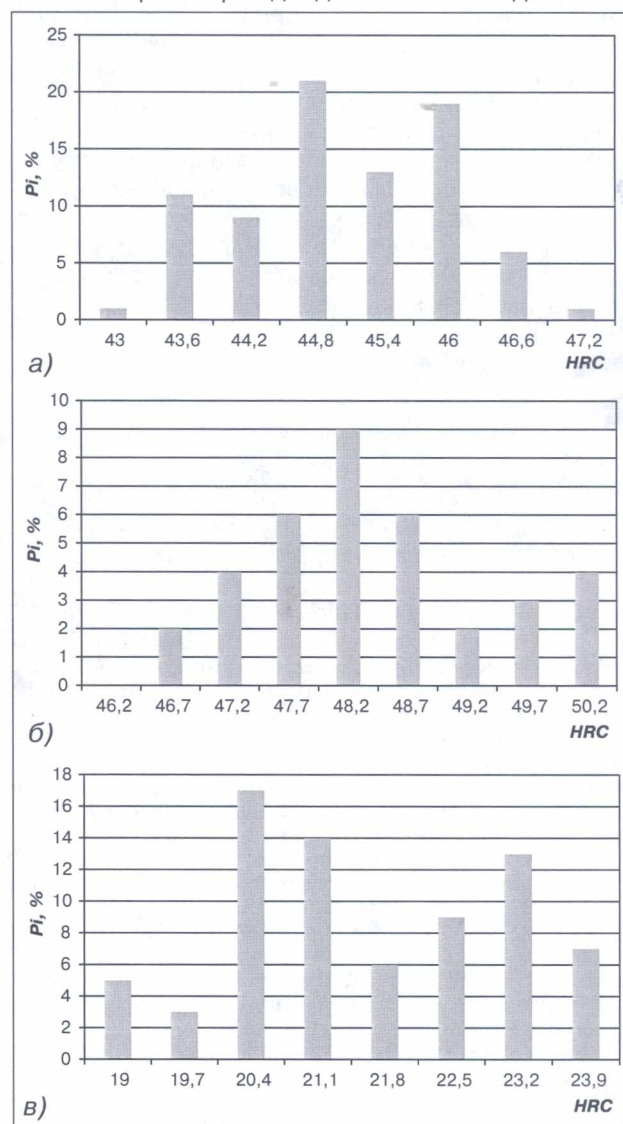


Рис. 4. Гистограммы распределения значений твердости: а – сталь 60С2; б – сталь 50ХГ; в – сталь Л53.

Таблица 3. Статистические показатели результатов измерений

Показатель	Значение		
	сталь 60С2	сталь 50ХГ	сталь Л53
Среднее HRC	44,8	48,2	21,2
Стандартное отклонение, σ	0,92	0,98	1,42
Минимум	43	46,3	19
Максимум	47	50	23,9
Коэффициент вариации, V	0,02	0,02	0,06

Коэффициент вариации V полученных значений для изучаемых рессорных сталей составил 0,02, а для Л52 – 0,06 (табл. 3), что свидетельствует о незначительном рассеянии опытных данных и высокой стабильности механических свойств этих материалов по всему объему.

Из рассмотрения гистограмм распределения (рис. 4, а, б) следует, что наиболее вероятные значения твердости термообработанной стали 60С2 находятся в пределах 44,8-46 HRC, стали 50ХГ – 47,7-48,7 HRC. Для стали 60С2 вероятность попадания в выборку образцов с твердостью ниже 44 HRC не превышает 13% от общего количества испытуемых, для 50ХГ минимальный порог твердости составляет 46,7 HRC. Для лемешной стали наиболее вероятны значения твердости 20,4-23,2 HRC. Это еще раз подчеркивает целесообразность повторного использования выработавших свой ресурс рессор в качестве износостойкого материала при реставрации локально изношенных деталей сельскохозяйственных орудий.

Исходя из величин коэффициентов вариации и внешнего вида гистограмм, можно заключить, что распределения твердости для всех изучаемых сталей подчиняются нормальному закону распределения. Имея такую твердость, компенсирующий элемент не только позволит восстановить ресурс детали, но и значительно увеличит ее абразивную стойкость. Опытные вспашки на супесчаных почвах лемехами с приваренными встык долотами показали 2-3-х кратное снижение интенсивности изнашивания до-

лотообразной области, что позволило увеличить ресурс в 1,8-2 раза.

Использование такого способа восстановления в сочетании с применением вторичного сырья позволяет достичь двух весьма важных факторов: максимально снизить затраты на восстановление (не более 70 руб. на деталь); приблизить ресурс к значениям показателей лемехов ведущих зарубежных компаний. Полевые испытания показали, что ресурс восстановленного отечественного лемеха с применением выбракованных листов рессор достигает 20 га; лемеха производства компании «Фогель и Ноот» в состоянии поставки – не более 25 га.

Выводы. В результате проведенных исследований установлена и обоснована рациональность применения выбракованных листов рессор в качестве материала долот при восстановлении лемехов методом их приваривания.

Определены марки технических средств (УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ), рессоры которых можно использовать в технологическом процессе ремонта лемехов по размерным параметрам.

Твердость используемых листов приближена к твердости износостойких сталей и находится в границах 44-48 HRC, что в 2 раза превышает величину этого показателя у лемехов отечественного производства.

Применение рессорных пластин в качестве вторичного сырья позволяет значительно снизить себестоимость лемеха, а также увеличить его ресурс, до уровня сравнимого с лемехом иностранных производителей.

Литература.

1. Козарез И.В. Упрочняющее восстановление плужных лемехов двухслойной наплавкой: дис. ... канд. тех. наук. М., 2009. С. 8–15.
2. Ерохин Н.М., Новиков В.С., Сабуркин Д.А. Выбор марки стали для лемеха плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. №1. С. 5–8.
3. Михальченко А.М., Паршикова Л.А. Увеличение срока службы лемеха // Сельский механизатор. 2010. №1. С. 28–29.
4. ГОСТ 51585-2000. Рессоры листовые автомобильных транспортных средств. Общие технические условия.

ON SUBSTANTIATION OF THE REINFORCING RECOVERY OF DOMESTIC OF PLOWSHARES USING RECYCLED MATERIALS

A.M. Mihalchenkov, I.V. Kosarez, G.V. Orehova, A.A. Novikov

Bryansk State Agricultural University, ul. Sovetskaya, 2a, pos. Kokino, Vygonichsky r-n, Bryanskaya obl., 243365, Russian Federation

Summary. The main defects of plowshares are beam wear and loss of the normalized sizes of the penetration part. For troubleshooting it was recommended to replace the worn area by the new one by sticking bits of heat-treated to a hardness of not less than 45 HRC, which is made from decommissioned spring sheet. That is why, the aim of the work was to optimize the selection of spring sheets of different vehicles based on their width and thickness, according to the wedge-shaped part, and the maximum width of the beam wear; as well as to analyze the hardness of spring sheets from the possibility of their use as a wear-resistant material. To achieve the objectives it was carried out the precise measurements of culled plowshares to determine wear and was analyzed the dimensions of the spring sheets of domestic cars and other vehicles. Hardness inspection was performed by Rockwell. As a result of this work it was substantiated the rational use of rejected spring sheets as material for bits restoring of plowshares method of welding; it was identified brand of hardware (UAZ, GAZ, ZIL, KamAZ), springs of which can be used for the technology according to their dimensional parameters. The hardness of the used sheet located in the range 44-48 HRC, which is 2 times higher than the value of this index in the domestic production. It was shown that the adaptation of spring plates as secondary raw materials can minimize the complexity of the technological process of repair and its cost, and to increase the resource of details 1.8-2 times.

Keywords: plowshares, consolidating the recovery, secondary raw materials, spring sheets, hardness, wear, bits, cost, resource, dimensional parameters.

Author Details: A.M. Mihalchenkov, D. Sc. (Techn.), prof. (e-mail: mihalchenkov.alexandr@mail.ru); I.V. Kosarez, Cand. Sc. (Techn.), assoc. prof.; G.V. Orehova, Cand. Sc. (Agr.), senior lecturer; A.A. Novikov, post-graduate student

For citation: Mihalchenkov A.M., Kosarez I.V., Orehova G.V., Novikov A.A. On Substantiation of the Reinforcing Recovery of Domestic of Plowshares Using Recycled Materials. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. V.30. No 7. Pp. 105-108 (in Russ.).