УДК 312.021.3

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-90-96

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ РЕМОНТНЫХ ВСТАВОК ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ
ИМПОРТНЫХ ЛЕМЕХОВ КОМПАНИИ «КУН»**¹Михальченко Александр Михайлович,¹Дьяченко Антон Вячеславович,²Михальченкова Марина Александровна,¹Гуцан Александр Александрович¹ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»²ЧОУ ВО «Брянский институт управления и бизнеса»

Реферат. Восстановление лемехов импортных производителей, исчисляемое в сотнях тысяч штук, в настоящее время следует отнести к приоритетным задачам ремонтного производства, вследствие относительно малого ресурса и значительной цены реализации. Изучали наиболее приемлемый и доступный для ремонтников метод устранения износов путём вваривания к оставшейся части остова термоупрочнённого компенсирующего элемента. Установили, что определение размеров ремонтной вставки требует подробных сведений об износах остовов. Восстанавливают только остовы по причине периодической замены долот. Целью исследований явилось изучение износов, их статистическая обработка и оптимизация размеров термоупрочнённых компенсирующих элементов. Использовалась известная методика определения линейных износов по ширине. Статистический анализ позволил установить, что распределение износов, измеренных в различных поперечных сечениях остова, подчиняются нормальному закону. Авторами введён критерий, позволяющий оценить стабильность процесса изнашивания. Установлено, что 85% контролируемых лемехов не пригодны к эксплуатации, однако необходимо восстанавливать 100% деталей в один размер во избежание нарушения агротехнических требований. Лемехи компании «кун» при восстановлении следует разделить на два ремонтных размера с диапазоном размеров 49 - 64 мм и 64 - 75 мм на основании статистического анализа износов остовов. В качестве ремонтных вставок рекомендуется использовать полосы рессорно-пружинных сталей после термоупрочнения на твердость HRC53 шириной 65 мм и 75 мм.

Ключевые слова: остова лемеха, износ, режущая часть, ремонтные вставки, термоупрочнение, рессорно-пружинная сталь

**DETERMINING THE SIZE OF REPAIR INSERTS WHEN RESTORING IMPORTED
SHEARS OF «KUN»**¹Mikhalchenkov Alexander,¹Dyachenko Anton,²Mikhalchenkova Marina,¹Gutsan Alexander,¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Bryansk State Agrarian University"²Private educational institution of higher education "Bryansk Institute of Management and Business"

Abstract. The restoration of plowshares from imported manufacturers, estimated in hundreds of thousands of pieces, should be considered a priority task of repair production due to the relatively small resource and significant selling price. The most acceptable and accessible method for repairmen to eliminate wear is by welding a heat-strengthened compensating element to the rest of the frame. It was found that the determination of the dimensions of the repair insert requires detailed information about the wear of the skeletons. Only the skeletons are restored due to periodic replacement of bits. The aim of the research was to study wear, their statistical processing and optimization of the sizes of heat-strengthened

compensating elements. A well-known technique for determining linear wear along the width was used. Statistical analysis made it possible to establish that the distribution of wear, measured in different cross-sections of the skeleton, obey the normal law. The authors have introduced a criterion to assess the degree of stability of the wear process. It has been established that 85% of the controlled plowshares are not suitable for operation, however, it is necessary to restore 100% of the parts to one size in order to avoid violation of agrotechnical requirements. When reconditioning, Kuhn shares should be divided into two repair sizes with a size range of 49 ... 64 mm and 64 ... 75 mm, based on a statistical analysis of the skeletal wear. Strips of spring steels after heat hardening to hardness HRC53 with a width of 65 mm and 75 mm are recommended to be used as repair inserts.

Keywords: *ploughshare skeleton, wear, cutting part, repair inserts, heat hardening, spring steel.*

Введение. Восстановление деталей машин сельскохозяйственного назначения, как производственный процесс, в последнее время возвращает утраченные ранее позиции [1]. В первую очередь это обусловлено использованием высокопроизводительной техники, укомплектованной дорогостоящими рабочими органами. Прежде всего, отмеченное относится к конструктивным элементам почвообрабатывающих орудий, из-за их сравнительно невысокого ресурса и значительной цены [2, 3]. Самой многочисленной, по количеству, группой деталей данных технических средств являются лемеха [4]. В настоящее время превалирует использование составных лемехов со сменным долотом, в большинстве своем импортного исполнения, у которых ресурс регламентируется износом по ширине. Восстановление, в этом случае, производится, предложенным ранее, методом ремонтных вставок [5, 6], который за последние годы были существенно усовершенствован [7] в связи с применением новых технологий повышения стойкости к абразивному изнашиванию и получил название метод «термоупрочненных компенсирующих элементов» (ТКЭ) [8]. (Метод заключается во вваривании ТКЭ к оставшейся части детали взамен изношенной области).

Одни из оснований для разработки технологии восстановления остовов составных лемехов являются сведения об изменении линейных размеров (износах Δh_i) по ширине. (Восстановлению подлежат только остовы по причине периодической замены долот). При этом нужно отметить, что за появление таких дефектов как разрушение, коробление и появление трещин отвечают грубые нарушения правил эксплуатации плугов. Такие дефекты возникают достаточно редко (коэффициент их повторяемости не превышает 0,008). Имеющийся же в открытом информационном поле материал по износам недостаточен и не может быть применим для разработки способа их устранения. Нужно сказать, что конструкции и геометрия лемехов различных компаний имеют некоторые отличия, поэтому авторы ставили задачей сбор сведений об изменении линейных размеров по ширине после снятия их с эксплуатации, а также проведение статистической обработки для определения размеров ремонтных вставок (ТКЭ), применительно к изделиям компании «Кун».

Методика исследований. Для исследования были взяты 32 неработоспособных лемеха, которые были сняты с эксплуатации из-за того, что произошло истирание их режущей части. Свой рабочий срок эти лемеха отработали при пахоте на полях с супесчаными и легкосуглинистыми почвами. Их ресурс (Тпр) составил около 25 га на каждый лемех. Измерения износов по ширине осуществлялись согласно схеме представленной на рисунке 1 в 4-х сечениях. Базой измерений служили крепежные отверстия для установки детали на стойке и место перехода от спинки к режущей кромке в области пятки. Износы (Δh_i) определились как разность между номинальной шириной остова (h_n) и остаточной h_{oi} для каждого (отдельного) сечения.

Для статистической обработки полученных данных использовали программы Excel и Graph.

Результаты экспериментов и их обсуждение. Износ режущей части остовов неравномерен по его длине (рисунок 2), что характерно для большинства конструкций лемехов отечественных и зарубежных производителей [9].

Статистическая обработка полученных данных Δh_i , позволила установить, что распределения Δh_1 , Δh_2 , Δh_3 , Δh_4 подчиняются нормальному закону, поскольку значение коэффициента вариации (V), не превышает 0,33 (таблица 1). Кроме того, это подтверждается визуальной оценкой гистограмм (рисунок 4, а, б, в, г).

Рисунок 1 - Схема измерений для контроля износов (1, 2, 3, 4 – сечения, по которым определялись износы)

Рисунок 2 - Типичный износ остова составного лемеха компании «КУН» (а – лицевая сторона лемеха, б – тыльная сторона)

Таблица 1 - Результаты статистической обработки

Номер сечения	1	2	3	4	Q , мм
Минимальное значение $\Delta h_{\min}$, мм	48,4	49,6	52,4	55,4	7,0
Максимальное значение $\Delta h_{\max}$, мм	55,5	66,8	71,8	75,1	19,6
Среднее значение $\Delta h_{\text{сред}}$, мм	51,8	62,5	63,1	63,5	11,7
Коэффициент вариации V	0,048	0,060	0,087	0,104	0,056

При проведении анализа результатов статистической обработки (таблица 1) авторы сочли необходимым ввести параметр Q , который оценивается как разность значений износов в 4 и 1 сечениях ($Q = \Delta h_4 - \Delta h_1$).

С переходом от минимальных износов (область крепления долота – сечение 1) к максимальным (область пятки – сечение 4) имеет место увеличение Q и V , что указывает на рост степени нестабильности процесса изнашивания из-за снижения жёсткости детали и возрастания уровня вибраций [10]. Изменение параметра Q носит экспоненциальный характер (рисунок 3) и говорит о резком повышении Δh_i при увеличении длины лемеха.

Рисунок 3 - Изменение $Q = \Delta h_4 - \Delta h_1$ для минимальных, средних и максимальных значений Δh_i (обозначения а, б, в, г представляют сечения 1, 2, 3, 4)

Анализ гистограмм показывает, что около 85% остовов не пригодны к дальнейшей эксплуатации (рисунок 4 г).

Рисунок 4 - Гистограммы распределения износов Δh_i по ширине лемеха (а, б, в, г - соответствуют сечения 1, 2, 3, 4)

Остальные имеют износы со значениями близкими к предельным. Следует полагать, что на практике в условиях производства необходимо подвергать восстановлению 100% деталей, поступивших в ремонт. Более того, при комплектовании плугов одним из главных правил является соблюдение одинаковости размеров остовов во избежание нарушения агротехники. В тоже время, практический опыт показывает, что имеют место остовы, где величина износа области пятки значительно превышает ширину режущей части, такие детали выбраковываются в металлолом.

Как уже отмечалось, для восстановления применяются технологии, основанных на методе термоупрочнённых компенсирующих элементов. В этом случае ширина вставки определяется максимальной величиной износа.

Максимальные Δh_i характерны для сечения 4 и могут достигать до 75 мм притом, что режущая часть остова равна 60 мм, т.е. она на данном участке полностью изношена и остаточная ширина составляет около 75 мм (при номинальном размере ширины 150 мм).

Если вспомнить о существенной разнице между максимальными износами, которая составляет около 26 мм, а также равные вероятности (по 50%) размеров от 49 мм до 64 мм и от 64 мм до 75 мм, то остовы следует разбивать на ремонтные размеры. Это позволяет упростить выполнение технологических операций и сэкономить дорогостоящую сталь, используемую для изготовления ТКЭ.

Выбор ширины компенсирующего элемента диктуется еще и наличием полосы соответствующей ширины, выпускаемой промышленностью. По мнению [11] рекомендуется применять в качестве ТКЭ полосу из рессорно-пружинной стали, термообработанную на твердость 53HRC. Для изготовления компенсирующих элементов можно использовать полосы для

рессор из сталей 60С2 и 50 ХГА после закалки и среднего отпуска шириной 65 мм и 75 мм в зависимости от ремонтного размера вставки.

При восстановлении остовов в условиях производства не редко используют листы рессор, утративших свою жёсткость, но сохранивших твердость около 45 ... 47 HRC. Для увеличения ресурса применяют дополнительные технологические мероприятия, например, за счет поочередной наплавки на рабочую и тыльную поверхности валиков износостойкими материалами.

Рекомендуемые листы рессор сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Геометрические характеристики листов рессор различных технических средств, профиль полосовой

Автомобили, прицепы	Сталь	Ширина h, мм	Толщина t, мм
ГАЗ-2705, -3221, -3302 «ГАЗель»	50ХГА	75	8; 11
	60С2	75	8; 11
ГАЗ-3307	60С	65	10
Прицеп 2ПТС-4	60С2	65	10
КАМАЗ	60С2	75	10

Отдельно нужно отметить, что, если износ по ширине Δh_i отвечает за выбор метода восстановления, то остаточная минимальная толщина определяет его применимость. При замене режущей части на новую основную роль начинает играть толщина, именно она определяет возможность использования такого способа.

Выводы. 1. Распределения значений износов остовов по ширине подчиняется нормальному закону распределения независимо от места измерения.

2. Поступившие в ремонт остовы следует разделить по ремонтным размерам с диапазоном 49 ... 64 мм и 64 ... 75 мм.

3. В качестве ТКЭ рекомендуется использовать полосы рессорно-пружинных сталей после термоупрочнения на твердость HRC53 шириной 65 мм и 75 мм.

Список литературы

1. Лялякин В.П. Восстановление деталей машин важное направление импортозамещения в агропромышленном комплексе // В сборнике: Инновационные технологии реновации в машиностроении. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана. под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. 2019. С. 12-16.

2. Козарез И.В., Торилов В.Е., Михальченкова М.А. Анализ и особенности износов плужных лемехов различных конструкций и динамика их изнашивания // Труды инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 126-154.

3. Козарез И.В., Тюрёва А.А., Мелешенко А.А. Влияние наплавочного армирования различными электродами на изменение твердости долот глубокихрыхлителей «ВАДЕРШТАДТ» // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2018. № 1 (17). С. 93-99.

4. Щербakov Ю.В., Кашфуллин А.М. Современные способы восстановления и упрочнения деталей. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». Пермь, 2018. 191с.

5. Михальченков А.М., Паршикова Л.А., Ковалев А.П. Восстановление лемехов методом приваривания вставок с повышением прочности и износостойкости // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2010. № 12. С. 16-18.

6. Михальченков А.М., Соловьев С.А., Михальченкова М.А. Эффективность импортозамещающих технологий изготовления, восстановления и упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий способом компенсирующих термоупрочненных элементов // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. № 11 (119). С. 17-22.
7. Новиков А.А. Штамповарной плужный лемех с увеличенными равнопрочностью и ремонтпригодностью // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 207-212.
8. Гринь А.М., Феськов С.А., Дианов Х.А. Динамика и интенсивность изнашивания фирменных и восстановленных высевающих лап посевного комплекса «МОПРИС» // Труды инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (1). С. 36-48.
9. Кравченко И.Н., Батов Ю.А. Повышение эксплуатационной надежности быстроизнашивающихся деталей рабочих органов строительных и сельскохозяйственных машин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2003. № 1. С. 32-35.
10. Лискин И.В., Миронов Д.А., Сидоров С.А., Поткин С.Н., Ерёмин П.А. Обоснование и разработка нового плужного лемеха конструкции ВИМ // В сборнике: Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. 2014. С. 101-104.
11. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.

References

1. Lyalyakin V.P. Vosstanovlenie detalej mashin vazhnoe napravlenie importozameshcheniya v agropromyshlennom komplekse // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii renovacii v mashinostroenii. Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 150-letiyu fakul'teta «Mashinostroitel'nye tekhnologii» i kafedry «Tekhnologii obrabotki materialov» MGTU im. N. E. Baumana. pod obshch. red. V. YU. Lavrinenko. 2019. S. 12-16. (In Rus.)
2. Kozarez I.V., Torikov V.E., Mihal'chenkova M.A. Analiz i osobennosti iznosov pluzhnykh lemekhov razlichnykh konstrukcij i dinamika ih iznashivaniya // Trudy inzhenerno-tekhnologicheskogo fakul'teta Bryanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 1. S. 126-154. (In Rus.)
3. Kozarez I.V., Tyureva A.A., Meleshenko A.A. Vliyanie naplavochnogo armirovaniya razlichnymi elektrodami na izmenenie tverdosti dolot glubokoryhlitelej «VADERSHTADT» // Konstruirovaniye, ispol'zovanie i nadezhnost' mashin sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. 2018. № 1 (17). S. 93-99. (In Rus.)
4. Spcperbakov YU.V., Kashfullin A.M. Sovremennyye sposoby vosstanovleniya i uprochneniya detalej. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Permskiy gosudarstvennyy agrarno-tekhnologicheskij universitet imeni akademika D.N. Pryanishnikova». Perm', 2018. 191s. (In Rus.)
5. Mihal'chenkov A.M., Parshikova L.A., Kovalev A.P. Vosstanovlenie lemekhov metodom privarivaniya vstavok s povysheniem prochnosti i iznosostojkosti // Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya. 2010. № 12. S. 16-18. (In Rus.)
6. Mihal'chenkov A.M., Solov'ev S.A., Mihal'chenkova M.A. Effektivnost' importozameshchayushchih tekhnologij izgotovleniya, vosstanovleniya i uprochneniya detalej pochvoobrabatyvayushchih orudiy sposobom kompensiruyushchih termouprochnennykh elementov // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. 2014. № 11 (119). S. 17-22. (In Rus.)
7. Novikov A.A. Shtampovarnoj pluzhnyj lemekh s uvelichennymi ravnoпрочnost'yu i remontoprigodnost'yu // Trudy GOSNITI. 2016. T. 122. S. 207-212. (In Rus.)
8. Grin' A.M., Fes'kov S.A., Dianov X.A. Dinamika i intensivnost' iznashivaniya firmennykh i vosstanovlennykh vysevyayushchih lap posevnogo kompleksa «MORRIS» // Trudy inzhenerno-tekhnologicheskogo fakul'teta Bryanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 1 (1). S. 36-48. (In Rus.)
9. Kravchenko I.N., Bатов YU.A. Povyshenie ekspluatatsionnoj nadezhnosti bystroiznashivayushchihsya detalej rabochih organov stroitel'nyh i sel'skohozyajstvennykh mashin // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo

obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Goryachkina». 2003. № 1. S. 32-35. (In Rus.)

10. Liskin I.V., Mironov D.A., Sidorov S.A., Potkin S.N., Eryomin P.A. Obosnovanie i razrabotka novogo pluzhnogo lemekha konstrukcii VIM // V sbornike: Innovacionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nyh mashinnyh tekhnologij. Sbornik nauchnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. 2014. S. 101-104. (In Rus.)

11. Kozarez I.V., Novikov A.A., Mihal'chenkova M.A. Povyshenie tverdosti kompensiruyushchih elementov pri vosstanovlenii detalej // Sel'skij mekhanizator. 2017. № 3. S. 34-35. (In Rus.)

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Михальченко Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Россия, г. Брянск, e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru.

Дьяченко Антон Вячеславович - кандидат технических наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Россия, г. Брянск, e-mail: avdyachenkoo@mail.ru.

Михальченкова Марина Александровна - магистр, старший преподаватель Частного образовательного учреждения высшего образования «Брянский институт управления и бизнеса», Россия, г. Брянск, e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru.

Гуцан Александр Александрович – аспирант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Россия, г. Брянск, e-mail: gagauz0326@gmail.com.

Author credentials

Affiliations

Mikhalchenkov Alexander - Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Bryansk State Agrarian University, Russia, Bryansk, e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru.

Dyachenko Anton - Candidate of Technical Sciences, Associate professor of Bryansk State Agrarian University, Russia, Bryansk, e-mail: avdyachenkoo@mail.ru.

Mikhalchenkova Marina - Master, Senior Lecturer of Bryansk Institute of Management and Business, Russia, Bryansk, e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru.

Gutsan Alexander - graduate student of Bryansk State Agrarian University, Russia, Bryansk, e-mail: gagauz0326@gmail.com.

Поступила в редакцию (Received): 28.07.2021 Принята к публикации (Accepted): 20.08.2021

УДК 631.3.004.58

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-96-106

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ОСНАЩЕННОСТИ ПУНКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ АПК

¹*Иванов Николай Михайлович*

¹*Криков Аркадий Максимович*

¹*Немцев Анатолий Егорович*

²*Федоров Александр Георгиевич*

¹*ФГБНУ Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН*

²*Новосибирский военный ордена Жукова институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск
национальной гвардии РФ*