

иностранного оборудования. Повышается престиж страны и ее продовольственная независимость.

Список использованных источников

1. Городецкий, Ю. Методики исследования рабочего органа диэлектрического сепаратора при получении чистых семян пряно-ароматических растений / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24.04.2020, в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т. 2. – 493 с.

2. Городецкий, Ю.К. Исследование морфологических особенностей поверхности семян кориандра, укропа и тмина / Ю.К. Городецкий, В.В. Литвяк // Вестник МГУП. – Могилевский государственный университет продовольствия. Могилев. – № 2. – 2020. – С. 72–82.

3. Городецкая, Е.А. Влияние толщины пленочного покрытия рабочего органа на показатели качества семян при диэлектрической сепарации / Е.А. Городецкая, В.В. Литвяк, Т.А. Непарко // Агронарама. – 2021. – № 6. – С. 22–25.

**Abstract:** the use of dielectric separation is proposed as a method for obtaining seeds of the highest category, since their cleaning on mechanical sieves is becoming more and more inefficient. At the same time, this method allows to reduce the import of seeds and the load on the sowing units. Electric separators are highly ready for operation and reliable in operation

УДК 621.9.04

**Стребков С.В.**, кандидат технических наук, профессор  
*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина», г. Белгород, Российская Федерация*

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ АНКЕРА ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ**

**Аннотация.** Анализ изнашивания наконечника в условиях эксплуатации показал, что предельное состояние наступает при по-

*тере в среднем 8,5 % массы наконечника по весовому износу. Результаты микрометрирования показали выход в предельное состояние по линейному изменению параметра «носок-пятка» в среднем при 9,7 %, а по параметру «носок-переднее отверстие» – в среднем при 16 % от значений нового анкера. Установлено неполное использование ресурса наконечника глубокорыхлителя при его замене согласно рекомендациям производителя. Предложенная технология восстановления наконечника на 47 % дешевле приобретения новых. При этом их ресурс увеличивается на 50 %.*

Современные технологии обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур нацелены на снижение механического воздействия за счет обоснованного уменьшения количества технологических операций, а также совмещения нескольких операций на технологической платформе одного тракторного агрегата, выполняемых за один проход [1-3].

Одним из направлений снижения воздействия на почву является исключение оборота пласта при сплошной обработке почвы (вспашке) [4]. Для этого используют глубокорыхлители различной конструкции. Общим элементом для них являются рабочие органы – металлоемкие стойки с режущими и дробящими поверхностями. В связи с тяжелыми условиями работы, включающими в себя большую массу агрегата, высокие динамические нагрузки и интенсивное абразивное изнашивание, они определяют безотказность, долговечность и ремонтпригодность конструкции [5, 6].

При возникновении отказа необходимо восстановить работоспособное состояние детали, узла или агрегата. Существующая система сводится к дилерскому обеспечению запасными частями и расходными материалами. В этом случае резко возрастают эксплуатационные затраты на поддержание техники в работоспособном состоянии. Результаты опытного восстановления деталей зарубежной техники показали, что применение различных технологий позволяет снизить себестоимость запасных частей. К тому же, повторное их использование позволяет во многом решать и экологические проблемы машиностроения [7, 8].

### **Материалы и методы (Materials and methods)**

Для глубокорыхлителя РИППЕР-512 (рисунок 1) характерна двухэлементная конструкция рабочего органа, включающая в себя

стойку, обеспечивающую несущую способность, и съемный наконечник, предназначенный для рыхления почвы на глубине до 60 см. Наконечник непосредственно контактирует с абразивом почвы при большом контактном давлении и, в связи с этим, является «слабым» элементом конструкции с ресурсом, значительно меньшим чем ресурс стойки, отказ которой происходит из-за усталостного или катастрофического разрушения.

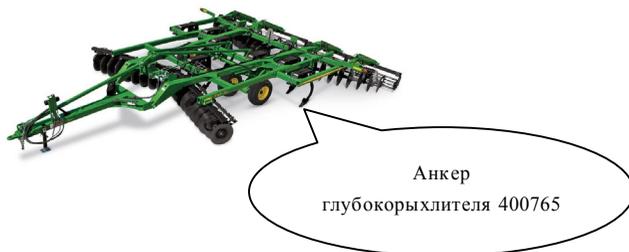


Рисунок 1 – Глубокорыхлитель JOHN DEERE 512 DISK RIPPER с расположением анкера

Конструкцией РИППЕР 512 предусмотрено повышение надежности за счет обеспечения высокого уровня ремонтпригодности. Это проявляется в замене быстроизнашиваемого элемента – анкера (наконечника), а не всей стойки. Он поставляется дилером в качестве запасных частей с высокой добавочной стоимостью. Однако, ресурс их не увеличен и заводами-изготовителями не предусмотрены мероприятия по повышению износостойкости. Ресурс обеспечивает конструкционный материал – высокопрочный чугун, из которого изготовлен наконечник методом литья. Для оценки возможности проведения реновационных мероприятий проведен ряд исследований.

Анализ изнашивания наконечника в условиях эксплуатации показал (рисунок 2), что предельное состояние наступает при потере в среднем 8,5 % массы наконечника по весовому износу. Результаты микрометрирования показали выход в предельное состояние по линейному изменению параметра «носок-пятка» в среднем при 9,7 %, а по параметру «носок-переднее отверстие» – в среднем при 16 % от значений нового анкера. Следовательно, очевидным фактом является наличие 84–90 % неиспользованного остаточного ресурса анкера.



Рисунок 2 – Вид нового и изношенного анкера

В лаборатории восстановления изношенных деталей Белгородского ГАУ разработана технология фронтальной наплавки отжигающими валиками с применением термообработанных элементов [9] при восстановлении наконечников рабочих органов глубокорыхлителя РИППЕР 512. При данной технологии деталь восстанавливается до номинальных параметров. Наплавку проводили в среде защитного (углекислого) газа полуавтоматическим сварочным аппаратом с использованием самофлюсующейся проволоки типа ПГСР. В качестве термоупрочненного элемента взята полоса из рессорной стали после термообработки с твердостью HRC50...55 единиц. В процессе наплавки специальным приемом «отжигающих валиков» исключается возможность «отбеливания» чугуна и образование термоусадочных трещин. По окончании формирования недостающей части анкера поверхность, соприкасающуюся с абразивом, наплавляли износостойким материалом с использованием электродов Т590.

Восстановленные анкера по всем геометрическим параметрам соответствовали номинальным размерам нового (рисунок 3).



Рисунок 3 – Анкер первого восстановления и их полный комплект

После восстановления и упрочнения изменяется характер процесса изнашивания (рисунок 4). Скорость изнашивания фронтальной части снижается, обеспечивая при этом реализацию эффекта «самозатачивания». Это приводит к уменьшению удельного сопротивления рабочего органа.



Рисунок 4 – Изменение характера износа анкера

В ходе отработки технологического процесса проверяли возможность повторного восстановления поверхности анкера. Отличие технологического процесса при втором и третьем восстановлении поверхности заключается в количестве наносимого наплавочного материала. При третьем восстановлении его на 3...5 % больше (рисунок 5). Установлено, что режущая поверхность анкера после третьего восстановления изнашивается в 1,15 раза медленнее, чем анкера после второго восстановления (рисунок 6). Связано это с металлургическими процессами при неоднократной наплавке.



Рисунок 5 – Вид анкера после второго и третьего восстановления



Рисунок 6 – Вид изношенных анкеров после второго и третьего восстановления

Однако, целесообразность восстановления теряется при весовом износе на 28...32 % от массы нового анкера. Это связано уже с износом не фронтальной поверхности резания и крошения, а с потерей массы боковых поверхностей анкера и его «крыльев». Остатки ранее восстановленной и упрочненной поверхности видны на рисунке 7. В этом случае полностью нарушается процесс рыхления.



Рисунок 7 – Вид предельно изношенного анкера, не подлежащего восстановлению

Эксплуатация в реальных условиях СПК «Сукмановка» Белгородской области показали увеличение ресурса с 600 га до 900 га при глубине обработки 25...30 см на суглинистых и супесчаных почвах.

#### **Выводы (Conclusions)**

Таким образом, установлено неполное использование ресурса анкера (наконечника) глубокорыхлителя при его замене согласно рекомендаций производителя. Наличие остаточного ресурса детали по массе позволяет неоднократно восстанавливать ее работоспособное состояние. Предложенная технология восстановления наконечника фронтальной наплавкой отжигающими валиками с применением термообработанных элементов и последующим нанесением износостойкого покрытия делает анкеры при первом восстановлении на 47% дешевле новых. Реновация наконечников увеличивает их ресурс на 50...54 %%. Третье и последующее возобновление ресурса обеспечивает получение сверхприбыли за счет полной амортизации анкеров.

#### Список использованных источников

1. Скурятин Н.Ф. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур. [Текст] / Н.Ф. Скурятин, А.П. Захаржевский, А.С. Новицкий, А.Л. Жиляков, А.В. Бондарев. – Москва : Белгород : «ОАО «Центальный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 334 с. – ISBN 978-5-905563-55-3.

2. Скурятин Н.Ф. Методы повышения эффективности использования тракторных транспортно-технологических агрегатов [Текст] / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович, Е.В. Соловьев, С.В. Соловьев. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 161 с.

3. Новые технические решения для комбинированного посева зерновых культур : монография. / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий, А.Л. Жилияков, А.С. Куликов. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 144 с. – ISBN 978-5-905563-96-6.

4. Казаков, К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография [Текст] / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, А.В. Мачкарин, К.Н. Путиенко, А.В. Рыжков, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов - Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.

5. Водолазская Н.В. Надежность и эксплуатация технических систем : монография/ Н.В. Водолазская, С.В. Стребков. – Белгород: Издательство «ЗЕБРА», 2017. – 152 с. . – ISBN 978-5-905689-67-2.

6. Слободюк А.П. О причинах разрушения пружинных стоек дискаторов/ А.П. Слободюк // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы: сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО БелГСХА им. В.Я. Горина. №2. – Белгород: БелГСХА, 2014. – С. 27–41.

7. Strebkov, Sergey. Economic evaluation of recovery of parts of foreign equipment by gas-dynamic spraying / Sergey Strebkov, Aleksandr Turyanskiy, Andrey Bondarev, Alexey Slobodyuk //17th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings. May 23-25, 2018. 2018. Volume 17. – P.1334-1345. <http://tf.llu.lv/conference/proceedings2018>. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N130 ISSN 1691-597. 6. /DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N130 ISSN 1691-5976.

8. Strebkov, Sergey/ Economic assessment of the recovery of aluminum radiator by gas-dynamic spraying / Sergey Strebkov, Andrey Bondarev, Alexey Slobodyuk //18th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, May 22-24 2019. Volume 18. – P. 1772-1779. DOI:10.22616/ERDev2019.18. N178 ISSN 1691-5976. <http://tf.llu.lv/conference/proceedings2019>.

9. Стребков С.В., Сахнов А.В. Технология ремонта машин : учеб. пособие. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 222 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). [www.dx.doi.org/10/12737/21917/](http://www.dx.doi.org/10/12737/21917/). ISBN 978-5-16-012288-5 (print), ISBN 978-5-16-105182 (online).

**Abstract.** Modern technologies of soil cultivation during the cultivation of agricultural crops are aimed at reducing mechanical action due to a justified reduction in the number of technological operations, as well as combining several operations on the technological platform of one machine-tractor unit, performed in one pass. One of the ways to reduce the impact on the soil is to exclude formation turnover during continuous tillage (plowing). For this, deep-rippers of various designs are used. The common element for them are working bodies – metal-intensive racks with cutting and crushing surfaces. Due to the difficult working conditions, including a large mass of the unit, high dynamic loads and intense abrasive wear, they determine the failure-free, long-eternity and maintainability of the structure. The presence of the residual resource of the part by mass allows it to repeatedly restore its operational state. The proposed technology reconditioned tips are 47 % cheaper than acquiring new ones. Moreover, their resource is increased by 50 %.

УДК 621.791.927.042

**Большаков В.И.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент;

**Федоров О.С.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент;

**Ваганов Д.И.**<sup>2</sup>, ассистент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Ижевск, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет  
имени М.Т. Калашикова», г. Ижевск, Российская Федерация

## **МИКРОСТРУКТУРНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ**

**Аннотация** *Выполнены экспериментальные исследования качества сплавления наплавленного слоя с основным металлом при линейной скорости наплавки 0,8...1,1 м/с. Проведены спектральный и химический анализы наплавленных слоев металла.*

Обычные, широко используемые в промышленности различные способы сварки и наплавки в основном имеют линейную скорость наплавки в пределах 25...50 м/ч. Критической скоростью сварки и