

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ТРУДЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА**

БРЯНСК 2021

УДК 631.311:621.79 (06)

ББК 40.72:34.641

Т 78

Труды инженерно-технологического факультета / под ред. А. М. Михальченкова. -
Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 148 с.

Труды содержат результаты многолетних исследований, проводимых кафедрой технического сервиса Брянского ГАУ под руководством д.т.н., профессора Михальченкова А.М. Материалы представляют собой отдельные статьи, объединенные единой тематикой, отражающей работы, направленные на увеличение ресурса и долговечности деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий различными методами наплавки с созданием композиционной абразивостойкой рабочей поверхности. Они могут быть полезны ученым, работающим в области повышения надежности почвообрабатывающей техники, аспирантам, студентам и инженерам производственнымникам.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

д.т.н., профессор Михальченков Александр Михайлович, Брянский государственный аграрный университет (Брянск)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

д.т.н., профессор Михальченков Александр Михайлович (председатель), Брянский государственный аграрный университет (Брянск)

академик РАН, д.т.н., профессор Ерохин Михаил Никитьевич, Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва)

к.т.н. Феськов Сергей Александрович, Брянский государственный аграрный университет (Брянск)

к.т.н. Козарез Ирина Владимировна, Брянский государственный аграрный университет (Брянск)

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

к.т.н. Феськов Сергей Александрович, Брянский государственный аграрный университет (Брянск)

ISBN 978-5-9903373-9-8

© Коллектив авторов, 2021

© Брянский ГАУ, 2021

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

FGBOU VO "BRYAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY"

**PROCEEDINGS OF ENGINEERING-TECHNOLOGICAL
FACULTY**

Bryansk 2021

UDK 631.311:621.79 (06)

BBK 40.72:34.641

T 78

Proceedings of the engineering-technological faculty. Under the editorship of doctor technical Sciences, Professor A. M. Mihalchenkov. - Bryansk: Publishing house of the Academy, 2021. - 148 p.

Proceedings contain the results of many years of research conducted by the Department of Materials Technology, Reliability, Repair of Machines and Equipment under the supervision of Doctor of Technical Sciences, Professor Mihalchenkov A.M. The materials represent individual articles united by a single theme, reflecting the works aimed at increasing the abrasive wear resistance of working surfaces, life and durability of responsible parts of the working organs of tillage tools by using the method of heat-strengthened compensating elements manufactured from recycled steels. They will be useful to scientists who work in the field of increasing the reliability of soil-cultivating machinery, engineers, graduate students, undergraduates, students.

EDITOR-IN-CHIEF:

Doctor of Technical Sciences Professor Alexander Mihalchenkov, Bryansk State Agrarian University (Bryansk)

EDITORIAL BOARD:

Doctor of Technical Sciences, Professor Mihalchenkov, Alexander Mikhailovich (Chairman) Bryansk state University (Bryansk)

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Erokhin Mikhail Nikitovich Russian state agrarian University-Moscow agricultural Academy im. K. A. Timiryazev (Moscow)

Candidate of technical Sciences Feskov S.A., Bryansk State Agrarian University (Bryansk)

Candidate of technical Sciences Kozarez I.V., Bryansk State Agrarian University (Bryansk)

SCIENTIFIC EDITORS:

candidate of technical Sciences Feskov S.A. Bryansk State Agrarian University (Bryansk)

ISBN 978-5-9903373-9-8

©The authors, 2021

©The Academy. 2021

Содержание

Введение	6
<i>Михальченков А.М., Трепоухов Н.М., Миненко В.И., Кривонос И.В.</i>	
Конструкции долот глубокорыхлителей	8
<i>Козарез И.В., Трепоухов Н.М., Миненко В.И., Кривонос И.В., Сары М.Л.</i>	
Методы повышения ресурса долот глубокорыхлителей	24
<i>Феськов С.А., Паседа Н.С., Киреевский К.О., Шевченко А.С.,</i>	
Методические особенности проведения экспериментов по повышению ресурса долот глубокорыхлителей	35
<i>Тюрева А.А., Войтова Н.А., Киреевский К.О.</i>	
Результаты измерения твердости долот глубокорыхлителей после наплавочного армирования	47
<i>Ульянова Н.Д., Киселева Л.С., Обыденников Д.Ю., Ковалев А.С.</i>	
Исследования приобретенных дефектов долот и статистический анализ износов	57
<i>Козарез И.В., Михальченкова М.А., Гуцан А.А., Михальченко И.А., Шишкина И.В.</i>	
Характеристика лемехов импортного производства и приобретенные дефекты	70
<i>Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А., Орехова Г.В., Шкуратов Г.В. Корулев В.В.</i>	
Существующие методы устранения лучевидного износа	85
<i>Тюрева А.А., Бардадын Н.А., Филин Ю.И., Обыденников Д.Ю.</i>	
Технологические варианты наплавки, при устранении лучевидного износа остовов составных лемехов и совершенствование методики полевых испытаний	101
<i>Феськов С.А., Бирюлин А.А., Лузик В.М., Ковалев А.С., Мысшакова Н.В.</i>	
Износы составных лемехов плугов на примере компании «Фогель и Ноот»	110
<i>Шустов А.Ф.</i>	
Гуманистическая ориентация развития технической деятельности	129

Введение

В трудах освещены актуальные вопросы увеличения долговечности наиболее нагруженных деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин. Работой предусмотрено рассмотрение специфики эксплуатации данных деталей, образования дефектов, методы их предупреждения и устранения. Материалы трудов разделены на два раздела: один посвящен вопросам ремонта долот; второй – вопросам ремонта лемехов.

Долота по своему конструктивному исполнению отличаются монофункциональностью. Конструктивное исполнение этих деталей не направлено на повышение износостойкости. Исключением в этом плане являются конструкции с наличием армирующих твердых участков рабочей поверхности однако сложность изготовления не позволяет рекомендовать их к широкому внедрению. Наиболее приемлемым вариантом повышения стойкости к воздействию абразивной среды является долото с наплавленным сплавом высокой твердости наконечником. Авторами предлагается проводить упрочнение долот методом наплавочного армирования рабочих поверхностей, формированием валиков высокой твердости с присутствием карбидов и карбоборидов. При разработке технологии использовались два варианта наплавочного армирования: первый - наплавка по всей площади рабочей поверхности перпендикулярно боковым сторонам долота; второй - наплавка на наиболее изнашиваемом участке рабочей и тыльной части долота параллельно периметру торца заглубляющей области и методика полевых испытаний адаптирована к исследованиям износостойкости и ресурса упрочненных долот с фиксированием линейных износов. Показано, что покрытие, сформированное электродами ОЗН – 400М укладывается в оговоренные нормы по твердости.

Как показало изучение дефектов составных лемехов лучевидный износ определяет предельное состояние лемехов и отвалов плугов; его коэффициент повторяемости достигает до 0,84, что привело к созданию большого количества технологий устранения данного дефекта, систематический анализ которых от-

существует. Наиболее перспективны: способ термоупрочненных компенсирующих элементов; реновация с использованием песчано-клеевых композиций с эпоксидной матрицей.

Экспериментально установлено, что повышение стойкости к абразивному изнашиванию при упрочнении области вероятного износа двухслойной наплавкой зависит от термического режима формирования слоев. Максимальная эффективность достигается в том случае, когда наплавка и первого (пластичного) и второго (твердого) слоев сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего. При этом для наплавки поверхностного слоя следует использовать электроды, обеспечивающие содержание в наплавленном металле карбидов и карбоборидов.

КОНСТРУКЦИИ ДОЛОТ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ

д.т.н. проф. Михальченков А.М., магистранты Трепоухов Н.М.,

Миненко В.И., Кривонос И.В.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. Долота глубокорыхлителей, как правило, монофункциональны и каждое из них выполняет конкретную операцию, при этом их конструктивное исполнение не обеспечивает повышение износостойкости. Для повышения стойкости к абразивному изнашиванию, в известные конструкции долот вносятся изменения путем наплавки на рабочую поверхность армирующих валликов высокой твердости.

Ключевые слова: уплотнение почвы; глубокое рыхление; глубокорыхлители; долота; абразивная износостойкость; упрочнение.

DESIGNS OF DEEP-DIGGER BITS

doctor of technical Sciences prof. The Mikhalchenkov, A. M., graduate of Trepouhov

N. M., Minenko V. I., Krivonos I. V.

Bryansk state agricultural university

Annotation. Drill bits are usually multifunctional and each of them performs a specific operation, while their design does not provide increased wear resistance. To increase the resistance to abrasive wear, changes are made to the known bit designs by surfacing high-hardness reinforcing rollers on the work surface.

Key words: soil compaction; deep loosening; deep diggers; chisels; abrasive wear resistance; hardening.

Введение

Современная система земледелия широко использует обработку почвы с помощью дискаторов [1-6]. В свою очередь это приводит к увеличению степени уплотнения почвы и как следствие необходимости проведения глубокого рыхления [7-11]. Данная операция увеличивает количество машин в системе земледелия, так как используется глубокорыхлители различного функционального назначения, оснащенные долотами. Долота эксплуатируются в «тяжелых» условиях с точки зрения силового воздействия и высокой интенсивности изнашивания [12-14]. Нужно отметить, что в настоящее время в сельском хозяйстве России, в большинстве своем применяются глубокорыхлители импортного изготовления. Предельное состояние долот глубокорыхлителей зарубежного производства определяется различными видами дефектов, в основном износом заглубляющей части до 80 мм. Их ресурс составляет от 25 до 30 га (рыночная цена – 1500...3000 руб.), что нельзя считать приемлемым. В связи с этим, необходимо повысить их ресурс, используя простые и доступные технологии.

Излагаемые ниже материалы актуальны в силу острой необходимости в наличии долот глубокорыхлителей повышенной стойкости к абразивному изнашиванию [15-20].

Кроме этого представляемые сведения будут полезны при решении проблем гуманитаризации высшего технического образования [21-22].

Рабочие органы глубокорыхлителей

В связи с тем, что глубокорыхлители на ряду с основной операцией выполняют и другие функции их рабочие органы, соответственно имеют определенные различия.

В состав рабочего органа глубокорыхлителей, в его классическом варианте, входят стойки и исполнительные элементы (долота, стрелчатые лапы) (рисунки 1).

Стойка предназначена для крепления к ней долот и фиксирования рабочего органа на раме. Толщина стоек в большинстве случаев составляет не менее тридцати пяти миллиметров, обеспечивая тем самым необходимые прочность,

и жесткость конструкции рабочего органа [23]. Нередко они дополнительно оснащаются накладками из износостойкого материала, что способствует повышению их ресурса за счет увеличения сопротивления абразивному изнашиванию [24]. Кроме того, стойки имеют значительные размеры в продольных сечениях, создавая условия для высокой сопротивляемости воздействию сил со стороны обрабатываемой почвы.

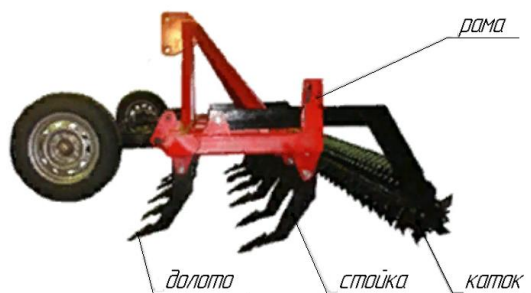


Рисунок 1 – Основные рабочие органы глубокорыхлителя

Расположение стоек на агрегате под углом в сорок пять градусов к горизонту, увеличивает заглубляющую способность лап. (Стойку и долото в сборе называют лапой). На некоторых моделях глубокорыхлителей предусмотрено регулирование стоек по высоте [25].

Как уже отмечалось, исполнительными органами глубокорыхлителей являются долота, которые определяют глубину рыхления и функциональное назначение (подрезание, дренирование, щелевание, чизелевание).

Наряду с «классической» конструкцией получили распространение и некоторые другие разновидности рабочих органов.

Плуги серии ПРПВ снабжены рыхлительными корпусами (рисунок 2а) [26], у которых стойка 1 корпуса рыхлителя изогнута, ее нижняя (рабочая) часть наклонена в продольно- и поперечно-вертикальных плоскостях к горизонтали под острым углом. Угол наклона в поперечно-вертикальной плоскости составляет 45° . К стойке жестко прикреплены лемеха 2, башмак 3, сменное долото 4 и полевая доска 5. Сзади со стойкой на шарнирной подвеске соединена рыхлительная пластина 6. Степень рыхления регулируют изменением наклона рыхлительных пластин, расстояния между корпусами и скоростью движения плуга.

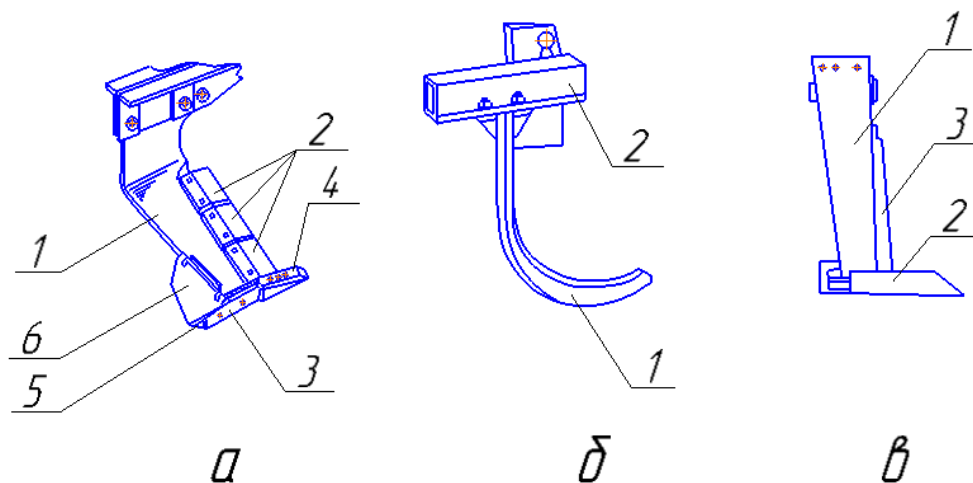


Рисунок 2 –Рабочие органы рыхлителей: а - ПРПВ; б - ПБ; в - щелеватель ЩН – 4 «Киндрат»

Рабочим органом агрегатов серии ПБ является рыхлительная стойка 1, состоящая из прямолинейной и криволинейной частей и закрепленная на раме 2 (рисунок 2, б). Особенностью такого исполнения является объединение в одном конструктивном элементе двух функций: крепежа и непосредственного рыхления.

Щелеватель ЩН – 4 «Киндрат» оснащается рабочим органом (рисунок 2 в), состоящим из: стойкой 1, долота 2 и износостойкой накладкой 3.

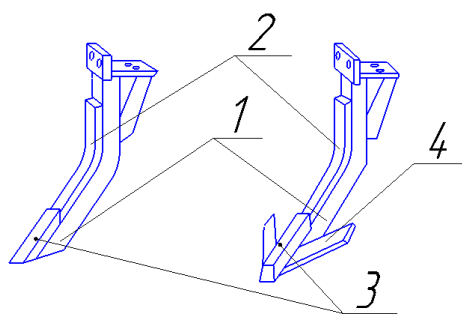


Рисунок 3 – Рабочий орган чизеля ПЧ – 4,5

Чизеля ПЧ – 4,5 в состав рабочего органа входят следующие элементы (рисунок 3) : стойка 1, обтекатель 2, долото 3 шириной 60 мм или стрельчатая лапа 4 захватом 270 мм. Долото крепят к стойке рыхлителя осью со шплинтом, а стрельчатую лапу — болтами. Долотообразные рыхлители разрыхляют уплотненную подошву, образовавшуюся после вспашки лемешными плугами

на глубину до 45 см, что обеспечивает хорошую аэрацию и инфильтрацию дождевых и талых вод. Стрельчатые лапы применяют для рыхления тяжелых почв на глубину до 30 см с одновременным подрезанием сорной растительности [27].

Иногда к рабочим органам глубокорыхлителей относят некоторые дополнительные конструктивные части (например, каток, изображенный на рисунке 1 которые служат для расширения функций глубокорыхлителя, но не участвуют в основной операции.

Разновидности конструкции долот и их функциональность

Одним из методов обеспечения нужной износостойкости долот глубокорыхлителей, как известно, может являться, их конструктивное исполнение. Примером такого технического и технологического подхода служит конструкция составных лемехов. Поэтому целесообразно рассмотреть известные из открытых источников информации конструкции долот и дать их критическую оценку с точки зрения стойкости к абразивному изнашиванию. Более того при анализе, (параллельно ему) возможна оценка и функциональных возможностей деталей.

Исполнительные органы, в соответствии с проведенным аналитическим обзором, отличаются широким спектром конструктивных исполнений и широтой функционального назначения. В связи с этим, целесообразно провести критическое рассмотрение наиболее известных и применяемых долот с точки зрения их износостойкости и наработки до предельного состояния.

Известен рабочий орган [28] у которого конический наконечник 1 с режущей кромкой 2 и рабочей поверхностью 3. Поверхность 3 обеспечивает устойчивое движение наконечника 1 на глубине рыхления 0,45-0,65 м. и способствует заглублению нижнего конца 4 стойки. Коническая поверхность наконечника 1 образует разрыхленный створ для беспрепятственного прохождения стойки 5 с минимальным тяговым сопротивлением. Выполнение наконечника 1 из полого конуса обеспечивает эффект самозатачивания режущей кромки 2 (рисунок 4).

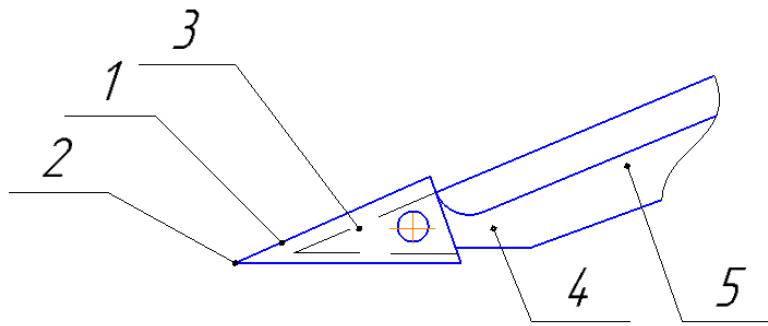


Рисунок 4 – Рабочий орган глубокорыхлителя

Вызывает сомнение утверждение авторов о том, что при такой форме исполнительного органа имеет место эффект самозатачивания так как на обратной стороне конуса отсутствует более твердая субстанция чем на его наружной части. Кроме этого, предлагаемый наконечник не подвергается упрочнению и имеет внутреннюю полость снижающие абразивную износостойкость.

В соответствии с работой [29] глубокорыхлитель оснащен долотом 1, имеющим носок 2 и рабочую область 3, на поверхность, которого нанесено твердое покрытие. Оно выполнено в виде части полого цилиндра. Овальная часть в плоскости сечения цилиндра установлена горизонтально в нижней части 4 стойки и образует носок с боковинами 5,6 долота 1, обеспечивая достаточно длительный срок службы изделия (рисунок 5). Повышенный ресурс достигается за счет упрочнения рабочей поверхности, присутствия эффекта самозатачивания режущей кромки и наличие боковин.

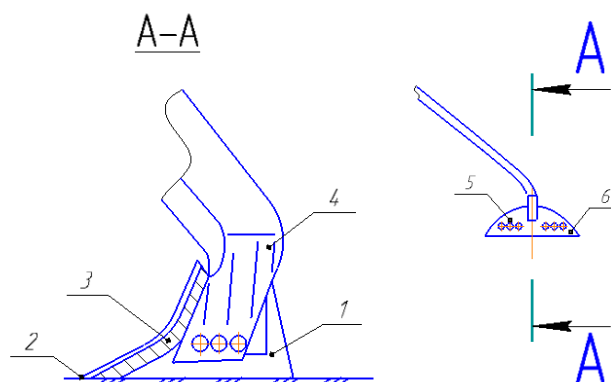


Рисунок 5 – Глубокорыхлитель почвы с упрочненным долотом, имеющим форму полого цилиндра

Сложность конструкции и использование в качестве упрочняющего покрытия сталей У9, У11 без термической обработки относится к факторам, сдерживающим степень распространение подобной конструкции.

По мнению [30] наличие в глубокорыхлителе долота 1, выполненного пустотелым с расположенным внутри него гидравлическим демпфером-компенсатором 2, и смонтированными шарнирами 3 позволяет повысить эксплуатационную надежность агрегата (рисунок 6).

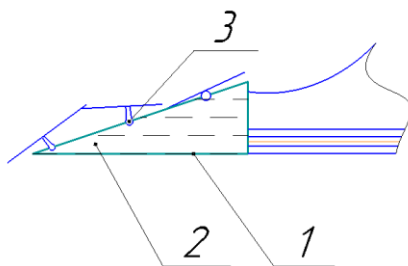


Рисунок 6 - Устройство для безотвальной обработки почвы в междурядьях многолетних насаждений

Вряд ли подобная конструкция сможет обеспечить высокую надежность агрегата в целом, так как долото изготавливается из эластичного материала, который по определению, не может обладать значительной прочностью. В процессе эксплуатации не исключено нарушение целостности долота и потери гидравлического демпфера.

Ряд исследователей [31] считают, что наличие на рабочей поверхности долота полос из износостойкого материала, расположенных перпендикулярно направлению движения позволяют снизить тяговое сопротивление глубокорыхлителя. Практический опыт и данные некоторых ученых [32] показывают, что присутствие армирования на рабочих поверхностях сравнительно мало влияют на тяговое сопротивление, но существенно повышают сопротивляемость абразивному изнашиванию. В то же время низкая технологичность изготовления подобных долот не позволяет рекомендовать их для широкого использования.

Для улучшения качества обработки почвы и минимизации эксплуатаци-

онно-энергетических затрат в исследованиях [33] предложено долото с режущей плоскостью 1, у которого по середине выполнены боковые проточки, образующие разгрузочные окна 2, и которое имеет дополнительную режущую кромку 3, соединенные делителем (рисунок 7).

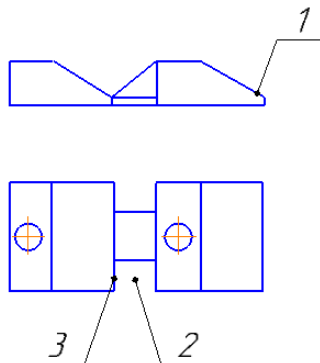


Рисунок 7 – Долото с двумя режущими кромками

С точки зрения повышения абразивной износостойкости, такая конструкция не внесет сколь либо значимых изменений в повышение служебных свойств долота.

Широкое распространение получило долото [34], выполненное в виде пластины наружная поверхность, которой имеет наплавленный слой толщиной 0,1-0,8 и длиной 2-20 от ее толщины (рисунок 8). Наплавленный слой наряду с другими элементами содержит по массе 1,0-6,5% углерода и 2,5-45,0% хрома. Такое техническое решение позволит повысить стойкость долота к абразивному изнашиванию.

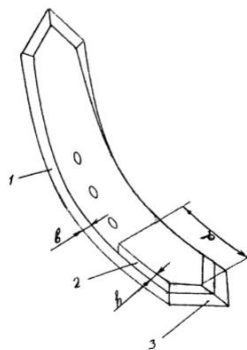


Рисунок 8 - Упрочненное долото глубокорыхлителя (1 - долото, выполненное в виде изогнутой пластины; 2 - наплавленный слой толщиной h и общей длиной d ; 3 - торец рабочей части долота; b - толщина пластины долота)

При наличии положительных факторов в отношении абразивной износостойкости, чрезмерно высокий расход дефицитного хрома безусловно будет сдерживать применение такой конструкции. Авторы не указывают каким образом будет влиять плазменная наплавка на геометрическую форму детали, а следовательно, и на агротехнические показатели рыхления.

В ряде случаев, рекомендуется использовать дреноер 1 (рисунок 9) с коническим наконечником 2 [35], который снабжен режущим элементом из износостойкого материала, выполненным в виде правильного многоугольника 3 (рисунок 10), что позволяет существенно увеличить срок службы рабочего органа в целом.

Высокая сложность конструктивного и технологического исполнения не позволяет рекомендовать подобный дреноер для широкого внедрения при глубоком рыхлении.

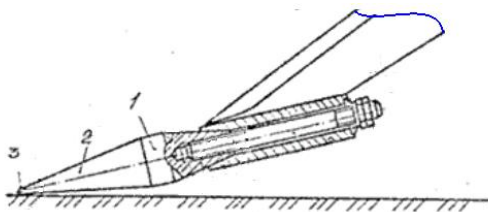


Рисунок 9 – Дреноер

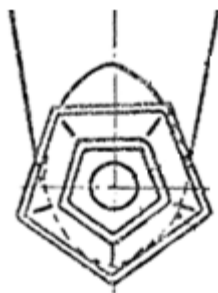


Рисунок 10 – Профиль конического наконечника

Увеличение ресурса рабочего органа глубокорыхлителя может быть достигнуто использованием S – образного обратного долота (рисунок 11) [36], которое по достижении износа режущей кромки поворачивают на 180°.



Рисунок 11 – Рабочий орган с обратным S – образным долотом

Так как данной работой не предусматривается применение упрочняющих технологий в отношении исполнительного органа, такой технический подход не обеспечит существенного повышения наработки до отказа.

Работы Новосибирского ГАУ [37] показали, что служебные свойства долот глубокорыхлителей можно повысить применением многослойного формации с выпукло-гладкой клинообразной формой и крыльями треугольной геометрии (рисунок 12). Долото выполняют составными блоками из мягких - низкой износостойкости 2 и твердых - высокой износостойкости слоев 3, соединенных между собой привалочными плоскостями. При этом ширина мягких слоев равна или больше ширины твердых слоев. В качестве слоев долота могут выступать припой или наплавка. Под действием абразивного износа мягкие слои меняют форму активной рабочей поверхности рыхлящих клиньев с образованием на них выемок-отражателей брахистохрон. За счет выемок-отражателей трение скольжения материнской породы по активной части долота замещается на трение качения.

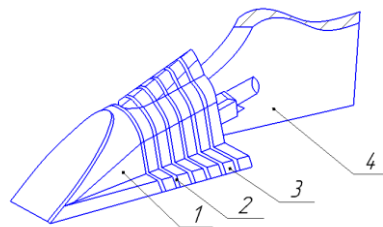


Рисунок 12 – Многослойное долото (1 – наральник; 2 – мягкий слой; 3 – твердый слой; 4 – стойка)

Данное техническое решение несомненно представляет интерес, однако в

работе отсутствуют конкретизированные данные по величине ресурса и затратах на изготовление конструкции долота, что не позволяет провести оценку его эффективности.

Разработанный в [38] глубокорыхлитель, где рабочие органы верхних ярусов выполнены в виде стрелчатых лап, а нижнего - в виде долота отличается низкой технологичностью изготовления стойки, лап и долота, незначительной надежностью и высокой склонностью к разрушению крепежа. Отмеченное ограничивает его использование.

Исполнительный орган глубокорыхлителя [39] имеет изогнутый в поперечно-вертикальной плоскости нож 1, нижняя часть 2, которого отогнута от его поверхности, и расположена со смещением вперед по направлению движения, а его режущие кромки 3,4 имеют форму направленной выпуклостью назад параболы (рисунок 13). Такое техническое решение не обеспечивает повышение ресурса, отличается не технологичностью конструкции и низкой монтажеспособностью.

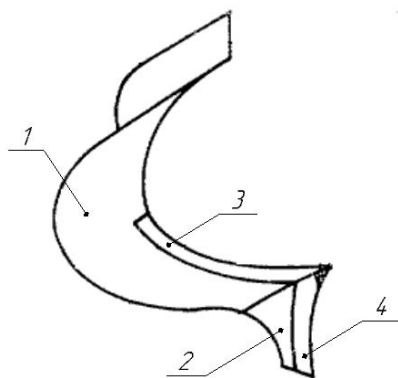


Рисунок 13 – Исполнительный орган глубокорыхлителя

Техническим недостатком рабочего органа рыхлителя [40], включающего стойку 1, шарнирно соединенный с ней пластинчатыми кронштейнами 4 подрезающий нож 2 и приводную тягу 3, шарнирно соединенную с подрезающим ножом, а другим концом - с вибратором 5, является сложность изготовления подвижных узлов, надежно работающих в почве (рисунок 14). Кроме этого конструкция не обеспечит существенного повышения ресурса.

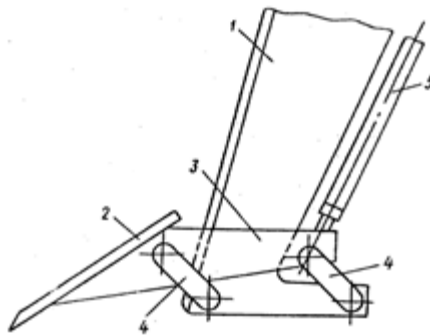


Рисунок 14 – Рабочий шарнирно – соединенный орган рыхлителя

Долото [41] (рисунок 15) с режущей плоскостью, представляющей собой эллипсообразную поверхность 1, на которой закреплены поперечные перегородки 2, определяющие переменное сопротивление движению, вызывающее колебательные процессы почвы по мнению разработчиков снижает тяговое сопротивление и повышает стойкость к абразивному изнашиванию.

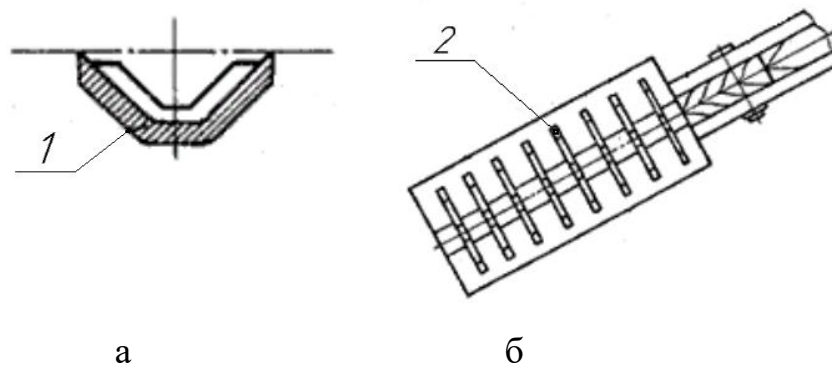


Рисунок 15 – Эллипсообразное долото: а – разрез долота; б – верхняя поверхность долота

Причиной, препятствующей распространению данного технического результата относится снижение качества рыхления при увеличении влажности почвы вследствие залипания исполнительного органа. Повышение ресурса также объясняется залипанием, что не может быть принято во внимание с технической точки зрения.

Среди долот различной геометрической формы выделяется долото [42],

изготовленное в виде круглого стержня 1, на поверхности, которого выполнены углубления, наплавленные твердым сплавом, расположенные по длине его рабочей поверхности и равномерно по периметру (рисунок 16). Другим вариантом такого технического подхода является наличие твердой наплавки, когда углубления по стержню 1 размещены по образующим его рабочей поверхности. На ряду с этим предложена наплавка в углубления, размещенные по винтовым линиям многозаходного винта. Причиной, препятствующей реализации таких долот является технологическая сложность их изготовления. Более того в [42] отсутствуют результаты, подтверждающие повышение стойкости к абразивному изнашиванию.

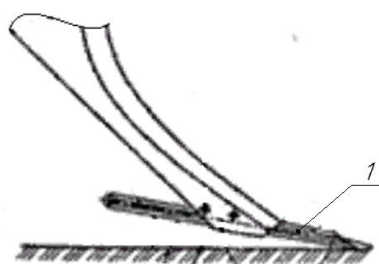


Рисунок 16 – Долото в виде круглого стержня

На рисунке 17 изображен рабочий орган глубокорыхлителя, у которого на передней грани стойки установлено лезвие с полусферической формой поперечного сечения с радиусом равном половине толщины стойки, что вызывает хрупкое разрушение почвы и интенсивное ее рыхление при меньших затратах энергии [43]. Однако, подобная форма долота не окажет существенного влияния на повышение его ресурса.

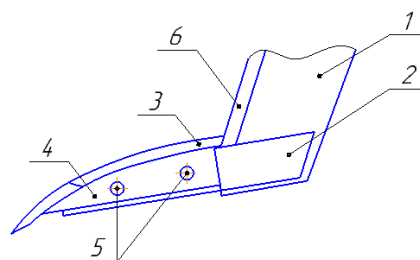


Рисунок 17 – Рабочий орган глубокорыхлителя

Рабочий орган глубокорыхлителя включает закрепленный на стойке 1 носок 2, на котором установлено долото 3 с логарифмической кривизной рабочей поверхности. Долото 3 крепится к носку 2 посредством кронштейнов 4 и двух пальцев 5. На передней грани стойки 1 установлено лезвие 6 с полусферической формой поперечного сечения.

При движении стойки 1 в разрыхленной почве сферическая форма передней грани лезвия 6 стойки 1 воздействует на разрыхленную почву равномерно как по ходу движения, так и в стороны. В результате требуемое усилие на перемещение минимально, и далекого отбрасывания почвы в стороны и образования широкой борозды не происходит.

Выводы

1. Долота по своему конструктивному исполнению, в большинстве случаев отличаются монофункциональностью, т.е. каждое из них предназначено для выполнения конкретной операции.

2. Как правило, конструктивное исполнение долот не направлено на повышение износостойкости.

3. Исключением, в аспекте стойкости к абразивному изнашиванию, являются конструкции с наличием армирующих твердых участков рабочей поверхности, однако сложность изготовления не позволяет рекомендовать их к широкому внедрению.

4. Наиболее приемлемым вариантом конструкции с точки зрения повышения стойкости к воздействию абразивной среды является долото с наплавленным сплавом высокой твердости наконечником, однако его нельзя считать вполне изученным в плане технологической и экономической эффективности.

Список используемой литературы

1. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.

2. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

3. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сель-

- ского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
4. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.
5. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрелчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Тр. ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 241-246.
6. Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрева А.А. Методы снижения интенсивности изнашивания стрелчатых лап культиваторов на стадии изготовления // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 3 (31). С. 79-83.
7. 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.
8. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
9. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
10. Повышение ресурса глубокорыхлителей / А.М. Михальченков, Г.В. Орехова, А.А. Мелешенко, Х.А. Дианов // Сельский механизатор. 2017. № 7. С. 36-37.
11. Анализ исполнительных органов глубокорыхлителей по их стойкости к абразивному изнашиванию / А.М. Михальченков, А.А. Мелешенко, Е.С. Таранов, С.С. Емельянов // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 50-57.
12. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.
13. Долото глубокорыхлителя повышенной износостойкости для работы на связных почвах: пат. 2648713 Рос. Федерация: МПК А01В15/02, А01В35/20, А01В13/08 / Михальченков А.М., Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мелешенко А.А., Михальченкова М.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет". - № 2016149692; заявл. 16.12.2016; опубл. 28.03.2018, Бюл. № 5.
14. Самозатачивающееся долото глубокорыхлителя повышенной абразивной износостойкости: пат. 2648721 Рос. Федерация: МПК А01В 15/02, А01В 35/20, А01В 13/08 / Михальченков А.М., Козарез И.В., Мелешенко А.А., Михальченкова М.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 16.12.2016; 28.03.2018, Бюл. № 10.
15. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедько, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга; под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014.
16. Михальченков А.М., Феськов С.А. Изнашивание стрелчатых лап посевного комплекса morris, восстановленных способом термоупрочненных "компенсирующих элементов" // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 12. С. 50-52.
17. Исследования приобретенных дефектов долот компании "Вадерштадт" и статистический анализ их износов / С.А. Феськов, А.А. Мелешенко, А.А. Цыганов, М.Н. Широков // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 111-120.
18. Способ восстановления долот глубокорыхлителей с одновременным упрочнением их рабочей поверхности: пат. 2680332 Рос. Федерация: МПК В23Р 6/00, А01В 15/04 / Учкин П.Г., Шахов В.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное

- образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный аграрный университет"; заявл. 15.05.2017; 19.02.2019, Бюл. 32.
19. Михальченко А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
20. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченко А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.
21. Шустов А.Ф. Формирование гуманистического идеала культуры // Проблемы и тенденции развития социокультурного пространства России: история и современность: материалы междунар. науч.-практ. конф.; под ред. Т.И. Рябовой. Брянск, 2015. С. 48-53.
22. Шустов А.Ф., Шустова Г.А. Методические основания гуманитаризации высшего технического образования // Трансформация экономики региона в условиях инновационного развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. С. 287-290.
23. <http://promplace.ru/glubokorihliteli-656.htm> Дата обращения 27.10.20
24. <http://stroy-technics.ru/article/rykhliteli> Дата обращения 27.11.20
25. <https://железный-конь.рф/orudiya-i-mashiny-dlya-pochvozashhitnoj-sistemy-obrabotki> Дата обращения 27.10.20.
26. Винокуров В.Н. Система машин в лесном хозяйстве: учебник для вузов / В.Н. Винокуров, Н.В. Еремин. М.: Академия, 2004. 320 с.
27. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: КолосС, 2003. 464 с.
28. Рабочий орган глубокорыхлителя: пат. 2263429 Рос. Федерация: МПК А01В 13/08, А01В 13/16 / Зволинский В.П., Климов С.В., Шагаипов М.М., Салдаев А.М.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия РАСХН; заявл. 16.08.2004; опубл. 10.11.2005, Бюл. № 31.
29. Глубокорыхлитель почвы и грунта: пат. 2269237 Рос. Федерация / Елисеев А.К., Салдаев А.М.; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение культуры "Волгоградский музейно-выставочный центр" (ГУК "ВМВЦ"); заявл. 12.08.2004; 10.02.2006, Бюл. № 4.
30. Устройство для безотвальной обработки почвы в междурядьях многолетних насаждений: пат. 2415525 Рос. Федерация: МПК А01В35/20. А01В35/26 / Медовник А.Н., Твердохлебов С.А., Тарасенко С.А., Цыбулевский В.В., Горовой С.А., Самсонов А.А., Гордничий А.С.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет; заявл. 01.07.2009; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 10.
31. Рабочий орган для глубокого рыхления почвы: пат. 2518454 Рос. Федерация / Джабборов Н.И., Добринов А.В., Лобанов А.В., Федькин Д.С.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии); заявл. 12.11.2012; опубл. 10.06.2014. Бюл. № 16.
32. Кожухова Н.Ю. Наплавочное армирование рабочих органов почвообрабатывающих машин эксплуатирующихся на тяжелых почвах (на примере плужных лемехов): дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2011. 175 с.
33. Рабочий орган для глубокорыхлителя: пат. 2362286 Рос. Федерация: МПК А01В 15/00 / Борисенко И.Б., Борисенко П.И., Павленко В.И., Пындак В.И., Кутузов Д.С., Елфимов М.В., Арзамасцев В.П.; заявитель и патентообладатель ГНУ Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; заявл. 10.03.2007; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 21.
34. Долото глубокорыхлителя: пат. 2532971 Рос. Федерация: МПК А01В 15/00, А01В

35/20, А01В 39/20 / Ветер В.В., Бондаренко В.В., Белкин Г.А., Марков Б.А., Елифанов В.М.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное предприятие "ВАЛОК" (ООО "НПП "ВАЛОК"); заявл. 17.06.2013; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32.

35. Рабочий орган глубокорыхлителя: пат. 1790826 СССР: МПК А01В 13/08 / Назарков Ю.М., Салдаев А.М.; заявл. 10.10.1990; опубл. 30.01.1993, Бюл. № 4.

36. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: пат. 1303051 СССР / Панов И.М., Кузнецов Ю.А., Павлов А.В., Корабельский В.И., Ветохин В.И., Гильштейн П.М., Сонис З.Г.; заявл 23.02.1983; опубл. 15.04.1987, Бюл. №14.

37. Белый. А.В., Щукин С.Г. Рыхлящее долото экспериментального орудия // Прикладные аспекты студенческой науки: сб. XV Региональной науч.-практ. конф. Новосибирск, 2016. С. 113–118.

38. Глубококорыхлитель: пат. 1466668 СССР: МПК А01В 13/16 / Игамбердиев А.К., Кушнарев А.С.; заявл. 02.03.1987; опубл. 23.03.1989, Бюл. № 1.

39. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: пат. 1436898 СССР: МПК А01В 35/20 / Аникин А.А., Юдкин В.В., Бойков В.М.; заявл. 14.07.1987; опубл. 15.11.1988, Бюл. № 42.

40. Рабочий орган рыхлителя: пат. 1641209 СССР: МПК: А01В 35/28, А01В 13/08 / Беляев А.А., Болбышко В.А.; заявл. 13.12.1988; опубл. 15.04.1991, № 14.

41. Глубококорыхлитель: пат. 1192650 СССР: МПК: А01В 35/26 / Богатов Е.А., Танклевский А.М., Барчук А.С.; заявл. 21.06.1984; опубл. 23.11.1985, № 43.

42. Рабочий орган щелевателя: пат. 1630620 СССР: МПК А01В 13/16 / Салдаев А. М.; заявл. 17.10.1988; опубл. 28.02.1991.

43. Рабочий орган глубококорыхлителя: пат. 76538 СССР: МПК А01В 15/00 / Дьяков В. П.; заявитель и патентообладатель ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии; заявл. 22.05.2008; опубл. 27.09.2008.

44. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 632.3.621.8.78

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ДОЛОТ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ

к.т.н. Козарез И.В., магистранты Трепоухов Н.М.,

Миненко В.И., Кривонос И.В., студент Сары М.Л.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. Повышение абразивной износостойкости долот глубококорыхлителей обеспечивается: применением для их изготовления износостойких материалов; объемной термической обработки; поверхностной термической обработки; использованием материалов на основе керамики; наплавкой материалами обладающими достаточной стойкости к абразивному изнашиванию. Уста-

новлено, что к перспективным направлениям при упрочнении долот является наплавочное армирование рабочих поверхностей, формированием валиков высокой твердости с присутствием карбидов и карбоборидов.

Ключевые слова: долота глубокорыхлителей; абразивная износостойкость; термическая обработка; керамика: наплавочное армирование; сверхтвердые фазы.

METHODS OF IMPROVING RESOURCE BITS DEEP

Ph. D. Kozarez I. V., graduate of Trepouhov N. M.

Minenko V. I., Krivonos I. V., student of Sarah M. L.

Bryansk state agricultural university

Annotation. *Increasing the abrasive wear resistance of deep drill bits is provided by: the use of wear-resistant materials for their manufacture; volumetric heat treatment; surface heat treatment; the use of materials based on ceramics; surfacing materials with sufficient resistance to abrasive wear. It is established that the most promising areas for bit hardening are surfacing reinforcement of working surfaces, the formation of high-hardness rollers with the presence of carbides and carboborides.*

Keywords: *deep drilling bits; abrasive wear resistance; heat treatment; ceramics: surfacing reinforcement; superhard phases.*

Введение

В последнее время на ряде территории Российской Федерации имеют место продолжительные засушливые периоды, что приводит к снижению урожаев и даже его гибели [1-4]. Не маловажным фактором в уменьшении урожайности культур является широкое применение дисковых почвообрабатывающих орудий, обработка почвы, которыми приводит к существенному ее уплотнению [5-9]. Поэтому все более широкое распространение получает глубокое рыхление, позволяющее снизить плотность почвы и повысить степень сохранения влаги

[10-14]. Однако высокая скорость изнашивания долот глубокорыхлителей существенно увеличивает экономические потери и снижает производительность обработки [15-17]. На ряду с вышеотмеченным не маловажным является то, что проблемы, относящиеся к глубокому рыхлению, носят всеобщий (философский) характер [18-22].

Исполнительные органы (долота) глубокорыхлителей подвержены абразивному износу высокой интенсивности в результате трения контактируемой поверхности с составляющими почвенной среды [23]. Нередко данные детали подвергаются ударным воздействиям, что накладывает определенные условия на технологические процессы их изготовления и упрочнения [24].

Как известно [23] утрата нормированных геометрических параметров приводит к нарушению агротехнических условий на глубокое рыхление. По данным [24] подлинный ресурс долот часто не достигает четверти от уровня, установленного нормативной документацией, и может составлять около 4...5 га. Низкая абразивная стойкость долот является причиной ухудшения, не только агротехники, но и технико-экономических показателей рыхления по обработке почвы.

Указанные факторы требуют применения различных методов повышения ресурса долот, замены используемых для их изготовления материалов на более износостойкие. Известные способы сохранения работоспособности направлены на уменьшение скорости изнашивания путём применения более износостойких материалов, различных видов обработки или создания самозатачивающихся лезвий [15]. Таким образом в соответствии с источниками [21-25] методы, направленные на улучшение качественных показателей контактирующих поверхностей долот можно классифицировать как:

- 1 Применение износостойких материалов
- 2 Объемная термическая обработка
- 3 Поверхностная термическая обработка
- 4 Использование материалов на основе керамики
- 5 Наплавка материалами, обеспечивающими высокую стойкость к абразивному изнашиванию.

Применение износостойких материалов

В настоящее время в отечественном сельскохозяйственном машиностроении практически все рабочие органы почвообрабатывающих орудий изготавливаются из следующих сталей 65Г, 45, Л53, 45, 40Х, 40Г2, 55С2, 60С2. Их износостойкость и прочность невысоки в то время как зарубежные производители сельскохозяйственной техники продвинулись в данном вопросе гораздо дальше. Например, широкой распространенностью отличается сталь Hardox400 [26]. Официальные представители компании производителя SSAB Oxelosund указывают на высокую устойчивость этой стали к абразивному изнашиванию. Сталь имеет следующий состав: 0,14 % С, 0,70 % Si, 1,60 % Mn, 0,3 % Cr, 0,25 % Ni, 0,25 % Mo, 0,004 % В, 0,010 % S, 0,025 % P. По данным фирмы этот материал в состоянии поставки имеет твердость в диапазоне 370-430 НВ. Как следует из химического состава вряд ли она сможет обеспечить повышенные свойства по абразивной стойкости на что указывает и сравнительно не высокая её твердость.

Известна работа [25] в которой для изготовления долот предлагается использовать высокопрочный чугун с шаровидным графитом с содержанием углерода 3,5-3,6%, кремния 1,20-1,55% и марганца 0,75...0,95%. Долота изготавливаются литьем в песчано-глинистые сырые формы с применением металлических (стальных) холодильников. Безусловно, такой состав чугуна обеспечит соответствующую износостойкость, однако его высокая хрупкость и использование для изготовления деталей литьем серьезно снижают возможность использования предлагаемого материала. Подтверждение сказанному служат попытки использования отбеленных чугунов в качестве материала для производства плужных лемехов, не приведшие к положительным результатам в силу их высокой хрупкости [27].

Подобные исследования были проведены авторами [26], где предложено использовать долота в отливках из низкокремнистого серого чугуна со сбалансированным содержанием марганца. Положительный эффект по абразивной износостойкости достигается за счет композитного упрочнения первичными дендритами, имеющими структуру тонкодисперсного перлита. При этом твер-

дость не превышает 270 НВ, а износостойкость обеспечивается наличием структуры ледебурита в рабочей части путем локального отбела. Подобный материал так же имеет ограничения по применению в следствие охрупчивания структуры и необходимости применения литья для изготовления долот.

Объемная термическая обработка

Как отмечалось выше серийные отечественные детали рабочих органов почвообрабатывающих орудий изготавливаются из средне-, высокоуглеродистых и низколегированных сталей. В большинстве они подвергаются закалке и последующему среднему отпуску с температур 400...500° С, что обеспечивает твердость 39...48 HRC. По мнению авторов [28] полученные изделия имеют сравнительно не высокие показатели по износостойкости. Исходя из опыта [29] для обеспечения стойкости к абразивному изнашиванию импортные детали термообрабатываются на твердость 50...53 HRC. Превышение твердости более 53 HRC не приводит к положительным результатам по увеличению износостойкости. Сталь 25ХГТЮР, разработанную в ВИМе рекомендуется подвергать объемной закалке с температур 880...900° С с последующим низким отпуском.

Собственные измерения твердости долот комплекса Top Down показали, что, среднее значение данного параметра 48 HRC (рисунок 1). Значения HRC указывают на наличие термообработки заключающейся, в закалке и среднем отпуске.



Рисунок 1 - Долото компании Vaderstad

Проведение объемной упрочняющей термической обработки связано с серьезными экономическими затратами, которые не всегда оправданы. Кроме

этого реализация технологических процессов требует достаточно громоздкого оборудования. Поэтому в ряде случаев используется поверхностная закалка токами высокой частоты.

Поверхностная термическая обработка токами высокой частоты происходит вследствие теплового действия тока, индуктируемого внутри самого изделия, помещенного в магнитное поле [30-32]. Упрочняемая поверхность детали глубиной 2 - 20 мм претерпевает фазовые превращения [30]. Вследствие высоких скоростей нагрева и охлаждения поверхностных слоев образуется мартенситная составляющая с 58 - 62HRC в структуре, расположенной у поверхности. Толщина закаленного слоя зависит от параметров режима термообработки. К недостаткам закалки ТВЧ следует отнести сложность регулирования температуры нагрева, приводящая к неравномерности прогрева обрабатываемого участка детали и сильному её перегреву [31]. Применение способа также ограничивается определенной номенклатурой изделий, сложностью оборудования (необходимость индивидуальных индукторов), дороговизной процесса и нередко невозможностью и нецелесообразностью использования на небольших предприятиях. Однако, основным фактором, сдерживающим применение способа в отношении долот глубокорыхлителей, является невысокая глубина упрочненного слоя, которая не обеспечивает значительного повышения ресурса детали. Подтверждением сказанному служат фактическое отсутствие литературных источников – упоминания имеется только в материалах статьи [26].

Использование материалов на основе керамики

В последние годы в различных отраслях народного хозяйства большое внимание уделяется применению технической керамики. Высокие коррозионно- и термостойкость в сочетании с высокой прочностью и износостойкостью во многих случаях делает эти материалы конкурентоспособными с лучшими представителями металлов и сплавов.

Проведенные в 1999 году первые эксперименты по применению оксидной керамики [33] для упрочнения наиболее изнашиваемого рабочего органа - лемеха плуга показали перспективность этого направления. В зависимости от ти-

пов почв, ресурс лемехов повысился в 1,3 раза на супесчаных, легко- и средне-суглинистых почвах Московской области и в 2,5 раза в условиях среднесуглинистых почв Тамбовской области.

Керамические материалы обладают набором уникальных физико-механических свойств, что обуславливает их применение для деталей и сборочных единиц, эксплуатируемых в экстремальных условиях (абразивные и агрессивные среды, высокие температуры и др.). Надо отметить, что керамические материалы плохо сопротивляются ударным нагрузкам и растягивающим напряжениям, поскольку им присущ общий недостаток - хрупкость.

Основные виды керамики по классификации: оксид алюминия – корунд; оксид кремния – ситал; карбид кремния; нитрид кремния; диоксид циркония.

Рассмотренные в настоящем разделе пять типов керамических материалов являются основными и образуют базу современного керамического материаловедения. Из перспективных материалов, следует упомянуть сиалон (кремний-алюминий-кислород-азот), систему диоксид циркония-оксид алюминия с ожидаемой прочностью при изгибе 2500 МПа, муллит (система оксид алюминия-диоксид кремния).

Из известных данных следует, что наибольшую износостойкость показал твердый сплав ВК-8, содержащий 92% карбида вольфрама и 8% кобальта. Сплав ВК-8 намного превосходит по износостойкости остальные материалы.

Исследования, проведенные в Национальном институте с.-х. техники (NIAE, Великобритания), показали, что в результате использования при изготовлении рабочих органов керамических материалов, состоящих из соединений алюминия, карбидов и нитридов кремния, можно повысить износостойкость деталей сельскохозяйственных орудий, и следовательно значительно увеличить ресурс. Благодаря покрытию керамическими материалами рабочей поверхности культиваторной лапы удалось снизить ее износ в 5-8 раз. Срок службы керамического дренера в крото-дренажной машине увеличивался в среднем в 7,5 раза.

Фирма "Смит Индастриес Керамика" практикует наплавку рабочих органов почвоуглубителя и кротователя защитным составом "Синтокс" (материал

из окиси алюминия и керамики). Наплавленные "Синтоксом" рабочие кромки шириною 25 мм и длиной 1 м почвоуглубителя, а также уширители кротователя имеют срок службы в семь раз больше, чем стальные детали.

Наплавка материалами, обеспечивающими высокую стойкость к абразивному изнашиванию.

Наплавка позволяет создавать биметаллические изделия, у которых высокая прочность и низкая стоимость сочетаются с большой долговечностью в условиях эксплуатации. Многократное повторное восстановление изношенных деталей во много раз уменьшает расход металла для изготовления запасных частей машин и оборудования. Состав и свойства наплавленного металла (слоя) зависят от химического состава электродного материала и определяются условиями эксплуатации изделия. Выбор наплавочного материала является сложной задачей, так как изнашивание протекает по-разному в зависимости от условий работы [34].

В настоящее время для получения абразивостойкого поверхностного слоя используются различные группы электродных материалов.

Первая - электроды, предназначенные для ручной дуговой наплавки. К наиболее распространенным из них (в отношении восстановления деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий) являются электроды отечественного производства Т -590 и Т – 620 [34].

Вторая – порошковые проволоки. Наиболее применяемые проволоки марок ПП-АН122 (30X5Г2МО) и ПП-АН128 (35X4Г2СМ). Наплавленный слой имеет трооститно-мартенситную микроструктуру металла при наплавке на сталь 45 твердостью 51,5-57 НРС₃. Износостойкость сформированного слоя в 1,6-2 раза больше, чем у стали 45, закаленной токами высокой частоты (ТВЧ) [34].

Третья – проволоки сплошного сечения. Данные наплавочные материалы применяются для восстановления деталей, эксплуатирующихся в условиях изнашивания высокой интенсивности с присутствием ударных нагрузок. Наиболее распространены: Нп-40X2Г2М - НРС 55-57, Нп-40X13 НРС 46,5-53,0

В большинстве случаев при упрочнении долот используется метод армирования [35]. При чем он широко распространен не только в Российской Федерации, но и за рубежом (рисунок 2).



Рисунок 2 - Долото глубокорыхлителя 2460283 Earthmaster M & W 1700 (Фотография взята с <https://flagma.ua/>)

Несмотря на достаточную распространенность, отработка технологии наплавочного армирования применительно к долотам глубокорыхлителей требует специальных подходов, а также проведение дополнительных экспериментов в реальных, полевых условиях.

Выводы

1. Предложена классификация методов, направленных на обеспечения абразивной износостойкости долот глубокорыхлителей: применение для их изготовления износостойких материалов; объемная термическая обработка; поверхностная термическая обработка; использование материалов на основе керамики; наплавка материалами, обеспечивающими высокую стойкость к абразивному изнашиванию
2. Наиболее перспективным направлением при упрочнении долот является наплавочное армирование рабочих поверхностей, формированием валиков высокой твердости с присутствием карбидов и карбоборидов.

Список используемой литературы

1. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
2. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

3. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
4. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедев, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга; под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014. 183 с.
5. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
6. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
7. Влияние конструкции лемеха и наплавочного армирования на твердость его носовой части / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 36-40.
8. Термоупрочнение изготовленных из вторичного сырья долот штамповарных лемехов / А.А. Новиков, А.А. Тюрева, М.А. Михальченкова, А.М. Гринь // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 28-29.
9. Михальченков А.М., Ковалев А.П., Козарез И.В. Геометрические параметры лучевого износа лемехов // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 1. С. 44-47.
10. Михальченков А.М., Феськов С.А., Якушенко Н.А. Восстановление стрелчатых лап // Сельский механизатор. 2014. № 3. С. 36-37.
11. Михальченков А.М., Козарез И.В., Горбачев Р.В. Влияние наплавочного армирования на изнашивание восстановленных лемехов компании Фогель и Ноот // Тр. ГОСНИТИ. 2013. Т. 111, № 1. С. 50-55.
12. Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А. Анализ дефектов восстановленных стрелчатых лап импортных посевных комплексов и их влияние на возможность повторного использования // Тр. ГОСНИТИ. 2014. Т. 114, № 1. С. 134-139.
13. Михальченков А.М., Тюрева А.А. Оптимизация технологии наплавочного армирования носка плужного лемеха // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2009. № 1. С. 23-27.
14. Феськов С.А., Михальченкова М.А., Бирюлина Я.Ю. Износы стрелчатых лап культиваторов для посева по стерне и выбор способа их восстановления // Тр. ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 241-246.
15. Анализ исполнительных органов глубокорыхлителей по их стойкости к абразивному изнашиванию / А.М. Михальченков, А.А. Мелешенко, Е.С. Таранов, С.С. Емельянов // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 50-57.
16. Самозатачивающееся долото глубокорыхлителя повышенной абразивной износостойкости: пат. 2648721 Рос. Федерация: МПК А01В 15/02, А01В 35/20, А01В 13/08 / Михальченков А.М., Козарез И.В., Мелешенко А.А., Михальченкова М.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 16.12.2016; 28.03.2018, Бюл. № 10.
17. Долото глубокорыхлителя повышенной износостойкости для работы на связных почвах: пат. 2648713 Рос. Федерация: МПК А01В15/02, А01В35/20, А01В13/08 / Михальченков А.М., Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мелешенко А.А., Михальченкова М.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет". - № 2016149692; заявл. 16.12.2016; опубл. 28.03.2018, Бюл. № 5.
18. Шустов А.Ф. Культурная детерминация ценностно-нормативных аспектов развития технической деятельности // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2015. № 6-1 (56). С. 208-210.
19. Основные механизмы подготовки квалифицированных специалистов агропромышленного комплекса / М.В. Семышев, А.Ф. Шустов, В.М. Семышева, Е.В. Андрющенок // Международный научный журнал. 2017. № 3. С. 96-100.

20. Шустов А.Ф. Гуманитарные знания и технологии в современном образовательном процессе // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2017. С. 21-25.
21. Михальченко А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
22. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченко А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.
23. Воронов Ю.И., Ковалев Л.Н., Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 2001. 256 с.
24. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. 304 с.
25. Костылева Л.В., Гапич Д.С., Курбанов Д.Б. Влияние соотношения углерода и кремния на глубину и характер отбеленной зоны долота чизельного плуга // Современное научное знание в условиях системных изменений: материалы 1-й нац. науч.-практ. конф. Омск: Омский ГАУ им. П.А. Столыпина, 2016. С. 215-219.
26. Костылева Л.В., Гапич Д.С., Борисенко И.Б. Проблемные вопросы эксплуатации рабочих органов чизельных орудий и пути их решения // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3(39). С. 176-179.
27. Бейнитный высокопрочный чугун с шаровидным графитом / Г.И. Сильман, К.В. Макаренко, В.В. Камынин, Е.А. Зенцова // Металловедение и термическая обработка металлов. 2013. № 4 (694). С. 3-8.
28. Энциклопедия Машиностроения / И.П. Ксенович, Г.И. Варламов, Н.Н. Колчин и др.; под ред. И.П. Ксеновича. М.: Машиностроение, 2002. 720 с.
29. Новиков А.А., Широков М.Н., Смирнов М.В. Термическое упрочнение лемехов плужных корпусов зарубежного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 124-128.
30. Головин Г. Ф., Замятин М. М. Высокочастотная термическая обработка: вопросы металловедения и технологии. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1990. 239 с.
31. Корягин Ю. Д., Филатов В. И. Индукционная закалка сталей: учеб. пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. 52 с.
32. Иевлев Е.М. Поверхностная закалка с индукционным нагревом опорных поверхностей различного назначения // Индукционный нагрев. 2009. № 2. С. 40–44.
33. Новиков В.С. Разработка технологий упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин керамическими материалами и внедрение их на заводах изготовителях: отчет о науч.-исслед. работе / В.С. Новиков, М.Н. Ерохин, И.А. Беликов, В.С. Бакунов, Е.С. Лукин, Э.Н. Муравьев, В.Н. Орлов, А.А. Собко. М.: МГАУ, 2000. 40 с.
34. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. М.: Металлургия, 1981. 648 с.
35. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 101-119.
36. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ПОВЫШЕНИЮ РЕСУРСА ДОЛОТ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ

*к.т.н. Феськов С.А., аспирант Паседько Н.С.,
магистрант Киреевский К.О., студент Шевченко А.С.,
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ*

Аннотация. Опытные долота упрочнялись наплавочным армированием путем нанесения валиков на рабочую поверхность перпендикулярно боковым сторонам долота и параллельно периметру торца заглубляющей области, при этом полевые испытания учитывали особенности глубокого рыхления. Линейные износы определялись с использованием компьютерных технологий.

Ключевые слова: методика исследований; наплавочное армирование; схемы армирования; твердость; линейные износы; компьютерные технологии.

METHODOLOGICAL FEATURES OF EXPERIMENTS TO INCREASE THE RESOURCE

*candidate of technical Sciences Feskov S. A., post-graduate student Pasedko N. S.,
master's student Kireevsky K. O., student Shevchenko A. S.,
Bryansk state agricultural university*

Annotation. *Experimental bits were strengthened by surfacing reinforcement by applying rollers to the working surface perpendicular to the sides of the bit and parallel to the perimeter of the end face of the sinking area, while field tests took into account the features of deep loosening. Linear wear was determined with the use of computer technology.*

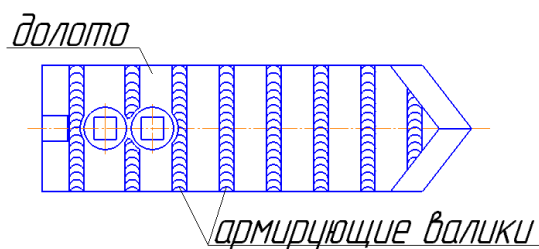
Keywords: *research methodology; surfacing reinforcement; reinforcement schemes; hardness; linear wear; computer technologies.*

Введение

Глубокое рыхление связано с рядом специфических процессов, обусловленных большой глубиной внедрения долота, что вызывает необходимость разработки или совершенствования методик исследований, как лабораторных, так и полевых [1-4]. Кроме того, ряд авторов прямо указывает на необходимость изменения подходов при испытаниях долот глубокорыхлителей [5-12]. Поэтому авторы сочли целесообразным усовершенствовать и адаптировать к условиям эксплуатации ряд методических вопросов широко, используемых при исследовании деталей рабочих органов других сельскохозяйственных орудий [13-19].

Технологические варианты упрочнения наплавочным армированием

Для испытаний долот глубокорыхлителей использовались два варианта наплавочного армирования, отличие, которых заключалось в геометрии наносимых валиков.



а

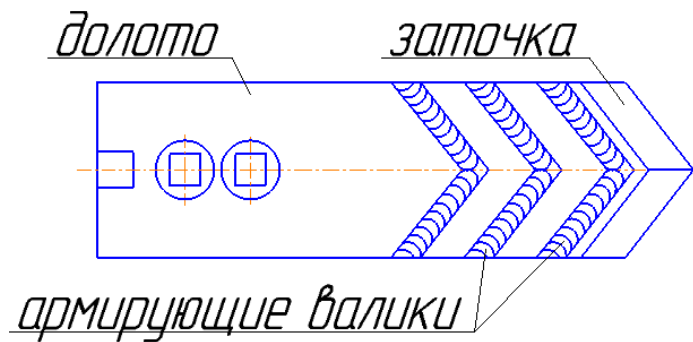


б

Рисунок 1 – Наплавка рабочей поверхности перпендикулярно боковым сторонам (а – схема наплавки; б – опытный образец)

Первый - наплавка по всей площади рабочей поверхностей перпендикулярно боковым сторонам долота валиков шириной 8...10 мм, высотой 4...6 мм (рисунок 1 а и б) (наплавка «лестницей»). Первый валик наплавляется на расстоянии 20... 30 мм от торца заглубляющей части. Валики формируются параллельно друг другу с шагом 20...30 мм. Нанесение сопровождается охлаждением каждого из них.

Второй - наплавка на наиболее изнашиваемом участке рабочей (рисунок 2 а и б) и тыльной части долота параллельно периметру торца заглубляющей области (профилю её обреза) валиков, (наплавка «ёлочкой»), с теми же параметрами, что и в первом варианте (рисунок 3 а и б).



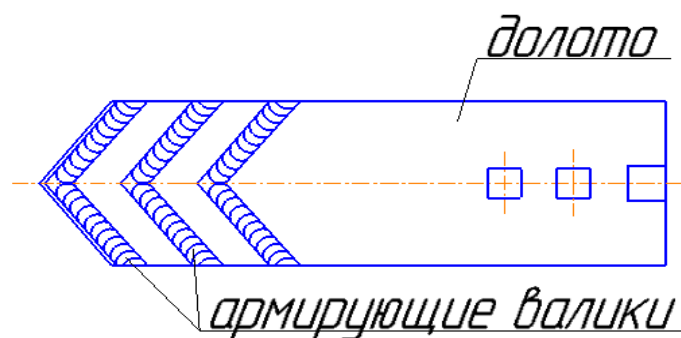
а



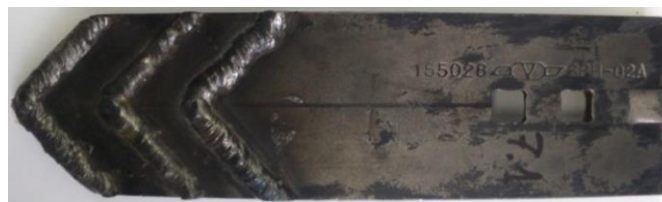
б

Рисунок 2 – Наплавка рабочей поверхности параллельно периметру торца заглубляющей части (а – схема наплавки; б – опытный образец)

Геометрические схемы наплавочного армирования, реализовывались путем формирования валиков рассмотренными выше электродными материалами. Таким образом, с учетом марок электродов, тыльной и наружной стороны, где осуществлялась наплавка количество опытных экземпляров составило 9 единиц. Для обеспечения достоверности опытных данных каждый экземпляр дублировался троекратно. Тогда суммарное количество испытуемых образцов (опытных долот) составило 27 штук. Каждый электрод применим для всех вариантов нанесения валиков.



а



б

Рисунок 3 – Наплавка тыльной поверхности параллельно периметру торца заглабляющей части (а – схема наплавки; б – опытный образец)

Проведение полевых испытаний опытных изделий

Испытания в реальных полевых условиях дают возможность определить наработку долота до наступления его предельного состояния, а также выявить причину снятия его с эксплуатации, что не представляется возможным в лабораторных условиях. Эти испытания позволяют дать сравнительную оценку эффективности использования деталей, упрочненных различными методами. Кроме этого, нередко имеет место существенная разница между величиной полученных данных при исследованиях в лабораторных и полевых условиях. Даже проведение испытаний в почвенном канале не позволяет получить результатов, в полной мере характеризующих явление, происходящее в реальных почвенных условиях.

На ряду с изложенным, для исследования динамики изнашивания долот глубокорыхлителя наиболее предпочтительными являются полевые (эксплуатационные) испытания, позволяющие реализовать действительные условия протекания процессов и получить достоверные результаты.

В соответствии с требованиями к проведению полевых испытаний со-

блюдались достаточная повторность опытов, определяемая количеством испытуемых одностипных долот, а также требования по идентичности условий испытаний, в том числе по составу почвы, ее влажности, схеме замера и методов определения интенсивности изнашивания испытуемых изделий.

Полевые испытания проводились в период весенней посевной кампании на суглинистых почвах. Почвообрабатывающий агрегат состоял из трактора John Deere 8285R и глубокорыхлителя Top Down 600 производства шведской компании Vaderstad.

Перед выходом в поле глубокорыхлитель подвергался необходимой регулировке в соответствии с установленными нормативами. При этом контроль параметров данного орудия проводился периодически – один раз в четыре смены.

Скорость движения агрегата при обработке почвы, в соответствии с агротехническими требованиями, составляла около 10 км/ч.

В процессе проведения полевых испытаний контролировались: геометрия износа и его величина в зависимости от наработки, исчисляемой в гектарах. (Под геометрией износа подразумевается отклонение формы детали от установленной, которая выражается в скруглении подрезающей области, перезаточке лезвийной части с наружной на внутреннюю и потери нормированного размера заглубляющей зоны долота). При этом основным критерием предельного состояния опытных долот служил износ заглубляющей части на величину более чем 80 мм.

Износ длины тыльной поверхности долота (ΔL) определялся как разность между начальным размером (деталь в состоянии поставки) и размером после определенной наработки. Длина (L) измерялась от нижнего горизонтального сечения фиксирования стойки до крайней точки заглубляющей части (рисунок 4), что исключает влияние износов на точность измерений. Кроме этого, фиксировались износы по ширине лапы (B), а также по её толщине (H) и по толщине с учетом армирующих валиков (T) (рисунок 4).

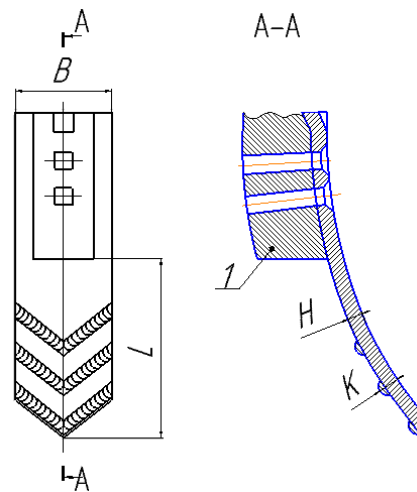


Рисунок 4 – Измерение параметров долота: L – высота от стойки 1 до заглубляющей части; B – ширина долота; H – толщина долота; K – толщина долота и валика

В качестве измерительного инструмента использовался штангенциркуль ШЦ-1 (погрешность измерения $\pm 0,1$ мм). Как уже отмечалось, износы параметров оценивались разницей между соответствующими размерами долота до эксплуатации и после определенной наработки.

Измерения и визуальная оценка износов осуществлялась после определенной наработки, диктуемой условиями работы предприятия.

Таким образом, известная методика полевых испытаний адаптирована к собственным исследованиям и позволяет определить износостойкость и ресурс упрочненных долот по различным технологическим вариантам, и определить оптимальную схему (разрабатываемых) технологий упрочнения.

Определение технического состояния долот с использованием компьютерных технологий

Для определения технического состояния долот для глубокого рыхления, снятых с эксплуатации применялась методика, основанная на использовании компьютерных технологий [20-24]. В сравнении с предыдущим способом контроля износов в их динамике предлагаемая методология упрощает измерение износов, обработку и анализ получаемых данных; становится возможным обеспечение заданной точности; создаются оптимальные условия для проведения

контроля большого количества деталей с относительным большим числом измеряемых геометрических параметров детали.

Она состоит из следующих этапов:

- 1 – создание шаблона долота в электронном варианте;
- 2 – фиксирование профиля изношенных долот цифровым фотоаппаратом;
- 3 – масштабирование и снятие величин износов;
- 4 – вероятностно-статическая обработка полученных результатов.

Как следует из описания методики, съемка цифровым фотоаппаратом позволяет избежать дополнительной операции, связанной с оцифровкой профилей изношенных деталей.

В процессе проведения микрометража долот, поступивших на упрочняющее восстановление, контролировались размеры в 5 сечениях, параллельных траектории перемещения детали – А0-1, А1-2, А2-3, А3-4, А4-5 (рисунок 5). Количество и шаг сечений выбирались таким образом, чтобы охватить всю площадь рабочей части, и тем самым получить достоверную информацию опытных данных.

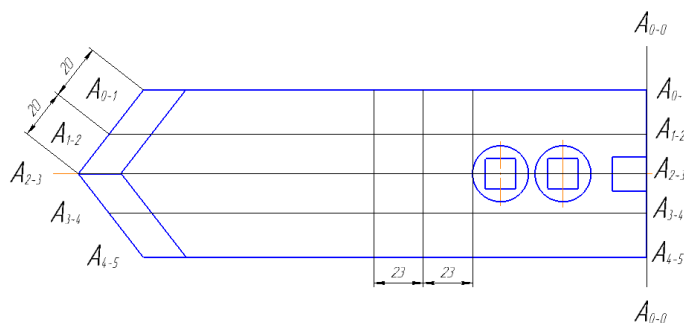


Рисунок 5 – Схема измерений для определения износов

Кроме размерного контроля параллельных движению агрегата сечений, проводились измерения в плоскостях, перпендикулярных перемещению долота – два сечения (рисунок 5). На рисунке 5 эти сечения не имеют буквенного обозначения, т.к. проведенные в дальнейшем измерения показали столь незначительные изменения этих размеров (износы), что они не подлежат анализу. Поэтому рисунок 5 не целесообразно перегружать не нужной информацией.

С помощью фотоаппарата, закреплённого на штативе, проводится фотографирование изношенных деталей. Для фиксирования размеров используется обыкновенная ученическая линейка, которая располагается в торце правого края долота. Полученные фотографии переносятся в компьютер, где с помощью программы «компас 3D» проводится операция масштабирования для получения действительных размеров изношенного долота глубокорыхлителя.

На созданный электронный шаблон долота с нормированными размерами, накладывается фотография изношенной детали (Рисунок 6) с помощью функции «создания слоя», по аналогии с методикой измерения износов лап для высева по подготовленной почве. При наложении следует соблюдать следующие правила: у шаблона и измеряемого долота должны строго совпадать; основание шаблона и измеряемой детали A_0-0 , совмещаются так, чтобы образовать одну линию. Фиксирование по основанию обусловлено отсутствием износа в этой области, поэтому данный размер можно принять за базу. При помощи функций «авторазмер» или «расстояние между двумя точками» проводятся измерения износов по заданным сечениям.

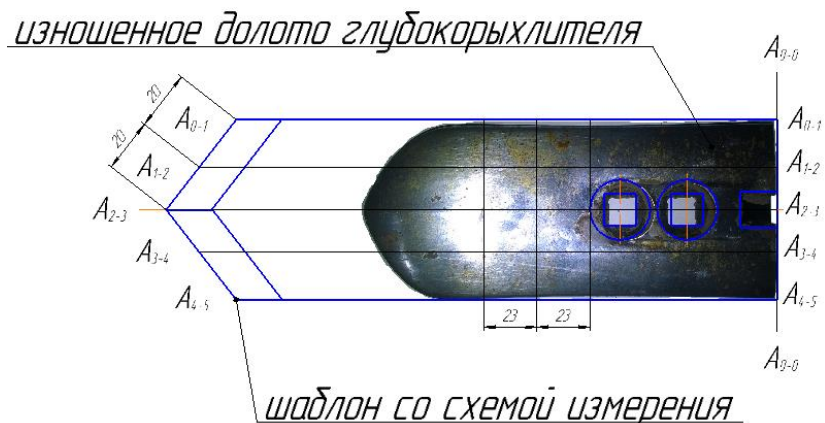


Рисунок 6 - Измерения износов долота глубокорыхлителя

Полученные данные обрабатывались методами математической статистики.

Таким образом, разработанные методики определения износов с использованием компьютерных технологий позволяют упростить процесс их измерения и обработки полученных данных, а также избежать применения измери-

тельных инструментов при соблюдении заданной точности. Наибольшая точность измерений обеспечивается техникой, связанной с фотографированием профиля изношенной детали, более того этот метод проще в исполнении, чем классический метод контроля износов.

Измерение твердости после наплавочного армирования

Метод упрочнения деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий наплавочным армированием достаточно распространен и исследован. [25]. Технологии, в основу которых положен отмеченный выше метод, разработаны и используются при реновации лемехов и отвалов плужных корпусов [26-28]. В тоже время, исследования по данному вопросу в отношении других деталей недостаточны либо вообще отсутствуют. Не являются исключением в этом аспекте и долота глубокорыхлителей. Кроме того, вопрос о влиянии армирования на изменение свойств материала изделия, особенно прошедшего предварительную термообработку, остаётся до конца не раскрытым. В связи возникла необходимость в проведении исследований изменения твердости (Н) термоупрочненных долот глубокорыхлителей после наплавочного армирования.

Кроме того, с помощью пробы на твердость можно дать оценку другим механическим характеристикам с достаточной достоверностью [29], в том числе и материалов с неоднородной структурой [30].

Измерение твердости проводились методом Роквелла по шкале HRC т.к. долота при изготовлении подвергались термоупрочнению, а валики наплавлялись электродами, обеспечивающими высокий уровень твердости (около 60HRC). Использовался прибор TP 5008A.

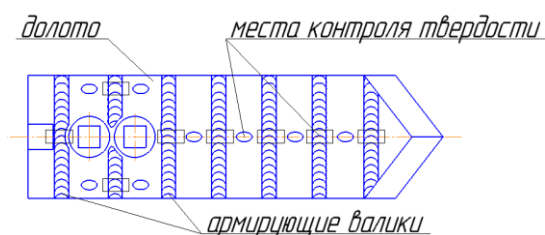


Рисунок 7 – Схема наплавки на рабочей поверхности перпендикулярно боковым сторонам и места контроля твердости

Твердость (HRC) контролировалась на долотах глубокорыхлителей, упрочненных по технологическому варианту «лестница» по схеме, представленной на рисунке 7. Места отпечатков на рабочей поверхности детали располагались таким образом, чтобы охватить всю поверхность, прошедшую упрочнение, т.е. уколы наносились в промежутках между армирующими валиками. (Пробы твердости показаны овалами) Общее количество отпечатков в данном случае составило 8 штук. На ряду с измерением HRC материала глубокорыхлителя контролировалась твердость наплавленных валиков – места измерений отмечены прямоугольниками (рисунок 7).

Поверхности, где проводились измерения зачищались до шероховатости в соответствии с техническими условиями.

Аналогичным образом проводились измерения HRC поверхности глубокорыхлителей и армирующих валиков на долотах, упрочненных по технологической схеме «ёлочка» (рисунки 8, 9).

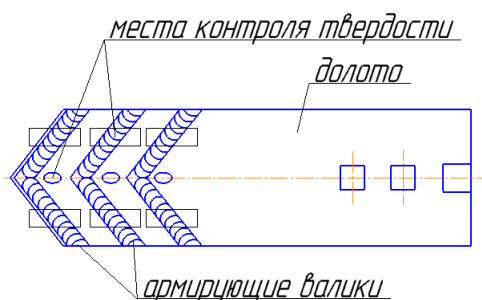


Рисунок 8 – Схема наплавки на тыльной поверхности параллельно периметру заглубляющей части и места контроля твердости

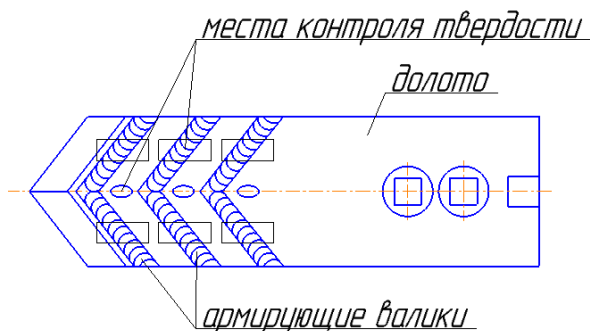


Рисунок 9 – Схема наплавки на рабочей поверхности параллельно периметру заглубляющей части и места контроля твердости

Следует отметить, что расположение отпечатков в промежутках между валиками позволит оценить изменение твердости от термических воздействий при наплавке. Для сравнительной оценки значений твердости проводился контроль HRC у долот заводского исполнения без дополнительных технологических воздействий.

Выводы

1. Для испытаний долот использовались два варианта наплавочного армирования: первый - наплавка по всей площади рабочей поверхности перпендикулярно боковым сторонам долота; второй - наплавка на наиболее изнашиваемом участке рабочей и тыльной части долота параллельно периметру торца заглубляющей области.

2. Известная методика полевых испытаний адаптирована к исследованиям износостойкости и ресурса упрочненных долот с фиксированием линейных износов.

3. Предложенная методика определения линейных износов долот с использованием компьютерных технологий упрощает процесс измерения и обработки полученных данных.

Список используемой литературы

1. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
2. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
3. Влияние конструкции лемеха и наплавочного армирования на твердость его носовой части / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 36-40.
4. Термоупрочнение изготовленных из вторичного сырья долот штамповарных лемехов / А.А. Новиков, А.А. Тюрёва, М.А. Михальченкова, А.М. Гринь // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 28-29.
5. К вопросу методологии поведения испытаний поверхностно упрочненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Л.С. Киселева, С.А. Лушкина // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. С. 195-204.
6. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Тюрёва А.А. Пути повышения износостойкости армированной поверхности лемеха // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 7. С. 35-37.
7. Устройство для испытаний на абразивное изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих, строительных и дорожных машин: пат. 2410668 Рос. Федерация: МПК

- G01N 3/56 / Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Кононенко А.С., Гончаров П.Н.; заявл. 03.06.2009; опубл. 27.01.2011, Бюл. № 10.
8. Козарез И.В., Михальченков, А.М. Обзор способов восстановления плужных лемехов // Тр. ГОСНИТИ. 2012. Т. 109, № 2. С. 30-34.
 9. Технологическая эффективность наплавочного армирования носка плужного лемеха при вспашке тяжелых суглинистых почв / А.М. Михальченков, А.А. Тюрева, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 12. С. 33-37.
 10. Феськов С.А., Федукова О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износов // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 2 (2). С. 34-37.
 11. Лемех плуга для отвальной вспашки с рифленой рабочей поверхностью: пат. 90287 Рос. Федерация МПК А01В 15/04 / Михальченков А.М., Тюрева А.А., Зуева Д.С.; заявл. 17.03. 2009; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 10.
 12. Колчина Л.М. Современные агрегаты для глубокого рыхления переуплотненных почв // Техника и оборудование для села. 2010. № 9. С. 28-30.
 13. Лискин И.В., Миронов Д.А., Панов А.И. Повышение ресурса составных плужных лемехов // Сб. ст. по итогам II междунар. науч.-практ. конф. "Горячкинские чтения", посвящ. 150-летию со дня рождения академика В.П. Горячкина. М., 2019. С. 27-32.
 14. Лискин И.В., Миронов Д.А., Панов А.И. Повышение долговечности плужных лемехов с износостойкими покрытиями // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2019. № 2. С. 20-27.
 15. Износ рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере лап культиватора // Молодежная наука 2013: технологии, инновации: материалы LXXIII всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов / науч. редкол: Ю.Н. Зубарев, Э.Д. Акманаев, Л.В. Сычева, Т.Н. Сивкова, А.М. Кашфуллин, Н.П. Шалдунова, Л.А. Кошелева, К.П. Кукликова, П.Ю. Иванов. Пермь, 2013. С. 323-327.
 16. Коробов Ю.С., Щербаков Ю.С., Кашфуллин А.М. Использование порошковой проволоки для активированной дуговой металлизации // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный ун-т им. В.П. Горячкина". 2012. № 5 (56). С. 43-45.
 17. Формирование структуры и износостойкость наплавленных покрытий с боридным упрочнением / А.М. Кашфуллин, Е.В. Пепеляева, С.Г. Гурьянов, А.Ф. Фаюршин // Пермский аграрный вестник. 2019. № 2 (26). С. 15-23.
 18. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
 19. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.
 20. Михальченков А.М., Феськов С.А., Рыжик В.Н. Компьютерные технологии при измерении износов стрелчатых лап культиваторов // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 2 (54). С. 89-93.
 21. Ульянова Н.Д., Милютин Е.М. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 28-33.
 22. Бишутин Л.И., Войтова Н.А. Применение современных информационных технологий в образовательном процессе // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2016. № 1 (7). С. 16-18.
 23. Петракова Н.В., Вереzubова Н.А. Анализ данных в среде Microsoft Excel: учеб. пособие. Брянск, 2007.
 24. Петракова Н.В. Основы математического моделирования. Модели. Методы. Примеры. Брянск, 2011.

25. Тюрёва А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 101-119.
26. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрёва // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.
27. Гринь А.М., Феськов С.А., Дианов Х.А. Динамика и интенсивность изнашивания фирменных и восстановленных высевающих лап посевного комплекса "Моррис" // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 36-48.
28. Феськов С.А., Поливицкий А.Г., Дедков И.А. Комплексная технология восстановления стрелчатых лап культиваторов на примере деталей фирмы "Morris" // Международный молодежный аграрный форум "Аграрная наука в инновационном развитии АПК": материалы междунар. науч.-практ. конф. п. Майский: Изд-во Белгородский ГАУ, 2018. С. 3-8.
29. Михальченков А.М., Прудников С.Н., Ковалев А.П. Износостойкость отвалов плугов после восстановления и упрочнения наплавочным армированием // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. №11. С. 41-45.
30. Долото глубокорыхлителя: пат. 2532971 Рос. Федерация: МПК А01В 15/00, А01В 35/20, А01В 39/20 / Ветер В.В., Бондаренко В.В., Белкин Г.А., Марков Б.А., Епифанов В.М.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное предприятие "ВАЛОК" (ООО "НПП "ВАЛОК"); заявл. 17.06.2013; опубл.20.11.2014, Бюл. № 32.
31. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
32. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.
33. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 631.372.620

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ДОЛОТ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ ПОСЛЕ НАПЛАВОЧНОГО АРМИРОВАНИЯ

к.т.н. Тюрёва А.А., к.э.н. Войтова Н.А., магистрант Киреевский К.О.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. Экспериментами установлено, что твердость металла, наплавленного электродами Т – 590 не отвечает нормативам установленным техническим условиям; в то же время металл, сформированный электродами

ОЗН – 400М укладывается в нормированное значение HRC; наплавка валиков электродами Э – 42 приводит к некоторому увеличению их твердости по сравнению с валиками сформированными на нетермоупрочненной среднеуглеродистой стали. Имеет место некоторое снижение твердости в промежутках между валиками до 42 – 46 HRC, тогда как твердость долота в состоянии поставки составляет не менее 47 HRC.

Ключевые слова: долота глубокорыхлителей; твердость; наплавочное армирование; схемы армирования.

RESULTS OF MEASURING THE HARDNESS OF DEEP DRILL BITS AFTER SURFACING REINFORCEMENT

*candidate of technical Sciences Turawa A. A., candidate of economic Sciences
vojtova N. A. undergraduate kireevskiy K. O.
Bryansk state agricultural university*

Annotation. *The experiments show that the hardness of the metal, the weld electrode T – 590 does not meet the standards established technical requirements; at the same time, the metal electrodes formed by the STP – 400M is placed in the normalized value HRC welding electrode rollers e – 42 leads to a slight increase in their hardness in comparison with rollers formed on neuroprostanes medium carbon steel. There is a slight decrease in the hardness between the rollers to 42-46 HRC, while the hardness of the bit in the delivery state is at least 47 HRC.*

Keywords: *deep drill bits; hardness; surfacing reinforcement; reinforcement schemes.*

Твердость, как известно, относится к одним из основных методов оценки механических свойств материалов [1-3]. Эта характеристика получила широкое распространение при оценке свойств деталей, подвергшихся восстановитель-

ным операциям [4-8]. Нужно отметить, что твердость может выступать как критерий оценки абразивной износостойкости упрочненных деталей [9-14].

Проведение упрочнения армированием безусловно окажет определенное влияние на изменение твердости металла долота. Поэтому была проведена серия измерений HRC для решения такой задачи.

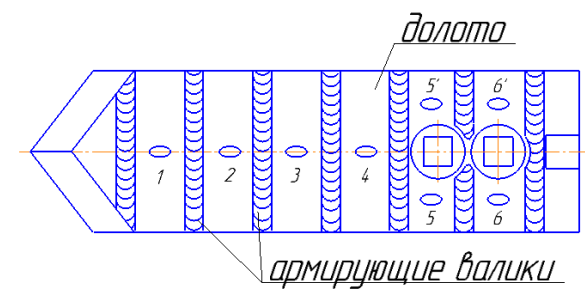


Рисунок 1 – Схема определения твердости лапы, упрочненной по варианту «лестница»

Исследования осуществлялись в три этапа в соответствии с вариантами (схемами) размещения армирующих валиков:

Первый (1) – определение твердости между армирующими валиками при наплавке по варианту «лестница» рабочей поверхности (рисунок 1). Места измерений отмечены эллипсами и арабскими цифрами.

Второй (2) - определение твердости между армирующими валиками при наплавке по варианту «ёлочка» рабочей поверхности (рисунок 2).

Третий (3) – определение твердости между армирующими валиками по варианту «ёлочка» тыльной поверхности (рисунок 3).

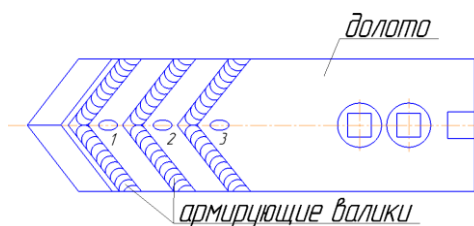


Рисунок 2 – Схема определения твердости лапы, упрочненной по варианту «ёлочка» рабочей поверхности

Размещение схем определения твердости в разделе «Результаты экспериментальных исследований» вызвана необходимостью упрощения восприятия материала.

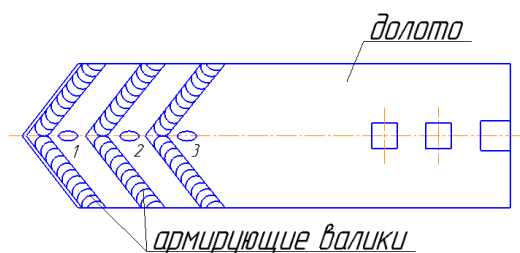


Рисунок 3 – Схема определения твердости лапы, упрочненной по варианту «ёлочка» тыльной поверхности

Исходные данные для проведения анализа

Твердость долота заводского исполнения составляет 45...48HRC – собственные измерения [15]. Твердости получаемых покрытий в соответствии с установленными техническими условиями нормативами 15HRC, 35-45HRC, 58-62HRC для электродов Э-42(МР-3), ОЗН – 400М, Т-590 соответственно. Знак HRC с чертой показывает средние значения показателей твердости. Нужно оговориться, что таких значений в случае наплавки «лестницей» - два, это обусловлено разбегом в величинах HRC при измерениях на участке долота без нарушения целостности и на участке с крепежными отверстиями. Критерий ΔHRC показывает разность между максимальной и минимальной твердостью для каждого, отдельного электродного материала.

Исходя из показателей таблицы 1 следует, что имеет место падение твердости основного металла (материала долота) примерно на 2 – 3 единицы если следовать средним значениям HRC. С учетом минимальных и максимальных величин аналогичный показатель будет находиться в диапазоне 2 – 7 HRC. Снижение твердости металла долота обусловлено термическими воздействиями от наплавки, которые приводят, в определенной мере, к отпуску ранее термоупрочненной детали. Следует полагать, что столь незначительное снижение твердости основного металла не окажет существенного влияния на величину ресурса, упрочненного армированием долота.

Таблица 1 - Твердость поверхности долота между армирующими валиками, нанесенными по схеме «лестница» (формирование валиков от заглубляющей части) по шкале HRC

№ отпечатка Марка электрода	1	2	3	4	$\overline{\text{HRC}}_1$	5	5'	6	6'	$\overline{\text{HRC}}_2$	ΔHRC
1 Э-42(МР-3)	41	44	44	43	43,0	45	46	44	45	45,0	5
2 Т-590	43	43	44	43	43,3	47	47	43	43	45,0	4
3 ОЗН-400М	42	42	44	44	43,0	44	45	42	43	43,5	3

Наплавка армирующих валиков различными электродными материалами с резко различающимися свойствами по твердости не оказывает значимого влияния на изменение HRC металла долота, на что указывают средние значения $\overline{\text{HRC}}_1$ и $\overline{\text{HRC}}_2$. Так, расхождение между $\overline{\text{HRC}}_1$ и $\overline{\text{HRC}}_2$ составляет всего лишь 2 единицы (таблица 2). Это явление объясняется тем, что измерение твердости проводилось на участках вне зон термического влияния. Определенное воздействие на разность HRC, в данном случае, будет оказывать резкое охлаждение каждого армирующего валика.

Попытка провести оценку расхождений по параметру ΔHRC также показала невысокий разбег между максимальным и минимальным значениями HRC для каждого отдельно взятого электрода и такой разбег не превышает 5 единиц (таблица 1).

Таким образом наплавка валиков по схеме «лестница» не оказывает заметного влияния на изменение твердости основного металла, поэтому при таком технологическом воздействии не следует ожидать снижение ресурса детали в целом.

Аналогичные результаты показали измерение HRC между армирующими валиками по схеме «ёлочка» для наплавки на рабочую поверхность и тыльную сторону долота различными электродными материалами (таблица 2 и 3).

Между тем, имеет место особенность, заключающаяся в том, что макси-

мальное значение ΔHRC характерно для деталей, наплавленных электродом Т-590. Следует полагать, что данный факт обусловлен наличием в наплавленном металле карбоборидных включений, положительно сказывающихся на повышении твердости межшовного пространства

Таблица 2 - Твердость поверхности долота между армирующими валиками, нанесенными по схеме «ёлочка» - рабочая поверхность, (формирование валиков от заглабляющей части) по шкале HRC

Марка электрода	№ отпечатка			$\overline{\text{HRC}}$	ΔHRC
	1	2	3		
1 Э-42(МР-3)	44	42	42	42,6	2
2 Т-590	48	43	42	44,3	6
3 ОЗН-400М	42	43	47	44,0	5

Таблица 3 - Твердость поверхности долота между армирующими валиками, нанесенными по схеме «ёлочка» - тыльная поверхность, (формирование валиков от заглабляющей части) по шкале HRC

Марка электрода	№ отпечатка			$\overline{\text{HRC}}$	ΔHRC
	1	2	3		
1 Э-42(МР-3)	46	47	45	46,0	2
2 Т-590	42	46	45	44,3	4
3 ОЗН-400М	44	43	40	42,3	4

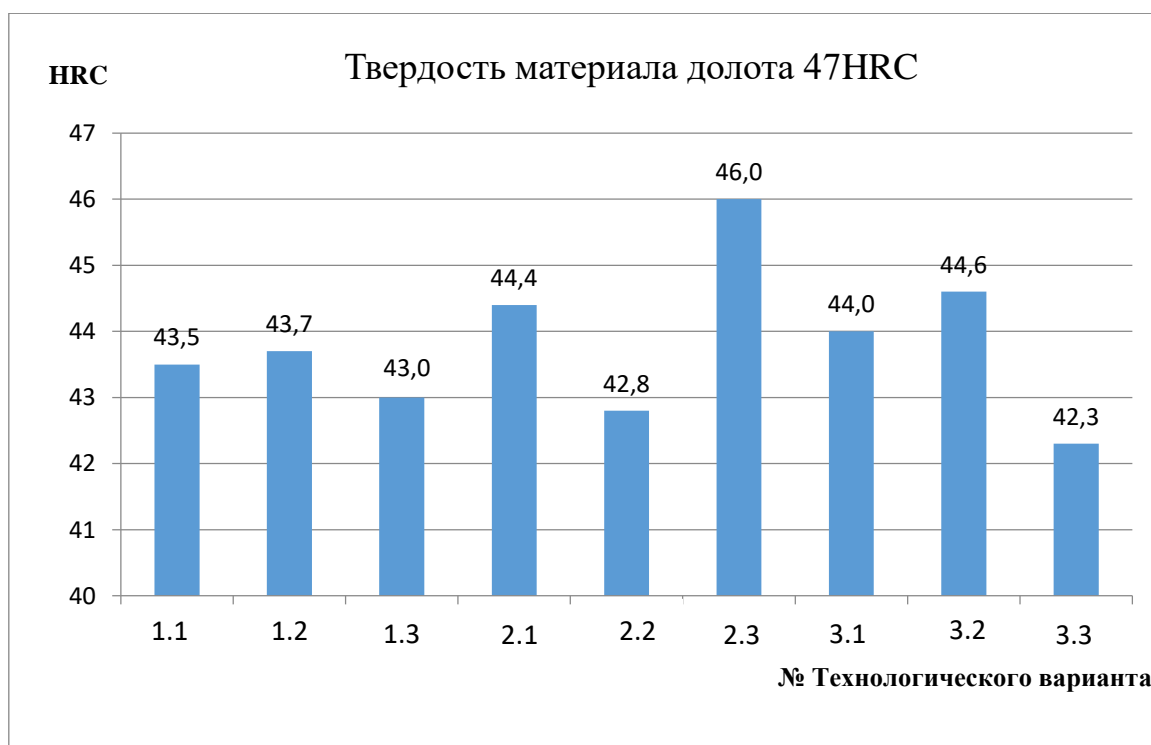


Рисунок 4 - Твердость материала долота после наплавочного армирования (по среднему значению)

(Для лучшего восприятия данных при анализе на рисунке 4 показаны значения - HRC43,5; 43,7;43,0 – технологические варианты 1.1; 1.2; 1.3 соответственно; HRC44,4;42,8;46,0 – технологические варианты 2.1; 2.2; 2.3 соответственно; HRC44,0; 44,6; 42,3 – технологические варианты 3.1; 3.2; 3.3 соответственно. Нумерация технологических схем: первая цифра – геометрия армирования, вторая цифра – электродный материал).

Полученные данные измерений твердости показали наличие незначительных HRC металла долота после проведения армирования. Так, максимальное падение твердости составляет 4,7HRC и характерно для варианта наплавки «елочка» с тыльной стороны (рисунок 4). В свою очередь наплавка по варианту 2.3 вообще показала снижение твердости равное одной единице, что находится в пределах ошибки прибора.

В результате измерений установлено незначительное уменьшение твердости, которое хотя и может оказать отрицательное воздействие на износостойкость долота, но в целом вряд ли стоит ожидать его существенного снижения.

Некоторое падение HRC основного металла связано с наличием процессов отпуски, происходящих под воздействием теплоты от наплавки, и даже охлаждение каждого валика после его формирования не обеспечивает торможения таких процессов.

Результаты измерения твердости армирующих валиков

Определенный научный интерес представляет изучение твердости армирующих валиков, т.к. этот показатель во многом определяет абразивную износостойкость упрочненного долота. Прежде всего в качестве задачи ставилось определение влияния основного металла и сварочных процессов на изменение HRC сформированного абразивостойкого материала.

Как показали измерения [16], твердость нанесенного электродом Т – 590 металла не укладывается в оговоренную техническими условиями (ТУ). Её максимальное значение после формирования металла покрытия составляет не более 53,8 HRC (таблица 5), тогда как разбег значений в соответствии с ТУ находится в пределах 57 – 63 HRC. При этом разница в HRC, измеренных в различных местах не превышает 2 – 2,5 единиц, что указывает на достаточное высокое качество наплавки.

Следует полагать, что такое снижение связано с отрицательным влиянием предварительной термообработки детали на процесс кристаллизации и структурообразование покрытия. Однако, высказанное положение необходимо подтвердить экспериментальными данными. Причиной уменьшения твердости могут служить нарушение технологического процесса при производстве электродов.

Металл валиков от наплавки электродом ОЗН – 400М имеет твердость, укладывающуюся в рамки технических условий и не отличается от HRC материала долота (таблица 4). Подобное соотношение твердостей металла изделия и наплавленного металла вероятно благоприятно скажется на снижении интенсивности изнашивания детали в соответствии с исследованиями авторов [17]. Таким образом, при нанесении покрытия электродом ОЗН – 400М предшествующее упрочнение долота не оказывает сколь либо значимого влияния на свойства покрытия.

Таблица 4 – Итоговые значения твердости (HRC) после нанесения покрытия (в числителе – тыльная сторона, в знаменателе – рабочая)

Геометрия валиков	Твердость нанесенного покрытия		
	Т – 590	ОЗН – 400М	MP-3
Наплавка «лестницей»	53,8	44,4	24,5
Наплавка «ёлочкой»	$\frac{51,9}{50,0}$	$\frac{44,6}{39,2}$	$\frac{25,4}{24,0}$

В свою очередь, покрытие, образованное наплавкой электродом MP-3, как показали измерения, достигает 24,5 HRC, что несколько выше чем аналогичный металл наплавки на высокоуглеродистую сталь без термообработки (20 HRC) [18,19]. Прирост твердости, в данном случае связан с присутствием в основном металле закалочных структур, образованных в результате термических процессов от наплавки, где имеет место охлаждение зоны термического влияния со скоростью выше критической.

Выводы:

- 1 - наплавленный металл электродами Т – 590 не соответствует установленным техническим условиям по твердости;
- 2 - покрытие, сформированное электродами ОЗН – 400М укладывается в оговоренный нормами HRC;
- 3 - при наплавке электродом Э – 42(MP-3) наблюдается некоторые увеличение HRC валика в сравнении нормированной величиной
- 4 – наблюдается снижение твердости в промежутках между валиками до 42 – 46 HRC, тогда как твердость долота в состоянии поставки составляет не менее 47 HRC.

Список используемой литературы

1. Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрева А.А. Методы снижения интенсивности изнашивания стрелчатых лап культиваторов на стадии изготовления // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 3 (31). С. 79-82.

2. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрелчатых лап и возможности использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. С. 159-165.
3. Тюрёва А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 101-119.
4. Технологическая эффективность наплавочного армирования носка плужного лемеха при вспашке тяжелых суглинистых почв / А.М. Михальченков, А.А. Тюрёва, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 12. С. 33-37.
5. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
6. Тюрёва А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании VOGEL & NOOT // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3 (55). С. 60-65.
7. Михальченков А.М., Прудников С.Н., Ковалев А.П. Износостойкость отвалов плугов после восстановления и упрочнения наплавочным армированием // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. № 11. С. 41-45.
8. Михальченков А.М., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Выбракованные листы рессор как материал для устранения местных износов деталей, работающих в абразивной среде // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2014. № 1 (5). С. 15-18.
9. Жуков А.А., Киселева Л.С., Свист В.Н. Износостойкость восстановленных лемехов применением сварочного армирования и термообработки // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2007. С. 36-39.
10. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "МОРРИС" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
11. Методика определения абразивной износостойкости упрочняющих покрытий / А.Н. Батищев, А.В. Ферябков, Ю.В. Мазаев, Ю.А. Кузнецов // Тр. ГОСНИТИ. 2009. Т. 103. С. 153-154.
12. Коломейченко А.В., Кузнецов И.С. Триботехнические свойства электроискровых покрытий из аморфного и нанокристаллического сплавов на основе железа // Трение и износ. 2014. Т. 35, № 6. С. 723-727.
13. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
14. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.
15. Анализ функциональных особенностей орудий для глубокого рыхления / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.Б. Жуков, Р.В. Осадчий // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. научных работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 51-56.
16. Мелешенко А.А., Людаговский А.В. Влияние наплавочного армирования на изменение твердости долот глубокорыхлителей // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. научных работ. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 110-115
17. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемеха // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.
18. Михальченков А.М., Прудников С.Н., Ковалев А.П. Износостойкость отвалов плугов после восстановления и упрочнения наплавочным армированием // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. № 11. С. 41-45.

19. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченко, 2017. С. 101-119.

20. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.

21. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

22. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа //Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 621.9.019

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИОБРЕТЕННЫХ ДЕФЕКТОВ ДОЛОТ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗНОСОВ

к.э.н. Ульянова Н.Д., инженер Киселева Л.С., магистранты

Обыденников Д.Ю., Ковалев А.С.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. Процесс глубокого рыхления отличается высокой стабильностью, что подтверждается низкими значениями коэффициентов вариации, при этом качественные показатели механических свойств стали из которой изготовлена деталь, при этом она имеет высокие прочность и жесткость; распределение значений износов подчиняется нормальному закону распределения, а коэффициент повторяемости составляет единицу. Упрочнение долот глубокорыхлителей следует проводить путем армирования рабочей поверхности, наплавкой валиков повышенной твердости перпендикулярно боковым торцам детали с шагом 20 – 30 мм.

Ключевые слова: дефекты долот; износы долот; статистический анализ; армирование.

THE STUDY OF ACQUIRED DEFECTS OF THE BITS, AND STATISTICAL ANALYSIS OF WEAR

*candidate of economic Sciences Ulyanova N. D., engineer Kiseleva L. S.,
undergraduates Obydennikov D. Yu., Kovalev A. S.
Bryansk state university*

Annotation. *The deep loosening process is characterized by high stability, which is confirmed by low values of the coefficients of variation, while the quality indicators of the mechanical properties of the steel from which the part is made, while it has high strength and rigidity; the distribution of wear values obeys the normal distribution law, and the repeatability coefficient is one. Hardening of the deep drill bits should be carried out by reinforcing the working surface, surfacing rollers of increased hardness perpendicular to the side ends of the part in increments of 20 – 30 mm.*

Keywords: *bit defects; bit wear; statistical analysis; reinforcement.*

Техническое состояние долот глубокорыхлителей определяется наличием приобретенных дефектов и прежде всего износами [1-4]. Как известно спектр дефектов определяется технологией возделывания тех или иных сельскохозяйственных культур [5-9]. В области исследований и статистического анализа износов была проведена большая работа сотрудниками кафедры технического сервиса и информатики, информационных систем и технологий Брянского ГАУ [10-16].

Анализ технического состояния долот, снятых с эксплуатации позволил выявить следующие дефекты и коэффициенты (k) их повторяемости: износ заглабляющей части ($k=1$); трещины, проходящие через крепежные отверстия ($k=0,003$); разрушения ($k=0,003$). В процессе наблюдений нарушений пространственной формы изделия (короблений) отмечено не было.

Ввиду малости коэффициентов повторяемости таких дефектов, как трещины и разрушения в дальнейшем их анализ проводится не будет.



а



б



в

Рисунок 1 – Характер (геометрия) износа долот глубокорыхлителя TopDown Vaderstad (а - долото в состоянии поставки; б – вид со стороны рабочей поверхности; в – вид с торца тыльной поверхности)

Как видно из рисунка 1а долото фирменного изготовления имеет сужение в сторону заглубляющей части, сама заглубляющая часть заточена с рабочей (наружной) стороны. В период эксплуатации заточка меняет своё направление и становится тыльной (рисунок 1б и 1в). Образование тыльной заточки связано с процессами самоорганизации изнашивания. В связи с этим вызывает сомнение правильность пространственного расположения заточки долота в состоянии поставки.

Другой особенностью изнашивания следует считать приобретение рабочей, контактирующей с почвой поверхностью сложно-профильного износа (рисунок 1б). Особенно он ярко выражен на режуще-лезвийной части изделия (рисунок 1б). Других изменений формы изношенных долот в процессе контроля не наблюдалось.

Следующим этапом исследований является рассмотрение и анализ износов. Для анализа полученных данных использовались специализированные программные продукты [17-20].

Износы определялись как разность между начальным размером и его

остаточным размером, измеренным для каждой плоскости. Таблица 1 показывает, что износ по длине долота происходит неравномерно. Однако максимальное значение разности износов по контролируемым плоскостям не велика и не превышает 5 мм. Оценка проводилась по средним значениям. Некоторая неравномерность обусловлена спецификой конструкции подрезающей части, где максимальные усилия со стороны почвы приходятся на вершину конуса (рисунок 1а).

Таблица 1 - Параметры статистической обработки износов долот

Сечения	A0-1	A1-2	A2-3	A3-4	A4-5
Среднее значение износов (Δl), мм	52,41	55,42	57,38	55,44	52,42
Среднее квадратическое отклонение (σ), мм	4,140	4,599	4,887	4,490	4,193
Коэффициент вариации (V)	0,079	0,083	0,085	0,081	0,080

Для наглядности оценки изменения износов носовой области долота построена соответствующая эпюра (рисунок 2), где четко просматривается некоторые отличие в величинах Δl по измеряемым сечениям.

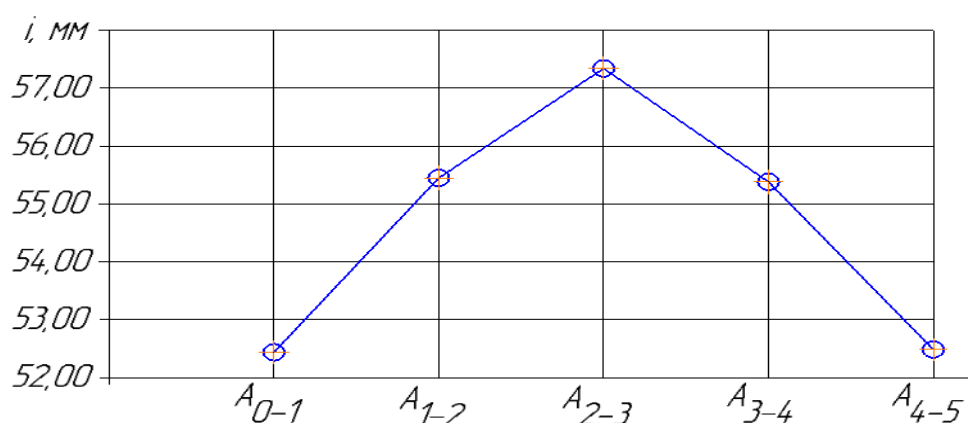


Рисунок 2– Эпюра износа заглабляющей части долота

Определенный интерес представляет изучение коэффициентов вариации полученных значений износов, т.к. они являются оценкой рассеяния опытных данных [21].

Данные показывают (таблица 1) на увеличение коэффициента вариации от сечений А0-1 и А4-5 к носку (сечение А2-3) и подтверждаются эпюрой, изображенной на рисунке 3. Для плоскостей А0-1 и А4-5 он примерно одинаков и составляет 0,079 и 0,080 соответственно. Максимальное значение V присуще центральной плоскости А2-3 и равно 0,085.

Столь незначительные рассеяния износов указывают на высокую стабильность процесса глубокого рыхления, а также говорят о том, что материал из которого изготовлена деталь отличается хорошими качественными показателями. Кроме этого конструкция испытуемых долот отличается высокой прочностью и жесткостью, что оказывает положительное влияние на стабильность показателей по рассеянию.

Некоторое различие в V для отдельных сечений по-видимому связано: первое – с большими давлениями почвы на зону «внедрения» в почву; второе – с увеличенными вибрациями данной зоны вследствие ее большего вылета; третье – со сравнительно высокой вероятностью попадания в нехарактерные включения, находящиеся в почве.

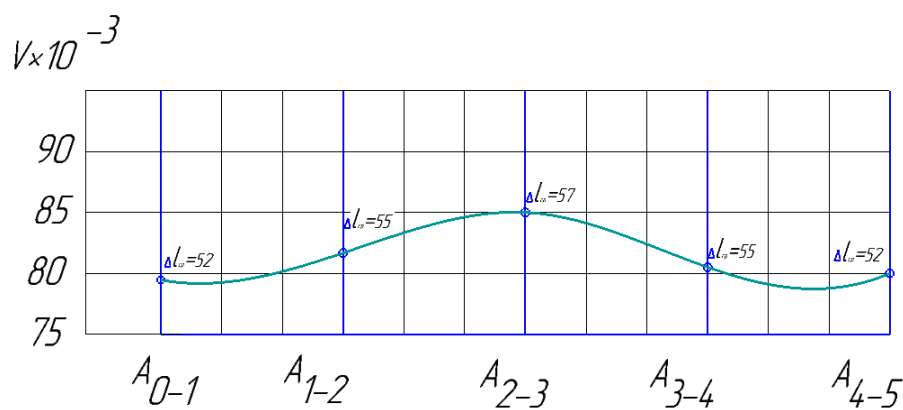


Рисунок 3 - Изменение коэффициента вариации для износов долот по сечениям

Основываясь на теории вероятности и математической статистики, распределения износов в плоскости А2-3 подчиняются нормальному закону (рисунок 4), т.к. коэффициент вариации не превышает 0,33 [22].

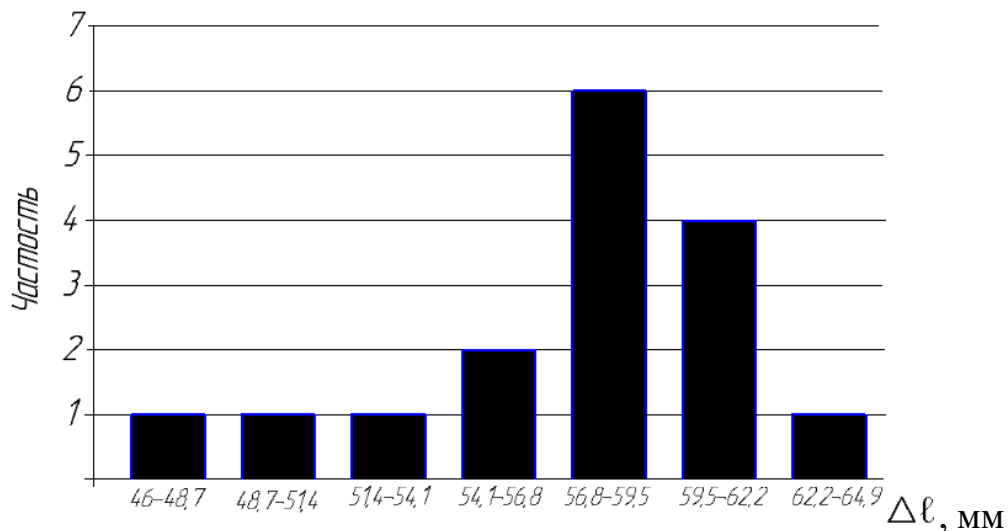


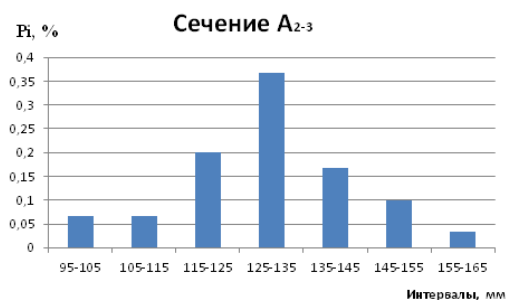
Рисунок 4 – Гистограмма распределения износов долот в сечении А2-3

Рассмотрение гистограммы позволяет сделать ряд заключений: 1 – наиболее вероятно значение износов в диапазоне 56,8 – 59,5 мм; 2 – вероятности наибольших и наименьших значений от средних величин износов одинаковы и составляет 0,31; 3 – распределение наименьших значений $\Delta\ell$ носит более равномерный характер чем значение наибольших; 4 – визуальная оценка показывает некоторые смещения износов в большую сторону.

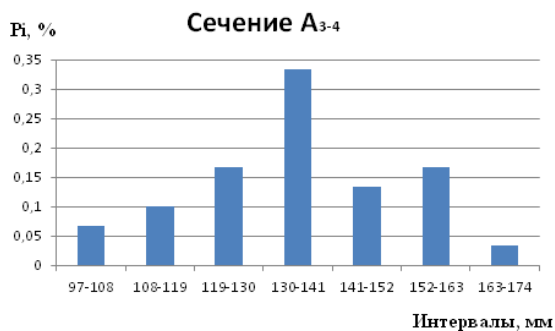
Долота глубокорыхлителей эксплуатируются в условиях высоких нагрузок и значительной интенсивности изнашивания, что накладывает определенный отпечаток на их работоспособность, специфику изнашивания и определяет показатели механических свойств.

По дефектам отмечается сто процентный выход долот за рамки нормированных размеров из всех наблюдаемых. За период проведения тестирования детали (два года) изломов, трещин, нарушений размерной стабильности не наблюдалось.

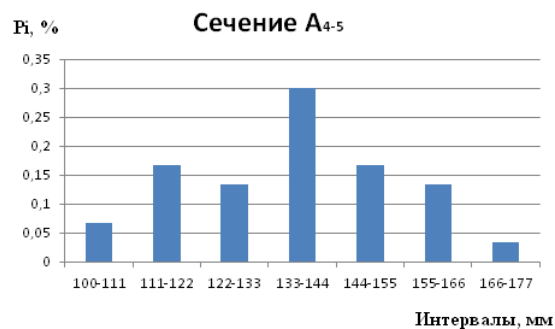
На основании полученных данных по износам проведен статистический анализ. Прежде всего следует отметить присутствие нормального закона распределения для результатов независимо от контролируемого сечения изделия (рисунок 5а, б, в). Сделанное заключение подтверждается внешним видом гистограмм, представленных на рисунке 5а, б, в, а также значениями коэффициентов вариации, находящихся в рамках от 0,11 до 0,13 (таблица 2).



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Гистограммы износов по сечениям долота глубокорыхлителя (а – А2-3; б – А3-4; в – А4-5)

Исходя из представленных гистограмм можно заключить следующее: вероятность (P_i) появления средних значений износа для рассматриваемых сечений различаются незначительно. Так, минимальное $P_i = 0,30$ (присуще сечению А4-5), а максимальное P_i равное 0,36 характерно для сечения А2-3, что указывает на близость характера протекания процесса истирания заглабляющей области долота.

Необходимо отметить существенный разбег между разностями минимальных износов (5 мм) и таким же параметром максимальных (12 мм). Это указывает на превалирование увеличенных значений Δl (таблица 2).

Сравнительно невысокие коэффициенты вариации износов (таблица 2) позволяет говорить о достаточно высокой стабильности глубокого рыхления, проведенного изучаемыми долотами. Кроме этого, не высокие V указывают на сравнительно хорошие показатели стали, из которой изготовлены данные детали.

Таблица 2 – Статистические показатели обработки результатов по износам долот глубокорыхлителей по трем сечениям

Сечения	A2-3	A3-4	A4-5
Коэффициент вариации (V)	0,11	0,13	0,13
Среднее значение износа (Δl), мм	129,16	136,40	137,73
Среднее квадратичное отклонение (σ), мм	14,89	17,48	17,49
Минимальный износ, мм	95	97	100
Максимальный износ, мм	165	174	177

Результаты микрометража изношенных долот и их статистическая обработка позволили построить эпюру износов по сечениям A2-3; A3-4; A4-5, которая имеет не однозначный характер. Он выражается в том, что максимальные износы имеют место в среднем и крайнем сечениях от срединной линии (конуса заглубляющей части) (рисунок 6). Естественно возникает вопрос – чем обусловлена такая форма износа. Известно (из курса сельскохозяйственных машин), что максимальное давление присуще острию конусной области почвообрабатывающего орудия при его перемещении в почвенной среде, поэтому следует ожидать максимального износа именно в этой зоне. Однако заглубляющее острие перемещается в неразрушенной массе грунта, что резко снижает его абразивность и, следовательно, интенсивность изнашивания. То есть в данном конкретном случае присутствие высокого давления нивелируется низкой изнашивающей способностью почвы.

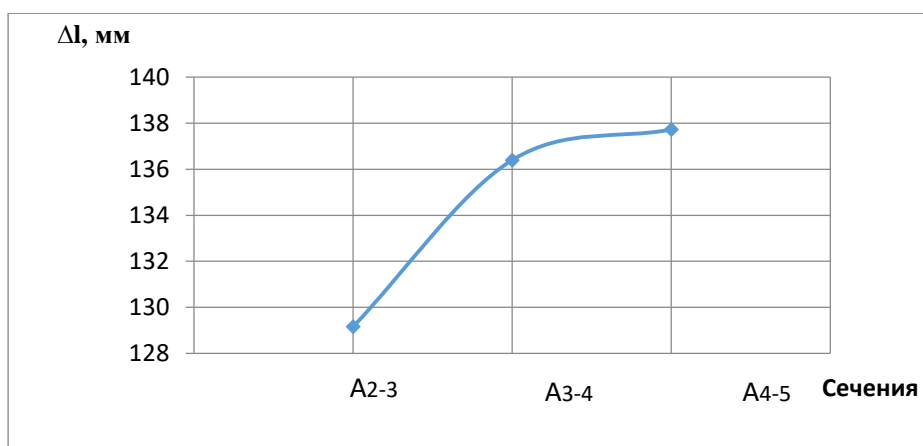


Рисунок 6 –Эпюра износа долот заводского изготовления

Для подтверждения, изложенного на рисунке 7 представлена фотография типичного износа заглабляющей части долота после наработки 32,2 га, где четко прослеживается выпуклая форма изношенной области, хотя и сохраняется (в определенной мере) заданная геометрия.



Рисунок 7 – Внешний вид долота заводского исполнения после наработки 32,2 га на деталь.

Таким образом, установлено: распределение значений износов в сечениях долота подчиняется нормальному закону; процесс глубокого рыхления отличается сравнительно высокой стабильностью; механические свойства стали также сравнительно высоки; максимальные износы характерны для среднего и крайнего сечения.

Динамика изнашивания упрочненных долот

Полученные результаты после проведения полевых испытаний показали, что зависимость между износом (Δl) и наработкой (T) носит прямолинейный характер (рисунки 8,9,10). (Графики построены для сечения A2-3 , кривые а, б,

и в соответствии с электродными материалами МР-3, Т-590, ОЗН – 400М для рисунков 8,9,10. Предельное состояние долота лимитируется износом по сечению А2-3, в 105 мм (рисунок 11)).

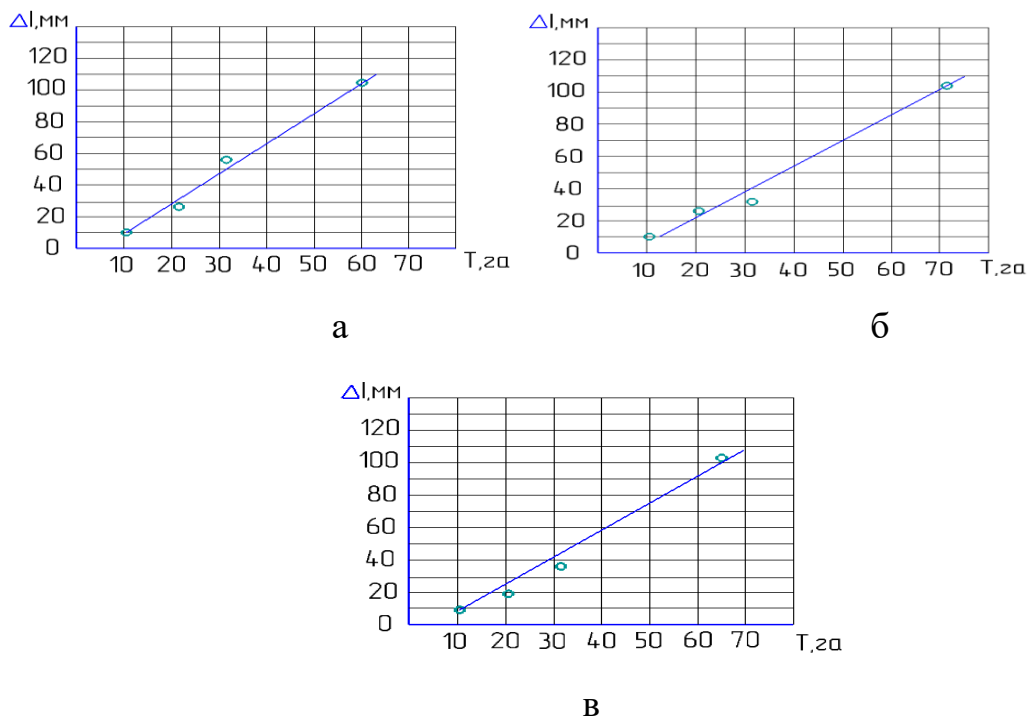


Рисунок 8 – Зависимость износа (Δl) от наработки (T) для схемы наплавки – «Лестница»

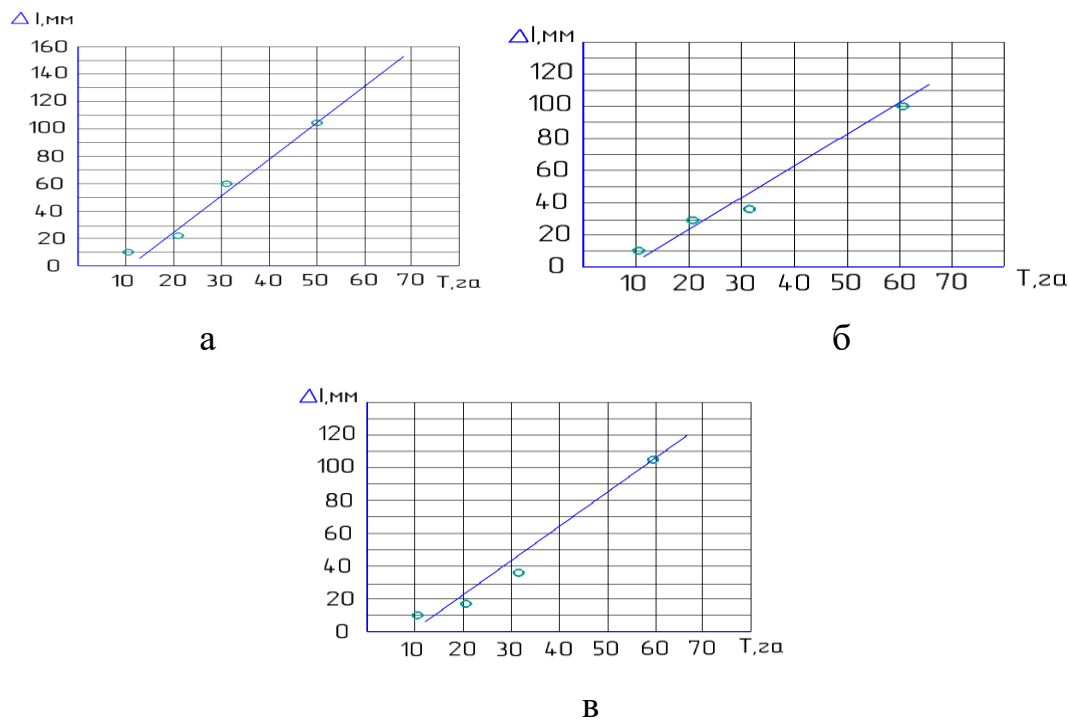


Рисунок 9 – Зависимость износа (Δl) от наработки (T) для схемы наплавки – «Ёлочка – рабочая поверхность»

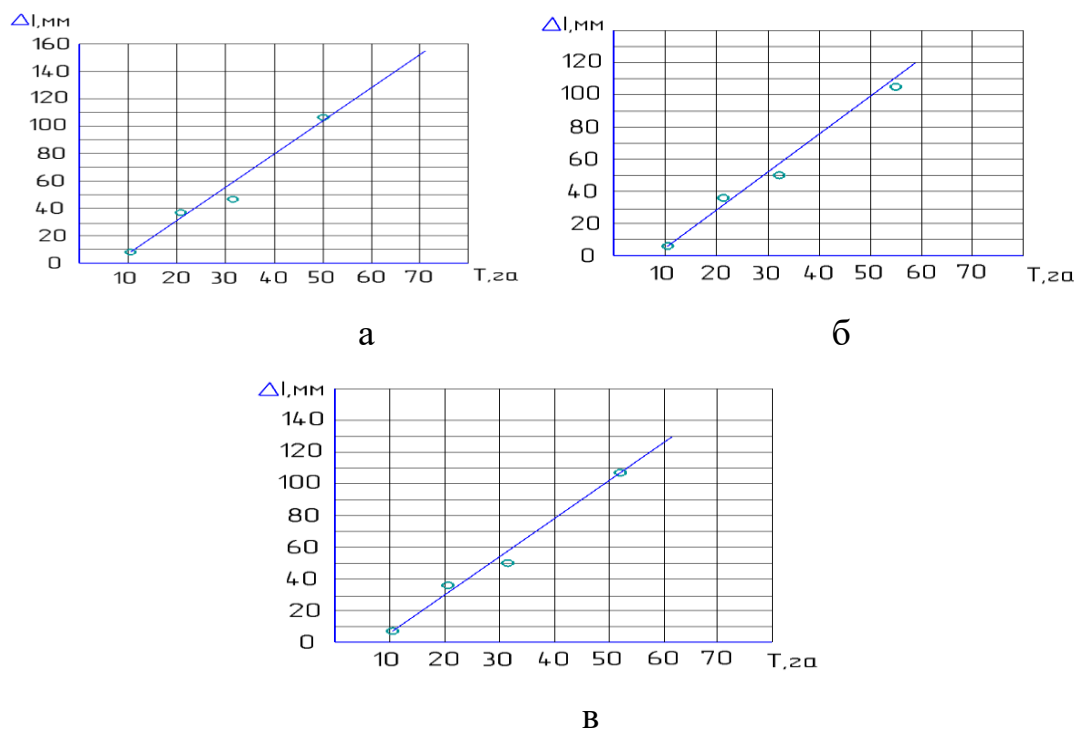


Рисунок 10 – Зависимость износа (Δl) от наработки (T) для схемы наплавки – «Ёлочка – тыльная поверхность»

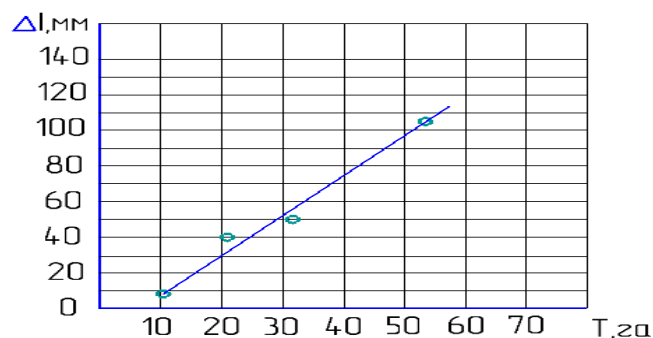


Рисунок 11 – Зависимость износа (Δl) от наработки (T)– долото в состоянии поставки

В свою очередь эти данные подтверждают «классический» вид зависимости $\Delta l = f(T)$ выражающийся прямолинейной связью. (Впервые такая закономерность была установлена профессором Хрущевым М.М. и его школой). Отмечается, что прямолинейная зависимость между износом и количеством обработанной земли присуще всем опытным образцам не исключая и долото заводского исполнения (рисунок 11). Приведенные результаты говорят о едином механизме абразивного изнашивания, независимо от применяемой технологии упрочнения.

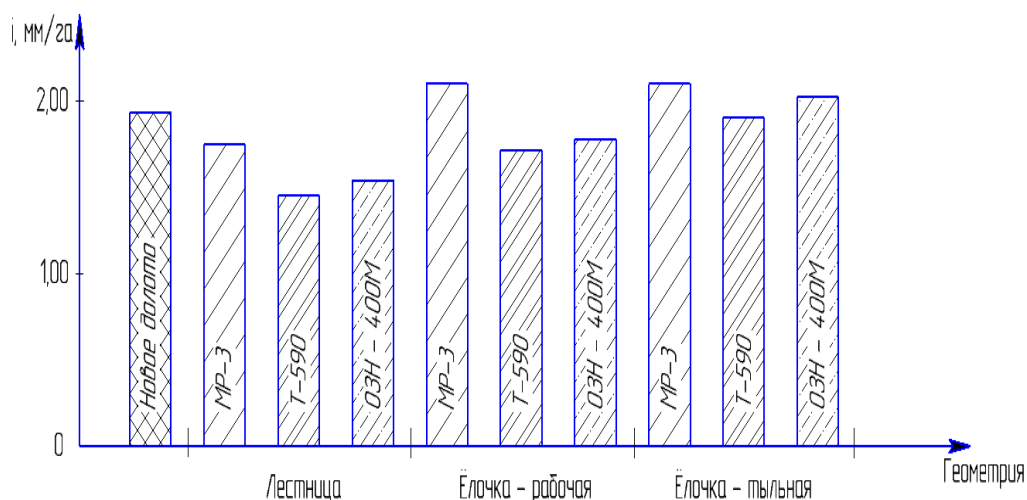


Рисунок 12 – Интенсивность изнашивания экспериментальных долот в зависимости от геометрической схемы упрочнения

С целью определения оптимальной технологической схемы, обеспечивающей минимальную интенсивность изнашивания, все полученные данные сведены на рисунке 12 в виде столбчатых диаграмм. Их рассмотрение показывает, что приемлемым вариантом является армирование нанесением валиков перпендикулярно боковым торцам долота электродом Т-590. В этом случае интенсивность изнашивания минимальна (в сравнении с другими вариантами) и составляет 1,45 мм/га.

Выводы

1. Низкие значения коэффициентов вариации (0,079 и 0,085) указывают на высокую стабильность процесса глубокого рыхления, качественные показатели механических свойств стали из которой изготовлена деталь, при этом она имеет высокие прочность и жесткость.

2. Установлено, что распределение значений износов в сечениях долота подчиняется нормальному закону распределения; отмечается сто процентный выход долот за рамки нормированных размеров из всех наблюдаемых.

3. При упрочнении долот глубокорыхлителей компании Vaderstad следует использовать армирование, заключающееся в наплавке валиков перпендикулярно боковым торцам детали с расстоянием между ними 20 – 30 мм.

Список используемой литературы

1. Жуков А.А., Киселева Л.С., Свист В.Н. Износостойкость восстановленных лемехов применением сварочного армирования и термообработки // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2007. № 1 (6). С. 36-39.
34. 2. К вопросу методологии поведения испытаний поверхностно упрочненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Л.С. Киселева, С.А. Лушкина // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск.: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. С. 195-204.
3. Мелешенко А.А., Людаговский А.В. Влияние наплавочного армирования на изменение твердости долот глубокорыхлителей // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск.: Изд-во Брянская ГСХА, 2017. С. 110-115.
4. Козарез И.В., Тюрёва А.А., Мелешенко А.А. Влияние наплавочного армирования различными электродами на изменение твердости долот глубокорыхлителей "Вадерштадт" // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск.: Изд-во Брянская ГСХА, 2018. С. 93-99.
5. Особенности производства экологически безопасной продукции растениеводства в Брянской области / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, В.Ф. Мальцев, О.В. Мельникова // Регион - 2006. Конкурентоспособность бизнеса и технологий как фактор реализации национальных проектов: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А.В. Матвеева. Брянск, 2006. С. 413-416.
6. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технологии возделывания / под ред. В.Е. Торикова. Брянск, 2010.
7. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
8. Белоус Н.М., Евдокименко С.Н. Результаты сотрудничества ученых Брянского ГАУ и Кокинского опорного пункта ВСТИСП по развитию садоводства // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 15-22.
9. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедько, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга; под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014.
10. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
11. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
12. Влияние конструкции лемеха и наплавочного армирования на твердость его носовой части / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 36-40.
13. Термоупрочнение изготовленных из вторичного сырья долот штампосварных лемехов / А.А. Новиков, А.А. Тюрёва, М.А. Михальченкова, А.М. Гринь // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 28-29.
14. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрелчатых лап и возможности использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, использование и надежность машин с.-х. назначения: сб. науч. работ. Брянск.: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. С. 159-165.
15. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
16. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Ка-

пошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.

35. 17. Ульянова Н.Д., Милютин Е.М. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 28-33.

18. Ульянова Н.Д. Тенденции развития информационного общества в Брянской области // В Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 499-504.

19. Бишутин Л.И., Войтова Н.А. Применение современных информационных технологий в образовательном процессе // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2016. № 1 (7). С. 16-18.

36. 20. Петракова Н.В., Верезубова Н.А. Анализ данных в среде Microsoft Excel: учеб. пособие. Брянск, 2007.

21. Статистика: [углубленный курс]: учебник для бакалавров / И.И. Елисеева и др.]. М.: Юрайт: ИД Юрайт, 2011. 565 с.

22. Статистика: учеб. пособие для высш. учеб. заведений по экон. специальностям / В.М. Гусаров, Е.И. Кузнецова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 479 с.

23. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.

24. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

25. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 631.312.021.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕМЕХОВ ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИОБРЕТЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ

к.т.н. Козарез И.В., магистр Михальченкова М.А., аспирант Гуцан А.А.,

магистрант Михальченко И.А.,

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

к.т.н. Шишкина И.В.

Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. Лемеха импортного производства, как правило, являются составными и имеют следующие износы: по ширине -режущее-лезвийной части и

пятки; по толщине; лучевидный износ в области примыкающей к креплению долота, при этом ресурс остова регламентируется износом режуще-лезвийной части по ширине, а долговечность – износом по толщине

Ключевые слова: составные лемеха; остов лемеха; дефекты; износы; ресурс; долговечность; лучевидный износ.

CHARACTERISTICS OF IMPORTED PLOUGHSHARES AND ACQUIRED DEFECTS

candidate of technical Sciences Kozarez I. V., master Mikhailchenkova M. A.,

post-graduate student Gutsan A. A., master student Mikhailchenko I. A.,

Bryansk state university

candidate of technical Sciences I. V. Shishkina

Russian University of transport (MIIT)

Annotation. *Ploughshares of imported production, as a rule, are composite and have the following wear: in width-the cutting-blade part and the heel; in thickness; xiphoid wear in the area adjacent to the bit attachment, while the core resource is regulated by the wear of the cutting-blade part in width, and durability-wear in thickness.*

Key words: *composite shield; the skeleton of the blade; defects; wear; service life; durability; lucevidnye wear.*

Одной из основных деталей рабочего органа плуга является лемех, выполняющий функции подрезания и частичного крошения почвы [1-4]. В период эксплуатации он подвергается интенсивному абразивному изнашиванию в связи с тем, что почва представляет из себя сильно истирающую субстанцию по своему гранулометрическому составу [5-7]. Причем в зависимости от состава износ может принимать различные формы [8-11]. Так, на глинистых и суглинистых почвах, полевой обрез и лезвие лемеха затупляются и принимают округло-

вытянутую форму; на песчаных и супесчаных - износ лемеха наблюдается по толщине, и по ширине [12-14]. Основным же дефектом, как установлено, является непрофильный износ носовой области в виде луча (лучевидный износ) [15-17]. Такой вид износа характерен при вспашке почв любого гранулометрического состава.

Отмечается наличие лучевидного износа не только у цельнометаллических лемехов, но и у составных. Например, серийно выпускаемые составные лемеха компании «Фогель и Ноот» изготовленные из высококачественной стали и упрочненные термической обработкой (ТО) на твердость 48-53HRC выбраковываются по причине предельного износа остова по ширине и толщине, а также по причине образования лучевидного износа в области крепления долота [18-20].

Если технологии, устраняющие износ по ширине отработаны и применяются то технологических процессов упрочнения области образования лучевидного износа не существует. Учитывая высокую стоимость остова фирменного (импортного) производства, достигающую до 5000 руб. возникает настоятельная необходимость разработки соответствующих технологий. Однако наличие комплекса износов (по ширине и лучевидный) требует собственных подходов к решению вопроса повышения долговечности лемехов. Исходя из производственного опыта и опираясь на известные источники информации разработка технологии упрочнения должна опираться на современные наплавочные методы и материалы.

Среди широкой номенклатуры лемехов импортного производства, используемых в сельскохозяйственном производстве России наибольшее распространение получили составные лемеха со сменным долотом (рисунок 1).

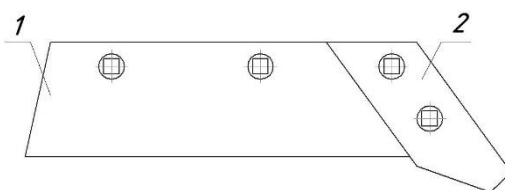


Рисунок 1 - Типичный составной долотообразный лемех со сменным долотом: 1 - корпус лемеха с режуще-лезвийной частью; 2 - сменное долото

Основным достоинством лемеха со сменным долотом является то, что они позволяют более эффективно использовать металл корпуса лемеха с лезвием это регламентируется тем, что интенсивность изнашивания области носка значительно превышает такой же критерий лезвийной заглабляющей части[21]. Кроме того, при изгибе или изломе носка заглабляющей части имеется возможность замены долота, а не всего лемеха. С технологической точки зрения изготовление лемехов с таким конструктивным решением также упрощается, так как имеет место разделение операций хотя появляется дополнительная функция – сборка. Немаловажно и то, что имеется возможность изменения формы долота без каких либо существенных технологических изменений на производстве.

В тоже время лемеха такой конструкции создают условия для увеличения тягового сопротивления.

На рынке сельскохозяйственной техники Российской Федерации преобладают плуги и соответственно комплектующие к ним, следующих зарубежных компаний: «Лемкен»; «Кун»; «Квернеланд»; «Фогель и Ноот»; «Грейгори Бессон»[22].

Лемех со сменным долотом фирмы «Лемкен» (рисунок 2) состоит из трапециевидного лемеха 1 и долота 2.

Лемеха и долото могут быть наплавленными и без наплавки[23]. Лемех и долото изготовлены из стали типа 35Г и термообработаны на твердость 51 HRC. Толщина лемеха по спинке 10 мм. Лезвие лемеха не заточено, а вальцовано и имеет в исходном состоянии толщину режущей кромки 3,0...3,5 мм. Максимальная толщина долота составляет 16 мм. Угол заточки у долота - 25 у лезвия в зоне пятки - 4°.

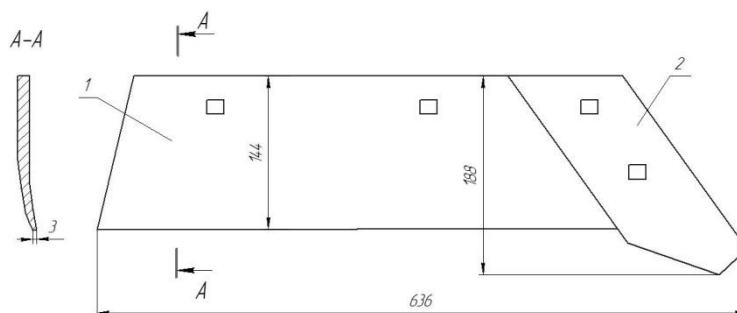


Рисунок 2 - Лемех со сменным долотом фирмы «Лемкен»

Увеличенный угол заточки у долота и его значительная толщина по сравнению с лемехом обеспечивают ему высокую заглубляемость и ресурс на суглинистой и супесчаной почве до 20 га. Не большой угол заточки у лемеха обеспечивает значительный износ его по ширине (до 30 мм) при сохранении достаточной остроты лезвия. За срок службы лемеха долото заменяется 1...2 раза. Таким образом, ресурс долота на суглинистой и супесчаной почве составляет в среднем 20 га, а лемеха до 30 га.

Составной лемех фирмы «Кун» имеет долотообразный остов и накладное долото (рисунок 3). Лемех и долото обработаны на твердость 50 HRC. Долото крепится к корпусу тремя болтами, из них два верхних служат также для крепления лемеха. Лезвие не заточено и имеет в исходном состоянии толщину режущей кромки 4...5 мм. Характерной особенностью лемеха «Кун» является переменная величина угла резания, составляющая в зоне полевого обреза 38...40, а в зоне пятки – 18. Это достигается за счет пространственной кривизны лемеха, получаемой кузнечным способом.

Увеличенный угол резания в зоне носка (40°) в сочетании с большим вылетом долота (65 мм) обеспечивают достаточную заглубляемую способность при вспашке твердых и задернелых почв. Уменьшенный угол резания на остове лемеха позволяет заострять лезвие по мере его износа, повышая тем самым его конструкционную износостойкость, и снижая тяговое сопротивление.

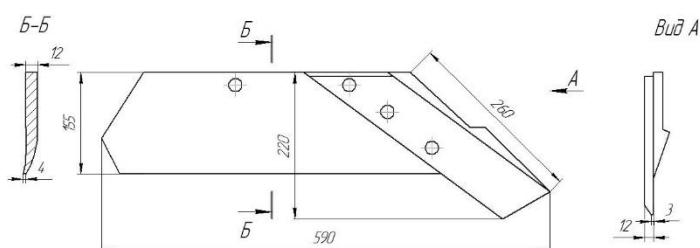


Рисунок 3 - Лемех с накладным долотом фирмы «Кун»

Лемех норвежской фирмы «Квернеланд» состоит из остова с лезвием, полученного кузнечным способом, и накладного обратного долота, которое крепится к корпусу плуга двумя болтами (рисунок 4). После предельного износа

долото снимают с плуга, разворачивают на 180° и устанавливают вновь, восстанавливая тем самым работоспособность лемеха. Лемех имеет переменный угол резания по длине, при этом угол наклона лезвия к дну борозды в носовой части на $10... 12^\circ$ превышает аналогичный параметр в средней части лемеха и на пятке.

Как упоминалось ранее, переменный угол резания, достигаемый пространственным искривлением лицевой плоскости лемеха, позволяет существенно улучшить его функциональные качества за счет сочетания высокой заглубляющей способности носка и пониженного тягового сопротивления, обусловленного получаемой в процессе эксплуатации остротой лезвия. Оба лемеха - «Кун» и «Квернеланд» - предназначены для обработки твердых тяжелых и каменистых почв.

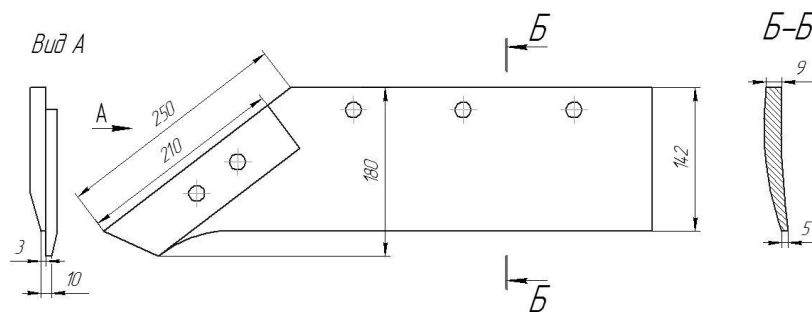


Рисунок 4 - Лемех с накладным обратным долотом фирмы «Квернеланд»

Компания «Фогель и Ноут» стала производить свои лемеха (рисунок 5) из стали с увеличенным количеством углерода и получила название Permanit.

Благодаря дополнительному повышенному содержанию углерода в стали Permanit, значительно повысилась твердость и износостойкость конструктивных и быстроизнашивающихся деталей. За счет уникальной технологии упрочнения «Фогель и Ноут» достигает на передней плоскости отвала наивысшей твердости, что гарантирует максимальную износостойкость. Задняя плоскость отвала остается сравнительно мягкой и, следовательно, обладает высокой вязкостью и ударопрочностью. Малый износ и длительный срок службы означают

наивысшую экономическую эффективность – то, что, в конечном счете, и нужно сельхозпроизводителю.



Рисунок 5 – Лемех со сменным долотом компании «Фогель и Ноут»

Лемех Французской компании «Грейгори Бессон» (рисунок 6) имеет накладное долото (рисунок 7) с тремя крепежными отверстиями, что позволяет перевернуть долото в случае износа одной из его сторон.



Рисунок 6- Лемех фирмы «Грейгори Бессон»

Конструкция лемеха с выдвижным долотом предусматривает компенсацию опережающего износа носовой части поэтапным, по мере износа, выдвижением долота из корпуса плуга[16]. Долото устанавливается в специальном наклонном фрезерованном пазе, размещенном в башмаке. И имеет набор крепежных отверстий, совмещаемых при выдвижении с отверстием в корпусе. В боковой части долота имеется продольный паз, захватывающий носок трапециевидного лемеха. Эта конструкция не получила шитого распространения из-за сложности и высокой стоимости, связанной с необходимостью механической обработки всех подвижных контактных поверхностей. Кроме того, при эксплуатации лемех этой конструкции также происходит захват и удержание расти-

тельных остатков, что приводит к повышению тягового сопротивления и снижению устойчивости хода плуга по глубине[17].



Рисунок 7 – Накладное долото лемеха компании «Грейгори Бессон»

Применительно к остовам составных лемехов имеют место следующие износы: режущие-лезвийной части; пятки; по толщине; области крепления долота.

Ресурс лемеха, прежде всего, регламентируется интенсивностью изнашивания режущей области по ширине. Причем такой вид износа имеют 100%-ов деталей, снятых с эксплуатации (рисунок 8 а, б), и он характерен для изделия всех фирм лемехов. Отмечается, что его величина не одинакова по длине изношенной части. Так, указывается, что в плоскости измерения, близкой к области крепления долота он минимален (рисунок 8б). В тоже время известны минимальные значения износов достигались, примерно, в той части остова, где проходит сечение среднего крепежного отверстия (рисунок 8а). Нельзя обойти вниманием тот факт, что ряд пользователей эксплуатируют лемеха до износов несовместимых с агротехническими требованиями (рисунок 8б).

Износ у остова по ширине сопутствует потеря размеров пятки, причем в большей степени. Аналогично износу режущей части подобный дефект имеют также 100% лемехов. Такая повышенная интенсивность изнашивания объясняется теми же факторами, что характерны для цельнометаллических лемехов: увеличенным давлением почвы в сравнении с лезвием, колебательными перемещениями самой детали и повышенным влиянием неравномерности хода плуга. Величина такого износа определяет ширину привариваемого компенсирующего элемента вставки.

Изменение толщины остова происходит от минимума к максимуму в об-

ласти крепежа долота до пятки соответственно. При этом, зона пятки имеет толщину, значение которой часто превышает предельное, то есть составляет менее 5 мм. Поэтому при изготовлении и восстановлении необходимо обращать внимание на «усиление» этого участка для обеспечения равностойкости детали в целом.

Достаточно часто имеют место истирания нижней части области крепления долота, включая и нижнее крепежное отверстие, что приводит к выбраковке лемеха. Причина появления такого дефекта кроется в недопустимо халатном отношении к правилам пользования техникой. Безусловно, что эксплуатация лемехов до приобретения данного порока недопустима, так как работа плуга происходит с полностью изношенной режущей частью долота, и приводит к нарушению всех возможных технических, технологических и земледельческих факторов.



а



б

Рисунок 8 - Характерный износ режуще-лезвийной части импортных лемехов: (а - лемех фирмы «Грейгори Бессон»; б - лемех фирмы «Фогель и Ноот»)

Особое место среди износов импортных лемехов занимают износы, представляющие собой лучевидную форму в области крепления долота (рисунок 8б), так как они не редко определяют возможность дальнейшей эксплуатации детали. В исследованиях, посвященных анализу дефектов импортных лемехов оценки данного износа не уделяется должного внимания. Из опыта известно, что при вспашке суглинистых почв износ по толщине на данном участке может достигать до 10 мм и это делает лемех не пригодным к дальнейшей эксплуатации.

Определенный интерес, с точки зрения устранения лучевидного износа,

представляют исследования причин его появления. В данной области известны работы Михальченкова А.М.; Козарез И.В.; Мударисова С. Г. [21-23].

Лучевидный износ носка лемехов, как отмечают ряд исследователей, является самым распространенным дефектом (до 84%, деталей, поступающих на восстановление), приобретаемым в процессе эксплуатации, при вспашке почв Нечерноземной зоны РФ, которые в основном представлены суглинками и супесями. Потери металла в этой области могут способствовать снижению прочности носка лемеха, повышая склонность к появлению изгибов и разрушений. Кроме того, необходимо учитывать, что остаточная толщина в области лучевидного износа должна составлять не менее 2 мм, так как в противном случае возникают затруднения при проведении восстановительных воздействий, вследствие технологических сложностей при заправке износа с такой малой толщиной металла детали.

Таким образом, лучевидный износ способствует нарушению агротехники, приводит к образованию изгибов, трещин и сквозных протираний, ограничивает ремонтпригодность. Совокупность отмеченных факторов снижает суммарный ресурс лемеха.

Ранее проведенные исследования, позволили установить, что образование лучевидного износа с сохранением геометрии носка наблюдается у 30 % изделий, и это указывает на их высокую ремонтпригодность. Следует отметить, что достаточно часто при сохранении геометрии носка и других размеров, обусловленных техническими условиями, лучевидный износ сопровождается сквозным протиранием. При этом количество лемехов, имеющих такой дефект, составляет около 16,3%. В рассматриваемой группе - 3,4 % деталей сочетают в себе три особенности: сохранение остроты носка, выход износа на полевой обрез и сквозное протирание.

Было определено, что средний угол наклона лучевидного износа α от носка к верхней стыковочной плоскости составляет примерно $50^\circ \dots 55^\circ$. Однако, при проведении исследований не учитывались лемеха, лучевидный износ которых выходит на полевой обрез. Авторы исследований [20-23] использовали ле-

меха, эксплуатировавшиеся только на песчаных и супесчаных почвах, что определенным образом снижает точность эксперимента.

В тоже время, исходя из исследований при сохранении остроты носка у 7 % и при утрате остроты носка у 12 % деталей, верхняя граница дефекта выходит на полевой обрез, то есть угол наклона лучевидного износа отличается от ранее установленного и составляет около 35° . Такой разброс этого параметра, по всей вероятности, 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.

Как известно, протекание абразивного изнашивания весьма сложный процесс, вызывающий до настоящего времени дискуссии среди специалистов. Это в первую очередь связано с многообразием явлений присущих такого рода изнашиванию. Вследствие чего необходимо накопление и осмысление экспериментальных данных по этому вопросу.

В процессе образования лучевидного износа авторами [20-23] установлена связь между его глубиной (d_i) и шириной (l_i). Во всех случаях такая связь имеет место и носит прямо-пропорциональный характер. Причем в плоскости, находящейся в верхней части износа она близка к функциональной, коэффициент корреляции $R = 0,81$. Это указывает на общность протекания изнашивания, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Более низкое значение $R = 0,67$ в нижней области носка указывает на то, что процесс изнашивания не является до конца установившимся. По-видимому, это объясняется относительно невысокой абразивностью среды вследствие её значительной комковатости.

Числовые значения геометрических параметров лучевидного износа зависят от множества факторов: типа почвы, её влажности, твердости, плотности, скорости передвижения абразивных частиц (определяется скоростью перемещения пахотного агрегата), технологией изготовления и правилами эксплуатации. Указанные явления непостоянны во времени и обуславливают случайный характер расположения износа на носовой части лемеха, как от-

носительно подрезающей нижней части, так и относительно полевого обреза. (Характеристикой расположения относительно указанных частей лемеха может служить осредненный 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 износа о величинах и размерах износа, особенно в его горизонтальной плоскости. С этой целью исследователями [20-23] была построена модель лучевидного износа по его максимальным геометрическим размерам (рисунок 9).

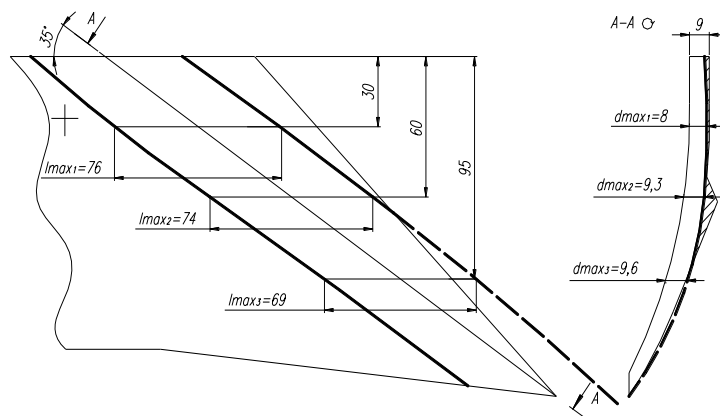


Рисунок 9 - Модель лучевидного износа по Михальченкову А.М. и Козарез И.В.

Особенно важно знать максимальную ширину «луча» и его осредненный угол наклона к верхней плоскости, так как данные параметры, например, позволяют оптимизировать упрочняющее воздействие для различного вида армирования, получившего в последнее время широкое распространение. Линии армирования должны располагаться перпендикулярно перемещению грунта, обеспечивая наибольший эффект по износостойкости. Направление движения грунта примерно соответствует линии, проведенной по среднему углу. Длина же образующих армирования определяется максимальными размерами ширины износа.

Проведенные исследования позволили установить: образование лучевидной формы износа связано с «веерным» перемещением почвы, постоянство

глубины износа по всей длине образующей объясняется одновременным влиянием давления почвы и изменением её абразивности; выбор пространственного расположения линий армирования и их длина определяются геометрией и расположением лучевидного износа. Геометрическая модель, построенная для лемехов, эксплуатировавшихся на почвах Нечерноземья России, позволяет рационально подойти к выбору упрочняющей технологии армирования.

Выводы

1. Импортные лемеха, поставляемые (или изготавливаемые по лицензии) в сельское хозяйство Российской Федерации, в большинстве своем, являются составными.

2. Остовы составных лемехов имеют следующие износы: по ширине - режущее-лезвийной части и пятки; по толщине; лучевидный износ в области примыкающей к креплению долота.

3. Ресурс остова составного импортного лемеха регламентируется износом режущее-лезвийной части по ширине, а его долговечность определяется износом по толщине.

Список используемой литературы

1. Лемех плуга для отвальной вспашки с рифленной рабочей поверхностью: пат. 90287 Рос. Федерация МПК А01В 15/04 / Михальченков А.М., Тюрева А.А., Зуева Д.С.; заявл. 17.03. 2009; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 10.
2. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Инновационные технологии повышения ресурса плужных лемехов. Брянск, 2019. 120 с.
3. Осипенко В.В. Увеличение ресурса восстановленных плужных лемехов путем создания композитной поверхности "металл лемеха-почва" // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. С. 125-130.
4. Хвостовицкая, Т. Т. Сельхозмашины: учеб. пособие. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА, 2019. 351 с.
5. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Лавров В.И. Упрочнение составных плужных лемехов импортного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2020. С. 163-171.
6. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
7. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
8. Михальченков А.М., Киселева Л.С. Способы восстановления лемехов с неустрашимыми дефектами // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 1 (1). С. 53-56.

9. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
10. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.
11. Михальченков А.М., Тюрёва А.А. Оптимизация технологии наплавочного армирования носка плужного лемеха // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2009. № 1. С. 23-27.
12. Тюрёва А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании VOGEL & NOOT // Вестник Брянской ГСХА. 2016. №3. С. 60-65.
13. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
14. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедько, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга; под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014.
15. Способ повышения ресурса плужных лемехов песчано-клеевыми композитами: пат. 2463754 Рос. Федерация МПК А01В 15/00 / Михальченков А.М., Михальченкова М.А., Кожухова Н.Ю., Козарез И.В.; заявл. 05.11.2008; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 10.
16. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.
17. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрельчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
18. Влияние конструкции лемеха и наплавочного армирования на твердость его носовой части / В.А. Денисов, Н.Ю. Кожухова, Г.В. Орехова, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 36-40.
19. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрёва // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.
20. Феськов С.А., Гринь А.М., Дианов Х.А. Динамика и интенсивность изнашивания фирменных и восстановленных высевающих лап посевного комплекса «Моррис» // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 36-48.
21. К вопросу о форме частиц кварцевой фракции почвы и их влиянии на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / А.М. Михальченков, А.А. Локтев, С.А. Феськов, Т.А. Ермакова // Тр. ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 142-147.
22. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрёва // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.
23. Феськов С.А., Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А. Методы восстановления с одновременным упрочнением составных лемехов импортного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2020. С. 65-71.
24. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
25. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

26. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 631.794.621

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ЛУЧЕВИДНОГО ИЗНОСА

к.т.н. Кожухова Н.Ю., магистр Михальченкова М.А.,

к.с-х.н. Орехова Г.В., инженер Шкуратов Г.В.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

к.т.н. Королев В.В.

Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. Анализ способов устранения лучевидных износов позволил установить, что они сводятся: к замене изношенного участка на новый с увеличением износостойкости; к использованию двухслойной наплавки с различными свойствами слоев; к применению клеэполимерных абразивостойких композитов и комбинированные, сочетающие в себе сварочно-наплавочные способы и новые материалы. Наиболее перспективный из них это способ термоупрочненных компенсирующих элементов; реновация с использованием песчано-клеевых композиций с эпоксидной матрицей.

Ключевые слова: лучевидный износ; предельное состояние; лемех; отвал; устранение износов; абразивостойкий композиты; двухслойная наплавка; компенсирующие элементы.

EXISTING TROUBLESHOOTING METHODS XIPHOID WEAR

candidate of technical Sciences Kozhukhova N. Yu.,

master's degree Mikhailchenkova M. A., candidate of agricultural Sciences G. V.,

engineer Shkuratov G. V.

Bryansk state agrarian university

candidate of technical Sciences Korolev V. V.

Russian University of transport (MIIT)

Annotation. *A critical analysis of methods for eliminating xiphoid wear allowed us to establish that they are reduced to: replacing the extremely worn section with a new one with increased wear resistance (TCE); using two-layer surfacing with different layer properties; using glue-polymer self-hardening abrasive-resistant composites and combined, combining welding and surfacing methods and new materials. The most promising of them is the method of heat-strengthened compensating elements; renovation using sand-glue compositions with an epoxy matrix.*

Keywords: *xiphoid wear; limit state; ploughshare; blade; wear removal; abrasive-resistant composites; two-layer surfacing; compensating elements.*

Одним из факторов, определяющих выбор или разработку технологий восстановления различных деталей почвообрабатывающих орудий считается износ, характеризующийся его геометрической формой. Не являются исключением, в этом плане, и конструктивные элементы плужных корпусов.

Лучевидный износ относится к наиболее распространенным дефектам лемехов (как цельнометаллических, так и составных) и отвалов рабочих органов плугов [1,2], коэффициент повторяемости достигает до 0,84 [3]. В связи с этим, а также по ряду других причин (например, из-за высокой рыночной цены и относительно невысокого ресурса), для его устранения разработано большое количество способов и технологий. Однако их систематический анализ отсут-

ствует, что в определенной степени, сдерживает дальнейшие поиски новых более совершенных технологий устранения данного приобретенного порока.

Поэтому целью представляемой работы является критическое рассмотрение существующих технологий и выработка рекомендаций по их разработке или совершенствованию.

В излагаемых материалах будут рассмотрены только применяемые (внедренные) технологии.

Наиболее «радикальным» методом устранения лучевидных износов лемехов и отвалов следует считать метод «компенсирующих элементов - (МКЭ).

МКЭ заключается в креплении вставки к пригодному для эксплуатации участку детали после удаления предельно изношенной области [4]. Этот способ предполагает три технологических приема (технологические схемы).

Первая схема - производится вваривание встык к неизношенной части восстанавливаемой детали компенсирующего элемента предварительно подвергнутого термоупрочняющей обработке на твердость не менее 44 HRC копирующего форму изделия [5]. Прием особенно широко используется при восстановлении цельнометаллических лемехов при устранении лучевидного износа на носке с применением вторичного сырья – рессорных листов снятых с эксплуатации. Термоупрочнение способствует росту сопротивляемости восстановленной области абразивному изнашиванию и увеличивает ресурс детали в целом в 1,4 – 1,6 раза. Последние исследования показывают, что для достижения оптимальной износостойкости восстановленной области компенсирующую вставку необходимо подвергать термообработке на твердость 53-54 HRC [5].

Вторая схема - состоит в вваривании вставки с последующим армированием области восстановления. Армирование повышает износостойкость восстановленной рабочей поверхности [6]. Валики наносятся в области, где наиболее вероятно появление износа. Например, у отвалов армируются носок и грудь, у лемеха носовая часть (рисунок 1).

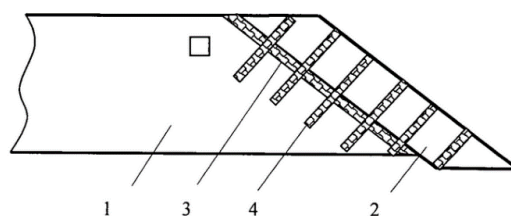


Рисунок 1 - Лемех с приваренным долотом и армированной носовой частью (1. рабочая поверхность, 2. долото, 3. сварной шов, 4. армирующие валики)

Многолетний производственный опыт показали, что для увеличения межремонтного ресурса восстановленных деталей рекомендуется применять периодическое армирование после изнашивания ранее нанесенных валиков. Эксплуатация лемехов, полученных привариванием к корпусу долота из стали с твердостью 230 - 240НВ с последующим наплавочным армированием, показала наработку до предельного состояния в 1,4 - 1,5 раза превышающую аналогичный показатель у деталей заводского исполнения. Попытки использовать армирование термоупрочненных участков положительного результата не дали, даже имело место снижение ресурса. Наплавка валиков осуществлялась электродами с малоуглеродистым стержнем, во избежание нарушения правила Шарпи.

Третья схема – для изготовления вставок используют стали не подвергаемые термоупрочнению. Наибольшее распространение получили компенсирующие элементы, вырезанные из труб газопроводов, совпадающих по кривизне с радиусом рабочей поверхности детали [2]. Как правило этот метод распространяется на восстановление отвалов. Межремонтный ресурс примерно соответствует ресурсу отвала в заводском исполнении.

Простота технологии, не требующая сложного оборудования и высокой квалификации исполнителей, возможность неоднократного восстановления, ресурс, сравнимый с заводским, использование вторичного сырья обеспечили этим технологиям широкое внедрение. Следует отметить, что полученные таким образом штамповарные конструктивные элементы рабочих органов почвообрабатывающих орудий имеют большое будущее, как с точки зрения конструкции так и при восстановлении и по своим возможностям могут заменить дорогостоящие

импортные детали. В то же время следует отметить необработанностью способа в целом с научной, технологической и эксплуатационной сторон.

Устранение лучевидного износа в ряде случаев, производится заправкой электродами для сварки углеродистой стали с последующим формированием геометрической формы детали, оговоренной техническими условиями. Наряду с этими операциями предполагается использовать наплавочное армирование восстановленной области [7]. Технология позволяет восстанавливать 75% деталей, поступивших в ремонт. Нарботка на отказ составляет 80-100% от изделий в состоянии поставки. В то же время, процесс отличается высокой сложностью и не всегда приводит к положительным результатам, из-за трудностей с соблюдением технологических параметров. Хотя способ позволяет увеличить долговечность изделия, он отличается малой производительностью и не обеспечивает должной наработки на отказ, а отсутствие в хозяйствах необходимого оборудования (кузницы) и вовсе делает его непригодным к реализации.

Авторами [8,9] предложена технология двухслойной наплавки, которая обеспечивает необходимую износостойкость и одновременно пластичность восстанавливаемой области. Такая технология состоит в наплавке 1-го слоя электродом с малоуглеродистым стержнем и 2-го слоя электродом для износостойкой наплавки. По данным ученых Брянского ГАУ метод позволяет существенно увеличить послеремонтный ресурс деталей отечественных компаний, а применение электродов для формирования абразивостойких покрытий, позволяет получить наработку до предельного состояния восстановленного лемеха сравнимую с такой же наработкой лемехов импортного производства. Однако метод вряд ли может быть применим в отношении отвалов т. к. глубина их износов не позволяет получить двухслойное покрытие. Другим существенным фактором, не позволяющим повсеместно использовать такую технологию является необходимость соблюдения условия когда реставрируемая деталь сохраняет нормированные геометрические параметры.

Из практики и литературных источников известно, что для заваривания лучевидного износа с остаточной толщиной стенки менее 2 мм или сквозным

протираем, используется наплавка по предварительно уложенным электродам [10]. При этом имеется возможность варьирования свойствами наплавленного металла путем применения различных марок электродов, в том числе и твердосплавных. Технология обладает широкими возможностями, но требует серьезной практической проработки.

Определенный интерес представляет способ [11], основанный на создании в области износа «каркаса» с полостями, которые в процессе пахоты заполняются почвой, выполняющей роль противоабразивной компоненты. Подобный эффект достигается путем наплавки валиков с определенным шагом в изношенной области перпендикулярно образующей геометрической формы износа, которые выполняют функцию ребер жесткости и создают каркасную конструкцию, обеспечивая залипание почвенной массы в образовавшихся полостях. В этом случае создается поверхность представляющая собой композитный материал, где роль основы выполняет материал лемеха, а функции абразивостойкой составляющей частицы грунта находящиеся в полостях. Причем она сочетает в себе определенную совокупность материалов, таких как дисперсные (почва) и волокнистые (почва с наплавленными валиками). В результате чего создаются условия для обеспечения необходимых прочностных свойств и повышения износостойкости. Способ весьма интересен и в практическом и в научном плане, однако его широкое применение требует дополнительных исследований.

Определенное распространение получили методы восстановления изделий с подобными дефектами применением самотвердеющих клеевых полимерных составов [12]. Такой материал, находясь в жидком состоянии может скопировать профиль поверхности, устраняя износы и сквозные протираения, а в затвердевшем состоянии он оказывает сопротивление абразивному изнашиванию. Композит разработан и апробирован сотрудниками ГОСНИТИ и Брянской ГСХА. Материал представляет собой песчано-клеевой состав на основе эпоксидной смолы и природного кварцевого песка в процентном соотношении 40 и 60 соответственно. Полимер-клеевая компонента композита включает эпоксидную смолу

ЭД20 - 100 весовых частей и полиэтиленполиамин (отвердитель) 10 весовых частей. Присутствие кварцевого песка в составе композита придает ему противобразивные свойства из-за значительной абразивности кварцевых частиц. В таком материале высокая абразивность песка выполняет положительные функции с точки зрения снижения интенсивности изнашивания покрытия. Кроме того его частицы выступают в роли дисперсно-упрочняющей фазы.

Способ при определенных технологических изменениях может использоваться для устранения дефектов в виде износов и сквозных протираний поверхности фактически всех деталей, имеющих криволинейные рабочие поверхности, и эксплуатирующийся в условиях абразивного изнашивания. Кроме этого реализация способа не сопровождается нарушением целостности изделия и не требует механической обработки сформированной поверхности. Отмеченное говорит о широких технологических возможностях использования разработанного композита. При этом сохраняются механические свойства и форма восстанавливаемой детали, так как отсутствуют какие-либо термические и деформационные воздействия в период формирования покрытия. Полевые испытания восстановленных деталей (на примере отвалов) по описанному способу показали, что их наработка до предельного состояния не уступает аналогичному показателю изделий заводского исполнения.

Некоторая схожесть к разработанному в [12] описанному выше способу имеет технология, предложенная в работе [13]. Разница состоит в том, что пространство между валиками заполняется абразивостойким композитом предложенным учеными ГОСНИТИ и Брянского ГАУ. Наличие на изношенной области валиков способствует уменьшению склонности песчано-клеевой композиции к сдвигу, так как они играют роль упоров. Клеевой состав выполняет функцию основы полученного клеесварного покрытия. Нарботка до предельного состояния, как установлено при вспашке легких суглинистых почв, превышает аналогичный показатель лемехов заводского исполнения в 1,5- 1,8 раза. Тем не менее, технологическая сложность реализации и недостаточное количество исследований не позволяют рекомендовать процесс восстановления к широкому внедрению.

Анализ наиболее распространенных методов устранения лучевидных износов позволил установить, что они сводятся к нескольким принципиально отличающимся технологиям: первая – замена предельно изношенного участка на новый с преданием ему повышенных работотехнических свойств; вторая – использование двухслойной наплавки; третья – применение новых клеэполимерных самоотвердеющих абразивостойких композитов; четвертая – комбинированные, сочетающие в себе сварочно-наплавочные способы и новые нетрадиционные материалы.

На основании критического рассмотрения известных методов восстановления деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий устранением лучевидного износа предложена их градация по технологической функциональности. Наиболее приемлемой технологией, исходя из проведенного анализа, следует считать технологию (и сопутствующие ее варианты) основанную на способе «компенсирующих элементов» в следствие ее универсальности.

Увеличению долговечности плужных лемехов восстановлением посвящено большое количество исследований [2,10-12]. Рассмотрим наиболее распространенные методы в соответствии с дефектами.

Вопросами устранения затупления и лучевидного износа носка лемеха занимались ученые и практики [14], что привело к разработке ряда методов.

Один из них состоит в наплавке низкоуглеродистого электродного материала на изношенную поверхность с последующей «оттяжкой» и наплавочным армированием [14] области восстановления. Фактором, ограничивающим применимость способа, является технологическая сложность.

Авторами [17] предложен способ, предусматривающий наплавку валиков в зоне лучевидного износа таким образом, чтобы промежутки между ними заполнялись почвой, которая выполняет роль противобразивной среды. Это позволяет получить композитную поверхность, где функцию матрицы выполняет материал детали и сформированных валиков, а роль противобразивной компоненты – частицы почвы, расположенные в полостях (рисунок 2). Способ применим в случае, когда дефектная деталь сохраняет геометрию заглубляющей части и достаточно сложен в технологическом плане.

Разновидностью описанного выше способа является технология, состоящая в наплавке на изношенную поверхность валиков с определенным шагом и нанесении на полученную поверхность абразивостойкого эпоксидно-песчаного композита следующего состава: эпоксидный компаунд - 30%, кварцевый песок - 70%. Сложность технологического процесса, противоречивость и незначительное количество изысканий по данному вопросу не дают оснований для рекомендации к внедрению этого способа.

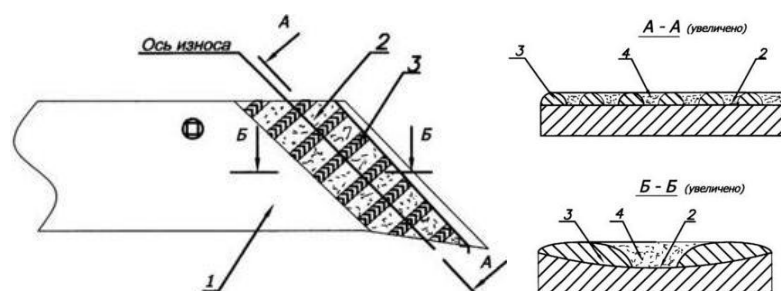


Рисунок 2 – Способ восстановления с использованием почвенной среды как противоабразивной составляющей (1 – поверхность контактирования; 2 – лучевидный износ долотообразной области; 3 – сформированные валики; 4 – фракции почвенной среды)

Устранение износа сложной пространственной формы, может осуществляться путем его заправки по предварительно уложенному в изношенную область электродному материалу.

Повышение долговечности лемеха [17,18] может быть достигнуто двухслойной заправкой лучевидного износа, когда подложка наплавляется электродом для сварки углеродистых сталей для пластичного наплавленного металла, а поверхностный слой формируется электродным материалом, предназначенным для получения абразивостойкого металла.

Восстановление лемехов электроконтактной приваркой стальной высокоуглеродистой ленты [19,20] не находит широкого применения из-за сложности и дороговизны процесса.

Широкие возможности по увеличению долговечности лемехов заключе-

ны в технологиях, основанных на методе компенсирующих термоупрочненных элементов (КТЭ) [21,22]. Данные технологии нашли широкое внедрение в практике эксплуатации лемехов в силу их простоты, возможности использования вторичных ресурсов – утративших ресурс листов рессор, повышенного ресурса, одновременного устранения износов: лучевидного, заглубляющей части и полевого обреза.

Метод предполагает два технологических приема: первый - приварка элемента, выполняющего функцию долота внахлест к использованному остову, и второй - приварка встык, после удаления предельно изношенного носка. В свою очередь эти варианты могут быть дополнены упрочняющими воздействиями.

Первый вариант предусматривает приваривание компенсатора внахлест параллельно полювому обреза, устраняя всю совокупность дефектов. Другой схемой данного варианта является приваривание элемента параллельно лезвию, заменяя только заглубляющую часть. В качестве компенсирующих элементов используются термоупрочненные на твердость 50-54HRC рессорно-пружинные стали. С целью торможения образования и развития лучевидного износа технологии дополняются наплавочным армированием. Лемеха, восстановленные по описанным выше приемам, увеличивают тяговое сопротивление пахотного агрегата и расход топлива.

Указанных недостатков лишен лемех, восстановленный приваркой долота вдоль полевого обреза встык к остову с предварительным удалением изношенной области (рисунок 3). Подобная технология применяется для деталей, исчерпавших другие возможности к возобновлению ресурса. При этом приваренное долото обладает повышенной абразивной стойкостью. Нарботка до предельного состояния составляет 6... 9 га при вспашке супесчаных почв с наличием гравиевидных включений.

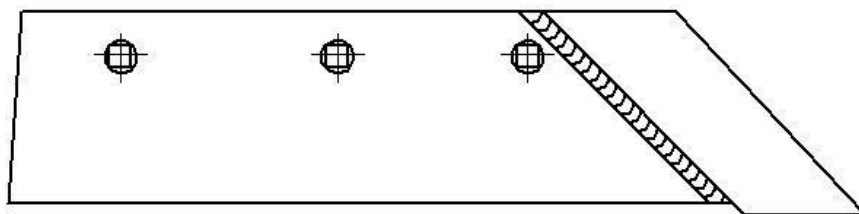


Рисунок 3 - Лемех, восстановленный приваркой долота вдоль полевого обреза

Данный метод можно использовать и для изготовления лемехов с повышенной сопротивляемостью носка абразивному изнашиванию. Такой подход, в определенной мере, обеспечивает выравнивание интенсивности изнашивания отдельных частей детали. Увеличение ресурса лемехов обеспечивается сравнительно высокой твердостью вставок – HRC 50-54.

Наплавка заглубляющей части термоупрочненного долота твердым (58-62HRC) абразивостойким сплавом с тыльной стороны обеспечила ресурс, превышающий ресурс серийных деталей в 2-2,5 раза. Однако высокая вероятность появления сквозной трещины в области упрочнения не позволяет рекомендовать такую технологию к использованию.

Применение наплавочного армирования термоупрочненного долота для увеличения ресурса лемехов, восстановленных методом КТЭ, положительных результатов не обеспечило.

Возможность реализации технологии в условиях предприятий любой технической оснащенности, отсутствие необходимости в высокой квалификации рабочих, одинакова со стандартными деталями тяговое сопротивление, сравнительно высокий ресурс обеспечило таким изделиями достаточную широкую реализацию.

В результате анализа многочисленных источников выявлена совокупность известных методов восстановления лемехов, определены их достоинства, недостатки и область применения.

Между тем, общими недостатками технологических процессов восстановления являются: использование лемехов, в определенной степени, утратив-

ших свои геометрические параметры; применение дополнительных мероприятий (например, термоупрочнение); нередко, необходимость применения дорогостоящих материалов. Кроме этого, не всегда представляется возможным достичь ресурса, соответствующего ресурсу деталям заводского исполнения. Поэтому следует рассмотреть возможности методов упрочнения (повышения стойкости к абразивному изнашиванию) изделий в состоянии поставки по увеличению наработки на отказ лемехов.

На ряду с методами устранения часто используются методы предупреждения и торможения образования лучевидного износа.

К одним из рекомендуемых рядом исследователей [23,24] методов предупреждения износов относится использование металлокерамики. При высокой износостойкости деталей наблюдается недостаточная сопротивляемость ударным воздействиям и низкая прочность её соединения с поверхностью изделия, поэтому упрочнение лемехов подобным образом перспективно только для обработки почв без присутствия каменистых включений значительной массы. В ряде случаев, использование керамики не всегда экономически эффективно.

В последнее время широкое распространение для упрочнения лемехов получило наплавочное армирование, заключающееся в наваривании валиков на рабочую поверхность перпендикулярно перемещению почвы с шагом 30-40 мм (рисунок 4 – валики изображены в виде ребристых образований). Увеличение ресурса обеспечивается наличием структур повышенной твердости и созданием условий для уменьшения трассы контактирования абразивных фракций грунта с поверхностью трения детали.

В случае опережающего образования лучевидного износа используется армирование подковообразными валиками носовой области, что позволяет повысить уровень проскальзывания абразивных фракций по рабочей поверхности и обеспечивает уменьшение коэффициента трения, а также снижает время их контактирования с рабочей частью детали.

Для увеличения стойкости к абразивному изнашиванию после армирования производят наплавку заглубляющей части электродами для сварки углеро-

дистых сталей с охлаждением в воде, либо материалами, обеспечивающими высокую твердость.

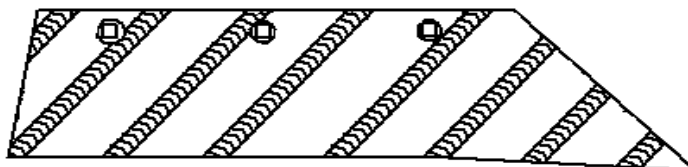


Рисунок 4 – Схема наплавочного армирования (вариант, когда формирование валиков проводится по всей рабочей поверхности)

Разновидностью метода является технология, состоящая в наплавке вдоль полевого обреза и лезвийной части долота металла высокой твердости (60HRC) (рисунок 5 а).

Снижение интенсивности изнашивания лемехов может быть достигнуто применением электромеханической обработки (рисунок 5 б). На рисунке 5 б показан лемех с композитной абразивностойкой поверхностью с упрочнением зон наиболее вероятного износа. Однако, информация о результатах применения данного метода не полна и противоречива.



Рисунок 5 – Армированные лемеха: а – с наплавкой заглавляющей части и обваркой по контуру; б - применением электромеханической обработки

Увеличение ресурса лемеха может быть достигнуто за счет использования эффекта самоорганизации процесса изнашивания, то есть пазы, выбранные в области вероятного износа в период эксплуатации, заполняются частицами почвы, выполняющими функции износостойкой среды (рисунок 6 а). На таком же принципе основан способ, разработанный авторами, но с наплавкой заглавляющей части электродами для износостойкой наплавки (рисунок 6 б).

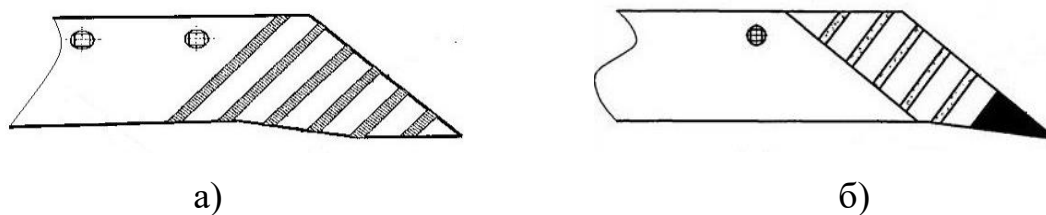


Рисунок 6 – Армирование лемехов с использованием эффекта самоорганизации изнашивания: а - использованием почвы как противобразивной среды б – вариант «а» с заплавленной заглабляющей частью

Исследования по данному направлению далеки от завершения, и поэтому рано говорить о возможности его применения к увеличению ресурса лемехов.

Среди способов повышения наработки на отказ лемехов особое место занимает упрочняющая термическая обработка, способствующая увеличению твердости рабочей поверхности. Так, термоупрочнению подвергаются все лемеха импортного производства на твердость не более 53HRC, что позволяет увеличить ресурс в 8-10 раз по сравнению с лемехами отечественного производства.

В последнее время упрочнение лемехов рекомендуется проводить нанесением песчано-клеевых композиций на носок лемеха, которые представляют из себя клеуполимерные дисперсно-упрочненные абразивостойкие материалы. В этом случае повышение износостойкости и достижение нужной сцепляемости рекомендуется использовать вещество со следующим содержанием компонентов (мас.ч.): эпоксидная смола 100; полиэтиленоамин (отвердитель) 7; кварцевый песок 50. Предложенный способ обеспечивает повышение ресурса детали и снижает интенсивность изнашивания, а также при таком способе упрочнения отсутствуют термические воздействия на металл. Между тем, использование данной технологии не обеспечивает необходимую износостойкость при работе в абразивных средах с высокой изнашивающей способностью, где содержание кварцевых частиц составляет более 80% (супесчаные почвы). Так же в источнике [25] отсутствуют такие сведения как: оптимальное содержание SiO_2 в песке, выступающего в роли противобразивной дисперсно-армирующей ком-

поненты композита; величина диаметра частиц песка (размера фракций), обеспечивающего максимальную износостойкость, хотя эти факторы являются определяющими при разработке состава композита с точки зрения износостойкости и адгезионной прочности. Кроме этого нет информации о прочности сцепления покрытия с поверхностью детали.

Описанный метод относится к перспективным направлениям по обеспечению абразивной износостойкости поверхностей трения деталей при их изготовлении и восстановлении. Однако, в связи с нерешенными вопросами, которые отмечены выше, необходимо провести комплекс теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку состава композита и технологии его применения в качестве покрытия, обеспечивающего максимально возможную стойкость к абразивному изнашиванию.

Выводы

1. Лучевидный износ определяет предельное состояние лемехов и отвалов плугов; его коэффициент повторяемости достигает до 0,84, что привело к созданию большого количества технологий устранения данного дефекта, систематический анализ которых отсутствует.

2. Проведенный критический обзор методов устранения лучевидных износов показал, что они сводятся: к замене предельно изношенного участка на новый с увеличением износостойкости (ТКЭ); к использованию двухслойной наплавки с различными свойствами слоев; к применению клеэполимерных самотвердеющих абразивостойких композитов и комбинированные, сочетающие в себе сварочно-наплавочные способы и новые материалы.

3. Наиболее перспективны: способ термоупрочненных компенсирующих элементов; реновация с использованием песчано-клеевых композиций с эпоксидной матрицей.

Список используемой литературы

1. Ерохин М.Н. Применение керамических материалов для повышения надежности сельскохозяйственной техники // Изв. Академии инженерных наук РФ. 2001. Юбилейный том. С. 253-261.
2. Тип М.Ю. Повышение износостойкости рабочих органов с/х машин: обзорная информация. М.: ЦНИИТЭ Итракторсельхозмаш, 1986. 35 с.

3. Шитов А.Н., Байкалова В.Н. Упрочнение лезвий лемехов электроконтактной обработкой // Вестник ФГОУ ВПО «Московский Государственный университет им. В.П. Горячкина». 2004. № 1 (6). С.75-77.
4. Балан В.П., Клюенко В.Н., Олисеенко В.И. Точечное упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1991. № 2. С. 44-45.
5. Бетенья Г.Ф. Повышение долговечности почворезущих элементов сельскохозяйственной техники наплавкой намораживанием. Мн.: БелНИИНТИ, 1986. 44 с.
6. Бернштейн Д.Б. Износостойкость лемехов, зонально-упрочненных твердыми сплавами // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1988. № 9. С.23-24.
7. Составной лемех плуга: пат. 182869 Рос. Федерация: МПК А01В 15/04 / Блохин В.Н., Ерохин М.Н., Орехова Г.В., Случевский А.М. и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет"; заявл. 20.03.2018; опубл. 05.09.2018, Бюл. № 25.
8. Способ упрочнения поверхности литой стальной детали: пат. 2641209 Рос. Федерация МПК В22D 27/18 / Аулов В.Ф., Ишков А.В., Иванайский В.В., Кривочуров Н.Т., Соловьев Р.Ю., Аулов А.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ); заявл. 13.07.2016; опубл. 16.01.2018, Бюл. № 2.
9. Надежность и ремонт машин: учебник для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.
10. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; под ред. Е.А. Пучина. М.: КолосС, 2007. 488 с.
11. Ольшанский Н.А. Сварка в машиностроении: справ. издание: в 4-х т. Т. 1 / под ред. Н.А. Ольшанского. М.: Машиностроение, 1978. 504 с.
12. Оськин В.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: в 2-х т. Т. 1 / В.А. Оськин, В.В. Евсиков. М.: КолосС, 2007. 447 с.
13. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1984. 271 с.
14. Михальченков А.М. Восстановление деталей двухслойной наплавкой // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1995. № 1. С. 22-23.
15. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 101-119.
16. Способ повышения долговечности деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин: пат. 2443524 Рос. Федерация МПК В23К 9/04, В23Р 6/00 / Михальченков А.М., Паршикова Л.А., Гамов А.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Брянская государственная сельскохозяйственная академия", заявл. 25.05.2010; опубл. 27.02.12, Бюл. № 6.
17. Способ восстановления и упрочнения плужных лемехов устранением лучевидного износа двухслойной наплавкой: пат. 2370351 Рос. Федерация МПК В23Р 6/00, В23К 9/04 / Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В., Комогорцев В.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Брянская государственная сельскохозяйственная академия", заявл. 10.04.2008; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29.
18. Юданова А.В. Упрочняющее восстановление плужных лемехов двухслойной наплавкой // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. 2009. № 3. С.924.
19. Смирнягин Г.Ф. Исследование процесса электроконтактного напекания порошков: автореф. дис. канд. техн. наук. Челябинск, 1972. 196 с.
20. Силяков С.Л. Формирование упрочняющих покрытий для рабочих органов сельскохозяйственных машин при совмещении высокочастотного нагрева и высокотемпературного синтеза материалов // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 1. С. 63-69.
21. Михальченков А.М. Восстановление лемехов приваркой дополнительных элементов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2008. С.111- 116.
22. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрельчатых лап и возможности

использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. № 1. С. 159-165.

23. Новиков В.С., Беликов И.А. Повышение износостойкости рабочих органов плуга наплавкой керамическими материалами // Ремонт, восстановление, модернизация. 2002. № 11. С. 37-40.

24. Ерохин М.Н. Новое направление повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин - применение технической керамики // Технология и средства технического сервиса машин в агропромышленном комплексе. М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2000. С. 38-47

25. Поверхностное термоупрочнение - виды и характеристика (краткий аналитический обзор) / А.М. Михальченков, А.А. Новиков, А.А. Тюрева, В.Н. Рыжик // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. С. 166-174.

26. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.

27. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

28. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 621.791.92

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ НАПЛАВКИ, ПРИ УСТРАНЕНИИ ЛУЧЕВИДНОГО ИЗНОСА ОСТОВОВ СОСТАВНЫХ ЛЕМЕХОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

к.т.н. Тюрева А.А., к.т.н. Бардадын Н.А., инженер Филин Ю.И.,

магистрант Обыденников Д.Ю.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. При проведении лабораторных испытаний использовалось пять технологических схем наплавки образцов при использовании двухслойного формирования покрытия; в случае полевых испытаний применялось три схемы наплавки. Отрабатывалась методика полевых испытаний.

Ключевые слова: лучевидный износ; наплавка; составные лемеха; лабораторные испытания; полевые испытания.

THE TECHNOLOGICAL VARIANTS OF WELDING, TROUBLESHOOTING LACEWING WEAR CORES OF COMPOSITE OF SHIELD AND IMPROVED METHODS OF FIELD TESTING

candidate of technical Sciences Turawa A. A., candidate of technical Sciences Bardadyn N. A. engineer Filin, Y. I., graduate student Obydennikov D. Yu.

Bryansk State Agrarian University

Abstract. *During laboratory tests, five technological schemes for surfacing samples using two-layer coating formation were used; in the case of field tests, three surfacing schemes were used. The method of field tests was worked out.*

Keywords: *xiphoid wear; surfacing; composite ploughshares; laboratory tests; field tests.*

Существующее многообразие методов и средств упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий не всегда позволяет выбрать один из них как наиболее рациональный. Каждый конкретный случай требует своего специфического подхода при разработке технологии. Это во многом определяется технологическими возможностями предприятия дефицитностью и дороговизной материалов, сложностью процесса и рядом других факторов [1].

Так как испытания проводились в лабораторных и полевых условиях соответственно подготавливались и опытные образцы.

Для лабораторных исследований подготовка образцов осуществлялась путем наплавки на предельно изношенные лемеха отечественного производства, изготовленные из стали Л53 по описанным ниже технологическим схемам (рисунок 1) [2,3]. (На рисунке 1 показан пример подобной наплавки). Такой метод подготовки исключает побочные эффекты обусловленные термическими воздействиями если использовать в качестве основы для наплавки темплеты меньших размеров и объема, то есть процесс изготовления максимально приближен к реальным условиям наплавки [4].



Рисунок 1 – Наплавленный материал на изношенные лемеха

После этого производилось вырезание наплавленных участков. Подобный методический подход позволил максимально смоделировать наплавку, проводимую в реальных условиях, что обеспечило достоверность полученных данных. Вырезание образцов осуществлялось таким образом, чтобы максимально исключить влияние термических напряжений и проводилось с обильным охлаждением водой. В качестве примера на рисунке 2 представлен опытный образец.

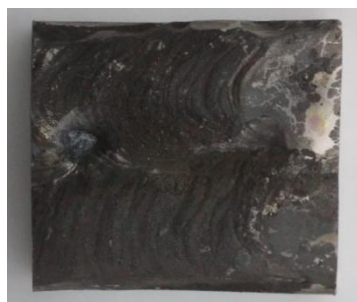


Рисунок 2 – Опытный образец для проведения лабораторных исследований

Испытывались образцы со сформированными покрытиями по следующим технологическим вариантам:

1. Непрерывная наплавка электродом МР-3;
2. Непрерывная наплавка электродом Т-590;
3. Непрерывная наплавка нижнего слоя электродом МР-3 и непрерывная наплавка второго слоя Т-590;
4. Непрерывная наплавка нижнего слоя электродом МР-3 с охлаждением в течении 30 минут и последующая наплавка второго слоя электродом Т-590 непрерывно;

5. Непрерывная наплавка первого слоя электродом МР-3 с охлаждением в течении 30 минут и последующая наплавка второго слоя электродом Т-590 с охлаждением каждого валика до 40-60 °С

Испытания на износостойкость проводились на установке, разработанной кафедрой технического сервиса Брянского ГАУ.

В связи с тем, что при проведении полевых испытаний в цель исследований входит разработка оптимального технологического процесса упрочнения вероятной области образования лучевидного износа методами двухслойной наплавки, то изучению подвергались следующие технологические варианты формирования покрытий [5,6]:

1- Наплавка за один проход электродами с малоуглеродистым стержнем ($C \leq 0,08 \%$). Использовался электрод МР – 3. Параметры режима наплавки: диаметр электрода - 4 мм; сила сварочного тока 160А.

2- Наплавка за один проход электродами, обеспечивающими: высокую твердость поверхности (HRC 60); наличие карбоборидных включений в структуре сформированного металла; высокую абразивную износостойкость. Использовался электрод Т - 590. Параметры режима наплавки: диаметр электрода - 4 мм; сила сварочного тока 220А.

3- Двухслойная наплавка, когда первый слой наплавляется электродами, предназначенными для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а второй слой формируется электродным материалом, обеспечивающим повышенную стойкость к абразивному изнашиванию. Первый слой наплавлялся электродом МР – 3, второй – Т - 590. Особенностью такой технологической схемы является остывание первого слоя в течении 30 минут и каждого валика второго слоя до 40-60 градусов.

Полевые испытания проводились на опытных образцах, представляющих собой упрочненные лемеха (рисунок 3 а, б, в) [7].



а



б



в

Рисунок 3 – Образцы упрочненных лемехов для проведения полевых испытаний (а - наплавка за один проход электродом МР-3; б – наплавочный материал высокой твердости, электрод Т-590; в – двуслойная наплавка МР-3 + Т-590)

Как следует из рисунка 4 наплавка на опытные лемеха наносилась в области лучевидного износа. В свою очередь износ деталей по ширине устранялся привариванием термоупрочненной на твердость 48 HRC вставки. Во избежание заправки крепежного отверстия, оно заделывалось огнеупорным составом [8].

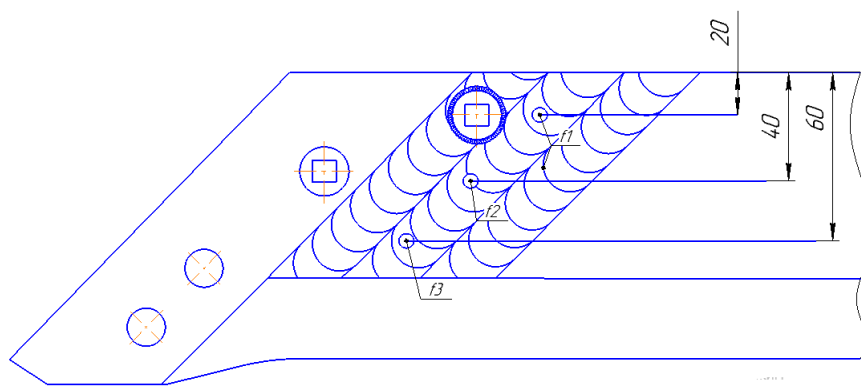


Рисунок 4 – Схема измерения упрочненной (восстановленной) области ожидаемого лучевидного износа

В данном случае износы на наплавленном участке контролировались в процессе эксплуатации (полевых испытаний) плужных лемехов, путем периодического замера изменения геометрических параметров – по ширине (L , мм) по толщине (t , мм) [9].

Измерения по ширине проводились в трех горизонтальных плоскостях, проходящих параллельно спинке лемеха на расстояниях 20, 40 и 60 мм (рисунок 4).

Изменение толщины участка, подвергнутого технологическим воздействиям контролировалось в точках 1, 2, 3 [10].

В качестве измерительного инструмента, в соответствии с обеспечением необходимой точности согласно техническим условиям, применялись штангенциркуль штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 с глубиномером ГОСТ 166-80 с точностью измерения $\pm 0,1$ мм. Нужно указать, что длины измерительных губок штангенциркуля достаточно для контроля износов по толщине.

Полученные данные при проведение периодических измерений через определенную наработку (T , га), дают представление о динамике изменения линейных износов в период эксплуатации (или проведения испытаний) до достижения изделием неработоспособного состояния. Учитывая, что исследования проводились в реальных условиях, на предприятиях товаропроизводителях период измерений регламентируется спецификой работы пахотного агрегата и не был постоянным.

Проведение испытаний в реальных полевых условиях дают возможность

определить наработку лемеха до наступления нарушения агротехнических требований, т.е. определить его предельное состояние и наработку, выраженную в гектарах. В свою очередь, любые лабораторные испытания не позволяют получить полностью достоверных данных по ресурсу восстановленных деталей [11].

Наряду с этим полевые испытания позволяют провести оценку динамики изнашивания и выявить триботехнические показатели исследуемого материала. В данном случае изучаются покрытия, полученные методами однослойной и двухслойной наплавки по различным технологическим вариантам (или схемам) [12].

Такого рода испытания дают возможность определить оптимальную технологию, а также параметры режима технологического процесса. Кроме того, как уже отмечалось никакие лабораторные или стендовые испытания не могут заменить испытания в производственных условиях.

К немаловажным факторам относится возможность проведения исследований на почвах с различными свойствами и различным гранулометрическим составом [13].

Испытания ставили своей целью следующее:

1. Определение предельного состояния детали по геометрической форме износа лемеха, а также величины его толщины на предмет дальнейшей ремонтпригодности.
2. Изучение влияния металла сформированных покрытий по различным технологическим вариантам на динамику изнашивания и образование лучезвидного износа, а также предельное состояние лемеха, оцениваемое величиной износа восстановленной области.
3. Выявление максимальной наработки до отказа, регламентируемой значением износа в области восстановления.
4. Оптимизация (выбор) наиболее эффективной технологии возобновления ресурса изучаемого подрезающего элемента.

Испытания проводились при соблюдении условий, максимально учитывающих особенности такого рода экспериментов.

1. Экспериментальные лемеха испытываются вместе с лемехами в за-

водском исполнении, а также с восстановленными, привариванием подрезающе-лезвийной части;

2. Одинаковость условий испытаний, определяемая идентичными типами почвы по их механическому составу и другими агрофизическими свойствами (влажность, твердость, плотность);

3. Определение износов должна проводиться по одной методике, как для упроченных, так и лемехов в состоянии поставки;

4. Соблюдение эксплуатационных характеристик пахотного агрегата: постоянство скорости движения, проведение регулировок согласно техническим условиям, а так же выполнение агротехнических требований к качеству обработки почвы;

5. Испытания лемехов должны проводиться до достижения ими предельного состояния с учетом нестандартных ситуаций (под нестандартными ситуациями понимается случайные факторы приводящие к появлению нехарактерных дефектов);

6. Испытания необходимо проводить одновременно с агротехническими мероприятиями, осуществляемыми в хозяйствах производителей сельскохозяйственной продукции, тем самым снижая их стоимость и оказывая услуги предприятию; то есть имеет место совмещение испытаний и выполнение полевых работ.

Опытные лемеха устанавливались на плуг Фогель и Ноот, агрегатирование плуга осуществлялось трактором John Deere [8335R](#). Детали, установленные на один плуг, сравнивались между собой по величине наработки и виду геометрии износа.

Пахотный агрегат составлялся на ровной площадке: устанавливались рабочие органы, регулировались механизмы, глубина вспашки. Скорость движения пахотного агрегата колебалась в пределах 10...15 км/ч. Конструкция данного плуга позволяет проводить вспашку и на более высоких скоростях, однако это приводит к образованию пылевидных частиц почвенной массы.

Полевые испытания проводились в период весенней и осенней вспашки

непосредственно в предприятиях производителях сельскохозяйственной продукции. Базовым предприятием являлся агрохолдинг «Охотно». Режим пахоты в две смены позволил увеличить вероятность работы испытываемых деталей почвообрабатывающих органов на полях с одним типом почв, тем самым, повысив достоверность получаемых данных.

Выводы

1. Для проведения лабораторных испытаний использовались образцы со следующими технологическими схемами непрерывной наплавки: электродом МР-3; электродом Т-590; наплавка нижнего слоя электродом МР-3 и наплавка второго слоя Т-590; непрерывная наплавка нижнего слоя электродом МР-3 с охлаждением в течении 30 минут и последующая наплавка второго слоя электродом Т-590 непрерывно; непрерывная наплавка первого слоя электродом МР-3 с охлаждением в течении 30 минут и последующая наплавка второго слоя электродом Т-590 с охлаждением каждого валика до 40-60 °С.

2. Для проведения полевых испытаний использовались натурные, опытные лемеха с заправкой лучевидного износа. Реализовывались следующие технологические приемы: 1 - наплавка за один проход электродами с малоуглеродистым стержнем ($C \leq 0,08 \%$); 2 - наплавка за один проход электродами, обеспечивающими: высокую твердость поверхности (HRC 60); наличие карбоборидных включений в структуре сформированного металла; высокую абразивную износостойкость; 3 - двуслойная наплавка, когда первый слой наплавляется электродами, предназначенными для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а второй слой формируется электродным материалом, обеспечивающим повышенную стойкость к абразивному изнашиванию.

3. Усовершенствована методика полевых испытаний применительно к лемехам, прошедших реновацию.

Список используемой литературы

1. Тюрева А.А., Козарез И.В. Увеличение долговечности лемехов изменением конструкции // Перспективные технологии и технические средства в АПК: сб. науч. работ. Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2008. С. 128-132.
2. Капошко Д.А. Термоупрочнение поверхности плужных лемехов методом ша-

говой наплавки с применением электродов для сварки углеродистых сталей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.-Пушкин, 2007. 18 с.

3. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; под ред. Е.А. Пучина. М.: КолосС, 2007. 488 с.

4. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 101-119.

5. Будко С.И., Зуева Д.С. Увеличение ресурса плужных лемехов восстановлением их заправкой лучевидного износа // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск.: Изд-во Брянская ГСХА, 2007. С. 84-89.

6. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // Сварочное производство. 2019. № 7. С. 28-31.

7. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2008. 348 с.

8. Ерохин М.Н., Новиков В.С., Сабуркин Д.А. Выбор марки стали для лемеха плуга // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 1. С. 5-8.

9. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и с.-х. машины. 2002. № 6. С. 39-42.

10. Михальченков А.М., Попов А.П. Изменение геометрических параметров лемехов после их эксплуатации на супесчаных почвах // Достижение науки и техники в АПК. 2003. № 8. С. 26-28.

11. Почвоведение: учебник для вузов / В.Г. Мамонтов, Н.П. Панов, Е.Н. Кауричев, Н.С. Игнатъев. М.: КолосС, 2006. 456 с.

12. Феськов С.А., Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А. Методы восстановления с одновременным упрочнением составных лемехов импортного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2020. С. 65-71.

13. К вопросу о форме частиц кварцевой фракции почвы и их влиянии на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / А.М. Михальченков, А.А. Локтев, С.А. Феськов, Т.А. Ермакова // Тр. ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 142-147.

14. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.

15. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

16. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

ИЗНОСЫ СОСТАВНЫХ ЛЕМЕХОВ ПЛУГОВ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ «ФОГЕЛЬ И НООТ»

*к.т.н. Феськов С.А., аспирант Бирюлин А.А., магистр Лузик В.М.,
магистрант Ковалев А.С., аспирант Мысшакова Н.В.*

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Аннотация. Анализ методов восстановления составных лемехов позволил установить, что имеет место отсутствие технологий по устранению лучевидных износов остовов. Показано, что повышение стойкости к абразивному изнашиванию при устранении области износа двухслойной наплавкой зависит от термического режима формирования слоев. Наибольшая эффективность достигается в том случае, когда наплавка и первого (пластичного) и второго (твердого) слоев сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего.

Ключевые слова: составные лемеха; износы; износостойкость; двухслойная наплавка; параметры режимов.

WEAR OF COMPOSITE PLOUGHSHARES ON THE EXAMPLE OF THE COMPANY "VOGEL AND NOOT"

*candidate of technical Sciences Feskov S. A., postgraduate student
Biryulin A. A., master's degree Luzik V. M., master's degree Kovalev A. S.*

Bryansk State Agrarian University

Annotation. Analysis of methods for restoring composite ploughshares allowed us to establish that there is a lack of technologies to eliminate xiphoid wear of the skeletons. It is shown that the increase in resistance to abrasive wear when eliminat-

ing the wear area by double-layer surfacing depends on the thermal mode of layer formation. The greatest efficiency is achieved when the surfacing of both the first (plastic) and second (solid) layers is accompanied by cooling of each roller before applying the next one.

Keywords: *composite ploughshares; wear; wear resistance; two-layer surfacing; parameters of modes.*

Широкое распространение составных лемехов импортного производства, а также производство отечественных компаний заставляет проводить исследования по их изнашиванию не посредственно в период эксплуатации [1-5]. Полученные сведения позволят осуществить рациональный подход к выбору технологических процессов их восстановления [6-9]. Кроме того, подобного рода исследования связаны с тестированием данных деталей на предмет определения их ресурса [10-14]. Тестирование лемехов при вспашке различных почв даст возможность выработать рекомендации и для восстановления других деталей сельскохозяйственных орудий [15-18].

Представленные материалы демонстрируют исследования по износам лемехов в состоянии поставки и лемехов после восстановления.

Рассмотрим износы лемехов в состоянии поставки.

Статистический анализ износов по толщине

Результаты обработки полученные при помощи прикладных программ [19-22] позволили установить, что полученные гистограммы распределения по толщине (Δh_i) (рисунок 1 а - м) не подчиняются единому закону распределения. Например, величинам $\Delta h_1, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_{11}$ присущ экспоненциальный закон (рисунок 1 а, в, г, з); значениям $\Delta h_2, \Delta h_5, \Delta h_{10}, \Delta h_{12}, \Delta h_{13}, \Delta h_{14}, \Delta h_{15}$ - нормальный закон (рисунок 1 б, д, ж, и, к, л, м); для Δh_7 характерен закон Пуассона (рисунок 1 е). Показатели $\Delta h_6, \Delta h_8, \Delta h_9$ не подвергались анализу, т.к. сечения измерений расположены в области крепления долота и в связи с этим износы в указанной зоне практически отсутствуют, либо на столько не велики, что их статистическая обработка не имеет смысла.

Учитывая сложность геометрии износа необходимо провести более подробный анализ [23].

Относительное многообразие законов указывает на сложность изнашивания в различных областях детали. Между тем, коэффициенты вариации (V) для всех Δh_i не относительно не велики (таблица 1) и указывают на незначительные разбросы полученных данных.

Сложность процесса износа связана с достаточно частым изменением механического состава почвы при проведении полевых работ, обусловленных сменой полей [24]. Кроме гранулометрического состава, определенную роль в этом случае будут играть непостоянство давлений в различных местах контактирующей поверхностей лемеха и непостоянство почвенных условий (влажность, твердость, плотность и др.).

В свою очередь, относительно небольшие значения V (таблицы 1) указывают на повышенные механические и износные свойства стали из которой произведена деталь и которая адаптирована к условиям абразивного изнашивания в почвенной среде.

Таблица 1 – Средние значения износов по толщине Δh_i и их коэффициенты вариации

Обозначение и номер точки измерения	Δh_1	Δh_2	Δh_3	Δh_4	Δh_5	Δh_7	Δh_{10}	Δh_{11}	Δh_{12}	Δh_{13}	Δh_{14}	Δh_{15}
среднее значение, мм	7,89	5,81	4,68	3,79	0,60	0,39	0,57	0,66	0,84	1,59	2,28	6,08
коэфф. вариации, V	0,09	0,04	0,06	0,25	0,21	0,71	0,03	0,18	0,06	0,02	0,04	0,03

Таблица 2 – Средние значения износов по ширине Δl_i и их коэффициенты вариации

Обозначение и номер точки измерения	Δl_1	Δl_2	Δl_3	Δl_4	Δl_5	Δl_6
среднее значение, мм	48,95	48,22	42,21	7,65	3,71	30,18
коэфф. вариации, V	0,346	0,230	0,090	0,556	0,276	0,871

Экспоненциальный закон распределения, присущий $\Delta h_1, \Delta h_3, \Delta h_4$, указывает на главенствующее значение износов большой величины в данном районе (рисунок 1, точки 1, 3 и 4), т.к. происходит истирание режущее-лезвийной части. Несоответствие этому ряду Δh_2 обусловлено, лучшим качеством стали, или случайными факторами; несмотря на это имеет место смещение износов в большую сторону (рисунок 1 б).

Как следует из распределений Δh_i (рисунок 1 б, д, ж, и, к, л, м), измеренных в точках 5, 10, 12, 13, 15 они подчиняются нормальному закону и рассеяние полученных результатов, оцениваемое коэффициентом вариации, не превышает 22% (таблица 1). Рассеяние других данных составляют 10 и меньше процентов, чем отмечается сравнительно высокая стабильность протекания изнашивания, связанное с незначительным влиянием случайных факторов.

Следует отметить, что ряд результатов износов, полученных в области крепления долота не вписываются в общую картину распределения.

Износы в точках 6, 8, 9 (рисунок 1) не анализируются из-за их невысоких числовых значений. Это обусловлено минимальным влиянием абразивной среды на процесс износа в данной части или его почти полным отсутствием, т.к. воздействие почвы воспринимается не остовом лемеха, а его долотом.

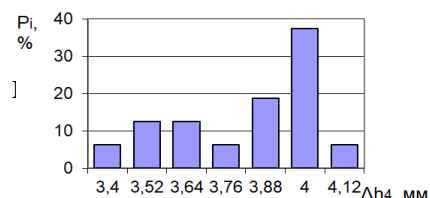
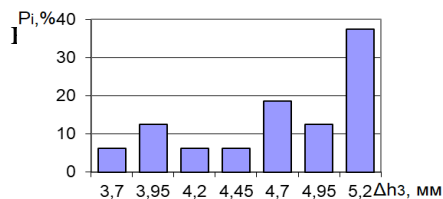
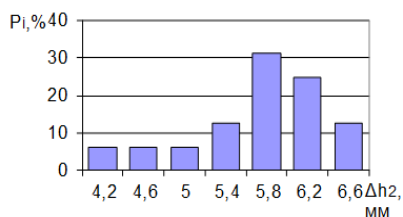
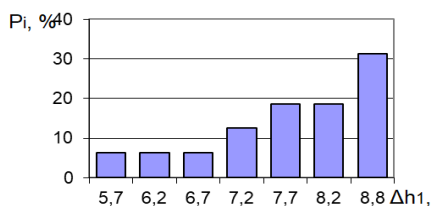
В качестве примера приведена обработка опытных данных для точки 7,

которые позволили установить, что их распределение подчиняется закону Пуассона. Результаты измерений отличаются высокими разбросами ($V=0,712$), указывающими на: некоторую нестабильность триботехнических процессов, ошибки измерений и, скорее всего, на нарушение размерной стабильности при производстве детали.

Статистический анализ износов по ширине.

Наиболее важным показателем, который определяет предельное состояние лемеха, является его остаточная ширина l_1 и как производный от него фактор – величина износа Δl_1 . Так как такой износ влияет на работоспособное состояние изделия и возможность восстановления, вопросы, связанные с потерей лемехом размеров по ширине, будут рассмотрены в более широком.

Статистическая обработка величин Δl_1 , измеренных согласно схеме (рисунок 1), позволила выявить следующее: распределение Δl_1 , Δl_2 , Δl_3 не подчиняются широко принятым в статистике законам распределения. Они отвечают в примерном приближении полиномиальной функции (рисунок 2 а, б, в). В связи с этим для их математического анализа необходимо привлечение узких специалистов в данной области математики.



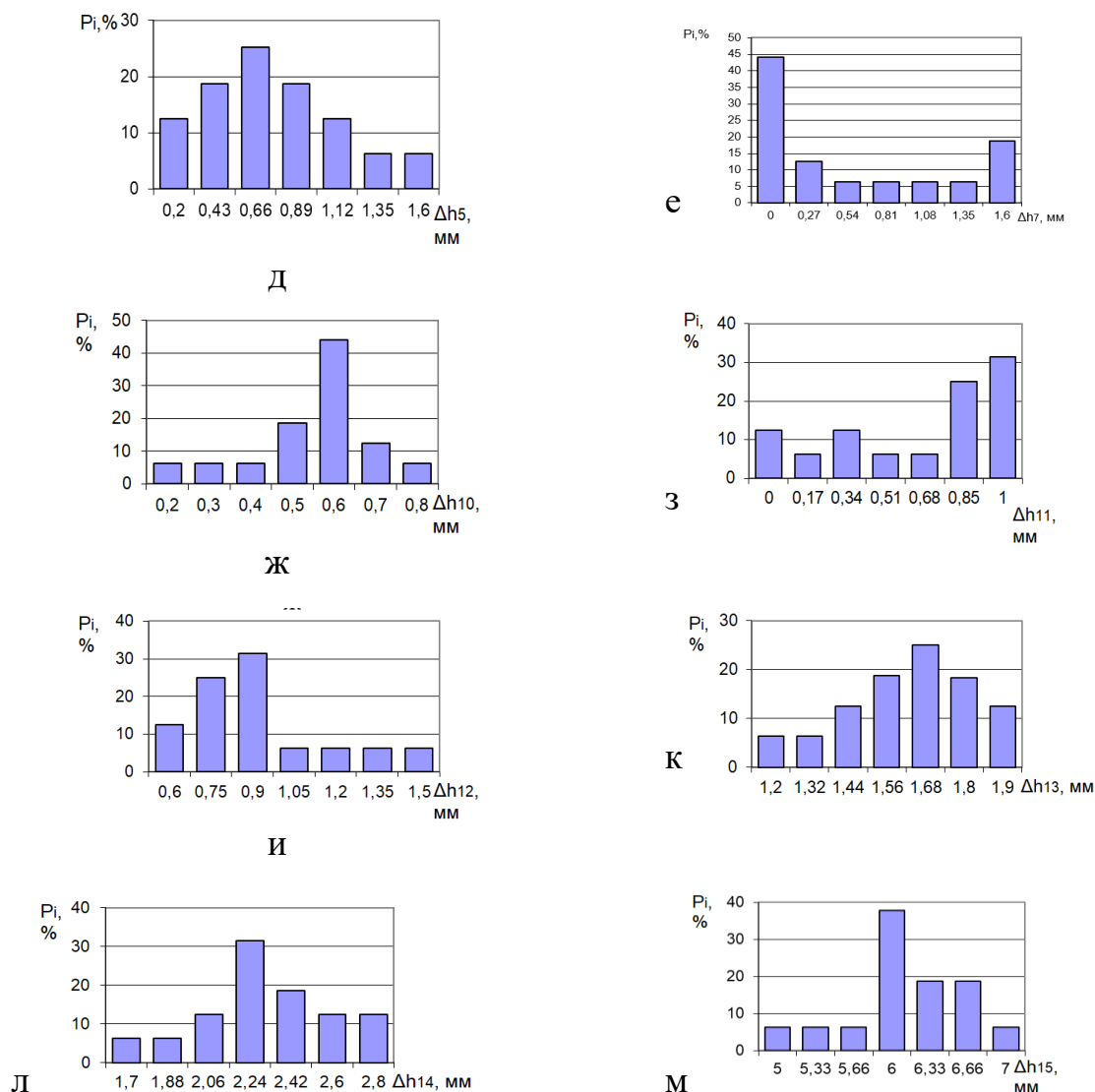


Рисунок 1 – Гистограммы распределения толщин лемеха «Фогель и Нот» (по абсциссе отложены износы Δh_i ; по ординате – вероятность)

Отмечаются ярко выраженные крайевые условия износов по ширине (рисунок 2 а, б, в), т.е. имеет место склонность к высокой повторяемости их малых и больших значений. Отсюда следует, что средний показатель вряд ли может служить достоверной статистической характеристикой полученных данных и поэтому оценивать износ Δl_i по ширине следует по их минимальным и максимальным величинам. Анализ износов для l_4, l_5, l_6 не будет проводиться по причине их малости.

Следуя таблице 2 можно заметить необоснованно высокие значения Δl_6 . Они связаны с неправильным использованием агрегата, когда пахота продол-

жается даже при полностью истертой режущей части долота и происходит изнашивание нижней области его крепления, что категорически недопустимо с точки зрения последующего восстановления и эксплуатации. Несомненно, этот факт окажет отрицательное влияние на долговечность лемеха и усложнит проведение операций по возобновлению ресурса.

Если износ по ширине Δl_i будет определять выбор метода восстановления, то износ по толщине, а вернее остаточная толщина его применимость. Её уменьшение до определенной величины приведет к выбраковке лемеха или применению сложных способов реновации. В случае же замены режущей части на новую толщина вообще играет главную роль и определяет возможность использования такого способа. (Одна из возможных технологий, когда взамен изношенной режущей части может привариваться компенсирующая вставка.). Нужно отметить, что предельно допускаемая толщина лемехов отечественного производства составляет 5 – 6 мм. Такое ограничение, следует полагать, можно распространить и на импортные детали. Размер меньше указанных является основанием для выбраковки.

Изменение износов и линейных размеров в сечениях остова (эпюры износов)

Наряду с задачами статистического порядка изучалось изменение Δh_i на различных участках лемеха: в плоскости, близкой к режущей части (точки 1, 2, 3, 4, 5, 7); вдоль верхней привалочной стороны (точки 13, 12, 11, 10) и в плоскости пятки (точки 1, 15, 14, 13) (рисунок 1). С целью определения применения того или иного метода реновации.

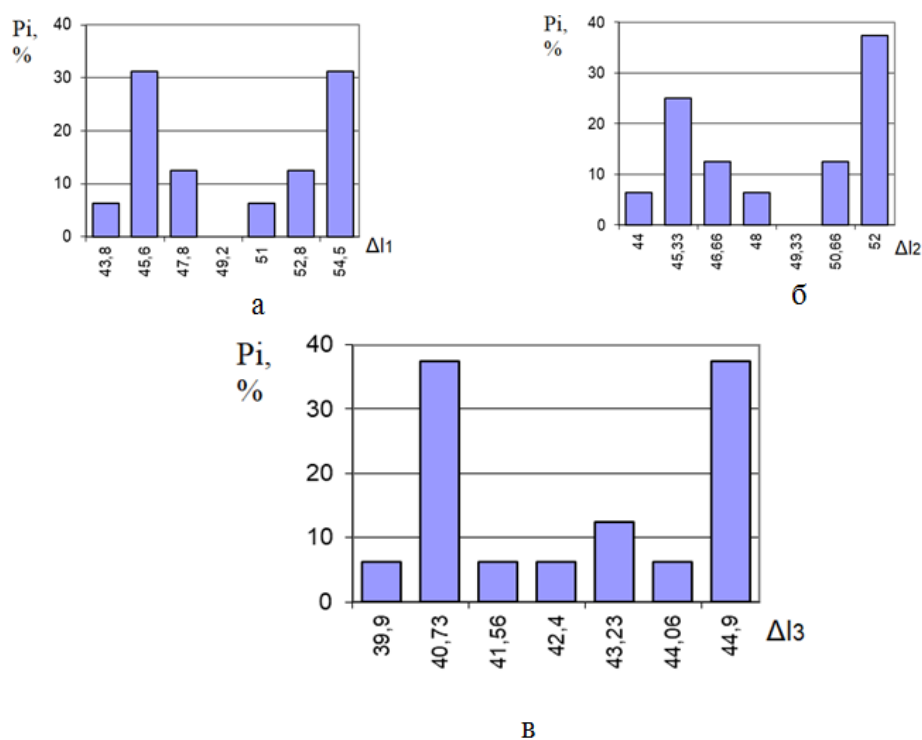


Рисунок 2 – Гистограммы распределения износов Δ_i по ширине лемеха (по абсциссе отложены износы Δ_i , мм; по ординате – частота)

Изменение Δh_i по указанным плоскостям (сечениям) оценивалось путем построения соответствующих эпюр (рисунок 3 а, б, в).

Они показывают, что максимальные значения износы достигают в районе пятки. Причем наиболее высокое значение Δh_i присуще точке 1, наиболее (максимально) приближенной к режущему элементу детали (лезвию) и к заднему обрезу лемеха. Износ Δh_i в этой точке составляет около 8 мм. Оценка произведена по средней величине Δh_i (таблица 1). Учитывая толщину режущей лезвийной части изучаемого плужного лемеха, равную 14 мм, можно сказать, что остаточный размер по h_i на этом участке близок к предельному.

Из характера эпюр (рисунок 3 а, б) следует, что по длине лемеха происходит уменьшение Δh_i по мере приближения к носовой части. Износы вдоль верхней плоскости (точки 13, 12, 11, 10) имеют значительно меньшую величину в сравнении с плоскостью, расположенной вдоль режущей части (точки 1, 2, 3, 4, 5, 7). В первую очередь это связано с большими давлениями почвы в нижней области изделия, и как следствие увеличением интенсивности изнашивания.

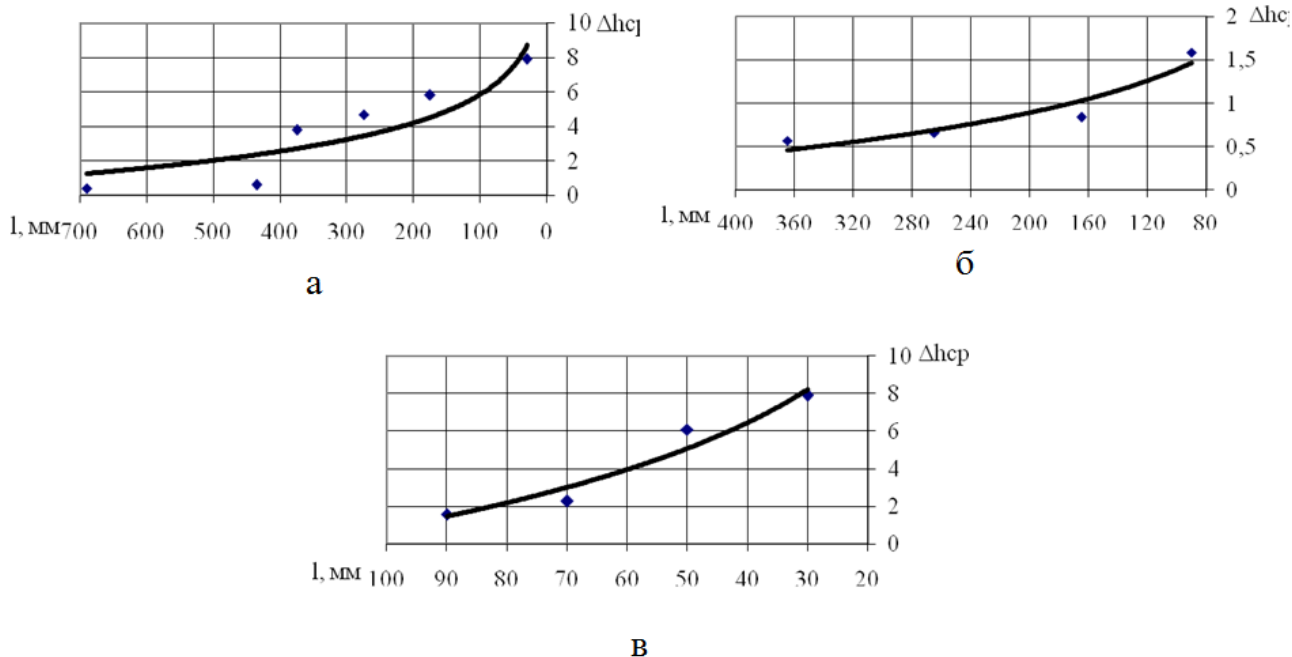


Рисунок 3 – Эпюры средних износов по толщине (Цифрами указаны точки измерения)

Эпюра, построенная по точкам 1, 15, 14, 13, в принципе по своему характеру не отличается от таких же эпюр, отмечающих изменение Δh_i вдоль лемеха, что также связано с перепадом давлений при пахоте.

Таким образом, наибольшие износы по толщине остова лемеха присущи области пятки и особенно ее нижней части в вертикальной плоскости. Вследствие этого, при восстановлении необходимы меры по наращиванию поверхности до номинальной h_i . В противном случае повторное неоднократное использование деталей после их восстановления приведет к истиранию данной области до размеров, превышающих предельные и лемех станет непригодным к последующему ремонту либо применение операций по возобновлению ресурса будут сопряжено с дополнительными технологическими трудностями. Отдельно следует сказать, что такой параметр как толщина остова относится к основным критериям предельного состояния и определяет возможность неоднократного его восстановления.

Теперь обратимся к анализу эпюр износов по ширине (рисунок 4). Износ лемеха по ширине характеризуется его ростом по мере приближения от области

носовой части к области пятки. Максимальное Δl_i соответствует износу в точке 1 и составляет 55 мм, т.е. режуще-лезвийная часть в этом месте фактически полностью изношена и остаточная ширина составляет около 95 мм (при номинальном размере ширины 150 мм).

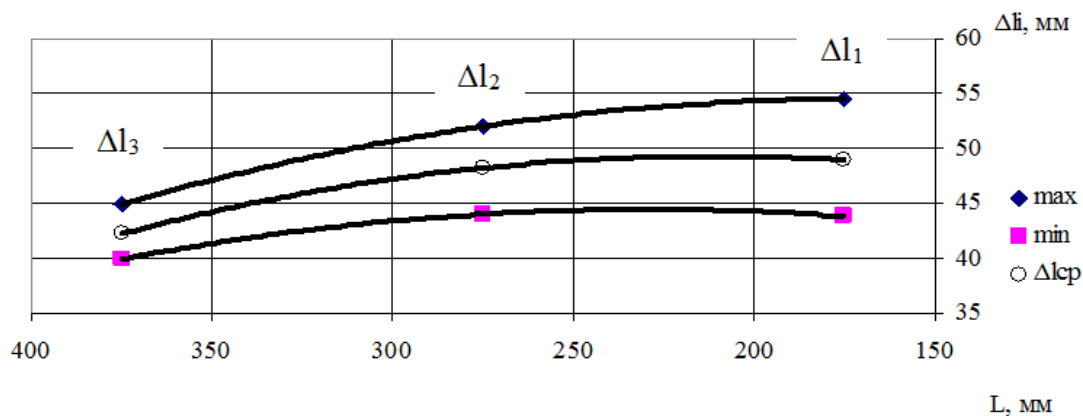


Рисунок 4 – Распределение максимальных, средних и минимальных износов ширины лемеха по его длине

В результате проведенных измерений износов по ширине следует рекомендовать размер компенсирующего элемента шириной (если применять метод компенсирующих термоупрочненных вставок) – 60мм. По некоторым источникам (опыты проводились Польским Институтом Строительной Дорожной и Сельскохозяйственной техники) размер в 60мм допускается увеличить до 75мм, т.е. допустимый износ по ширине для стран ЕС составляет 85мм.

Определенный интерес представляет изучение профиля износа по ширине, эпюры которого представлены на рисунке 5. Как следует из эпюр в области, охватывающей переднюю часть детали, размеры l_i фактически не меняются. По мере приближения к пятке износ возрастает. Объяснение росту l_i лежит в увеличении давления почвы на данном участке. Аналогичные явления имеют место и в отношении цельнометаллических плужных лемехов отечественного производства.

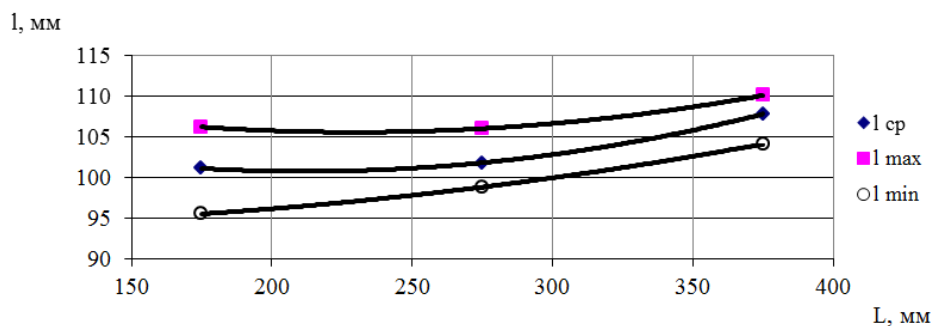


Рисунок 5 – Профиль износа нижней части изношенного лемеха «Фогель и Ноот»

Проведенная работа позволила выявить следующее: максимальные износы по ширине остова составного лемеха компании «Фогель и Ноот» равны 55 мм и 8 мм по толщине и соответствуют области пятки; имеет место изменение износов Δl_i и Δh_i по длине лемеха от минимальных значений в области носка до максимальных в районе пятки; предельное состояние лемеха определяется износом режущей части в 60 мм; выбраковку детали рекомендуется производить при ее остаточной толщине менее 5 мм.

Наряду с описанными «классическими» износами, как уже указывалось выше при эксплуатации составных лемехов на суглинистых почвах образуется лучевидный износ в области крепления долота. Устранение этого дефекта «в соответствии с анализом известных технологий» производится двухслойной наплавкой. Однако ряд вопросов в отношении этого метода остается открытым. Так, необходимо провести исследования о влиянии термического режима формирования двухслойного покрытия на твердость поверхностного слоя, которые позволят выявить.

Проведем анализ процесса изнашивания восстановленных лемехов в период их эксплуатации.

Изнашивание конструктивных элементов технических средств, предназначенных для разработки почвенной среды (строительные, мелиоративные, дорожные машины), а также при обработке почвы (почвообрабатывающие орудия) нередко сопровождается ударными нагрузками и образованием износов

сложной геометрической конфигурации на контактирующих поверхностях. В качестве примера изделий эксплуатирующихся в условиях динамических нагрузений можно назвать ковши экскаваторов, а сложную пространственную конфигурацию износа имеют лемеха и отвалы плужных корпусов сельскохозяйственного назначения (лучевидный износ).

При восстановлении деталей в большинстве случаев используется двухслойная наплавка, где первый слой наплавляется электродным материалом с низким содержанием углерода (до 0,1%), а второй (поверхностный) электродом обеспечивающим наплавленный металл высокой твердости с наличием в структуре карбидных включений.

В этом случае нижний слой способствует сопротивлению изделия динамическим силовым воздействиям, а поверхностный обеспечивает сравнительно высокий уровень стойкости к абразивному изнашиванию. Применение такого способа также позволяет экономить дорогостоящие электродные материалы, предназначенные для износостойкой наплавки. Имеющиеся исследования по данному вопросу, как правило, посвящены изучению специфики распределения микротвердости в наплавленном покрытии и основном металле. Влияние же техники двухслойной наплавки на износостойкость поверхностного твердого слоя, как показал литературный обзор, изучалась не достаточно. Поэтому целью исследований явилось выявление влияния техники (приемов) двухслойной наплавки на абразивную износостойкость покрытий в реальных условиях.

Износ, оцениваемый линейными размерами, функции наработки носит линейный характер, одинаковый для всех вариантов рассматриваемых технологических схем (рисунок 6) и подтверждает полученные ранее рядом исследователей результаты.

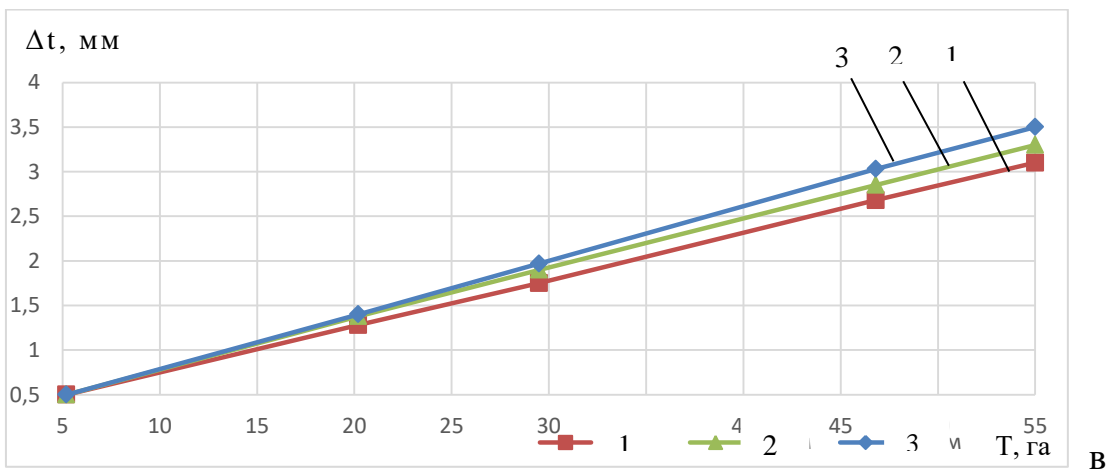
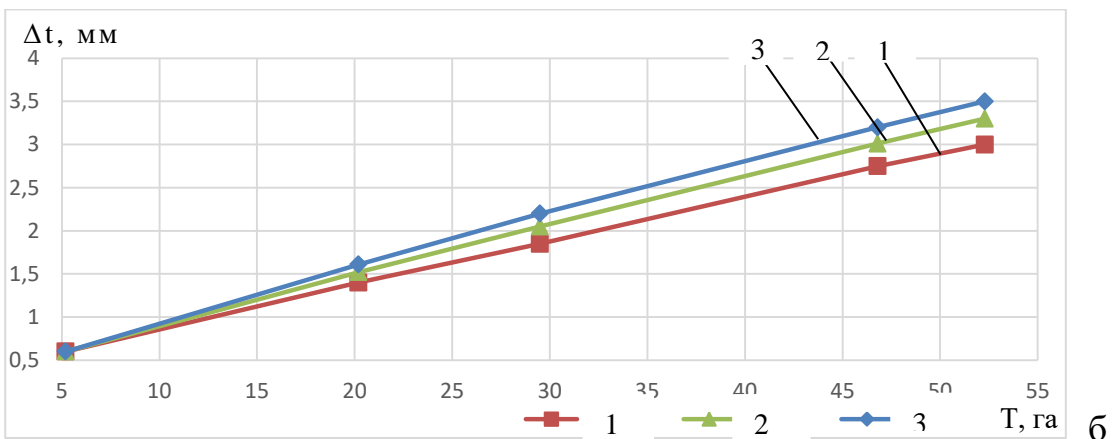
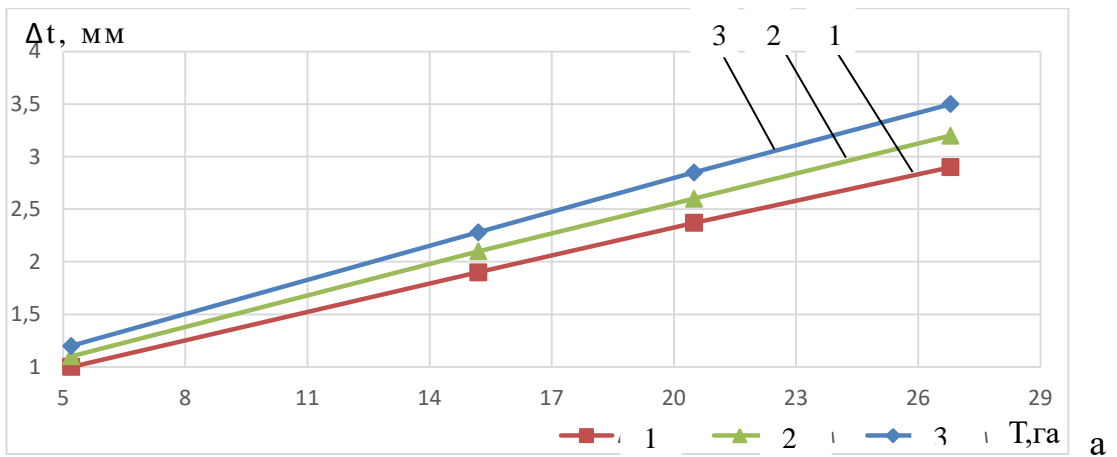


Рисунок 6 – Изменение износа по толщине наплавленной области (Δt) в зависимости от наработки (1-сечение 1-1; 2-сечение 2-2; 3-сечение 3-3); (а-однослойная Э-42, б-двухслойная 1 слой Э-42, 2 слой Т-590, в- однослойная Т-590)

Вся совокупность полученных данных (рисунок 6) указывает на то, что величина износов в нижней режущей-лезвийной части превышает износы, име-

ющие место в зоне, располагающейся ближе к спинке остова. Такое явление объясняется значительно большим давлением почвы на подрезающую область чем на область верхней привалочной плоскости остова.

Анализ функциональных зависимостей показывает на большой разбег износов для технологического варианта в котором наплавка осуществляется за один проход электродом с малоуглеродистым стержнем МР-3(рисунок 6а).

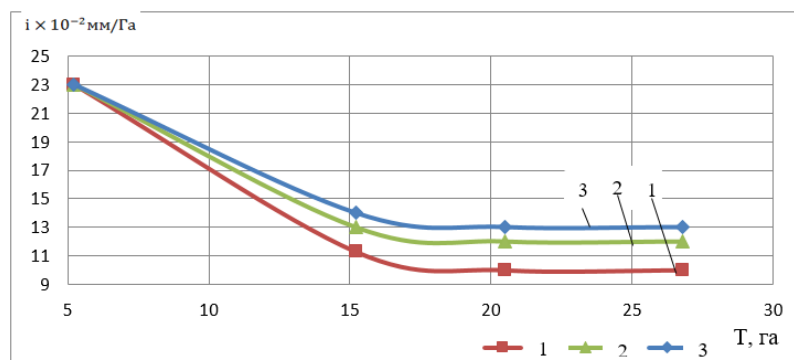
Предельное состояние составных лемехов компании «Фогель и Ноот» в состоянии поставки, выражающееся в износе по ширине, наступает при вспашке примерно 24,5...29,5га и соответствует потере линейного размера по толщине примерно около 4,5мм независимо от варианта восстановления. Для надежности проведения эксперимента принимаем износ 3,5мм.

(Нужно отметить, что наработка восстановленных лемехов превышает ресурс лемехов заводского исполнения примерно в 2 раза).

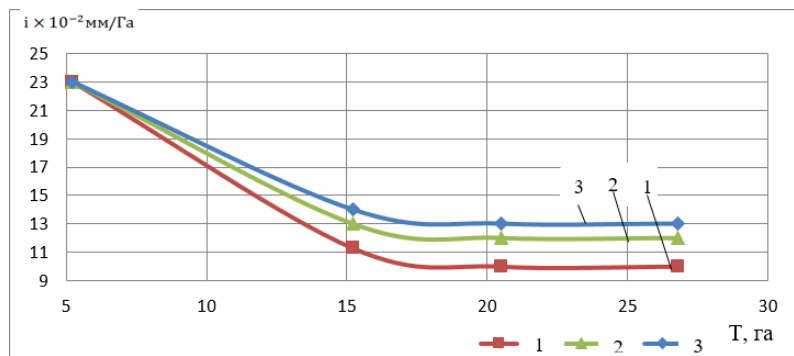
Как следует из графиков (рисунок 6 а,б,в) предельное состояние достигается за неодинаковую наработку лемехов, восстановленных по различным технологическим вариантам, хотя наплавочные материалы и параметры режима для всех приемов остаются неизменными. В свою очередь это говорит о влиянии технологических приемов на ресурс реставрированного лемеха. Поэтому данное обстоятельство необходимо рассмотреть подробнее.

Зависимости Δt в функции T не могут отражать всей полноты процесса износа исследуемых покрытий. Поэтому в дальнейшем анализ полученных результатов будет проводиться по критерию интенсивности изнашивания, (интенсивность изнашивания - i). Показатель i определялся как отношение наработки (T) к потере линейного размера (Δt).

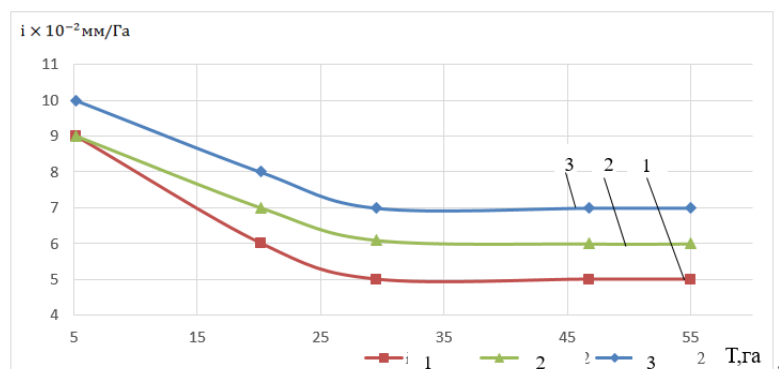
В соответствии с полученными данными наиболее интенсивно изнашивание происходит в первый период эксплуатации при наработке 15га для лемехов, восстановленных вариантом наплавки электродом МР-3 (рисунок 7а), что демонстрируется поведением кривых. При этом их форма для различных сечений фактически одинакова. Аналогичное явление наблюдается и в отношении изделий, восстановленных с использованием электродов Т-590 (рисунок 7б, в).



а)



б)



в)

Рисунок 7 – Интенсивность изнашивания в зависимости от наработки (1-сечение 1-1; 2-сечение 2-2; 3-сечение 3-3); (а - интенсивность изнашивания МР-3; б - интенсивность изнашивания двухслойной наплавки 1 слой Э-42, 2 слой; в - интенсивность изнашивания Т-590)

Падение интенсивности изнашивания обусловлено приработкой испытываемых лемехов. Прежде всего происходит адаптация рабочей поверхности, а точнее ее шероховатости к свойствам истирающей среды. При этом будет

иметь место удаление высокотвердых интерметаллидов, присутствующих в наплавленном металле.

Не следует исключать и положительного влияния интерметаллидных составляющих структур на износостойкость в плане ее повышения, которые, как правило, концентрируются в поверхностных слоях.

Стабилизация процесса износа для лемехов, реставрированных по различным технологическим вариантам, наступает через неодинаковую наработку. Выше отмечалось, что для технологического варианта с использованием электрода МР-3 она наступает при 15га, тогда как для двухслойной наплавки количество вспаханной земли составляет около 22га. В свою очередь при формировании покрытия электродом Т-590 без предварительно наносимой подложки наработка 27га. Таким образом, время приработки определяется используемым технологическим приемом.

Наряду с вышеизложенным выявлено, что интенсивность изнашивания в установившемся режиме процесса износа зависит от технологического варианта формирования покрытия (рисунок 7 а, б, в) и связана с ресурсом лемеха (рисунок 8). Так, минимальное значение i присуще варианту 3 и составляет 9мм/га, максимальное – приему 1 и равно 23 мм/га.

Таким образом механика изменения интенсивности изнашивания деталей, восстановленных по различным вариантам лежит в плоскости влияния термических режимов наплавки.

Чрезмерное значение i для лемехов, восстановленных по первому технологическому варианту связано с двумя факторами: первый – минимальное содержание углерода в наплавочном материале (не более 0,1%) не позволяет получить закалочные структуры; второй - максимально проявление отжигающего эффекта и повышенная склонность к перемешиванию металла первого и второго слоёв, что приводит к падению твердости поверхности.

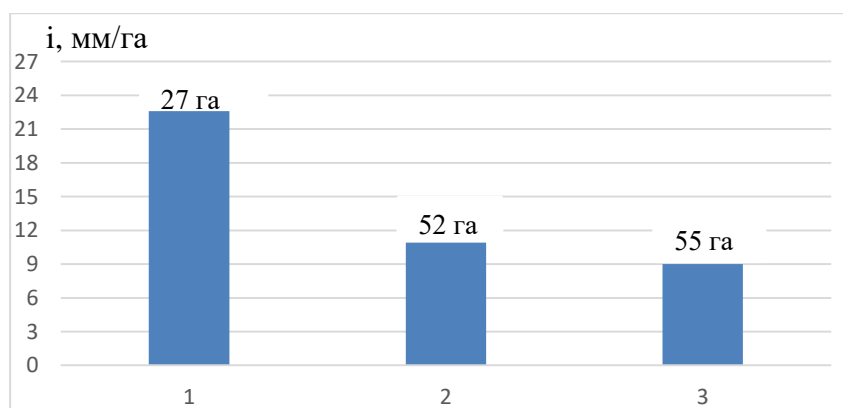


Рисунок 8 – Влияние технологических вариантов на интенсивность изнашивания опытных лемехов и их ресурс. (Цифры указывают номер технологического приема)

При восстановлении по второму варианту отжигающий эффект проявляться не будет, однако наплавка второго слоя без перерывов на остывание обеспечит замедление скорости его остывания, тем самым снижая вероятность образования закалочных и карбидных фаз. Перечисленные факторы безусловно снизят эффективность наплавки, однако преимуществом такой технологической схемы будет являться низкая вероятность образования трещин как в области восстановления, так и в целом по остову.

Применение техники наплавки 3 создает определенные условия для более полного формирования (в сравнении с вариантом 2) твёрдых структур, однако и в этом случае существенное отрицательное влияние окажет наличие высокой температуры вследствие непрерывной наплавки. Кроме этого имеют место и другие недостатки: чрезмерно высокий расход дорогостоящих электродных материалов; высокая степень образования закалочных трещин в покрытии.

Исходя из полученных результатов и их анализа следует, что путем использования рационального приема формирования двухслойного покрытия применением различных электродных материалов можно снизить интенсивность изнашивания восстановленной области и повысить ресурс лемеха примерно, в 2 раза без каких-либо существенных технологических затруднений и финансовых затрат.

Таким образом, анализ технологий двухслойной наплавки показывает, что эти приемы, возможно, использовать при устранении лучевидного износа остовов составных лемехов, а также предупреждение его появления. При этом ресурс отремонтируемой детали может колебаться от 27 до 55га соответственно технологическим вариантам.

По результатам исследований можно сделать некоторые заключения: техника наплавки двухслойных покрытий с высокой твердостью поверхности при восстановлении деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий оказывает существенное влияние на их стойкость к абразивному изнашиванию; повышение износостойкости зависит от термического режима формирования слоев; максимальное значение износостойкости достигается, когда наплавка и первого и второго слоев сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего.

Выводы:

1. Проведен подробный анализ износов лемехов на примере конструкции компании Фогель и Ноот.

2. На основании анализа дефектов составных лемехов и методов восстановления установлено, что имеет место отсутствие технологий по предупреждению и устранению лучевидных износов остовов. При этом наибольшими возможностями обладает двухслойная износостойкая наплавка.

3. Экспериментально установлено, что повышение стойкости к абразивному изнашиванию при упрочнении области вероятного износа двухслойной наплавкой зависит от термического режима формирования слоев.

4. Максимальная эффективность достигается в том случае, когда наплавка и первого (пластичного) и второго (твердого) слоев сопровождается остыванием каждого валика перед нанесением последующего.

Список используемой литературы

1. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 49-51.
2. Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглероди-

стных статей: пат. 2274526 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Ганеев Ю.М., Будко С.И., Капошко Д.А.; заявитель и патентообладатель Брянская государственная сельскохозяйственная академия; заявл. 25.02.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл. 12.

3. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Лавров В.И. Упрочнение составных плужных лемехов импортного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2020. С. 163-171.

4. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Инновационные технологии повышения ресурса плужных лемехов. Брянск, 2019. 120 с.

5. Козарез И.В., Новиков А.А., Михальченкова М.А. Повышение твердости компенсирующих элементов при восстановлении деталей // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 34-35.

6. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "Моррис" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.

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

8. Тюрева А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании VOGEL & NOOT // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3 (55). С. 60-65.

9. Козарез И.В., Ториков В.Е., Михальченкова М.А. Анализ и особенности износов плужных лемехов различных конструкций и динамики их изнашивания // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2015. С. 126-154.

10. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Козарез И.В. Повышение износостойкости плужных лемехов получением биметаллических покрытий наплавкой // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2007. С. 42-43.

11. Михальченков А.М., Попов А.П., Изменение геометрических параметров лемехов после их эксплуатации на супесчаных почвах // Достижения науки и техники АПК. 2003. № 8. С. 26-28.

12. Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А. Анализ дефектов восстановленных стрелчатых лап импортных посевных комплексов и их влияние на возможность повторного использования // Тр. ГОСНИТИ. 2014. Т. 114, № 1. С. 134-139.

13. Феськов С.А. Надежность стрелчатых культиваторных лап (технологии их возможности) // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 1. С. 46-52.

14. Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В. Износы стрелчатых лап и возможности использования компенсирующих элементов при их восстановлении // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2016. С. 159-165.

15. Тюрева А.А., Феськов С.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ / под ред. А.М. Михальченкова, 2017. С. 101-119.

16. Способ восстановления и упрочнения плужных лемехов устранением лучевидного износа двухслойной наплавкой: пат. 2370351 Рос. Федерация МПК В23Р 6/00, В23К 9/04 / Михальченков А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В., Комогорцев В.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Брянская государственная сельскохозяйственная академия", заявл. 10.04.2008; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29.

17. Восстановление и упрочнение режущей кромки лемеха пайкой металлокерамических пластин / В.В. Гончаренко, А.В. Ферябков, Ю.А. Кузнецов, М.Г. Дегтярев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 11. С. 21-22.

18. Агеев Е.В., Латыпова Г.Р., Давыдов А.А. Технология восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков // Тр. ГОСНИТИ. 2013. Т. 111, № 2. С. 176-178.

19. Ульянова Н.Д., Милютина Е.М. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 28-33.
20. Ульянова Н.Д. Тенденции развития информационного общества в Брянской области // В Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2018. С. 499-504.
21. Феськов С.А., Федукова О.В. Компьютерные технологии при оценке линейных износов // Бюл. науч. работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 2 (2). С. 34-37.
22. Михальченков А.М., Феськов С.А., Рыжик В.Н. Компьютерные технологии при измерении износов стрельчатых лап культиваторов // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 2 (54). С. 89-93.
23. К вопросу о форме частиц кварцевой фракции почвы и их влиянии на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий / А.М. Михальченков, А.А. Локтев, С.А. Феськов, Т.А. Ермакова // Тр. ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 142-147.
24. Исследование влияния формы абразивной частицы почвы на глубину проникновения в поверхность трения исполнительных органов почвообрабатывающих орудий / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, Г.В. Орехова, Д.Р. Шукюров // Техника и оборудование для села. 2018. № 1. С. 34-37.
25. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Торикив, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
26. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Торикив, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.
27. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

УДК 001: 37

ГУМАНИСТИЧЕСКАЯ ОРИЕНТАЦИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

д. филос. н., профессор Шустов А.Ф.,

Брянский государственный аграрный университет

Аннотация: В статье показана проблемная ситуация современного этапа развития технической деятельности и показана необходимость формирования новой парадигмы, а именно гуманистической ориентации ее развития. Анализируются механизмы, не позволяющие техническим объектам расширяться в ущерб личностным структурам человека и окружающей среды.

Ключевые слова: техника, техническая деятельность, культура, этика, гуманизм, ценности, личность.

HUMANISTIC ORIENTATION OF DEVELOPMENT TECHNICAL ACTIVITIES

*doctor of philosophy, Professor Shustov A.F.,
Bryansk State Agrarian University*

Abstract: *The article shows the problematic situation of the current stage of development of technical activity and shows the need for the formation of a new paradigm, namely the humanistic orientation of its development. The mechanisms that prevent technical objects from expanding to the detriment of the personal structures of a person and the environment are analyzed.*

Keywords: *technology, technical activity, culture, ethics, humanism, values, personality.*

Наше время характеризуется становлением новых качественных составляющих форм развития технической деятельности: робототехника, атомная энергетика, компьютеры и автоматизированные системы, искусственные материалы и др. Каждое из этих достижений демонстрирует рост могущества современной цивилизации. Мощный импульс в развитии технической деятельности отнюдь не означает ее статус как независимой силы, вынесенной за пределы общественного целого и действующей на нее из вне.

Абсолютизация технической деятельности в функционировании и развитии общества - одно из влиятельных направлений западной социальной философии. Технический детерминизм в той или иной форме выступает общей методологической платформой для концепций многих современных исследователей. В их числе работы О. Тоффлера, Д.Белла, Д. Гранд, а так же исследования [1-4].

Хотя между выдвигаемыми ими взглядами и есть различия, в целом их общий знаменатель может быть выражен следующим образом: «Теперь, когда техника в своей новой версии зиждется исключительно на науке и ее достижениях, она приобрела статус доминирующего и практически независимого элемента»[5]

Развитие технической деятельности рассматривается с позиции социокультурной обусловленности, которую не следует понимать вульгарно. Речь идет о диалектической связи между техническим развитием общества и обусловленности этого развития социокультурными характеристиками, что обеспечивает преемственность в ее развитии. В ней нельзя вырвать ни единого звена: к котлу атомной электростанции вели изобретения и опыт использования парового котла, примитивная игла дала старт эволюции в развитии ткацкого станка и далее к современному автоматическому ткацкому станку.

Для достигнутого и возрастающего уровня цивилизации это обстоятельство действует в направлении сужения возможности технического развития социально-технических систем. Это, отнюдь, не отрицает многомерности развития. Речь идет об обусловленности событий в той или иной непрерывной цепи технического развития, когда сделанный, в какой либо момент выбор толкает эволюцию в определенном направлении и тем самым детерминирует возможный спектр выбора. На это обращают внимание И. Пригожин, С. Стингерс: «Для таких процессов развития начальные условия возникают как результат предыдущей эволюции и при последующей эволюции преобразуются в состояния того же класса» [6]

Следовательно, к нынешней ситуации мы пришли, поскольку выбрали те или иные решения существующих технических проблем, поскольку при их разрешении выступает элемент свободного выбора. «Приносит ли современная техника, в конечном счете, пользу или вред человечеству, зависит не от техников и даже не от самой техники, а от того, как она используется обществом. Это использование не является делом доброй или злой воли, а зависит от объективных структур общества в целом. В обществе, устроенном соответственно человеческому достоинству, техника не только была бы освобождающим фактором, но и обрела бы сама себя». [7]

Большинство технических проблем имеет многовариантность своего разрешения и выбор одного из них всегда остается за социальным субъектом. «Потребности, оценки, приоритеты или целеполагания, которыми руководствуются

отдельные люди, социальные группы, нации и человечество, не заданы биологически, а являются результатом избирательного поведения,- отмечает Ф. Рапп. - При этом речь идет не о случайном исторически возникшем феномене, а о естественном законе или сущностной исторической необходимости» [8]. Таким образом, мы уже сейчас в целом ряде областей имеем кризисогенный технологический способ существования цивилизации. С другой стороны, сложившиеся в мире структуры не в состоянии предотвратить это сползание к глобальному кризису. Каков выход? Сворачивать техническое развитие или, по крайней мере, переходить к концепции “нулевого роста”?

Однако, производство, прежде всего материальное, является не только необходимым, но и первым условием существования человечества. Этот вывод лишний раз подтверждается тем фактом, что со времени публикаций первых докладов Римского клуба, являющихся предупреждением человечеству, технический рост не только не замедлился, а возрос в беспрецедентных размерах. Несмотря на развертывание все новых форм технической деятельности, в целом этот рост можно охарактеризовать как “дурной рост” (по аналогии с “дурной бесконечностью”) – понятием, введенным Гегелем для обозначения чего-либо монотонно повторяющегося, без привнесения нового качества. В нынешних условиях именно такой рост является кризисогенным, в конечном счете, гибельным для цивилизации.

Поэтому современный этап развития технической деятельности можно рассматривать так внедрение новых достижений технического развития носит не локальный, а всеобщий характер. Что имеется в виду? Во-первых, развитие технической деятельности происходит как обособленный самостоятельный процесс. Во-вторых, развитие технической деятельности часто становится самоцелью, что ведет к кризисным явлениям при ее функционировании.

Наличие кризиса, согласно Т. Куну, как раз и заключается в том, что необходим переход к новой парадигме как к способу познания и преобразования действительности: «Увеличение конкурирующих вариантов, готовность опробовать что-либо еще, выражение явного недовольства, обращение к философии

и обсуждение фундаментальных положений – это симптомы перехода от одной парадигмы к другой. [9]

Указанные признаки налицо в сегодняшней ситуации. Индустриальное общество изжило себя, поэтому необходимо найти новые формы социального развития, которые вывели бы его (общество) из “исторического тупика. В свою очередь С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий так сформулировали это видение “исторического тупика”: «Становится ясно, что путь технической цивилизации, по которому человечество уверенно шагало четыре века, подошел к концу, что с такими стереотипами массового сознания нам попросту не выжить. Нетрудно предположить, что в XXI веке от многих привычных вещей придется отказаться, как в сфере технологии, так и в области идеологии, морали, основополагающих представлений о человеке. Возможно, XXI век войдет в историю как начало эпохи великого отказа». [10]

Возникает проблема формирования новой парадигмы развития технической деятельности, а именно, гуманистической направленности ее становления. То есть гуманистическая направленность - это переход к новому качеству ее роста, где приоритетную роль будут играть культура, а также в корне изменится содержание, формы и методы образования.

Отсюда общее требование гуманистической направленности к ее существенным характеристикам, как к средству обеспечения возрастающих технических потребностей человечества и направленности как к способу избежать катастрофических последствий развития. «Тому, кто отрицает гуманизм, - отмечал М. Хайдеггер, - остается лишь утверждать бесчеловечность».[11]

Гуманизация технической деятельности состоит, прежде всего, в том, чтобы выработать механизмы, не позволяющие техническим объектам расширяться в ущерб личностным структурам человека и окружающей среды. То есть человек предъявляет своим орудиям требования не только со стороны полезности, но и со стороны самоценности природы и жизни. Гуманизация отношений человека и техники требует осознания человеком самого себя как человека. Н. Бердяев утверждал необходимость прохождения периода объективации духа,

который, испытав ее, выходит из этого процесса очистившимся.[12] По аналогии с этим человек должен пережить технизацию, но не потерять свои духовные потенции.

Часто, особенно под влиянием технического детерминизма, для человека вещи становятся более ценными, чем другой человек.

Гуманизация технической деятельности предполагает признание гуманистических ценностей и организацию ее с точки зрения этих ценностей. К гуманистическим ценностям, способствующим становлению созидательных аспектов бытия в технической деятельности, необходимо отнести формирование нравственного, правового, экологического сознания, эстетического вкуса и т.д.

Гуманизация технической деятельности есть переосмысление, видоизменение внешних и внутренних идеалов ее развития, т.е. то, что она должна быть ориентирована не только на создание технических объектов, как это было всегда, но и на выработку представлений о своей смыслообразующей функции, о гуманистических ценностях цивилизации вообще.

Поэтому если говорить о выборе форм, обеспечивающих прогрессивную направленность развития, то под этим следует понимать приоритет гуманистических характеристик проектов технических объектов. Но для этого необходимо наличие вариантов возможного решения той или иной технической задачи, чтобы дать необходимый материал для сравнительного анализа, на основе которого и будет выявлен лучший вариант решения этой проблемы.

Анализ путей и форм гуманизации технической деятельности не претендует на бесспорность оценок и выводов, речь идет, возможно, об одном из ее вариантов. Суть нашего подхода заключается в попытке выявить гуманистическое содержание технической деятельности и привести его в практическую деятельность людей.

Рассмотрение проблемы гуманизации технической деятельности должно начинаться со смыслового наполнения этого понятия. Не ставя перед собой специальной исследовательской задачи, отметим лишь, что существует традиция обсуждения этого вопроса в истории философии. Идею гуманизации одни

авторы относят к традиционным вопросам культуры, а увлечение” ею в настоящее время определяют как факт “научной моды, соответственно проявляется осторожность в прогнозировании ее “полезного эффекта.

Другие авторы предлагают рассматривать гуманизм как “тенденцию коренного значения, отражающую направление, по которому совершается прогрессивное преобразование общества – его гуманизация.

Различие позиций наглядно прослеживается в трактовке содержания процесса гуманизации как глобальной характеристики прогрессивных форм культуры нашего времени, в ходе которого происходит осознание главной цели земной цивилизации - как проблемы гуманного или антигуманного практического использования результатов технической деятельности, как повышение социальной ответственности ученых, гуманизации мировоззрения специалистов и научных работников.

Понятие “гуманизация” употребляется для обозначения некоторых процессов в различных формах деятельности, объясняя в них место и роль человека. Можно проследить некоторые тенденции в развитии технической деятельности и высшего технического образования, которые по своему существу тождественны гуманизму и выражаются в осознании того факта, что вся наша деятельность по своим мотивам, целям и по форме является всегда человеческой и не может выйти за пределы, порожденными человеческими потребностями.

Следовательно, гуманизация – это фактор усиления гуманистических начал в обществе, который реализуется в зависимости от конкретно-исторических условий, целей и задач социального развития на основе общечеловеческих ценностей. При анализе такого сложного понятия как “гуманизация” необходимо обратиться к истокам гуманизма, рассмотреть его в становлении и развитии

В древнегреческой философии складываются различные теоретические концепции в понимании человека, его душе, нравственности, добродетелях, познании. Но в них можно выделить один общий принцип – гуманистичность. С V века до н.э. в Греции, в философском сознании, происходит переход с про-

блем космологии на проблему человека и общества. Основание этому положили софисты. Важнейшие темы, которые ими обсуждались это этика, политика, риторика, искусство, религия, воспитание, т.е. все то, что ныне зовется культурой. Именно поэтому можно утверждать, что софисты зачинатели гуманистического периода в античной философии.

Продолжил философскую проблематику человека в греческой традиции Сократ, чье учение оказало огромное влияние на античную философию. Он утверждал, что “он знает только то, что не ничего не знает”. Сократ искал ответ на вопрос: ”Что есть человек?” и предлагал ответ: человек это его душа, а под ней он понимал мыслящую активность человека и его нравственное поведение. Отсюда вытекает цель воспитания – формировать душу человека. Механизмом ее формирования он объявляет знания, ибо только они делают человека добродетельным. Сократ утверждал, что “есть только одно благо – знание и одно только зло – невежество”. Фактически Сократ всей своей жизнью и смертью подтверждал высказанные мысли о том, что внешние ценности ниже ценностей духовных.

Проблему человека рассматривал в своих работах Платон, утверждая, что тело – смертно, а душа – бессмертна. Назначение тела быть временным вместилищем души. Философия Платона в понимании человека была подвергнута критике Аристотелем. Он уточняет категорию “мера”, утверждая что не всякий человек, а только нормальный есть мера. Учение о душе занимает одно из центральных мест в его философии, где он пытается дать ей определения, различает ее виды. Нравственность философ рассматривал как приобретенное качество души, согласно ему “добродетель не дается нам от природы, от природы нам дана лишь возможность приобрести ее”.

Дальнейшее развитие идеи гуманизма происходят в римскую эпоху. Известно, что Сципион Младший (около 185-129 до н.э.) был ревностным поклонником эллинской культуры. Он объединил вокруг себя писателей, стремившихся привнести на римскую почву греческую образованность и искусства. В его окружении развивались идеи о необходимости “возделывания” человека,

воспитания его чувств и души, привития ему разносторонних интересов. Эти идеи послужили основой для нового философского течения – гуманизма.

Цицерон был одним из первых философов, пытавшихся обосновать понятие “гуманизм”. Он в своих сочинениях использовал его в двух смыслах. Гуманизм, с точки зрения Цицерона, был синонимом “духовной культуры” античности, в которой проявляется высшее культурное и нравственное развитие человеческих способностей, образ мыслей, достойных человеческой жизни.

Цицерон понятием “гуманизм” обозначал идею человечности, гуманности, кроме того он использовал это понятие в более узком смысле, пропагандируя идеал образования для знатных римлян, содержание которого было воспитание людей через обучение по греческому образцу. Во время империи гуманизм приобретает значение разумного человеческого поведения. Следующей вехой развития идеи гуманизма является эпоха Возрождения. Она не напрасно называется эпохой гуманизма, именно в это время человек был осознан как высшая ценность. Для гуманистов этой эпохи человек – “великое чудо”, и по своей красоте, и по способностям и по своим нравственным потенциям.

Фактически это программа нового философского движения, именно в это время появляется новое понятие “гуманист” (итал. Humanista), оно было произведено по принципу терминов «законник», «юрист», «художник» указывающих на преподавателей грамматики, права, поэзии. Для того чтобы обозначить эти дисциплины говорили: ”*stadio humanitatus*” (гуманитарные), ссылаясь на Цицерона.

Считалось, что в становлении духовного образования личности основная роль принадлежит поэзии, риторике, истории и философии. Действительно, эти дисциплины изучают человека с точки зрения его общих особенностей и поэтому оказываются наиболее пригодными для формирования человека, в развитии его духовной природы.

Дальнейшее развитие идеи гуманизма как отношение общественных и личных интересов человека лежит в основе философских дискуссий XVIII века.

Французские материалисты разрабатывали рационалистическую линию

обоснования гуманизма и сделали большой шаг вперед, развивая просветительские идеи “естественных прав человека”, как бы вытекающих из его биологической природы.

Пожалуй, наиболее основательную попытку рационального обоснования гуманизма предпринял в своей “Этике” Спиноза. Эту традицию продолжил и блестяще развил Кант, критикуя концепцию “разумного эгоизма” французских просветителей. Он писал: «Если все делать по расчету благоразумия и себялюбия, то человек неизбежно запутывается в противоречиях сталкивающихся интересов, а потому высшей мудростью является нравственный разум». Считая невозможным в принципе его рациональное обоснование Кант, тем не менее четко определил как аксиому основной принцип нравственного поведения – категорический императив: «Поступай так чтобы ты всегда относился к человечеству и в своем лице, и в лице всякого другого так же, как к цели, и никогда как к средству». [13]

В этом императиве, сконцентрирована вся суть гуманизма вообще. Следуя этому принципу, полагал Кант, люди придут к ликвидации войн и вечному миру на Земле. Альтернативу такому подходу он видел лишь в вечном кладбищенском покое всего человечества.

В начале XX столетия проблемы общества и человека, культуры и личности приобретают особый смысл. Человек становится центральным объектом естественной науки и философии, однако его изучение проводилось в каждой науке отдельно. И каждая из них претендовала на роль лидера, навязывая другим свою методологию, что затрудняло создание единой концепции гуманизма.

Философия XX века в Европе своим источником имеет как материалистическую традицию в трактовке человека, так и духовно-экзистенциалистическую.

Материалистическая традиция разрабатывалась в культурно-антропологической школе Э. Тэйлор, Дж. Фрэзер социально-психологической общим для них является то, что эти направления ориентировались на исследование природно-биологического фактора в жизни индивида, а не на человека как высшую общественную ценность.

В марксизме гуманизм рассматривался как “прогрессивное направление в общественной мысли, характеризующийся защитой достоинства личности, ее свободы и всестороннего развития, защитой человечности, общественных отношений. Источником формирования нового типа гуманизма объявляется классовая борьба, человек называется истинным творцом своего счастья. Проблема гуманизма в марксизме ставилась и рассматривалась с точки зрения преобразования общества путем революционной практики.

В XX веке возникает новое философское течение – экзистенциализм, его сразу же назвали “философией человека”. Определить истоки этого течения очень сложно, они многоплановы, но общим для всех представителей школ и течений экзистенциализма было то, что они отвергали западную рационалистическую традицию. Экзистенция как непосредственное человеческое существование принципиально не может быть выражена средствами традиционной науки или рационалистической философии.

Поэтому М. Хайдеггер вводит понятие “модусов” (страх, совесть, и др.). Ж-П Сартр отождествляет экзистенцию со свободой. Он пишет: «Мы одиноки, и нам нет извинений. Это и есть то, что я выражаю словами: человек осужден быть свободным, осужден, потому что не сам себя создал, и все-таки свободен, потому что, однажды брошенный в мир, отвечает за все, что делает». [14]

То, что человек не замкнут внутри себя, а присутствует в человеческом мире, Сартр и называет экзистенциалистическим гуманизмом. Следует заметить, что экзистенциалисты стали рассматривать человека через его “пограничные” состояния, когда личность испытывает глубокие потрясения, именно тогда человек способен осознать экзистенцию как основу своего существования.

Как видно из краткого историко-философского рассмотрения, каждый подход того или иного философа в вопросе обоснования и определения гуманизма истолковывается по-разному в зависимости от социальной ситуации, которая нашла свое отражение в данном учении.

И либо мы отказываемся от претензий на философское определение гуманизма, признав, что в существующем виде оно описательно, схватывает

только поверхностное проявление внимания к человеку, хорошего отношения к нему в данных исторических условиях и меняет свое содержание в зависимости от них, либо мы намерены дать философское понимание гуманизма, соотнеся воззрения с соответствующим социальным содержанием.

Нам представляется, что стержнем в определении понятия “гуманизм” должно быть признание человека самодовлеющей ценностью, утверждение

права личности на уникальность как следствие ее свободного развития на основе внутренней необходимости. Все прочие моменты в определении приобретают гуманистическое звучание только в том случае, если характеризуют бытие человека, развивающегося по своим собственным внутренним законам.

Понятия “гуманизм” и “гуманизация” употребляются для образования важных сторон и изменений в процессе технической деятельности и уяснение в ней роли и места человека. Гуманизм в самом общем значении – отрефлексируемый антропоцентризм, объектом которого является ценность человека, утверждаемая как первичная, высшая по сравнению со всеми другими социальными ценностями.

К такому пониманию содержания понятия “гуманизм” необходимо внести некоторые дополнения, обусловленные современным характером развития технической деятельности. Речь идет уже не о ценности жизни одного человека, а ценности жизни человечества в целом. Более того, гуманизм больше не может трактоваться как направленность на интересы одного человека и общества в данный исторический момент времени, это понятие требует учета интересов будущих поколений.

Выяснив в общих чертах сущность понятия “гуманизм” и его историко-философское становление, мы стоим перед сложной проблемой: как вписать, сохранить содержание этого понятия в современном технизированном мире? Какими основными характеристиками в нем можно ограничиться и, в то же время, остаться в пределах, позволяющих обеспечить гуманистическую направленность развития новых форм технической деятельности.

Прежде всего, отметим, что траектория технического развития выражает-

ся в изменении технической деятельности. Так, и старинная древняя домница, и современная индукционная печь предназначены для выплавки железа, а средневековый ксилографический станок и сегодняшний телефакс для воспроизводства текстов – звенья одной цепи, но деятельность, создавшая эту технику и способы деятельности, реализованные в каждом из этих случаев, различаются принципиально, между ними огромное расстояние, пройденное человечеством по пути совершенствования машин и технологий.

Значит, создаваемая техника и технологии детерминированы уровнем и характером деятельности. Безусловно, будучи приведенными в действие, они затем неизбежно применяют степень развитости и характер осуществляемой обществом деятельности. Но вот то, какие технические образцы, технические решения могут быть созданы и найдены, изначально определяется наличной деятельностью, ее характеристиками. Она интегрирует в себе всю исторически предшествующую спираль развития.

Однако то, что наличная деятельность выступает базовой предпосылкой, не делает реализуемый технологический сдвиг тождественной ей. Так, еще в работах академика Артоболевского было показано, что в технике реализуется очень малое количество механизмов, которые могли бы быть сконструированы.

Кроме того, взаимопревращение технического знания в техническую деятельность не совершается само по себе – люди творят свою историю, в том числе и историю технической деятельности. Да, возможный на данный момент спектр технических решений имеет достаточно много разновидностей, и выбор принятия решения остается за социальным субъектом. Это позволяет говорить о направленности, контролируемости развития технической деятельности.

Ряд авторов (Х. Заксе, Х. Ленк, Г. Рополь, Ф. Рапп, К. Митчем) высказываются о возможности управления развитием технической деятельности. В программу управления они предлагают включить следующие положения: 1)рационализацию социального устройства в планетарных масштабах, 2)углубление научно-гуманитарных исследований с учетом сложности мира как целого, 3)применение альтернативной техники, 4)оценку технического раз-

вития, постановку прогресса на службу интенсивному повышению уровня жизни, гуманизации труда, 5) переориентацию в использовании энергии и др.

Рассмотрение вопроса о гуманистической направленности развития технической деятельности будет неполным, если его не связать с попыткой видения разрешения экологической проблемы в той ее части, которая связана с технической деятельностью.

Необходимо отметить, что при определении различных вариантов экологизации, объектом ее до сих пор признается лишь часть технической деятельности – ее объект. Как нам представляется, для успешного решения данной проблемы необходимо рассматривать ее в единстве субъекта и объекта, так как техническое освоение природы наряду с объективной стороны имеет и субъективную. Последняя обусловлена, прежде всего целеполагающим характером, зависимостью формирования желаемой цели от своеобразия потребностей общества, доминирующих ценностных и мировоззренческих установок.

Поэтому экологизация касается и субъекта (человека) и объекта (техники). Значит, речь идет не о бездушной экологизации, а о прошедшей через сознание и деятельность человека. Иначе говоря, экологизация должна стать неременным элементом человеческих знаний, убеждений, мировоззрения. Это будет способствовать формированию экологической культуры, которая характеризуется уровнем отношений между обществом, человеком, техникой и природой в процессе создания и освоения материальных и духовных ценностей, степенью ответственности общества и индивида за сбережение природных ресурсов и устойчивости биосферы, мерой и способом включенности человека в гуманную деятельность по преобразованию окружающей среды.

Экологизация технического, технологического способа производства должна выступать как экологический императив по отношению к формирующемуся в настоящее время информационно-технологическому способу организации технической деятельности. Иначе говоря, делается попытка ликвидации одной противоположности в угоду другой. Диалектическое противоречие разрешается в рамках данной экологической целостности, что приводит к рожде-

нию новой противоречивой ситуации. Однако экологизация представляет пока единственный способ достижения положительного экологического эффекта.

Многие авторы, пишущие по этой проблеме, одним из ключевых звеньев в ее разрешении считают создание сохраняющих технологий.

По нашему мнению это половинчатое решение: сохраняющие технологии не способны кардинально решить данную проблему. Одним из промежуточных возможных вариантов преодоления этого негативного процесса, может служить создание замкнутых технологических производств и введение в “жизненный цикл” технических систем этапа их ликвидации.

Однако этим не достигается принципиальное решение вопроса, поскольку здесь происходит сдерживающее влияние его на природу, но не образование органической целостности с ней. Экологической альтернативой машинно-фабричной формы организации технической деятельности может служить лишь полная включенность ее в биосферные процессы.

Иначе говоря, самоорганизация присущая социальной форме движения материи, должна вписываться в самоорганизацию процессов в биосфере, т.е. при создании и разработке новых технических объектов необходимо, наряду с технико-экономическим обоснованием, включать социально-экологическое обоснование. При этом экологические параметры должны быть приоритетными и определяющими и им должно быть придано право вето.

Включение экологической составляющей в техническую деятельность позволяет говорить о новом этапе взаимоотношений человека и природы. В приоритеты научно-технического прогресса постепенно включаются не только увеличение производства, потребительский эгоцентризм, сколько спасение природы, сохранение естественной среды обитания людей.

Все это накладывает определенные ограничения на развитие технической деятельности. Человек должен регулировать свое воздействие на природную среду, потому что человечество столь близко к бездне, что ему необходимо под страхом исчезновения в ней, отвечать за каждый шаг на своем пути.

Чтобы меры по ограничению технической деятельности, необходимость

которых уже никто не отрицает, претворялись в жизнь, потребуется внести изменения в законодательства многих государств, а также разработать множество новых международных документов.

Такие договоры и соглашения приобретают особое значение, поскольку надвигающиеся угрозы столь велики, что в большинстве случаев будут иметь международные масштабы. Поэтому предотвратить их удастся только масштабными действиями. Однако, чтобы эти столь нужные правовые документы, будь то национальные или международные, на первых порах вступили в силу, а затем и соблюдались в качестве правовых норм, необходима их поддержка общественностью.

В качестве примера, показывающего действенность мирового сообщества по решению стоящих перед ним экологических проблем, можно привести взаимно координированные действия по предотвращению истощения озонового слоя планеты. Осознание этой проблемы привело к созыву ряда международных конференций по этому вопросу и выработке рекомендаций по заключению соответствующих договоров.

Таким образом, экологическая составляющая технической деятельности предстает как попытка соблюсти определенное равновесие между миром искусственных объектов и естественным миром, закономерности бытия которого не совпадают с закономерностями бытия природной среды.

Качественное и количественное многообразие связанных с этим проектных задач, - от глобальных, затрагивающих будущее планеты, до локальных касающихся ближайшего окружения отдельного индивида, но одинаково направленных на снятие антагонизма искусственного и естественного, заставляет искать способ совместного их рассмотрения в рамках единой концепции, которая признает оба эти начала равно необходимыми условиями обитаемого пространства.

Экологический подход представляет собой попытку разрешения кризиса при помощи тех средств, которые его породили. Подобный подход достаточно широко распространен в связи с попытками философского осмысления современной технической деятельности.

Поэтому технизация природы, которая берет начало в аграрной революции, в нашу эпоху должна быть завершена.

Становится ясно, что необходимо по-новому посмотреть на всю традиционную систему ценностей и выдвинуть на передний план общечеловеческие интересы сохранения планеты. Тем самым можно говорить о формировании глобальной закономерности общественного развития – движение человечества к единой общепланетной целостности.

То есть настало время, когда подтверждаются пророческие суждения великих гуманистов прошлого, таких как В.И. Вернадский, А. Швейцер, М. Ганди, Н. Ф. Федоров, П. Флоренский о том, что человечество может выжить и успешно развиваться только в том случае, если оно будет единым целым и возьмет под свой разумный контроль и регуляцию свою техническую деятельность и природные условия.

Такое умозрение базируется на принципах “космического отбора”. По аналогии с естественным отбором, Чессон выводит принципы “космического отбора”, то есть те технические цивилизации, которые признают долженствование, развиваются во времени и полностью принимают глобальную этику, выживают, а те, которые этого не делают, не выживают. Глобальная этика и планетарное мышление необходимы для того, чтобы человечество имело будущее.

Роль нравственности в разрешении кризисной ситуации академик Моисеев видит в скорейшем осознании человечеством приоритетности решения нравственных проблем по отношению к проблемам технологическим.

Назначение морали регулировать и приводить к гармонии интересы личности и общества. Может ли она действовать и в отношении человека и природы? Каковы объективные основания для включения природы в систему моральных ценностей? Это - проблемы, решение которых имеет для человечества жизненно важное значение.[15]

Как известно, социальная мораль основана на объективных основаниях отношения личности и общества как части и целого, следовательно, она должна поддерживать его, обеспечивать его интересы, ставя их выше своих эгоистических.

Представляется, что экологическая мораль может быть обоснована по аналогии с социальной моралью. К этому выводу приходят многие философы, в том числе А. Швейцер, О. Леопольд, Х. Ропстон и др. Действительно, человек вместе со способом его жизнедеятельности включен в качестве элемента в природную среду. Вне ее он не может существовать несмотря на все достижения развития науки и техники, создавших иллюзию автономии и господства человека над природой.

Следовательно, интересы сохранения природы должны быть для него первичными по сравнению с его другими интересами. Экологическая мораль имеет не только рациональное основание, она также вытекает из природы самого человека как биологического существа. Привязанность к среде своего обитания, генетически запрограммирована в живых организмах.

Своевременная разработка этических норм и правил, внедрение их в техническую деятельность позволит избежать природных и социальных катаклизмов.

Список используемой литературы

1. Гуманизация профессионального образования средствами психолого-педагогических дисциплин в аграрном вузе в аспекте духовного развития инженерной интеллигенции / В.М. Семышева, М.В. Семышев, Г.И. Куцебо, Е.В. Андрищенко // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 6 (52). С. 59-63.
2. Из опыта организации самостоятельной работы студентов в лингвомультимедийной лаборатории / М.В. Семышев, Н.Д. Михно, В.В. Романеева, Е.В. Андрищенко // Трансформация экономики региона в условиях инновационного развития: материалы междунар. научн.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, С. 279-282.
3. Психолого-педагогические аспекты формирования конкурентоспособности будущего профессионала / М.В. Семышев, В.М. Семышева, Е.В. Андрищенко, Г.И. Куцебо // Международный научный журнал. 2014. № 6. С. 85-90.
4. Формирование профессиональной мобильности студентов средствами гуманитарных дисциплин / М.В. Семышев, М.В. Резунова, В.М. Семышева, Е.В. Андрищенко // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 6 (64). С. 64-68.
5. Печчеи А. Человеческие качества. М., Прогресс, 1985. 312 с.
6. Пригожин И., Стингерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М., 1986. 432 с.
7. Адорно Т.В. О технике и гуманизме // Философия техники в ФРГ М., 1989. 527 с.
8. Рапп Ф. Перспективы философии техники // Философия техники в ФРГ М., 1989. 527 с.
9. Кун Т. Структура научных революций. М., 2009. 310 с.
10. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего М., 1997. 285 с.
11. Хайдеггер М. Письма о гуманизме // Проблема человека в западной философии. М., 1988. 552 с.
12. Бердяев Н. Дух и машина // Судьба России. М., 1990. 346 с.

13. Кант И. Сочинения: в 6 т. М., 1965. Т. 4. С. 270.
14. Сартр Ж-П. Экзистенциализм - это гуманизм // Сумерки богов. М., 1989. 396 с.
15. Шустов А.Ф. Моральное измерение современной технической деятельности // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2016. С. 420-426.
16. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
17. О реализации крупных инвестиционных проектов в сфере АПК Брянской области / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, О.В. Дьяченко, И.Н. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 35-40.

Научные труды

**ТРУДЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА**

Редактор д.т.н. проф. Михальченков А.М.

Компьютерная верстка: Феськов С.А.

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 21.01.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 8,60. Тираж 25 экз. Изд. № 6836.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ