

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

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

**ТРУДЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА**

БРЯНСК 2024

УДК 631.311 (06)

ББК 40.72

Т 78

Труды инженерно-технологического факультета / под ред. А. М. Михальченкова. -
Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. – 108 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 критическое рассмотрение особенностей конструкций основных деталей почвообрабатывающих орудий. Ряд материалов посвящены анализу дефектов этих деталей и причин их образования. Они могут быть полезны ученым, работающим в области повышения надежности почвообрабатывающей техники, аспирантам, студентам и инженерам производителям.

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, 2024

© Брянский ГАУ, 2024

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

FGBOU VO "BRYAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY"

**PROCEEDINGS OF ENGINEERING-TECHNOLOGICAL
FACULTY**

Bryansk 2024

UDK 631.311 (06)

BBK 40.72

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, 2024. - 108 p.

The proceedings contain the results of many years of research conducted by the Department of Technical Service of Bryansk State Agrarian University under the leadership of Doctor of Technical Sciences, Professor A.M. Mihalchenkov. The materials are separate articles, united by a single topic, reflecting work aimed at critically examining the design features of the main parts of soil-cultivating implements. A number of materials are devoted to the analysis of defects in these parts and the reasons for their formation. They can be useful to scientists working in the field of increasing the reliability of soil-cultivating equipment, graduate students, students and production engineers.

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, 2024

©The Academy. 2024

Содержание

Введение	6
Краткая аналитическая информация о изнашивающей способности почв <i>Михальченков А.М., Козарез И.В., Родин Д.В., Зайцев Д.В.</i>	7
Методы ухода за почвой, средства для основной обработки (плуги) <i>Феськов С.А., Тюрева А.А., Родин Д.В., Зайцев Д.В.</i>	12
Рассмотрение особенностей почвообрабатывающих орудий для проведения культивации и их критический анализ <i>Михальченков А.М., Гринь А.М., Фролов Р.А., Грибанов А.А.</i>	17
Аналитическое рассмотрение орудий для глубокого рыхления почвы <i>Никитин В.В., Синяя Н.В., Фролов Р.А., Грибанов А.А.</i>	23
Рабочие органы глубокорыхлителей <i>Феськов С.А., Бычкова Т.В., Феськова Г.И., Барнась В.С.</i>	29
Разновидности конструкции плужных лемехов <i>Михальченков А.М., Кузюр В.М., Феськова Г.И., Барнась В.С.</i>	44
Отвалы плужных корпусов <i>Феськов С.А., Ульянова Н.Д., Осипов С.А., Голыго А.Н.</i>	52
Сферические дисковые рабочие органы - конструкции и особенности <i>Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Осипов С.А., Голыго А.Н.</i>	61
Состояние технологий изготовления и восстановления дисков дисковых орудий <i>Михальченков А.М., Феськов С.А., Филлин Ю.И.</i>	72
Типичные дефекты цельнометаллических плужных лемехов отечественного производства <i>Феськов С.А., Орехова Г.В., Петров А.А., Силаев А. Г., Рославец А.В.</i>	82
О некоторых особенностях износов цельнометаллических и составных лемехов (сравнительный анализ) <i>Михальченков А.М., Силаев А. Г., Рославец А.В., Михальченкова М.А.</i>	89
Приобретенные дефекты отвалов: качественный анализ; геометрическая форма; коэффициенты повторяемости <i>Феськов С.А., Бычкова Т.В., Зайцев Д.А.</i>	103

Введение

Интенсификация земледелия непосредственно связана с конструкциями деталей почвообрабатывающих орудий. Конструктивное исполнение во многом определяет ресурс изделий, непосредственно контактирующих с почвенной средой, являющейся сильным абразивным агентом. В связи с этим в материалах изложены последние исследования в области конструирования деталей сельскохозяйственной техники; проведен их критический разбор и даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию этих изделий. Кроме того, проанализированы причины образования дефектов и их геометрические особенности. Отдельное внимание обращено на вопросы, относящиеся к методам, способствующим повышению долговечности. В ряде материалов рассмотрены особенности конструкций непосредственно самих почвообрабатывающих агрегатов. На основании проведенного анализа поставлены вопросы по совершенствованию конструкций деталей, которые требуют отдельных решений.

Представленные в трудах инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета вопросы рассматриваются с точки зрения возможности улучшения конструкции деталей почвообрабатывающих машин в аспекте повышения их долговечности.

КРАТКАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ИЗНАШИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ

*д.т.н., профессор Михальченков А.М., к.т.н. Козарез И.В.,
магистрант Родин Д.В., магистрант Зайцев Д.В.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Изнашивающая способность почвы определяется рядом факторов и прежде всего процентное содержание в ней кварцевых частиц. Их увеличение приводит к росту изнашивающей способности почвенной среды.

Ключевые слова: почва; изнашивающая способность; песчаная составляющая; диоксид кремния.

BRIEF ANALYTICAL INFORMATION ABOUT WEARING CAPACITY OF SOIL

*Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhalchenkov A.M.,
Candidate of Technical Sciences Kozarez I.V., master's student Rodin D.V.,
master's student D.V. Zaitsev
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. The wear capacity of the soil is determined by a number of factors, primarily the percentage of quartz particles in it. Their increase leads to an increase in the wear capacity of the soil environment.

Key words: soil; wear capacity; sand component; silica.

Введение

В качестве основного фактора, определяющего износ рабочих органов почвообрабатывающих машин, выделяется механический состав почвы, так как абразивные (минеральные) частицы имеют специфическую макрогеометрию, заключающуюся в наличии острых граней и выступов. Такой профиль способен осуществлять резание и контактное деформирование рабочей поверхности [1,2]. Кроме этого твердость данных частиц значительно превышает твердость рабочих поверхностей деталей, контактирующих с почвой (плужные корпуса, культиваторные лапы, другие детали почвообрабатывающих машин, конструк-

тивные элементы строительных, дорожных и металлургических технических средств [3]).

Цель

Поэтому необходимо провести анализ изнашивающей способности почв различного гранулометрического состава и на основании этого определить подходы к разработке технологий, способствующих торможению износов, а так же их устранению.

Раскрытие цели

Изнашивающая способность песчаных и супесчаных почв без каменистых включений составляет 260 г/га, а глинистых и суглинистых 2 - 30 г/га [4].

Повышенное содержание твердых абразивных частиц предопределяет механизм изнашивания плужных лемехов, влияющий на форму и место износа. Так, например, при пахоте супесчаных дерновоподзолистых почв, содержащих в себе большой процент песчаной пыли, наиболее интенсивно изнашивается носовая часть лемеха (затупление носка и лучевидный износ) [5]. Глины и прочие компоненты вторичного происхождения, обладающие значительно меньшей абразивной способностью, приводят к затуплению лезвия и образованию затылочной фаски.

Наибольший износ наблюдается на супеси, хотя количество щебнисто-каменистых включений на 1 м² на супесчаной почве значительно меньше, чем на песчаной. Это объясняется тем, что щебнисто-каменистые включения в супесчаной почве более прочно зафиксированы, чем в песчаной.

На дерново-подзолистой почве глинистого механического состава увеличение содержания каменистых включений с 5 до 25 м³ на гектар вызывает увеличение изнашивающей способности лемехов в 2,3 раза [6].

Между тем единого мнения о факторах, влияющих на изнашивающую способность почв к настоящему времени не имеется. В разное время эту задачу решали такие ученые как Каплун Г.П., Ларин Г.И., Ермолов Л.С., Васильев С.П. Синеоков Г.Н., Севернев М.М.

Так Каплун Г.П. все почвы предлагает разделить на три группы с учетом удельного износа по весу стандартных лемехов и содержанию «физического песка» (%) [7]. В первую группу входят глинистые и суглинистые почвы, которые обладают сравнительно малой изнашивающей способностью. Во вторую группу - супесчаные и песчаные почвы с небольшим количеством каменистых включений. Они обладают средней изнашивающей способностью. В третью группу входят песчаные почвы с большим количеством каменистых включений, которые обладают большой изнашивающей способностью.

В своей работе Ларин Г.И. дает оценку изнашивающей способности по коэффициенту относительной изнашивающей способности почв, принимая за исходную единицу, характеристику этого показателя, для песчаных почв. Этот показатель базируется и на окультуренности почв.

Очевидно, что по изнашивающей способности, согласно принятому критерию, почвы можно расположить в следующем порядке: песок, супесчаная лесная, супесчаная с/х пользования, суглинистая лесная, суглинистая и глинистая с/х пользования (таблица 1). Таким образом, степень окультуренности почв в пределах одного механического состава оказывает влияние на их изнашивающую способность. Причем лесные почвы имеют изнашивающую способность в среднем, на 10 % выше, чем почвы сельскохозяйственного пользования.

Л.С. Ермолов и С.П. Васильев предложили классификацию почв по изнашивающей способности, в основу которой положены удельный износ лемехов плугов по массе и процентное содержание в почве «физического песка», определяющего абразивные свойства почвы. К первой группе отнесены почвы глинистого и суглинистого механического состава, на которых удельный износ лемехов составляет от 2 до 30 г/га. Ко второй группе – песчаные и супесчаные с удельным износом лемеха 100 г/га. К третьей группе – песчаные почвы с большим количеством каменистых включений, на которых удельный износ лемехов составляет 260 – 450 г/га.

Таблица 1 - Коэффициенты относительной изнашивающей способности почв

Почва	Величины коэффициентов относительной изнашивающей способности почв в сериях испытаний				
	путь трения и износ	влажность и износ	уд. давление и износ	скорость и износ	средние значения
Песок	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Супесчаная с/х пользов.	0,81	0,74	0,62	0,75	0,73
Суглинистая с/х пользов.	0,50	0,56	0,35	0,52	0,48
Глинистая с/х пользов.	0,38	0,36	0,24	0,37	0,34
Супесчаная лесная	0,87	0,80	0,78	0,85	0,85
Суглинистая лесная	0,63	0,67	0,42	0,63	0,57

Изнашивание в абразивной среде является весьма сложным процессом, особенно если оно происходит в почве, состав которой может меняться даже на одном небольшом по площади участке. Поэтому этот параметр носит абсолютное значение и является частной характеристикой.

Не менее важным фактором, влияющим на изнашивание рабочих органов, является влажность почв (W), так как она существенно влияет ее изнашивающую способность. Влажность в значительной мере изменяет коэффициент трения почвы о сталь, а, следовательно, и изнашивание трущейся поверхности. Для каждой почвы имеется свое значение W , при которой коэффициент трения достигает максимума и колеблется от 0,25 до 0,9 [8,9].

С увеличением W песчаных почв изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин возрастает. На глинистых и суглинистых почвах наблюдается обратное явление. Влажность влияет на интенсивность и на вид изнашивания. Так, при пахоте супесчаных почв с $W = 2,8 - 4\%$ лемеха изнашиваются по ширине, а с $W = 9,4 - 12\%$ – по толщине в носовой части [9, 10, 11].

При пахоте супесчаной почвы влажностью 10–14% удельное давление на рабочей поверхности лемеха распределяется неравномерно.

В качестве примера можно привести изнашивание лемеха. Наибольшее давление испытывает носовая часть лемеха. Средние давления в зоне носка в 4,6 – 12,8 раза больше среднего давления в его центральной части. Максимальное давление в нижней части зоны носка при скорости 1,4 м/с на глубине 22 см достигает 1,6 – 1,8 МПа. Наиболее чувствительна к изменению режима пахоты, определяемого влажностью, зона носка лемеха.

Заключение

Таким образом, изнашивающая способность почвы определяется действиями ряда факторов: основным ее критерием, является процентное содержание в ней кварцевых частиц размером $> 0,01$ мм. При неизменном гранулометрическом составе и влажности почвы изнашивающая способность зависит главным образом от давления абразива на рабочую поверхность исполнительного органа; влажность почвы оказывает определенное влияние на изнашивающую способность, хотя и неоднозначную для различных типов почв; значение коэффициента трения почвы о сталь находится в широком диапазоне; единой оценки изнашивающей способности до настоящего времени не выработано.

Список используемой литературы

1. Винокуров В.Н. Определение изнашивающей способности основных типов почв российской федерации // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2012. № 3. С. 46-48.
2. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
3. Михальченков А.М., Гуцан А.А. Об изнашивающей способности почв нечерноземной зоны России // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. 2020. С. 135-140.
4. Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрева А.А. Методы снижения интенсивности изнашивания стрельчатых лап культиваторов на стадии изготовления // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 3 (31). С. 79-82.
5. Дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Зорин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 41-46.
6. К вопросу совершенствования методики оценки изнашивающей способности почв / Е.Н. Глебова, М.А. Ануприенко, В.В. Очинский, А.Т. Лебедев // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы XXXIV междунар. науч.-техн. конф. им. В.В. Михайлова. Саратов, 2021. С. 127-131.
7. Фирсанов В.В., Серпичева Е.В. Влияние напряженно-деформированного состояния «пограничный слой» на прочность фланцевых и сварных соединений // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. № 11-1. С. 279-288.

8. Ряскова О.М., Зайцева Г.А. Влажность почвы как основной фактор, влияющий на свойства почв различных типов // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 3.

9. 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. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.

10. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.

11 Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.

УДК 631.312

МЕТОДЫ УХОДА ЗА ПОЧВОЙ, СРЕДСТВА ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ (ПЛУГИ)

*к.т.н. Феськов С.А., к.т.н. Тюрева А.А.,
магистрант Родин Д.В., магистрант Зайцев Д.В.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Рассмотрены методы ухода за почвой по средствам обработки их плугами различного функционального назначения. Взаимодействие почвы с деталями рабочих органов приводит к их интенсивному изнашиванию и снижению ресурса, что делает необходимым проведение исследовательских работ, направленных на обеспечение их долговечности.

Ключевые слова: обработка почвы; плуги; детали плугов; интенсивность изнашивания; классификация плугов.

SOIL CARE METHODS, MEANS FOR BASIC TREATMENT (PLOWS)

*Candidate of Technical Sciences Feskov S.A., Candidate of Technical Sciences Tyureva A.A., master's student Rodin D.V., master's student D.V. Zaitsev
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. Methods of soil care by means of processing them with plows for various functional purposes are considered. The interaction of soil with parts of working bodies leads to their intensive wear and reduction of service life, which makes it necessary to carry out research work aimed at ensuring their durability.

Key words: soil cultivation; plows; plow parts; wear rate; classification of plows.

Введение

Задача любой обработки почвы – создать благоприятные условия для развития культурных растений с целью получения высоких и устойчивых урожаев. В зависимости от глубины хода рабочих органов и выполняемых операций различают основную, поверхностную, мелкую и глубокую обработку почвы [1].

Разработка конструкций деталей почвообрабатывающих орудий, система их использования, поддержание в работоспособном состоянии делает необходимым иметь знания в разновидностях методах обработки почвы, так как основным ее критерием является глубина воздействия на почвенную массу, которая определяет работоспособность рабочих органов почвообрабатывающих машин [2].

Цель

Поэтому необходимо рассмотреть наиболее распространённые методы ухода за почвой.

Раскрытие цели

Основная обработка – это обычно первая, более глубокая (20...30 см), обработка почвы после уборки предшествующей культуры [3]. Ее проводят плугом с оборотом и последующим рыхлением почвенного пласта. Почву, подверженную ветровой эрозии, рыхлят без оборота пласта на глубину 25...30 см культиваторами-глубокорыхлителями. Основная обработка существенно изменяет сложение почвы, т. е. соотношение и взаимное расположение почвенных агрегатов.

Поверхностную обработку проводят на глубину 8 см ранней весной, перед и после посева, для разрушения почвенной корки и рыхления.

Мелкую обработку проводят на глубину 8...16 см при уходе за парами, после вспашки и перед посевом.

Глубокая обработка – это специальная обработка почвы на глубину более 24 см для углубления пахотного слоя и предотвращения водной эрозии

Наибольшее распространение получили лемешные плуги [4]. Их классифицируют по назначению – на плуги общего назначения и специальные; по

способу соединения с трактором – на навесные (ПЛН), полунавесные (ПЛП) и прицепные (ПЛ); по числу основных рабочих органов – плужных корпусов – на одно-, двух-, трехкорпусные и т. д.; по характеру выполнения работы – на плуги для свально-развальной и гладкой вспашки. Для вспашки старопахотных почв под зерновые и технические культуры предназначены плуги общего назначения.

К плугам общего назначения относят лемешные навесные плуги ПЛН-5-35* (рис. 1.2), ПЛН-4-35, ПЛН-3-35, ПНО-4-30, ПНП-3-35 и полунавесные ПЛН-6-35, ПЛ-5-40.

К плугам специального назначения относят садовые, кустарниково-болотные, лесные, для каменистых почв, для возделывания сахарной свеклы (двухъярусные), для коренного улучшения солонцовых почв и т. п. [5].

Наиболее распространены навесные плуги общего назначения. Конструктивные элементы плуга подразделяют на рабочие и вспомогательные (служебные). К основным рабочим органам относят корпус 2, предплужники 1 и ножи 7, к вспомогательным – раму, состоящую из пустотелых балок 5, 10, 12, опорное колесо 9 и механизм его регулирования 8, подвеску 11 (рисунок 1). Все рабочие и вспомогательные органы смонтированы на раме плуга, составленной из продольных брусьев (грядилей), поперечных распорок и балки жесткости.

Плуги общего назначения рассчитаны на глубину вспашки от 20 до 27, а иногда и 30 см. Лемешные луцильники отличаются от плугов тем, что ими можно обрабатывать почву только на глубину не более 16 см и у них нет предплужников и ножей.

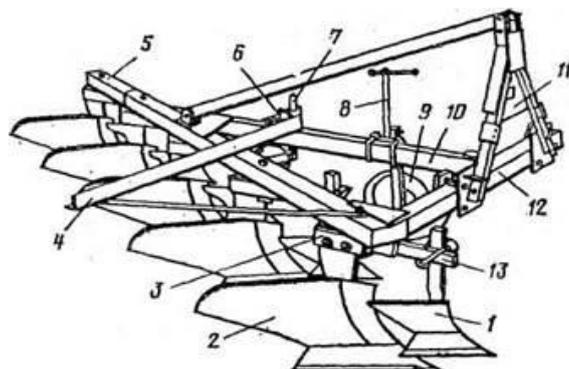


Рисунок 1 - Плуг ПЛН-5-35: 1 – предплужник; 2 – корпус; 3 – угольник; 4 – прицепка для борон; 5 – главная балка; 6 – кронштейн крепления ножа; 7 – дисковый нож; 8 – винтовой механизм; 9 – опорное колесо; 10 – продольная балка; 11 – замок автосцепки; 12 – поперечная балка; 13 – кронштейн предплужника

Плужные корпуса. Лемешно-отвальный корпус – основной рабочий орган лемешного плуга и луцильника [6]. Лемех и отвал – рабочие, а полевая доска и стойка – вспомогательные (служебные) части корпуса. Лемех и отвал образуют рабочую поверхность корпуса, которая ограничена со стороны непахотного поля полевым обрезом 8, со стороны непаханого поля (борозды) – бороздным обрезом 4, сверху – верхним обрезом 6 (рисунок 2).

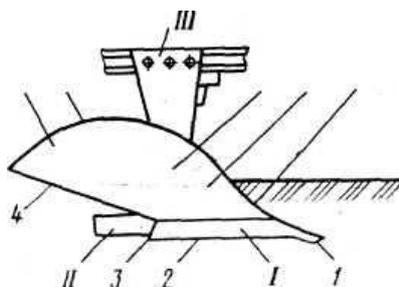


Рисунок 2 - Лемешно-отвальный плужный корпус: I – лемех; II – полевая доска; III – стойка; IV – отвал; 1 – носок лемеха; 2 – лезвие; 3 – пятка; 4, 6 и 8 – соответственно бороздной, верхней и полевой обреза; 5 – крыло; 7 – грудь отвала

Авторы сочли не целесообразным давать подробное описание всех существующих конструкций рабочих органов плугов, так как любые конструктивные изменения не предусматривают каких-то существенных изменений функционального назначения.

Нужно отметить, что детали входящие в корпус плуга имеют непосредственный контакт с абразивными частицами почвенной среды, сравнительно высоким ее давлением и соответственно относительно значительной интенсивностью изнашивания. Поэтому в последнее время ряд исследователей обращают внимание на такую проблему как увеличение долговечности выше названных деталей [7,8,9,10, 11, 12, 13, 14].

Заключение

Основная обработка почвы, проводимая плугами, обуславливает высокую интенсивность изнашивания деталей плужных корпусов. Это вызывает необходимость проведения дополнительных исследовательских работ направленных на повышение долговечности данных конструктивных элементов.

Список используемой литературы

1. Тагиева Е.Х. Изучение физико-механических свойств и режимов обработки почвы в условиях современных технологических принципов // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9, № 10. С. 62-67.
2. Лысыч М.Н. Компьютерное моделирование процесса обработки почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин // Компьютерные исследования и моделирование. 2020. Т. 12, № 3. С. 607-627.
3. Муханов А.В. Влияние основной обработки почвы на урожайность яровой твердой пшеницы // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 66-69.
4. Буклагина Г.В. Технические и конструктивные решения по повышению работоспособности лемешных плугов // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. 2001. № 3. С. 832.
5. Титов В.Н., Бочкарева Ю.В. Конструктивные особенности усовершенствованного корпуса плуга "ПСКУ" // АгроЭкоИнфо. 2018. № 3 (33). С. 59.
6. Кучкарова Д.Ф., Жураев Т.Х. Дизайн-разработка концептуального корпуса лемешно-отвального плуга на основе геометрического моделирования // Теория и практика дизайна. 2012. № 1. С. 75-81.
7. Гринь А.М., Феськов С.А., Дианов Х.А. Динамика и интенсивность изнашивания фирменных и восстановленных высевающих лап посевного комплекса "Моррис" // Труды инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ. Брянск, 2017. С. 36-48
8. 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. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.
9. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / отв. за вып. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.
10. Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.

11. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.
12. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрелчатой лапы посевного комплекса "МОРРИС" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
13. А.М. Михальченков, А.М. Гринь, А.А. Гуцан, С.В.У. Уралов Технология повышения ресурса остова составного плужного лемеха путем оптимизации расположения упрочняющего покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 3 (171). С. 103-105.
14. С.И. Старовойтов, А.М. Гринь, Н.Н. Чемисов Плужный корпус // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. 2016. С. 109-116.

УДК 631.34

РАССМОТРЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КУЛЬТИВАЦИИ И ИХ КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

*д.т.н. профессор Михальченков А.М., к.э.н. Гринь А.М.,
магистрант Фролов Р.А., магистрант Грибанов А.А.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Проведенный анализ орудий для культивации почвы позволили выявить перспективные образцы и наметить пути увеличения эксплуатационных показателей данных агрегатов.

Ключевые слова: почвообрабатывающие орудия; культиваторы; рабочие органы; абразивная среда; эксплуатационные показатели.

CONSIDERATION OF THE FEATURES OF SOIL TILLAGE IMPLEMENTS FOR CULTIVATION AND THEIR CRITICAL ANALYSIS

*Doctor of Technical Sciences Professor Mikhailchenkov A.M.,
Candidate of Economic Sciences Grin A.M., master's student Frolov R.A.,
master's student Gribanov A.A.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. The analysis of tools for soil cultivation made it possible to identify promising samples and outline ways to increase the performance indicators of these units.

Key words: tillage tools; cultivators; working bodies; abrasive medium; operational indicators.

Введение

В соответствии с классическим определением [1] культивация – это прием поверхностной обработки почвы, заключающийся в ее рыхлении с подрезанием сорняков. В результате культивации улучшается воздушный и водный режимы почвы, усиливается деятельность микроорганизмов, обеспечиваются благоприятные условия для прорастания культурных растений, их роста и развития. Кроме этого, такая операция создаёт на поверхности почвы рыхлый слой, препятствующий капиллярному поднятию влаги и её испарению, выравнивает вспаханную почву [2], является эффективным средством борьбы с сорняками.

Процесс такой обработки почвы отличается разнообразием выполняемых функций, используется фактически при выращивании большинства сельскохозяйственных культур, имеет значительное распространение. Поэтому в данном случае имеет место огромное количество рабочих деталей, на которые воздействует абразивная среда, что приводит к их изнашиванию. В свою очередь возникает необходимость увеличения долговечности этих изделий, требующая знаний о видах и особенностях культивации.

Цель

Рассмотрение особенностей почвообрабатывающих орудий для проведения культивации и их критический анализ.

Раскрытие цели

Исходя из рекомендаций [3] культивация делится на сплошную и междурядную.

Сплошную применяют при обработке зяби и паров [4] для разрыхления поверхностного слоя и ускорения прогревания почвы, усиления доступа воздуха, ускорения прогревания почвы и уничтожения всходов сорняков. Глубина рыхления 5 ... 16 см.

Культивацию проводят сельскохозяйственными орудиями - культиваторами, которые по назначению разделяют на паровые - для сплошной обработки

почвы, пропашные - для междурядной обработки пропашных культур и специального назначения [5].

Паровые культиваторы используются с целью уничтожения сорняков и рыхления почвы при ее подготовке к посеву, а также при уходе за парами. В эту группу входят: паровые культиваторы с лапами на жестких и пружинных стойках для ухода за парами и предпосевной подготовки почвы; штанговые парочистители для борьбы с корневищными сорняками; культиваторы-рыхлители для рыхления почвы на глубину пахотного слоя; легкие фрезы для рыхления верхнего слоя почвы; подготовки ее к посеву и вращающиеся мотыги для разрушения почвенной корки на посевах.

Пропашные культиваторы применяют для обработки пропашных культур. С их помощью, кроме уничтожения сорняков подрезанием, вычесыванием и присыпанием земель, проводят подкормку растений и рыхление междурядий. Агрегаты, оборудованные приспособлениями для внесения удобрений в междурядья при подкормке растений в период их роста, получили название культиваторов-растение питателей. Культиваторы, приспособленные для сплошной обработки — предпосевной подготовки почвы и ухода за чистыми парами, принято называть универсальными. Существуют орудия с вращающимися ножами, которыми вырезаются растения в рядках, при работе вдоль рядка, их называют прореживателями. Для обработки почвы в междурядьях имеются специальные фрезы, приводимые во вращение от вала отбора мощности (в. о. м.) трактора.

Необходимость в проведении специфических работ по культивации почвы привело к созданию специальных культиваторов. Специальные культиваторы — это садовые, лесные и противоэрозионные. Культиваторы при работе должны уничтожать 98–99% сорняков и рыхлить почву без выноса влажных слоев на поверхность.

По классификации, принятой в начальный период развития механизации сельского хозяйства культиваторы подразделялись на ручные, конные и тракторные [6]. Подобную классификацию в принципе можно считать приемлемой

и в настоящее время с учетом перемещения процента механизированных работ в большую сторону.

В свою очередь тракторные культиваторы подразделяют на прицепные и навесные, причем в настоящее время навесные культиваторы постепенно вытесняют прицепные с рабочими органами различных типов.

Также часто культиваторы подразделяют по наличию пассивных (неподвижных), совершающих работу за счет тягового усилия, и активных (приводных) деталей рабочих органов – ножей [7]. Попытки полностью заменить культиваторы с пассивными рабочими органами на агрегаты с активными деталями в целом не привели к положительным результатам по ряду причин. Основной из них является чрезмерное измельчение почвенной массы. Поэтому в настоящее время преобладающими являются агрегаты с пассивными рабочими органами.

Кроме описанной выше классификации ВИСХОМ предлагает следующий типаж культиваторов: Культиватор с дисковыми рабочими органами; Культиватор со стрельчатыми лапами; Лемешной культиватор; Фрезерный культиватор; Чизель-культиватор; Лесной культиватор — дисковый рыхлитель; Лесной культиватор — культиватор дискретного микроповышения.

Культивацию полей в крупных хозяйствах промышленного типа ведут с помощью многокорпусных культиваторов. Особенно это характерно для культиваторов производства зарубежных компаний, на что указывают поставки, осуществляемые ими для сельскохозяйственного производства России.

Тенденции мирового культиваторостроения характеризуются объединением нескольких функций в одном универсальном орудии; объединением одинаковых по назначению культиваторов, различающихся шириной захвата, в семейства унифицированных конструкций; унифицированием и нормализацией общих узлов и деталей. Унификация навесных устройств тракторов и культиваторов обеспечила возможность агрегатирования одного культиватора с несколькими тракторами, что позволило сократить номенклатуру таких агрегатов [8].

Для рационального использования мощности трактора и повышения производительности применяется способ двух- и трехсекционного агрегатирования

навесных культиваторов с помощью боковых навесных устройств, полунавесных сцепок [9,10,11].

Качество обработки почвы культиваторов оценивается равномерностью глубины хода рабочих органов, выравненностью дна борозды, степенью подрезания сорняков, особенно, в межствольных полосах, шириной и формой защитной зоны около штамбов деревьев степенью повреждения культурных насаждений и забиваемостью рабочих органов. Качество обработки контролируют 2...3 раза за смену [10, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Среди большого количества марок зарубежных культиваторов следует выделить наиболее характерный для существующей системы земледелия Российской Федерации разработанный в последнее время универсальный сеялка-культиватор – Concept 2000 компании Morris Industries(рисунок 1).



Рисунок 1 - Полевой сеялка-культиватор «CONCEPT 2000»
Компании «Morris Industries»

«Concept-2000» – может использоваться при традиционной и минимальной обработке поля. Осуществляет посев всех видов культур (кроме кукурузы на зерно). При отцеплении бункера Concept-2000 работает как культиватор со стрельчатыми лапами (сплошное перекрытие) на глубину до 15 см. Оснащен усиленными стойками с давлением 350кг. Возможно внесение гранулированных и (или) жидких удобрений в почву при культивации, гарантированное уничтожение сорняков.

При замене стрельчатых лап на узкие чизеля (шириной 10 см), Concept -2000 может использоваться для рыхления почвы на глубину до 20 см

Заключение

Анализ орудий для культивации показал их большое разнообразие по функциональному назначению; рассмотрены перспективные агрегаты для проведения культивации; на основании этих знаний в дальнейшем будут разработаны технологии увлечения эксплуатационных возможностей деталей рабочих органов предназначенных для культивации.

Список используемой литературы

1. Обработка почвы / О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 88 с.
2. Киселева Л.В., Кожевникова О.П. Общее земледелие: метод. указ. Самара: СамГАУ, 2023. 49 с.
3. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 244 с.
4. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Общее земледелие. Практикум: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2022. 204 с.
5. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
6. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т. 2 / под ред. М.И. Клецкина. М.: Машиностроение, 1967. 830 с.
7. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учеб. пособие / В.А. Корчагин, С.Н. Шевченко, С.Н. Зудилин, О.И. Горянин. Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. 192 с.
8. Современные почвообрабатывающие машины: регулировка, настройка и эксплуатация. / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Ф.Ф. Мухамадьяров, С.М. Яхин. Электрон. дан. СПб.: Лань, 2017. 208 с.
9. Руденко Н.Е., Горбачёв С.П., Руденко В.Н. Комбинированные почвообрабатывающие машины. Электрон. дан. Ставрополь: СтГАУ, 2015. 98 с.
10. Горбачев С.П. Комбинированные почвообрабатывающие машины: монография / С.П. Горбачев, Н.Е. Руденко. Ставрополь: АГРУС, 2015. 94 с.
11. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.
12. Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.
13. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрёва А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / отв. за вып. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.
14. Михальченков А.М., Феськов С.А., Анищенко А.В. Упрочнение стрельчатой лапы посевного комплекса "МОРРИС" // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 34-35.
15. Старовойтов С.И., Гринь А.М., Лебедев Д.Е. Об углах универсальной стрельчатой лапы // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3 (55). С. 76-82.

16. А.М. Михальченков, А.М. Гринь, А.А. Гудан, С.В.У. Уралов Технология повышения ресурса остова составного плужного лемеха путем оптимизации расположения упрочняющего покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 3 (171). С. 103-105.

17. С.И. Старовойтов, А.М. Гринь, Н.Н. Чемисов Плужный корпус // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2016. С. 109-116.

УДК 631.31

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ ОРУДИЙ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

*д.т.н. Никитин В.В., к.т.н. Синяя Н.В.,
магистрант Фролов Р.А., магистрант Грибанов А.А.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Проведенные исследования показали, что имеет место большое разнообразие орудий для глубокого рыхления со своими функциональными особенностями. Связи с этим разработка технологий изготовления, восстановления и упрочнения требует индивидуальных подходов.

Ключевые слова: глубокое рыхление; глубокорыхлители; рабочие органы; долота; функциональные особенности; обеспечение надежности.

ANALYTICAL REVIEW OF IMPLEMENTS FOR DEEP LOOSEMENT OF SOIL

*Doctor of Technical Sciences Nikitin V.V., candidate of
technical sciences Sinaya N.V.,
master's student Frolov R.A., master's student Gribanov A.A.
FSBEI HE Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. The studies have shown that there is a wide variety of deep loosening tools with their own functional characteristics. In connection with this, the development of manufacturing, restoration and strengthening technologies requires individual approaches.

Key words: deep loosening; subsoilers; working bodies; chisels; functional features; ensuring reliability.

Введение

Операция глубокого рыхления – способ обработки почвы, состоящий в рыхлении, крошении, частичном перемешивании, без оборачивание пласта. Данная операция проводится на глубину 35-40 см, а по данным [1] до 65 см.

Глубокое рыхление позволяет накопить и запасти влагу в глубоких слоях почвы и устранить ее уплотнение, образовавшееся от других видов обработки. Кроме этого глубокое рыхление позволяет избежать эрозии и выдувание почвы, что особенно важно в степных и засушливых регионах РФ. Нужно отметить, что из-за уплотнения почвы влага не может попасть в более глубокие слои почвы и напитывает только верхние, что при большом количестве осадков приводит к заболачиванию полей и резкому снижению урожайности, а не редко и выводу участков из землепользования.

К тому же такая влага долго не высыхает и не дает начать весенние полевые работы в ранние, оптимальные сроки. А после сева остатки влаги быстро используются растениями и испаряются. Корневая система растений не может преодолеть мощную плужную подошву и располагается только в верхнем слое, где уже не хватает влаги. Таким образом, в районах с низким количеством осадков растениям не хватает влаги уже в июне. С этой проблемой легко бороться с помощью глубокорыхлителей. Проведение глубокорыхления, как уже указывалось, предупреждает развитие ветровой и водной эрозии почв на полях.

Рабочие органы, осуществляющие глубокое рыхление подвергаются силовому воздействию почвы большого уровня и поэтому должны иметь высокие прочностные показатели. Наряду с этим на работоспособность этих изделий существенное влияние оказывает абразивное изнашивание. Для создания конструкции долот, а так же для проведения их восстановления необходимо провести анализ особенностей существующих глубокорыхлителей.

Цель

Аналитическое рассмотрение орудий для глубокого рыхления почвы.

Раскрытие цели

Способы глубокого рыхления принято подразделять на: сплошное, полосное, щелевание и чизелевание [2]. (Данная классификация сложилась исторически).

Для проведения глубокого рыхления в различных его разновидностях необходимы соответствующие орудия. Его проводят плугами общего назначения, плугами-рыхлителями, щелевателями и чизельными плугами.

Плуги общего назначения применяются для проведения сплошного глубокого рыхления на участках с уклоном поверхности земли до 0,003 % [3]. Для этого они снабжаются безотвальными корпусами и рыхлительными стойками. Наряду со сплошной обработкой этими орудиями выполняют полосное глубокое рыхление с расстоянием между проходами 1,2 – 1,5 м [4].

Наибольшее распространение [5] получили навесные плуги – рыхлители серии ПРПВ, предназначенные для безотвальной обработки почвы на глубину до 40 см с одновременным рыхлением пахотного и подпахотные горизонтов. Они выпускаются с различным числом корпусов и соответственно шириной захвата, например ПРПВ – 5 – 50 и ПРПВ – 8 – 50. Ширина захвата соответственно 2,5 и 4 м.



Рисунок 1 – Плуг – рыхлитель ПРПВ – 5 – 50

Эти плуги, как правило, снабжены рыхлительными корпусами 1 и дисковыми ножами 2 с рифленой режущей кромкой, установленными парами на раме 3 (рисунок 1). Стойка корпуса изогнута, ее нижняя (рабочая) часть наклонена в продольно- и поперечно-вертикальных плоскостях к горизонтали под острым углом.

При обработке почвы на глубину до 35 см применяют плуги-рыхлители ПБ-5 и ПБ-9 (рисунок 2). Его основными рабочими органами являются рыхляще-подрезающие и рыхлительные лапы.



Рисунок 2– Прицепной плуг-рыхлитель ПБ-5

Щелевание почвы осуществляют специальными орудиями-щелевателями (например, ЩН-4 «Киндрат» (рисунок 3)) на зяби, посевах озимых культур и многолетних трав [6]. Щелеватель навесной ЩН-4 "Киндрат" предназначен для нарезания щелей на полях с целью улучшения водопроницаемого свойства почвы и защиты от водяной эрозии. Он может использоваться на ровных участках и склонах до 10° , где имеет место ветровая и водяная эрозия. Данное орудие обеспечивает необходимые качества работы при влажности до 25% и твердости почвы до 4,5 МПа. Возделывание должно проводиться поперек склонов. На поверхности поля допускается наличие измельченных равномерно распределенных растительных остатков. Не допускается работа щелевателя на участках, загрязненных камнями или кучами растительных остатков (соломы).



Рисунок 3 – Щелеватель ЩН- 4 «Киндрат»

Для проведения чизелевания наибольшее распространение получили чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 (рисунок 4). Нужно отметить, что обработку чизелем применяют как основную под озимые культуры, промежуточную обработку, после пропашных культур, рыхление почвы ранней весной, когда вода стоит на верхних слоях. Чизельный плуг, оборудованный стрельчатыми лапами, рыхлит тяжелые почвы на глубину до 30 см и одновременно подрезает корневища сорной растительности. Ширина захвата плуга 4,5 м, рабочая скорость до 6 км/ч, производительность 3,2 га/ч.



Рисунок 4 – Чизельный плуг ПЧ-4,5

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предполагают комплексную обработку почвы, сочетающую в себе дискование, глубокое рыхление и прикатывание. В некоторых случаях при несущественных конструкторских изменениях комплекс операций дополняется внесением удобрений. Для проведения подобных работ широкое применение нашел комплекс «Top Down 600» компании «Vaderstad» (рисунок 5) [7].

Принципиальная конструкция орудий для глубокого рыхления не зависит от функциональной принадлежности и состоит из рамы, сцепного (навесного) устройства, рабочих органов и исполнительных элементов.



Рисунок 5 – Глубокорыхлитель Vaderstad Top Down 600

Глубокорыхлители агрегируют с тракторами, имеющими тяговый класс не менее 4. (Отечественные трактора серии «Кировец»).

Заключение

Таким образом, проведенный анализ показал, что каждое орудие для глубокого рыхления имеет свои особенности, свое функциональное назначение; они отличаются широким разнообразием конструкций и поэтому разработка технологических процессов изготовления, восстановления и упрочнения требует индивидуальных подходов.

Список используемой литературы

1. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Общее земледелие. Практикум: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2022. 204 с.
2. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
3. Горбачев С.П., Руденко Н.Е. Комбинированные почвообрабатывающие машины: монография. Ставрополь: АГРУС, 2015. 94 с.
4. Михайлин А.А. Применение глубокого рыхления глубокорыхлителем ГНЧ-0,6 в зоне орошения // Научный журнал КубГАУ. 2006. № 24 (8). С. 1-6.
5. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины: учебник. М.: Колосс, 2003. 624 с.
6. Гурбанов М.Ф. Роль дренажа и режима уровня грунтовых вод в регулировании отношений воды и почвы // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 3 (23). С. 244-248.
7. Алеев Б.А. Технологии и техника для глубокого рыхления переуплотненных почв // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 2. С. 7-10.

РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ

*к.т.н. Феськов С.А., к.п.н. Бычкова Т.В.,
магистрант Феськова Г.И., магистрант Барнась В.С.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Исполнительные конструктивные элементы глубокорыхлителей (долота), как правило, предназначены для выполнения одной функции, что ограничивает широту применения упрочняющих технологий. При этом обеспечения высокой абразивной стойкости может быть достигнуто нанесением на рабочую поверхность твердых сплавов.

Ключевые слова: глубокорыхлители; рабочие органы; долота; конструкции долот; упрочнение; изменение конструкции.

WORKING BODIES OF DEEP RIPPERS

*candidate of technical sciences Feskov S.A.,
candidate of pedagogical sciences. Bychkova T.V.,
master's student Feskova G.I., master's student Barnas V.S.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. The executive structural elements of subsoilers (bits), as a rule, are designed to perform one function, which limits the breadth of application of hardening technologies. At the same time, high abrasive resistance can be achieved by applying hard alloys to the working surface.

Key words: subsoilers; working bodies; chisels; bit designs; hardening; design change.

Введение

В связи с тем, что глубокорыхлители наряду 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).

Детали рабочих органов глубокорыхлителей в период их эксплуатации воспринимают большие нагрузки со стороны почвы, что делает необходимым обеспечения их высоких прочностных свойств. Кроме этого они не должны

пластически деформироваться при проведении операции глубокого рыхления, так как в этом случае будет иметь место нарушения агротехнических условий. Изготовление наиболее ответственных деталей предусматривает использование термоупрочненных высокоуглеродистых легированных сталей. Наряду с этим, некоторые компании проводят дополнительное упрочнение путем припаивания твердых сплавов с содержанием карбида вольфрама.

Дальнейшее совершенствование конструкции деталей рабочих органов глубокорыхлителей требует проведения их анализа с соответствующими критическими замечаниями.

Цель

Провести анализ конструкцией рабочих органов глубокорыхлителей с учетом их функционального назначения

Раскрытие цели

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 [1]. Нередко они дополнительно оснащаются накладками из износостойкого материала, что способствует повышению их ресурса за счет увеличения сопротивления абразивному изнашиванию [2]. Кроме того, стойки имеют значительные размеры в продольных сечениях, создавая условия для высокой сопротивляемости воздействию сил со стороны обрабатываемой почвы.

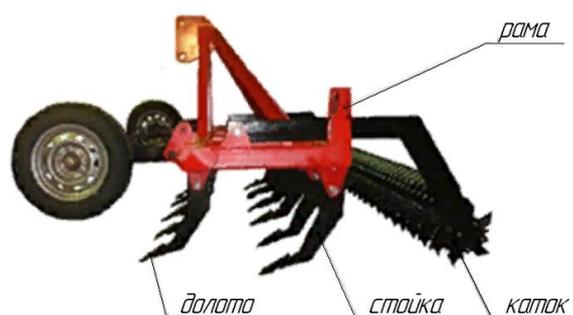


Рисунок 1 – Основные рабочие органы глубокорыхлителя

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 [3].

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

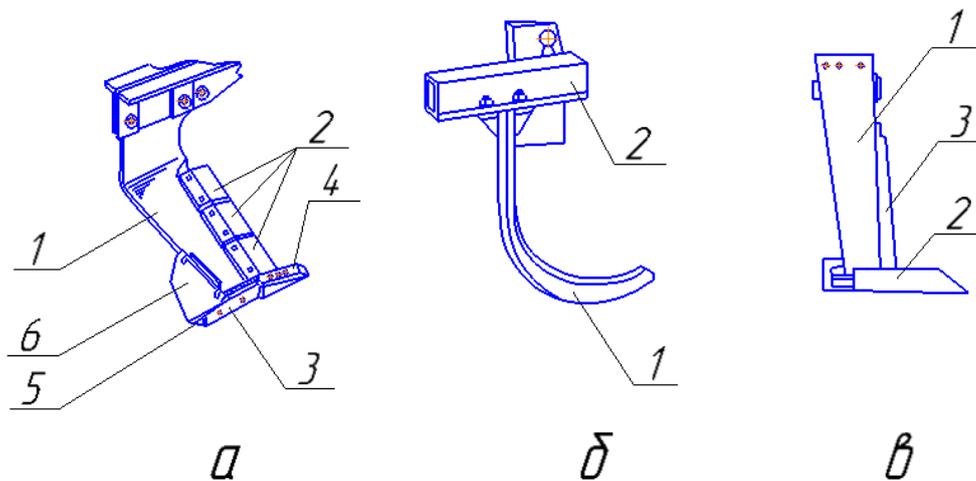


Рисунок 2 –Рабочие органы рыхлителей: а - ПРПВ; б - ПБ; в - щелеватель ЩН – 4 «Киндрат»

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

Плуги серии ПРПВ снабжены рыхлительными корпусами (рисунок 2 а) [4], 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.

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.

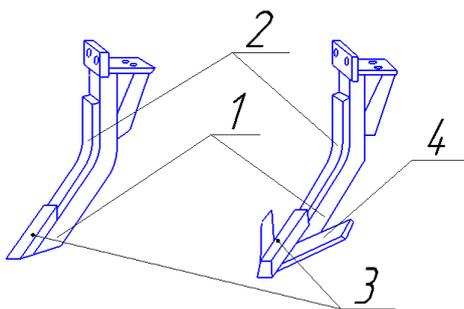


Рисунок 3 – Рабочий орган чизеля ПЧ – 4,5

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 [5].

Иногда к рабочим органам глубокорыхлителей относят некоторые дополнительные конструктивные части (например, каток, изображенный на рисунке б которые служат для расширения функций глубокорыхлителя, но не участвуют в основной операции [6].

Разновидности конструкции долот и их функциональность

Одним из методов обеспечения нужной износостойкости долот глубокорыхлителей, как известно, может являться, их конструктивное исполнение. При-

мером 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 [7] 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).

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.

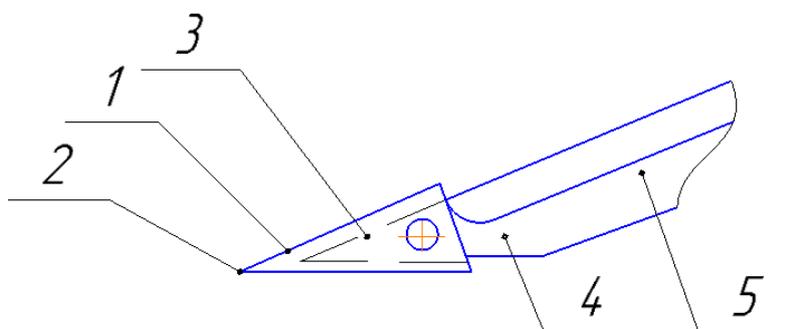


Рисунок 4 – Рабочий орган глубокорыхлителя

В соответствии с работой [8] 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.

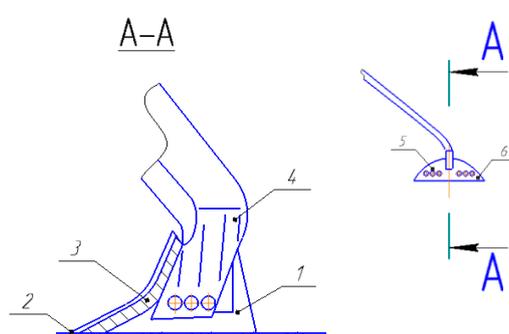


Рисунок 5 – Глубокорыхлитель почвы с упрочненным долотом, имеющим форму полого цилиндра

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

По мнению [9] 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).

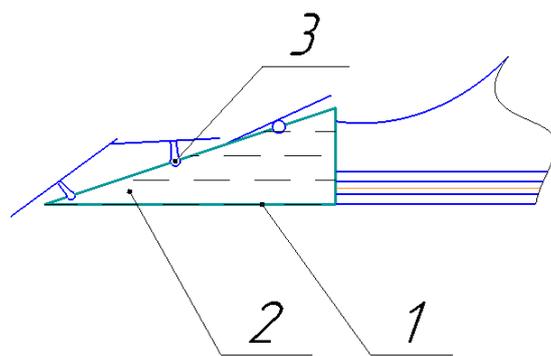


Рисунок 6 - Устройство для безотвальной обработки почвы в междурядьях многолетних насаждений

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 [10] 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 [11] 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 эксплуатационно-энергетических затрат в исследованиях [12] 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).

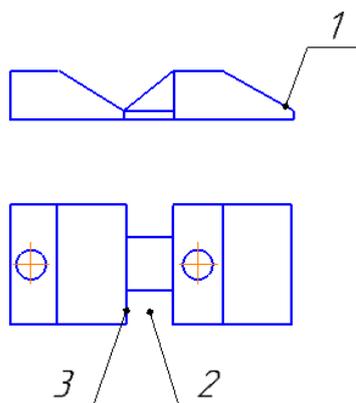


Рисунок 7 – Долото с двумя режущими кромками

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

Широкое распространение получило долото [13], 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.

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 дрелер 1 (рисунок 9) с коническим наконечником 2 [14], 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.

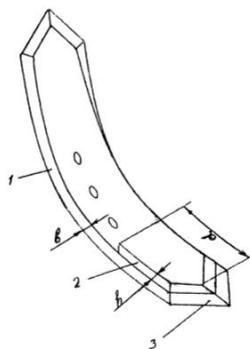


Рисунок 8 - Упрочненное долото глубокорыхлителя (1 - долото , выполненное в виде изогнутой пластины; 2 - наплавленный слой толщиной h и общей длиной d ; 3 - торец рабочей части долота; b - толщина пластины долота)

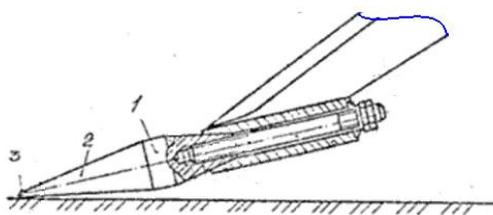


Рисунок 9 – Дренер

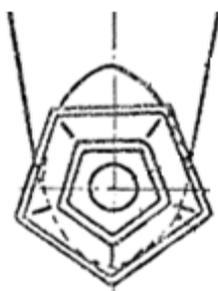


Рисунок 10 – Профиль конического наконечника

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

Увеличение ресурса рабочего органа глубокорыхлителя может быть достигнуто использованием S – образного обратного долота (рисунок 11) [15], 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 [16] показали, что служебные свойства долот глубокорыхлителей можно повысить применением многослойной 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.

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.

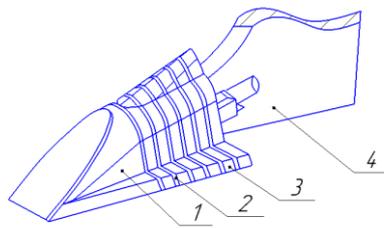


Рисунок 12 – Многослойное долото (1 – наральник; 2 – мягкий слой; 3 – твердый слой; 4 – стойка)

Разработанный в [17] 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 [18] 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.

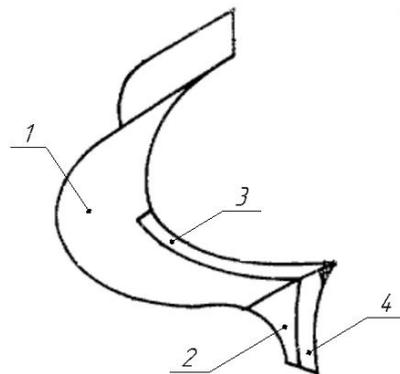


Рисунок 13 – Исполнительный орган глубокорыхлителя

Техническим недостатком рабочего органа рыхлителя [19], 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.

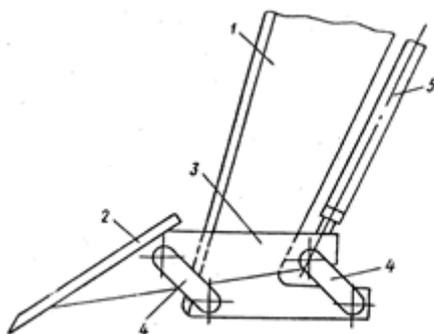


Рисунок 14 – Рабочий шарнирно – соединенный орган рыхлителя

Долото [20] (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.

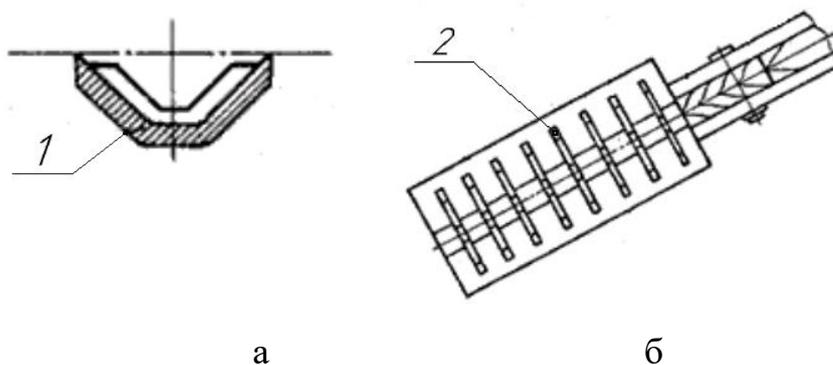


Рисунок 15 – Эллипсообразное долото: а – разрез долота;
б – верхняя поверхность долота

Причиной, препятствующей распространению данного технического результата относится снижение качества рыхления при увеличении влажности почвы вследствие залипания исполнительного органа. Повышение ресурса так-

же объясняется залипанием, что не может быть принято во внимание с технической точки зрения.

Среди долот различной геометрической формы выделяется долото [21], 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

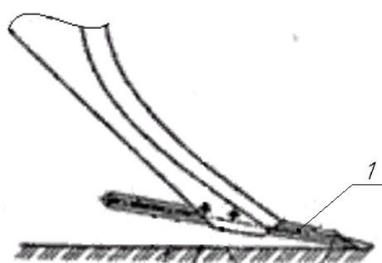


Рисунок 16 – Долото в виде круглого стержня

Причиной, препятствующей реализации таких долот является технологическая сложность их изготовления. Более того в [21] отсутствуют результаты, подтверждающие повышение стойкости к абразивному изнашиванию.

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 [21]. Однако, подобная форма долота не окажет существенного влияния на повышение его ресурса.

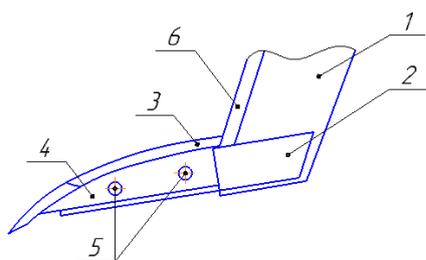


Рисунок 17 – Рабочий орган глубокорыхлителя

Рабочий орган глубокорыхлителя включает закрепленный на стойке 1 носок 2, на котором установлено долото 3 с логарифмической кривизной рабочей поверхностью. 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.

Заключение

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 наплав-

ленным сплавом высокой твердости наконечником, однако его нельзя считать вполне изученным в плане технологической и экономической эффективности.

Список используемой литературы

1. <http://promplace.ru/glubokorihliteli-656.htm> (дата обращения 21.02.24).
2. <http://stroy-technics.ru/article/rykhliteli> (дата обращения 21.02.24).
3. <https://железный-конь.рф/orudiya-i-mashiny-dlya-pochvozhhitnoj-sistemy-obrabotki> (дата обращения 21.02.24).
4. Винокуров В.Н., Еремин Н.В. Система машин в лесном хозяйстве: учеб. для вузов. М.: Академия, 2004. 320 с.
5. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: КолосС, 2003. 464 с.
6. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
7. Рабочий орган глубокорыхлителя: пат. 2263429 Рос. Федерация: МПК А01В13/08 А01В13/16 / Зволинский В.П., Климов С.В., Шагаипов М.М., Салдаев А.М.; заявл. 16.08.2004; опубл. 10.11.2005, Бюл. № 31.
8. Рабочий орган глубокорыхлителя: пат. 2269237 Рос. Федерация / Елисеев А.К., Салдаев А.М.; заявл. 12.08.2004; опубл. 10.02.2006, Бюл. № 4.
9. Устройство для безотвальной обработки почвы в междурядьях многолетних насаждений: пат. 2415525 Рос Федерация / Медовник А.Н., Твердохлебов С.А., Тарасенко С.А., Цыбулевский В.В., Горовой С.А., Самсонов А.А., Городничий А.С.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. - № 2009125226/21; заявл. 01.07.2009; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 10.
10. 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). - № 2012147994/13; заявл. 12.11.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.
11. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.
12. Борисенко И.Б., Борисенко П.И., Павленко В.И., Пындак В.И., Кутузов Д.С., Елфимов М.В., Арзамасцев В.П. Рабочий орган для глубокорыхлителя: Патент России № 2007108821. 2007. Бюл. № 21.
13. Ветер В.В., Бондаренко В.В., Белкин Г.А., Марков Б.А., Епифанов В.М. Долото глубокорыхлителя: пат. 2532971 Рос. Федерация Патент России № 2013127478. .2013. Бюл. № 32.
14. Назарков Ю.М., Салдаев А.М. Рабочий орган глубокорыхлителя: № 1790826 1990. 1993, Бюл. № 4.
15. Панов И.М., Кузнецов Ю.А., Павлов А.В., Корабельский В.И., Ветохин В.И., Гильштейн П.М., Сонис З.Г. Рабочий орган почвообрабатывающего № 1303051 СССР. 1987. Бюл. № 14.
16. Белый. А.В., Щукин С.Г. Рыхлящее долото экспериментального орудия // Прикладные аспекты студенческой науки: сборник XV региональной научно-практической конференции. Новосибирск, 2016. С. 113-118.

17. Игамбердиев А.К., Кушнарев А.С. Глубокорыхлитель: пат. №1466668 СССР / 1989. Бюл. № 11.
18. Аникин А.А., Юдкин В.В., Бойков В.М. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: пат. 1436898 / 1988. Бюл. № 42.
19. Болбышко В.А., Беляев А.А. Рабочий орган рыхлителя: пат. 1641209 СССР / 1991. № 14.
20. Богатов Е.А., Танклевский А.М., Барчук А.С. Глубокорыхлитель: пат. № 1192650 СССР. 1985. № 43.
21. Салдаев А.М. Рабочий орган щелевателя: пат. №1630620 СССР; 1991.

УДК 631.312

РАЗНОВИДНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ

*д.т.н. профессор Михальченков А.М., к.т.н. Кузюр В.М.,
магистрант Феськова Г.И., магистрант Барнась В.С.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. На основании проведенных изысканий предложена классификация лемехов плугов и намечены перспективы совершенствования их конструкции с целью повышения показателей надежности.

Ключевые слова: лемеха; плуги; рабочий орган; классификация лемехов; конструкции лемехов; показатель надежности.

VARIETIES OF PLOW SHARE DESIGN

*Doctor of Technical Sciences Professor Mikhalchenkov A.M.,
candidate of technical sciences Kuzur V.M.,
master's student Feskova G.I.,
master's student Barnas V.S.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. Based on the research carried out, a classification of plowshares was proposed and prospects for improving their design were outlined in order to increase reliability indicators.

Key words: ploughshare; plows; working body; classification of ploughshares; plowshare designs; reliability indicator.

Введение

Плужные лемеха относятся к основным элементам плужных корпусов, они выполняют функцию ножа (лезвия), осуществляющего подрезание почвенного пласта. На ряду, с этим данная деталь имеет такую пространственную кон-

струкцию, которая позволяет направлять движение почвы на отвал [1]. Естественно этот конструктивный элемент подвергается существенным нагрузкам со стороны почвы, а так же ее абразивному воздействию, что привело к созданию различных конструкций данной детали. Определенную роль в конструктивном исполнении лемехов играет состав почвы и климатические условия региона, где проводится вспашка [2]. Наличие большого количества конструктивных схем требует проведения анализа существующих лемехов, их функциональных возможностей и назначения.

Цель

Критически рассмотреть разновидности конструкции плужных лемехов.

Раскрытие цели

Как правило, классификация по геометрии распространяется на цельнометаллические лемеха. Они могут быть: трапецеидальные, долотообразные, оборотные, треугольные и зубчатые [3].

Трапецеидальный лемех (рисунок 1.1). Лемех устанавливается на предплужниках и на некоторых видах плугов, работающих на легких почвах. Они технологичны в изготовлении, однако быстрая утрата заглубляющей способности приводит к снижению равномерности глубины вспашки.

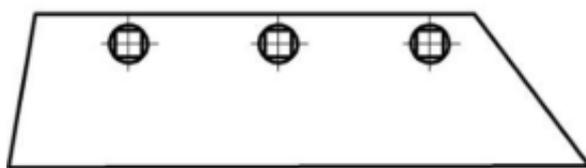


Рисунок 1 – Трапецеидальный лемех

Долотообразный лемех (рисунок 2) имеет удлиненный носок в виде долота, благодаря чему он лучше заглубляется и более устойчив в работе.

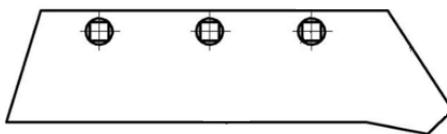


Рисунок 2 – Лемех долотообразный

Оборотный лемех (рисунок 3) [4] имеет форму параллелограмма с режущими кромками на его длинных противоположных сторонах. Два ряда крепежных отверстий позволяют переворачивать лемех, что увеличивает его ресурс. В то же время данная конструкция не нашла широкого распространения из-за сравнительно низкой жесткости.

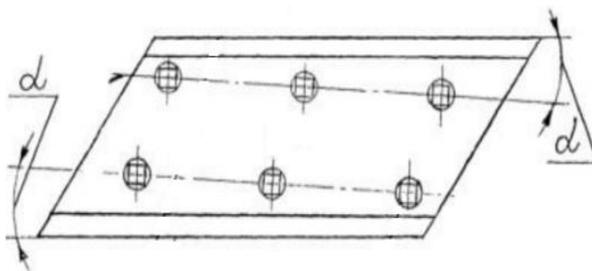


Рисунок 3 - Оборотный лемех

Треугольные лемеха (рисунок 4) применяют на некоторых специальных плугах, картофелекопателях, канавокопателях и рыхлителях, когда требуется создать большое давление лезвия на отрезаемый почвенный пласт [5].

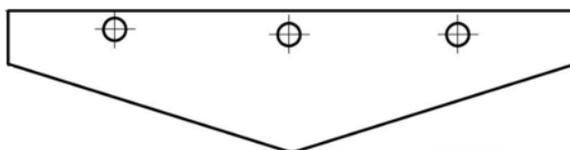
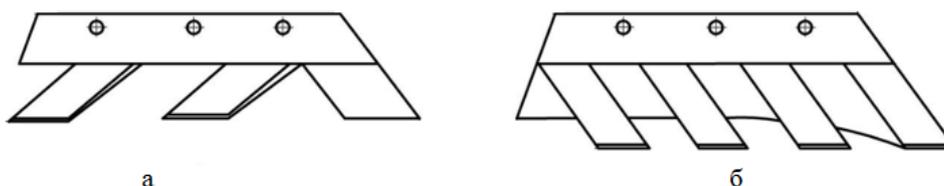


Рисунок 4 – Треугольный лемех

Зубчатый лемех (рисунок 5) имеет прерывистое лезвие [6], благодаря которому происходит частичное подрезание, а также отрыв пласта снизу. Так как сопротивление почвы на отрыв меньше, чем на резание, то при использовании таких лемехов тяговое сопротивление корпуса снижается.



а – для тяжелых почв, б – для плотных сильно иссушенных почв

Рисунок 5 – Зубчатый лемех

Такие лемеха хорошо зарекомендовали себя на вспашке сухих не каменистых почв, однако на увлажненных и мягких почвах, засоренных камнями, они получали отрицательные отзывы, вызванные поломками носового зуба, забиванием междубового пространства и в связи с этим возрастанием силы тяги и выглублением плуга

Таким образом по геометрической форме лемеха делятся на: трапецидальные; долотообразные; оборотные; треугольные; зубчатые. Геометрия лемеха определяется его функциональным назначением.

Составные плужные лемеха

К составным плужным лемехам относятся: трапецидальный со сменным лезвием, долотообразный со сменным долотом (односторонним или двухсторонним).

Конструкция составного лемеха со сменным лезвием (рисунок 1.6) [7] должна обеспечивать увеличение его ресурса за счет использования сменной узкой полосы лезвия из износостойкой стали Х12Ф1. Такой лемех не нашел практического применения вследствие низкой технологичности, недостаточной надежности болтовых соединений и недостатков, характерных для трапецидальных лемехов.

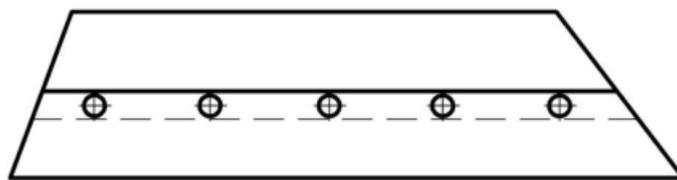


Рисунок 6 - Составной трапецидальный лемех со сменным лезвием

Основным достоинством лемеха со сменным долотом является то, что они позволяют более эффективно использовать металл корпуса лемеха. Это связано с тем, что интенсивность изнашивания области носка значительно превышает такой же критерий остова лемеха [8]. Кроме того, при изгибе или изломе заглубляющей части имеется возможность замены долота, а не всего лемеха. С технологической точки зрения изготовление лемехов с таким конструктив-

ным решением также упрощается, так как имеет место разделения 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 [8].

На рынке сельскохозяйственной техники Российской Федерации преобладают плуги и соответственно комплектующие к ним, следующих зарубежных компаний: «Лемкен»; «Кун»; «Квернеланд»; «Фогель и Ноот»; «Грейгори Бессон» [9].

Лемех со сменным долотом фирмы «Лемкен» (рисунок 1.7) состоит из трапециевидного остова (а) и долота (б). Лемеха и долото могут быть наплавлены твердым сплавом, а также, поставляются без наплавки [10]. Лемех и долото изготовлены из стали марки 35Г и термообработанны на твердость 51 HRC. Геометрические параметры: толщина по спинке - 10 мм; лезвие лемеха вальцовано и имеет толщину режущей кромки 3,0...3,5 мм; толщина долота составляет 16 мм; угол заточки долота - 25° у лезвия в зоне пятки - 4° .

Лемех обладает высокими заглубляемостью и ресурсом. Так, на суглинистой и супесчаной почве наработка на отказ достигает до 30 га. За срок службы лемеха долото заменяется 1...2 раза.



Рисунок 7 – а – остов лемеха фирмы «Лемкен»; б – долото с наплавкой фирмы «Лемкен»

Составной лемех фирмы «Кун» [11] имеет долотообразный остов и накладное обратное долото (рисунок 8) термоупрочненные на твердость 50 HRC. 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° . Увеличенный угол резания в сочетании с большим вылетом долота (65 мм) обеспечивают высокую заглабляющую способность. Уменьшенный угол резания на остове лемеха позволяет заострять лезвие по мере его износа, повышая тем самым его конструкционную износостойкость, и снижая тяговое сопротивление.



Рисунок 8 – а – остов лемеха фирмы «Кун»; б – долото фирмы «Кун»

Лемех норвежской фирмы «Квернеланд» [12] состоит из остова с лезвием, полученного кузнечным способом, и накладного обратного долота (рисунок 9). Лемех имеет переменный угол резания по длине, при этом угол наклона лезвия к дну борозды в носовой части на 10° ... 12° превышает аналогичный параметр в средней части лемеха и на пятке. Переменный угол резания, достигаемый пространственным искривлением лицевой плоскости лемеха, позволяет существенно улучшить его функциональные качества за счет сочетания высокой заглабляющей способности носка и пониженного тягового сопротивления, обусловленного получаемой в процессе эксплуатации остротой лезвия. Остов и долото термоупрочнены на твердость 53 HRC. Лемех компании «Квернеланд» - предназначен для обработки твердых тяжелых и каменистых почв. Компания «Фогель и Ноот» стала производит лемеха (рисунок 10) из стали Permanit [13].



Рисунок 9 – а – Остов лемеха; б – долото лемеха - «Квернеланд»

Благодаря повышенному содержанию углерода, значительно повысилась твердость и износостойкость деталей. Малый износ и длительный срок службы означают наивысшую экономическую эффективность – то, что, в конечном счете, и нужно сельхозпроизводителю. Лемех оснащается обратным долотом. Твердость остова и долота составляет 48 HRC.



Рисунок 10 – Остов (а) и долото (б) компании «Фогель и Ноот»

Лемех Французской компании «Грейгори Бессон» [14] имеет накладное долото с тремя крепежными отверстиями (рисунок 11), что позволяет перевернуть его в случае износа одной из его сторон.



Рисунок 11 - Остов (а) и долото (б) фирмы «Грейгори Бессон»

Конструкция лемеха с выдвижным долотом предусматривает компенсацию опережающего износа носовой части поэтапным, выдвижением долота из корпуса плуга [15, 16, 17, 18]. Долото устанавливается в наклонном фрезерованном пазе, размещенном в башмаке, и имеет набор крепежных отверстий.

При эксплуатации лемех этой конструкции также происходит захват и удержание растительных остатков, что приводит к повышению тягового сопротивления и снижению устойчивости хода плуга по глубине.

Заключение

1. Предложена собственная классификация лемехов плугов.
2. Рассмотрены конструктивные особенности этих деталей, выявлены положительные и отрицательные стороны различных конструкций.
3. Намечены перспективы совершенствования конструкции для улучшения показателей надежности.

Список используемой литературы

1. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 244 с.
2. Горбачев С.П., Руденко Н.Е. Комбинированные почвообрабатывающие машины: монография. Ставрополь: АГРУС, 2015. 94 с.
3. Колпаков А.В. Повышение износостойкости плужных лемехов методом науглероживания поверхностного слоя // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2007. № 10. С. 11-12.
4. Маслов Г.Г., Юдина Е.М., Вовк В.В. Эффективность оборотных плугов без полевой доски // Сельский механизатор. 2018. № 10. С. 14-15.
5. Михальченков А.М., Тюрева А.А., Михальченкова М.А. Новые способы упрочнения плужных лемехов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 12. С. 39-40.
6. Федюнина Т.В., Русинов А.В. Теоретические исследования процесса резания зубчатым лемехом // Научная жизнь. 2018. № 5. С. 6-11.
7. Михальченкова М.А., Синяя Н.В., Казанцев С.П. Влияние абразивостойкой наплавки и заточки на сопротивляемость изнашиванию подрезающей части восстановленных составных лемехов // Вестник Брянской ГСХА. 2014. № 4. С. 26-31.
8. Причины предельного состояния составных лемехов импортного производства и их упрочнение наплавочными методами / И.В. Козарез, В.А. Антипин, В.А. Карпухин, А.В. Пиллюгайцев // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 5 (75). С. 66-70.
9. Козарез И.В., Гуцан А.А., Киселева Л.С. Приобретенные дефекты составных импортных лемехов // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 66-70.
10. 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. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.
11. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Лавров В.И. Упрочнение составных плужных лемехов импортного производства // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2020. С. 163-171.
12. Износы составных лемехов плугов на примере компании "Фогель и Ноот" / С.А. Феськов, А.А. Бирюлин, В.М. Лузик и др. // Труды инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ. Брянск, 2021. С. 110-129.
13. Гуцан А.А. Обоснование совмещенной технологии повышения долговечности составных плужных лемехов импортного производства // Инновационные тенденции развития

российской науки: материалы XVI междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Красноярск, 2023. С. 277-279.

14. Технология восстановления ножей составных лемехов импортного производства (на примере компании "Лемкен") / А.М. Михальченко, А.Ф. Шустов, Н.В. Синяя, М.О. Лещев // Технический сервис машин. 2023. № 2 (151). С. 95-102.

15. Михальченко А.М., Феськов С.А., Лещев М.О. Оценка ремонтпригодности изношенных ножей составных лемехов (на примере плугов компании "Лемкен") // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 2. С. 112-117.

16. Михальченко А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.

17. Михальченко А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции / отв. за вып. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.

18. А.М. Михальченко, А.М. Гринь, А.А. Гуцан, С.В.У. Уралов Технология повышения ресурса остова составного плужного лемеха путем оптимизации расположения упрочняющего покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 3 (171). С. 103-105.

УДК 631.312

ОТВАЛЫ ПЛУЖНЫХ КОРПУСОВ

*к.т.н. Феськов С.А., к.э.н. Ульянова Н.Д.,
магистрант Осипов С.А., магистрант Голыго А.Н.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. На основании анализа конструкций плужных отвалов их достоинств и недостатков предложено собственное исполнение таких деталей, обеспечивающих повышенный ресурс и увеличенную степень крошения почвы.

Ключевые слова: плужные отвалы; геометрия отвалов; разновидности конструкции; надёжность; повышение агротехнических показателей.

PLOW BODIES

*candidate of technical sciences Feskov S.A.,
candidate of economic sciences Ulyanova N.D.,
master's student Osipov S.A., master's student Golygo A.N.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. Based on an analysis of the designs of plow moldboards, their advantages and disadvantages, our own design of such parts has been proposed, providing an increased service life and an increased degree of soil crumbling.

Key words: plow dumps; dump geometry; types of design; reliability; increasing agrotechnical indicators.

Введение

Детали плугов, имеющие сферические рабочие поверхности получили название – отвалы. Они применяются в качестве деталей рабочего органа плугов различного назначения, мелиоративных, лесных, для первичной обработки почвы - вспашки. В этом случае отвал служит рабочей частью плуга, предназначенной для подъема пласта почвы, подрезанного лемехом деформирования его, оборачивания, отваливания в борозды, крошения и рыхления [1].

После подрезания почвы лемехом, ее пласт перемещается (поднимается) по винтообразной рабочей поверхности отвала без деформации и действует на рабочую поверхность детали силой веса [2].

Перемещение пласта сопровождается оборачиванием, т.е. изменением взаимного расположения верхних и нижних слоев почвы [3]. Этот процесс обеспечивает заделку дернины, пожнивных остатков, сорняков вглубь почвы. В свою очередь, заделка создает благоприятные условия для гниения перевернутой массы под действием микроорганизмов. Кроме этого оборот пласта способствует накоплению запасов влаги, предотвращает эрозийные, и регулирует микробиологические процессы, повышая плодородие почвы. Немаловажным считается обеспечение торможения развития сорных растений, и даже их уничтожение. Имеются сведения об обеспечении условий уничтожения вредителей за счет оборота пласта. В результате этого создаются предпосылки для безгирбицидного возделывания большинства сельскохозяйственных культур. В случае использования органических удобрений оборачивание обеспечивает их заделку.

Под отваливанием понимается - вращение почвенного пласта с изменением взаимного расположения слоев почвы. Создание геометрии поверхности детали создающей условие для отваливания почвы, обеспечивает во многом перемешивание пласта и уход поверхностной его части в нижние горизонты.

Крошение это разделение обрабатываемого слоя почвы на отдельные структурные агрегаты (комочки), сопровождающееся увеличением расстояний между ними и, следовательно, уменьшением объемной массы (плотности) почвы [4].

Рыхление подразумевает изменение размеров почвенных комков и расстояния между ними, в тоже время рыхление зависит от геометрической формы рабочей поверхности корпуса плуга, так как она определяет характер силового воздействия на почву.

Широкая распространённость отвалов, их дороговизна и сравнительно не высокий ресурс вызывают необходимость применение дополнительных технологических мероприятий, как в период производства, так и в период эксплуатации, позволяющих повысить их долговечность. Разработка соответствующих технологий требует определенных знаний существующих конструкций этих деталей, с точки зрения повышения показателей надежности.

Цель

Изучить особенности и недостатки существующих отвалов плужных корпусов в аспекте их надежности

Раскрытие цели

Отвалы классифицируются по следующим признакам:

1. Форма рабочей поверхности;
2. Конструктивное исполнение;

Каждый из этих признаков находится во взаимной связи между собой и имеет свое собственное деление (классификацию).

По форме отвалы разделяют на четыре основных группы: винтовые; полувинтовые; культурные, цилиндрические (цилиндровинтовой - американский) (рисунок 1.5) [5, 6, 7].

Известно, что при вспашке винтовыми отвалами пласт переворачивается по винтовой траектории [8]. Отвал переворачивает пласт достаточно медленно, т. к в силу специфичности поверхности скорость перемещения пахотного агрегата относительно невелика. В этом случае превалирующим фактором является оборот пласта в сравнении с его крошением. Поэтому отвалы такой формы рекомендуется использовать при пахоте, не требующей большой глубины, когда предшественником являются многолетние травы и главным фактором вспашки – заделка сорняков и пожнивных остатков.

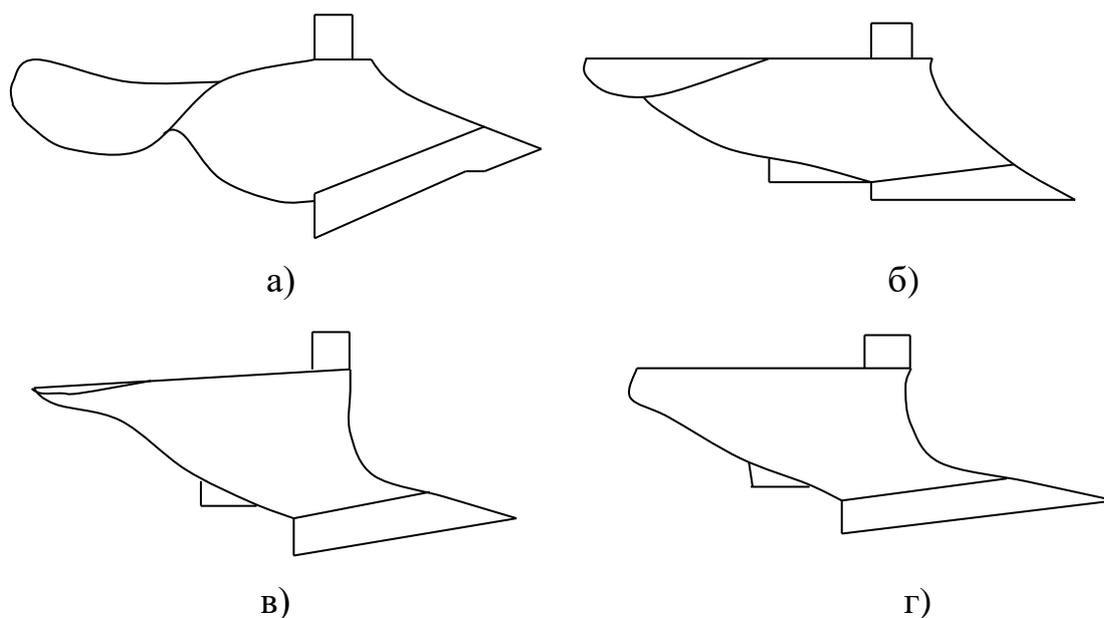


Рисунок 1.5 - Схема форм рабочих поверхностей отвалов

а - винтовой; б - полувинтовой; в - культурный; г - цилиндрический

В свою очередь винтовые поверхности по геометрической форме делятся на три типа: вогнутая, выпуклая, прямолинейная. Выбор формы поверхности основан на исключении или уменьшении залипания почвы и минимального расхода энергии на деформацию пласта [9].

Полувинтовые отвалы имеют хорошую оборачивающую способность пласта почвы, но крошение является недостаточным (хотя и лучшим чем у винтовых отвалов), из-за геометрии поверхности (большой подворот крыла). Поэтому, их применяют для вспашки тяжелых, связных почв, а чтобы доваливать в борозду почвенный пласт ставят удлинители-перо. Данные детали устанавливают на усиленных плугах общего назначения и кустарниково-болотных [9].

Рабочая поверхность у культурного отвала имеет крошащую грудь с малой кривизной (для уменьшения залипания) и образована так же как у цилиндрического, поэтому, по мере подъема пласта почвы по детали происходит лучшее крошение и возрастает оборачиваемость. Они получили наибольшее распространение и устанавливаются фактически на всех плугах общего назначения. Однако, по мнению некоторых авторов [10, 11] оборачиваемость пласта при пахоте старопахотных почв недостаточная. В связи с этим на корпусах плугов предусматриваются предплужники.

Цилиндрические отвалы - это отвалы, у которых поверхность соответствует части цилиндра и вызывает сильное напряжение почвы, что способствует ее разрыхлению. В отличие от винтовой он поднимает пласт на себя и скручивает в косую трубку. Эти отвалы адаптированы для гребневой глубокой пахоты (зяблевая пахота). У данного типа отвала наиболее простая геометрическая поверхность [12].

Профиль цилиндровинтовых или «американских» отвалов разделен на две части: первая часть цилиндрическая, а верхняя часть – винтовая. Они представляют компромисс, между цилиндрической и винтовой поверхностями. Такая форма геометрии обеспечивает определенную универсализацию отвалов и делает их многоцелевыми [13].

По конструктивному исполнению:

В отечественном сельскохозяйственном машиностроении наибольшее распространение получило производство цельных отвалов выполненных штамповкой либо прокаткой и подвергнутых цементации. В случае приобретения таким отвалом дефектов не совместимых с агротехническими требованиями необходима его замена, хотя большая часть площади рабочей поверхности остается работоспособной.

Поэтому, нашли применение отвалы, выполненные со сменной грудью, что позволяет значительно увеличить срок его службы [14]. Однако в данном случае требуются изменения, в конструкции стойки в связи с дополнительным крепежом и возникает необходимость в обеспечении высокой точности изготовления стыка «грудь – остов отвала».

Так же известна конструкция отвала с упрочненной накладкой, совмещенной с лемехом и его носовой частью (рисунок 1.6) [15]. Такая конструкция, безусловно, обеспечивает повышение долговечности, но затруднительна в изготовлении, вследствие необходимости повышения точности стыков и наличия дополнительного крепежа. Предлагаемое исполнение имеет две схемы: схема, заключающаяся в том, что накладка изготовлена совместно с лемехом и частично закрывает часть площади груди отвала. В следующей схеме накладка

являющаяся частью лемеха одновременно заменяет определенную (наиболее изнашиваемую) часть груди. Рассмотренная конструкция, повышая долговечность корпуса, усложняет его конструкцию.

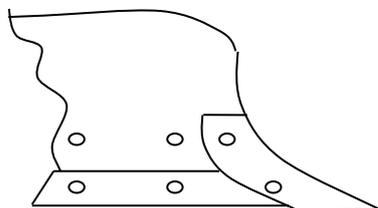


Рисунок 1.6 - Схема отвала с упрочненной накладкой, совмещенной с лемехом

Для вспашки почв повышенной изнашивающей способности в ряде случаев рекомендуется применять конструкцию отвала, выполненную из двух частей, крыла и груди неправильной геометрической формы (рисунок 1.7) [16].

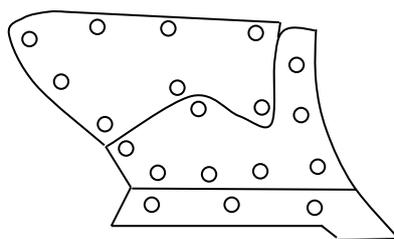


Рисунок 1.7 - Схема конструкции отвала

Анализ тенденций развития плугов показывает, что расширяется применение корпусов со щелевыми, полосовыми, пластинчатыми, прутковыми и другими несплошными отвалами (рисунок 4). Они имеют меньшую площадь рабочих элементов, взаимодействующих с пластом, и более эффективно воздействуют на обрабатываемую почву.

Большинство известных корпусов типа щелевые, полосовые, пластинчатые выпускаются серийно фирмой Rabewerk (ФРГ), и имеют незначительную ширину щели между элементами отвала, и поэтому процесс вспашки почти не отличается от традиционного. Ограничения на размер свободного пространства между элементами отвалов сопровождаются стремлением не допускать прохождения в эти промежутки крупных комков (рисунок 1.8 в).

Однако при эксплуатации таких отвалов возникают определенные трудности, связанные с конструктивными недостатками [17]. Так в определенной степени, утрачивается жесткость детали; возникают сложности с крепежом; имеет место низкая универсальность по отношению к различным типам почв; кроме того их изготовление связано с определенными технологическими трудностями. Возникают также проблемы при восстановлении.

Чтобы достичь нужного качества обработки почвы применяются отвалы, с изменяемыми технологическими и геометрическими параметрами. Для лучшего крошения почвы применяются отвалы с дополнительными элементами, расположенными на рабочей поверхности [18].

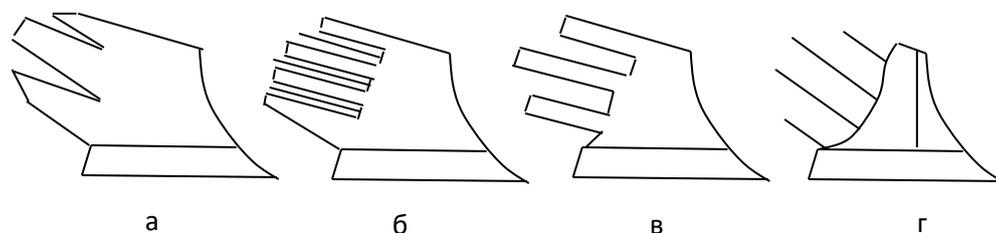


Рисунок 1.8 - Корпуса с различными отвальными поверхностями
а - щелевой; б - полосовой с прутками; в - пластинчатый; г - прутковой

На рисунке 1.9 а, б показаны наиболее характерные детали с рыхлящими элементами.

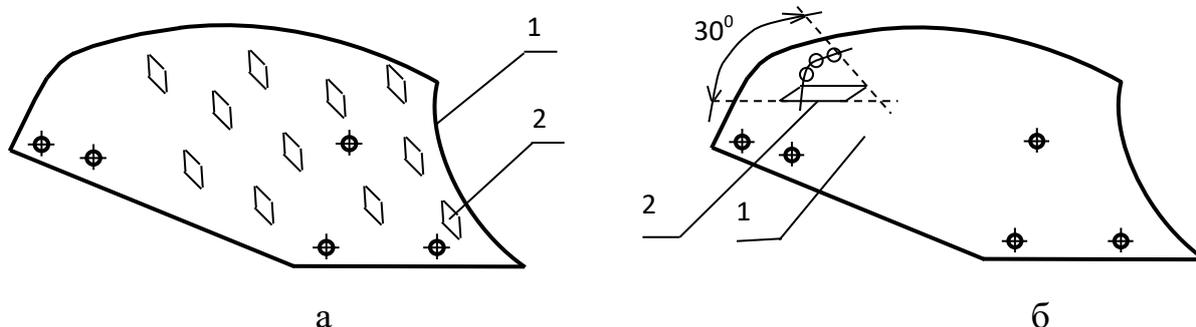


Рисунок 1.10 - Схема отвалов обеспечивающих повышенное крошение почвы
(а-с рыхлящим элементом; б-с дополнительным ножом)

1 - отвал; 2 - рыхлящий элемент.

Наряду с отмеченными конструкциями так же известны следующие не столь широко распространенные отвалы:

- активный отвал, жестко закреплен в двух шариковых опорах на комбинированном плуге. В процессе работы лемех подрезает почвенный пласт, который поступает на грудь отвала и, встречаясь с вращающимися ножами ротора, установленными за отвалом, режется на фракции;

- с установкой дополнительных режущих элементов флюгерного типа в зоне стыка лемеха и отвала (стыковой обрез), которые улучшают крошение на переуплотненных, пересушенных почвах;

- полосовой отвал с вибрирующими опорами, приводит к улучшению обработки почвы;

- с установкой на рабочей поверхности закрепленных дополнительных рыхлящих элементов в виде вращающихся дисков, которые способствуют рыхлению;

- с закрепленными на рабочей поверхности элементами способствующими крошению и препятствующими обороту пласта.

Основным недостатком подобных конструктивных исполнений является возрастание энергозатрат, выражающееся в увеличении тягового сопротивления. Немаловажным следует считать усложнение конструктивного исполнения и как следствие дополнительные технологические трудности при изготовлении.

Следует, что общим признаком плужных корпусов различных ведущих фирм Eberhardt, Lemken, Overum, Niemeier является – грудинка, крыло, удлинитель отвала.

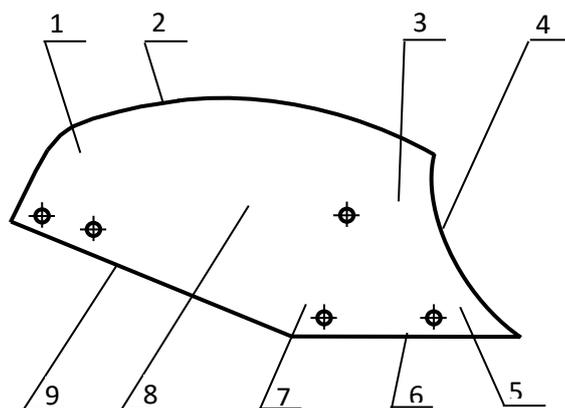


Рисунок 1.12 - Схема конструкции областей отвала

1-крыло; 2-верхний обрез; 3-грудь; 4-полевой обрез; 5-носок; 6-стыковой обрез;
7-пятка; 8-рабочая поверхность; 9-бороздной обрез

В заключение рассмотрим основные элементы конструкции областей классического культурного отвала (рисунок 1.12) к ним относятся: крыло, верхний обрез, грудь, полевой обрез, носок, стыковой обрез, пятка, рабочая поверхность, бороздной обрез.

Заключение

1. Рассмотрена классификация отвалов по их геометрической форме, отмечены достоинства и недостатки.
2. Проанализированы параметры надёжности отвалов по их конструктивному исполнению.
3. Дано конструктивное исполнение отвалов, обеспечивающих повышенный ресурс и увеличенную степень крошения почвы.

Список используемой литературы

1. Обработка почвы / О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 88 с.
2. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
3. Горбачев С.П., Руденко Н.Е. Комбинированные почвообрабатывающие машины: монография. Ставрополь: АГРУС, 2015. 94 с.
4. Никифоров М.И., Никифоров В.М. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии. Разд. Обработка почвы в интенсивном земледелии, сорные растения и меры борьбы с ними, основы агрохимии: учеб.-метод. пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. Ч. 2. 148 с.

5. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2008. 816 с.
6. Кленин Н.И., Сакун В.А., Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1980. 664 с.
5. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. М «Колос», 1968. Ч. 2. 296 с.
7. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2008. 816 с.
8. Кленин Н.И., Егоров В.Т. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: КолосС, 2003. 464 с.
9. Горбачев И.В., Окнин Б.С., Халанский В.М. Справочник механизатора. М.: Агропромиздат, 1985. 320 с.
10. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1989. 527 с.
11. Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины. М.: Академия, 2009. 264 с.
12. Красниченко А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. М.: Колос, 1961. 862 с.
13. Некрасов С.С., Приходько И.Л., Баграмов Л.Г. Технология сельскохозяйственного машиностроения. М.: КолосС, 2004. 352 с.
14. Корпус плуга: пат. 631097: А 01В15/00 СССР / Стародинский Д.З., Головенко Н.П.; заявитель и патентообладатель Одесская науч.-исслед. станция государственного союзного науч.-исслед. тракторного ин-та; заявл. 11.02.76; опубл. 15.05.1978, Бюл. № 18.
15. Голубничий Н.Т. Корпус плуга: № 2217888 .2001. Бюл. № 15
16. Кандауров Н.С. Корпус плуга: пат. № 94033859: 1994; опубл. 10.10.1996.

УДК 631.311

СФЕРИЧЕСКИЕ ДИСКОВЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ - КОНСТРУКЦИИ И ОСОБЕННОСТИ

*д.т.н., профессор Михальченков А.М., к.т.н. Кожухова Н.Ю.
магистрант Осипов С.А., магистрант Голыго А.Н.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Рассмотрение существующих конструкций дисков дисковых почвообрабатывающих орудий показало, что необходимо проводить совершенствование этих деталей для полной реализации их возможностей.

Ключевые слова: дисковые орудия; сферические диски; конструкции дисков; улучшение почвообработки; совершенствование конструкций.

SPHERICAL DISC WORKING BODIES - DESIGNS AND FEATURES

*Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhalchenkov A.M.,
candidate of technical sciences Kozhukhova N.Y.
master's student Osipov S.A., master's student Golygo A.N.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. A review of the existing designs of disks of disc soil-cultivating implements showed that it is necessary to improve these parts to fully realize their capabilities.

Key words: disc tools; spherical disks; disk designs; improvement of soil cultivation; improvement of designs.

Введение

Сферические диски в качестве рабочих органов орудий, предназначенных для обработки почвы, начали использоваться еще в 1880 году, когда в США широко продавались дисковые бороны. Авторство на дисковую борону, состоящую из целого ряда сплошных дисков, насаженных на один общий вал, принадлежит немецкому инженеру Шварцу [1, 2].

Диски в качестве рабочих органов орудий используют в дисковых плугах, боронах и луцильниках, сеялках, картофелесажалках и свеклоуборочных комбайнах.

Наиболее часто диски изготавливаются из стали 65Г, 70Г, в некоторых случаях из улучшенной стали, легированной бором. Рабочая зона – режущая кромка дисков подвергается термической обработке токами высокой частоты до твердости HRC 35-45 [3].

Диаметры диска бороны должны быть такими, чтобы между осью батареи и поверхностью поля был достаточный просвет. Диаметр дисков средних борон составляет 450-500 мм, тяжелых борон (для обработки на глубину до 25 см) – 650 мм. Толщина сферических дисков также зависит от их диаметра. Заточку лезвия производят со стороны выпуклой поверхности диска, хотя изготавливают и диски с внутренней заточкой, используемые при обработке связных, тяжелых почв. Угол заострения дисков i по условиям прочности и износостойчивости должен составлять 12-25°. Толщина лезвия должна находиться в пределах 0,1-0,5 мм. Устанавливается также зависимость между диаметром диска и радиусом его кривизны [4, 5, 6, 7].

Механическое действие рабочих органов почвообрабатывающих машин направлено на изменение физико-механических свойств почвы с целью повышения его потенциальной энергии, используемой в дальнейшем растениями.

При этом они обеспечивают надлежащее качество обработки почвы, высокую проходимость агрегата и минимальную энергоемкость выполняемого процесса.

Цель

Провести анализ особенностей конструкции сферических дисков почвообрабатывающих орудий

Раскрытие цели

Несмотря на то, что параметры дисковых рабочих органов определены, многие исследователи продолжают работу по их усовершенствованию. Рассмотрим некоторые из конструкций рабочих органов дисковых борон.

Усовершенствованные конструкции сплошного сферического диска предложили В.А. Ежов и сотрудники Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. Петра Василенко. В первом случае диск предлагается выполнять двухслойным (рис. 1 а): твердый слой 1 толщиной $h_1 = 0,8-1,5$ мм и твердостью HRC 55-65 размещается внутри сферы, а мягкий слой 2 – снаружи диска [9].

Второй диск (рисунок 1 б) по периферии сферической рабочей поверхности 1 имеет плоское кольцо 3 шириной h_K с режущей кромкой 4, вырезающей пласт почвы, который направляет на сферическую рабочую поверхность 1 диска. Наличие плоского кольца 3 с режущей кромкой 4 не приводит к уплотнению почвы тыльной стороной 6 сферической рабочей поверхности [10].

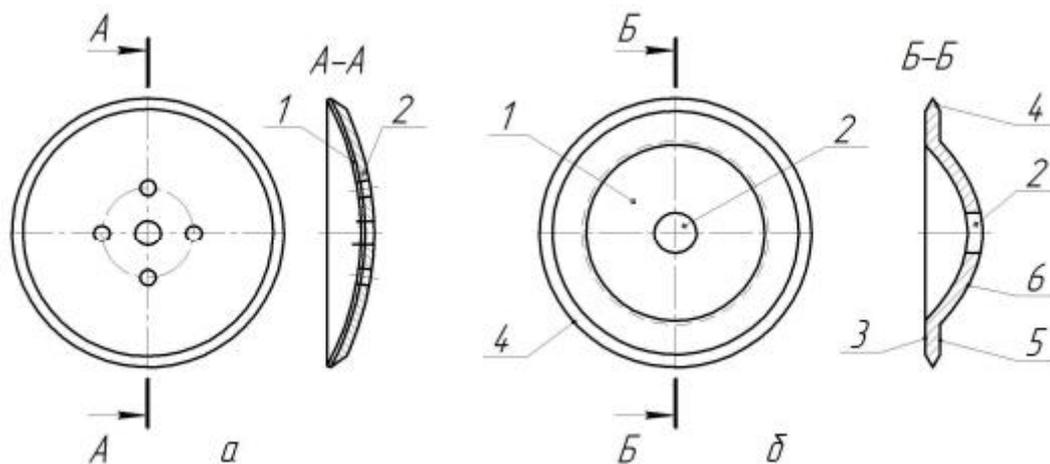


Рисунок 1 - Диски сплошные сферические: а – патент на полезную модель РФ № 77743, б – патент на полезную модель Украины № 25890

Сферическим сплошным диском присущ существенный недостаток – значительное лобовое сопротивление, особенно при малых углах атаки. Поэтому разрабатывались сферические вырезные диски, которые способствуют хорошему перемешиванию и дополнительному крошению почвенного пласта, и благодаря просыпанию почвы через вырезы (окна) имеют меньшее сопротивление. Количество вырезов и их ширина зависят от прочности материала диска и свойств обрабатываемой почвы. Кроме этого, снижается вероятность залипания внутренней поверхности диска почвой.

Конструкцию такого диска предложил А.Н. Ганженко из института сахарной свеклы Украинской академии аграрных наук (рисунок 2 а). Вращающийся диск 1 внешней режущей кромкой 3 подрезает пласт почвы, и дальше в работу вступают режущие кромки 6 перемычек 5 [10].

В.И. Атрошенко предложил конструкцию сферического диска (рисунок 2 б), состоящего из кольцеобразной рабочей части 1, радиального элемента 2, пространства 3 для просыпания почвы, лезвия 4, отверстий 5 для крепления диска [10].

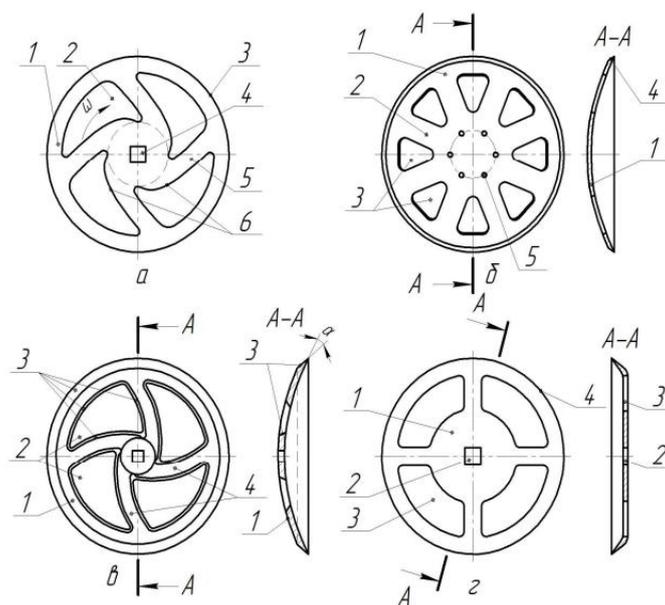


Рисунок 2 – Диски сферические вырезные: а – патент на изобретение Украины № 34238; б – патент на полезную модель Украины №15098; в – патент на полезную модель Украины №33420; г – патент на изобретение Украины №82951

Коллективом сотрудников Кировоградского национального технического университета предложена конструкция сферического диска 1 (рисунок 2 в) с внутренними вырезами 2, который имеет внешнюю и внутренние режущие кромки 3 и перемычки 4, с режущими кромками с углом заострения в пределах $18-25^\circ$ [10].

Рабочий орган дисковой бороны, предложенный Н.З. Зеленским, не относится к сферическим, но все-таки представляет интерес. Он выполнен в виде металлического диска 1 с центральным отверстием 2 и радиальными окнами 3 (рисунок 2 г). Периферийная режущая кромка 4 отогнута от плоскости диска 1. Благодаря наклону диска 1 и наличию в нем радиальных окон 3 почва попадает на другую сторону диска 1 [9].

Дальнейшее совершенствование конструкций дисковых рабочих органов сводилось к снижению усилий, затрачиваемых на разрезание и крошение почвенного пласта. С этой целью на режущей части сферических дисков выполнялись вырезы различных размеров и конфигурации, что позволяет более интенсивно измельчать пожнивные остатки, сорняки и пласты почвы, т. е. улучшать качество обработки.

Диск, разработанный сотрудниками Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко, имеет вырезы (рисунок 3 а). Одна режущая кромка выреза 1 расположена радиально и совпадает с прямой, проведенной из центра диска. Вторая режущая кромка 2 расположена под углом φ к радиусу. В зависимости от направления поступательного движения бороны V1 или V2 рабочий орган с разной интенсивностью воздействует на почвенный пласт и пожнивные остатки [8].

Жан-Шарль Жаверляк разработал рабочий орган дисковой бороны (рисунок 3 б), имеющий на своей периферии последовательность лопастей 2, выпуклых наружу и соединяющихся по открытым углам 3. Как вариант диск в сечении может иметь форму усеченного конуса, тороидальной формы. Диск за форму получил название «ромашка». Для уменьшения вибрации бороны в процессе работы диски с пятью лопастями устанавливают на ось с угловым смещением в 18° [10].

Этот же изобретатель предложил также рабочий орган дисковой бороны, у которого на периферийной части диска 1 имеются лопасти 2, предпочтительно нечетное число (рисунок 3 в). Каждая лопасть 2 имеет переднюю 3 и заднюю 4 режущие кромки, выполненные в форме винтов левого вращения. Ширина лопастей уменьшается по мере удаления от оси вращения. В сечении диск также может иметь форму усеченного конуса, тороидальной формы [10].

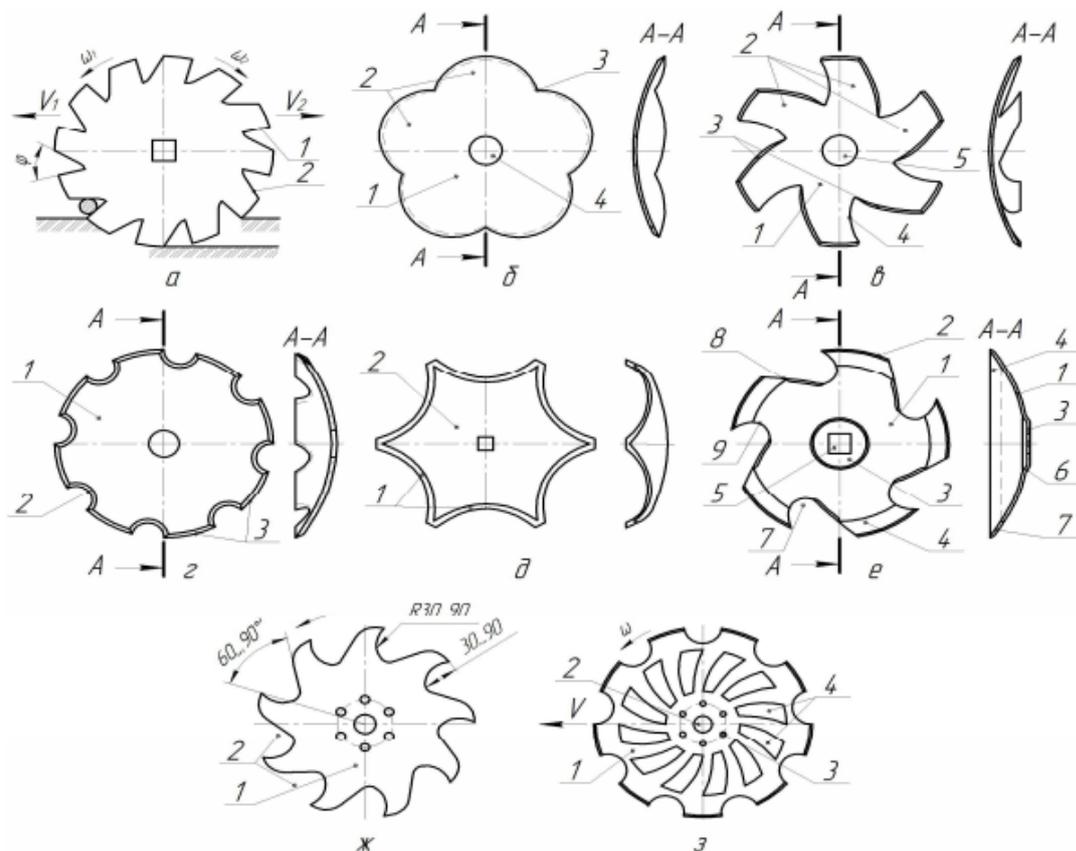


Рисунок 3 - Диски сферические с вырезами на режущей кромке: а – авторское свидетельство СССР № 934929; б – патент на изобретение Украины № 34417; в – патент на изобретение Украины № 46690; г – патент на изобретение Украины № 51293; д – патент на полезную модель России № 68838; е – патент на изобретение России № 2374800; ж – патент на полезную модель России № 69695; з – патент на изобретение России № 2381639

Национальным техническим университетом Украины «Киевский политехнический институт» предложен диск 1, имеющий сферическую форму и вырезы 2 круглой формы с центрами 3 вырезов, размещенными на очертании диска или за его пределами (рисунок 3 г). Такая форма выреза позволяет равно-

мерно проводить рыхление почвы [10]. Дисковый рабочий орган, выполненный в виде многоугольника, разработан федеральным государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет» (рисунок 3 д). Количество граней заточки 1 равно количеству сторон многоугольника, и заточка производится с наружной стороны рабочего органа [9].

Группой сотрудников государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» Российской академии сельскохозяйственных наук разработан дисковый рабочий орган 1 с режущей кромкой 2 на периферии (рисунок 3 е). Прерывистая режущая кромка 2 образована вырезами 7, имеющими по направлению качения диска фронтальную 8 с режущей кромкой и тыльную 9 грань [9].

Краснодарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко предложена конструкция сферического диска 1, снабженного по периметру вырезами 2 (рисунок 3 ж). Угол раствора выреза составляет 60-90°, сориентированы они в сторону центра диска. Одна часть выреза выполнена радиально по прямой линии или по радиусу 30-90 мм, вершина выреза выполнена по радиусу 20-60 мм, а другая часть выреза, сопрягаясь с радиусом вершины, переходит в кривую линию, сопрягаемую со смежным вырезом [9]. Краснодарским НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко предложен сферический диск 1, дополнительно снабженный прорезями 4 в средней части, которые расположены на равном расстоянии и вытянуты в радиальном направлении, а выпуклой стороной сориентированы в направлении вращения диска (рис. 3 з). Наличие прорезей в средней части диска уменьшает общую площадь контакта диска с почвой [9].

Как отказ от сложившихся стереотипов можно считать конструкцию почвообрабатывающего орудия, которую предложили Е.П. Огрызков и И.Д. Кобяков из Омского сельскохозяйственного института им. С.М. Кирова. Каждый диск 1 имеет режущую кромку 2, выполненную в форме шестигранника (рису-

нок 4). Диски сгруппированы в блоки по три диска. В каждом из блоков крайние диски симметричны друг другу, а средний диск смещен относительно крайних против хода орудия на 20° . При движении орудия шестиугольные диски прямолинейными участками, например а и с, заземляют и фиксируют почворастительную массу. При дальнейшем движении и вращении дисков лезвие диска b разрезает ее [8].

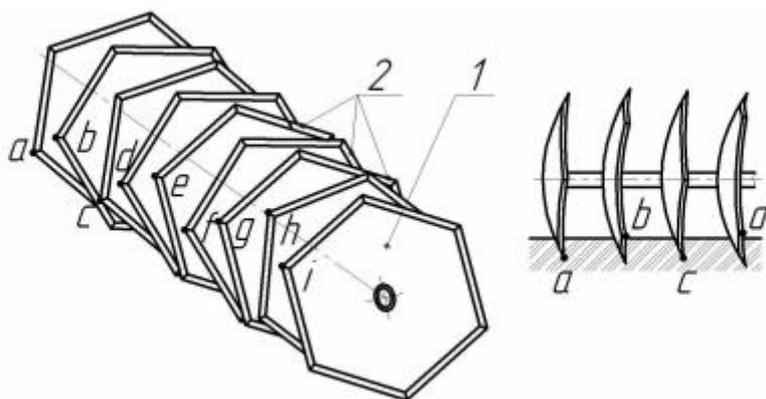


Рисунок 4 - Диски сферические шестиугольные
(авторское свидетельство СССР № 1711690)

Отдельной группой выступают дисковые рабочие органы, совершенствование которых сводилось к усложнению их конструкции за счет установки сменных режущих элементов или дополнительных элементов, используемых для активного крошения, рыхления и перемешивания почвы.

Сотрудниками Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации были сконструированы сферические диски 1 с V-образными вырезами 2 и выступами 3 (рисунок 5 а). К каждому выступу 3 с внутренней или наружной стороны перпендикулярно ему закреплено съемное саблевидное ребро 4, снабженное режущей кромкой 5. В процессе боронования при вращении каждого диска 1 выступы 3 с прикрепленными саблевидными ребрами 4 прокалывают почву, а затем сдвигают пласт почвы, одновременно рассекая и разрыхляя его режущими кромками 5 саблевидных ребер 4 и режущими кромками выступов 3 [8].

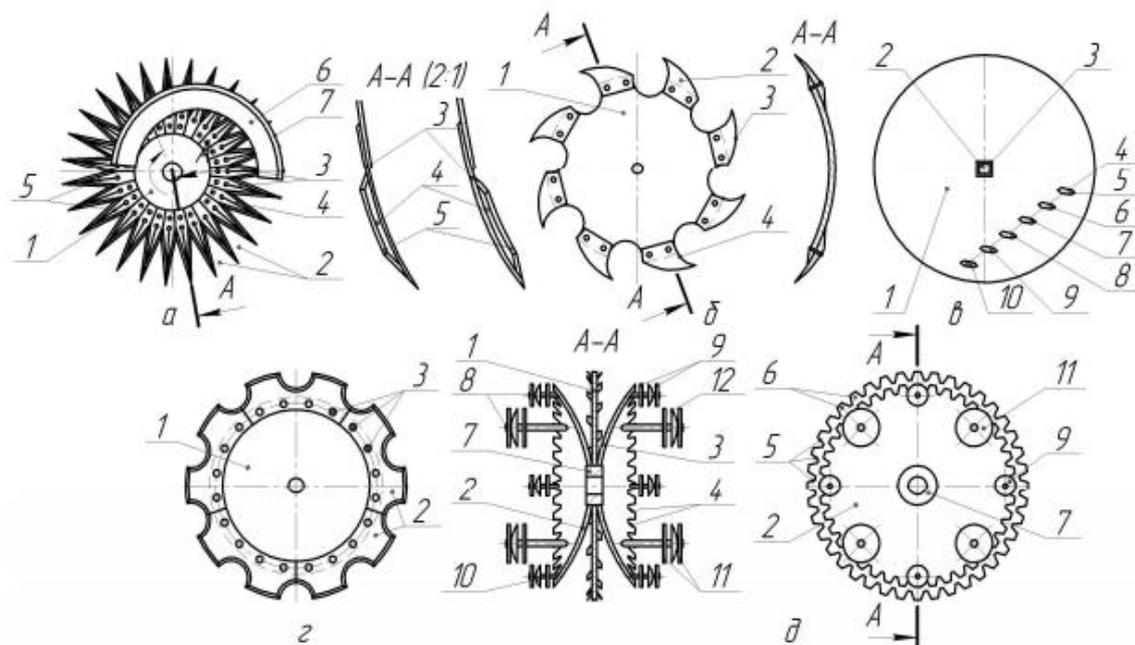


Рисунок 5 - Диски сферические со съёмными ножами: а – авторское свидетельство СССР № 1500171; б – авторское свидетельство СССР № 1701127; в – патент на изобретение Украины № 44594; г – патент на полезную модель России № 68224; д – патент на изобретение России № 2349064

Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова разработан сферический диск 1, который снабжен режущими элементами 2 (рисунок 5 б). Режущие элементы 2 выполнены в виде треугольника с заточенными задней 3 и передней 4 кромками. Каждый из элементов 2 закреплен основанием на выступе режущей кромки диска 1 [8].

В Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры разработана конструкция дисков 1 (рисунок 5 в), имеющих щелевые отверстия 4, в которых под углом 4-30° к направлению движения установлены режущие ножи 5-10. При движении диска почва, предварительно прорезанная диском 1 вертикально, разрезается ножами 5-10 на горизонтальные слои толщиной 1-5 см [10].

Открытым акционерным обществом «АСМ-Запчасть» предложена конструкция сферического секторного диска 1 (рисунок 5 г), имеющего режущую кромку с вырезами в форме полукругов, выполненную в виде сегментов 2. За-

точка сегментов производится со стороны выпуклой поверхности диска, а сменные сегменты крепятся к диску при помощи заклепок 3 [9].

Л.Н. Бурковым разработан трехдисковый почвообрабатывающий рабочий орган, состоящий из плоского диска 1, к которому с двух сторон симметрично дополнительно установлено по одному сферическому диску 2 и 3 на 10-15% меньшего диаметра и с вырезами 4 по режущей кромке (рисунок 5 д). На дисках 2 и 3 дополнительно на осях 8 шарнирно через дистанционные втулки установлены малые диски различного диаметра 9, 10, 11 и 12. При движении рабочего органа на установленной глубине большие диски 1, 2 и 3 активно взаимодействуют с почвой: своими вырезами они рыхлят, разрушают комки, перемещают почву, кроме того, малые диски разрушают комки и рыхлят почву на боковых участках [9].

Несмотря на достигнутые результаты работы по совершенствованию конструкций дисков борон продолжаются и направлены они на уменьшение сопротивления резанию почвы, растительных остатков и, как следствие, сокращение затрат на обработку почвы.

Сотрудниками Белгородской государственной сельскохозяйственной академии предложен сферический вырезной диск (рисунок 6 а), состоящий из зубьев 2, передняя 3 и задняя 4 режущие кромки которых выполнены по логарифмической спирали [9].

В Луганском национальном аграрном университете была разработана конструкция сферического диска 1, на периферии которого имеются вырезы 2 округлой формы (рисунок 6 б).

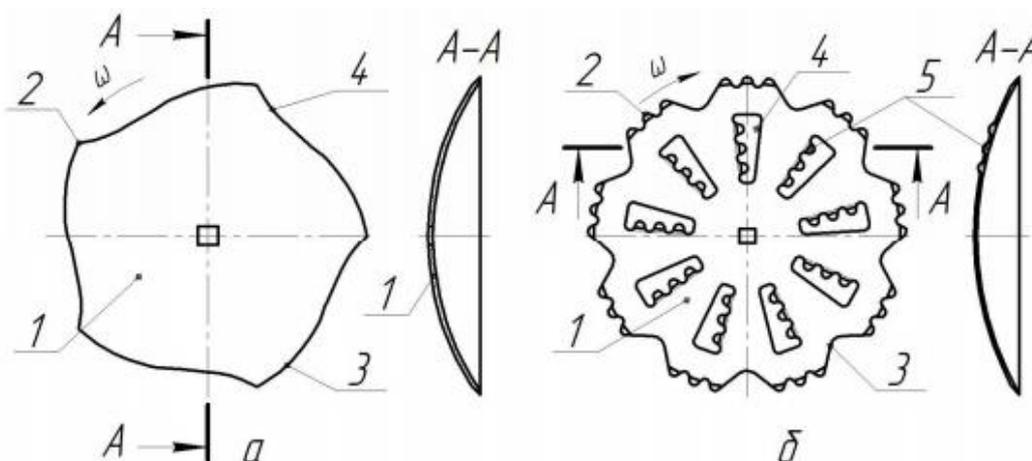


Рисунок 6 - Диски сферические с вырезами на режущей кромке:

а – патент на изобретение России № 2220520,

б – патент на полезную модель Украины № 64451

Периферийная режущая кромка 3 выполнена в виде непрерывной волнистой линии. Диск дополнительно имеет прорезы 4, с выступающими с выпуклой стороны диска зубьями 5, также имеющими вид непрерывной волнистой линии и установленные под углом к диску [10]. Такие формы режущих кромок зубьев дисков позволяют уменьшить сопротивление резанию почвы и растительных остатков.

Заключение

1. На перемещение и перемешивание почвы оказывают влияние диаметр и радиус кривизны диска, форма вырезов, а также скорость его вращения.

2. Влияние формы вырезов сферических дисков на качество обработки почвы и сопротивление дисковой борона изучен недостаточно хорошо, что не позволяет в полной мере реализовать те положительные потенциальные возможности, которые заложены в разработанных конструкциях сферических дисков.

Список используемой литературы

1. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. 182 с.
2. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины: учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1978. 136 с.

3. Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учеб. пособие для вузов. М.: Колос, 1980. 256 с.
4. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / В.Н. Солнцев и др.; под ред. А.П. Тарасенко. М.: Колос, 2004. 552 с.
5. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин: учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.
6. Сельскохозяйственные машины: практикум / М.Д. Адиньяев и др.; под ред. А.П. Тарасенко. М.: Колос, 2000. 238 с.
7. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М.: Машиностроение, 1983. 142 с.
8. Авторские свидетельства СССР за период с 1960 по 1991 год: МКИ А 01 В 5/14, 7/00, 13/00, 19/02, 21/00, 21/08, 23/04, 23/06.
9. Патенты на полезные модели и изобретения Российской Федерации за период с 1994 по 2010 год: МКИ А 01 В 5/00, 7/00, 19/00, 21/00, 21/08, 61/04.
10. Патенты на полезные модели и изобретения Украины за период с 2001 по 2011 год: МКИ А 01 В 5/00, 5/14, 7/00, 21/00, 21/08.

УДК 631.31

СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДИСКОВ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ

*д.т.н. профессор Михальченков А.М.,
к.т.н. Феськов С.А., к.т.н. Филин Ю.И.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. На основе анализа существующих технологий изготовления, восстановления и упрочнения дисков дисковых орудий установлено, что следует провести серию исследований, направленных на возможность использования абразивостойких полимерных композитов в качестве покрытий лезвийной области диска.

Ключевые слова: сферический диск, технология изготовления, восстановление; упрочнение; характер износа, износостойкость, долговечность; работоспособность.

STATE OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING AND RESTORING DISCS OF DISC IMPLEMENTS

*Doctor of Technical Sciences Professor Mikhailchenkov A.M.,
candidate of technical sciences. Feskov S.A.,
candidate of technical sciences Filin Yu.I.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. Based on an analysis of existing technologies for manufacturing, restoring and strengthening disks of disk tools, it has been established that a series of studies should be conducted aimed at the possibility of using abrasion-resistant polymer composites as coatings for the blade area of the disk.

Key words: spherical disk, manufacturing technology, restoration; strengthening; wear pattern, wear resistance, durability; performance.

Введение

Сферические диски в качестве рабочих органов орудий, предназначенных для обработки почвы, широко используются на таких почвообрабатывающих машинах как плуги, луцильники, сеялки, бороны, дискаторы, картофелесажалки [1]. Как правило, диски изготавливают из рессорно-пружинных сталей 65Г и 70Г, предварительно подвергнутых закалке в масле с последующим высоким отпуском [2]. Твердость рабочей зоны дисков после термической обработки составляет HRC35-45. Угол заточки равен 37° при толщине лезвия 0,3-0,5 мм. Для повышения износостойкости дисков, как в процессе производства, так и при восстановлении применяют различные методы упрочнения. Ведущие зарубежные фирмы выпускают дисковые рабочие органы из стали легированной бором, которые термоупрочняются на твердость HRC48-52. Под действием почвенной среды лезвие диска быстро изменяет свою форму, что приводит к потере работоспособности. На величину износа и характер затупления лезвий сферических дисков влияет ряд факторов: свойства материала дисков, физико-механические свойства почвы, геометрическая форма диска, параметры лезвия и условия работы. При затуплении лезвия уменьшается глубина обработки, а также снижается степень подрезания растительных и пожнивных остатков. Диаметр дисков при этом уменьшается. Между тем массовое производство этих деталей, достаточно высокая рыночная цена и необоснованно низкий ресурс (особенно при обработке супесей) остро ставит вопрос об увеличении их долговечности путем восстановления и упрочнения. Разработка новых рациональных технологических процессов базируется на знаниях о существующих методах восстановления и упрочнения.

Цель

Проанализировать современное состояние технологий изготовления и восстановления дисков дисковых орудий

Раскрытие цели

При изготовлении и восстановлении дисковых рабочих органов можно производить их упрочнение, используя для этого: наплавку твердыми и износостойкими материалами, химико-термическую обработку (борирование), упрочнение методом электроэрозионной обработки, нанесение полимерных и композиционных материалов, плакирование износостойкой лентой, упрочнение накаткой.

Диски как рабочие органы почвообрабатывающих орудий широко используются в плугах, луцильниках, сеялках, боронах, картофелесажалках и свеклоуборочных комбайнах.

Предприятиями бывшего СССР ежегодно выпускалось в качестве запасных частей для луцильников и борон около 2,5 млн. дисков. Номенклатура выпускаемых дисковых рабочих органов при этом ограничивалось всего лишь 4-5 модификациями для комплектования дисковых борон, луцильников и плугов.

Наиболее часто материалом для изготовления дисков выступает сталь 65Г, а в некоторых случаях сталь 70Г. После вырубки из листа, гибки – придания заготовке требуемой сферической формы и рихтовки, производится сверление или пробивка отверстий для крепления диска. Заточку – обтачивание фасок производят на токарном станке, обеспечивая угол заточки 37° при толщине лезвия 0,3-0,5 мм. Затем следует термическая обработка – закалка и отпуск для обеспечения твердости HRC 35-45. В некоторых случаях термической обработке подвергается только рабочая (режущая) зона дисков. Режущие кромки дисков могут быть также упрочнены лазерно-термической обработкой на ширину 15-20 мм и на глубину 0,5-1,5 мм [1].

Такая технология не обеспечивает достаточного уровня износостойкости при работе лезвия диска в контакте с почвой, поэтому на него наносят, зачастую с помощью наплавки, слой определенной толщины более износостойкого

и более дорогостоящего материала. Для этого используют твердые сплавы сормайт, ВК2, ВК3, высоколегированный чугун, сталинит, вокар и другие материалы, содержащие в своем составе большое количество дефицитных легирующих элементов, таких как хром, никель, вольфрам, молибден, кобальт и др., что сказывается на себестоимости изготовления дисков.

Рабочую зону диска с вогнутой стороны наплавляют твердым сплавом толщиной 0,4-0,6 мм и шириной 20-25 мм (рисунок 1). Ширина наплавного слоя на лезвиях дисков должна быть равна половине разности нормального и предельного диаметров диска.

Наплавка может производиться как сплошную, так и отдельными участками, и даже под углом к режущей кромке.

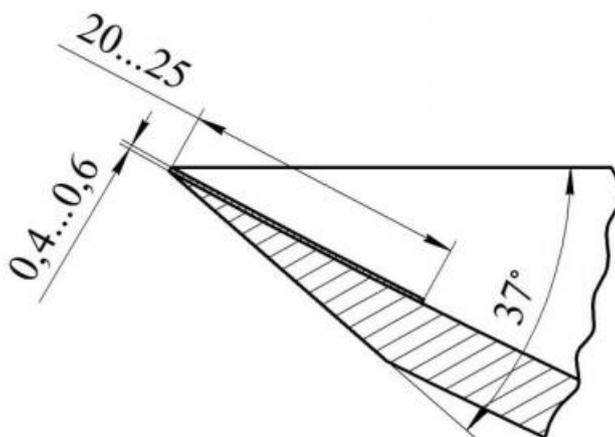


Рисунок 1 - Рабочая зона диска с наплавленным износостойким слоем

Применение наплавки позволяет значительно повысить износостойкость лезвия диска – оно становится самозатачивающимся, благодаря чему срок службы таких дисков увеличивается в 6-8 раз по сравнению с закаленными.

Применяются и другие методы упрочнения, используемые, в основном, в машиностроении: электроискровое и электроимпульсное упрочнение, детонационно-газовое напыление, метод намораживания [2].

В то же время ведущими западными фирмами-производителями дисковых орудий и рабочих органов к ним – «John Deere» (США), «Forges de Niaux»

(Франция), «La Pina», «Bellota Herramientas SA» (Испания), «Land» (США, Великобритания) и др. – изготавливается по 20-35 различных модификаций сферических дисков и это количество постоянно увеличивается. Это свидетельствует о том, что зарубежные фирмы занимаются совершенствованием дисковых рабочих органов за счет их агротехнических и энергетических характеристик с учетом конкретных агротехнических требований на обработку почвы [3].

Если сравнить химический состав и механические свойства, а также данные по технологии изготовления рабочих органов ведущих зарубежных фирм с аналогичными показателями дисковых рабочих органов отечественного производства можно увидеть, что рабочие органы, выпускаемые указанными зарубежными фирмами значительно превосходят их отечественные аналоги по прочности и имеют на 20-30 % большую износостойкость. Кроме этого, выпускаются также «самозатачиваемые» дисковые рабочие органы, наплавленные износостойкими материалами.

Компания «Bellota» является первопроходцем в производстве дисков для борон, изготовленных из борсодержащей стали 28MnB8 (система EN). При этом осуществляется строгий контроль качества, гарантирующий полную однородность структуры и механических свойств дисков, обеспечивая качественное выполнение полевых работ.

Надлежащая твердость HRC 48-52 у 100 % дисков обеспечивает за счет системы автоматического контроля. Такая твердость обеспечивает пределы упругости и прочности, необходимые для поглощения ударных нагрузок без повреждения диска. Заточенные режущие кромки дисков из борсодержащей стали являются самозатачивающимися во время работ, чем обеспечивается равномерность работы и устойчивость при разрезании растительных и пожнивных остатков.

Диски борон, полученные по традиционной технологии за счет механической обработки режущих кромок с последующей термообработкой на заданную твердость, имеют большую прочность и меньший уровень износа по сравнению с дисками, изготовленными при помощи плазменной резки, которые на сего-

дняшний день широко распространены на нашем рынке. Детали, вырезанные плазмой, независимо от способа резки по периметру и вблизи кромок имеют зону термического влияния. Чем меньше скорость резки, тем тепло медленнее отводится от кромки реза, т. е. скорости охлаждения снижаются, что приводит к перегреву металла, росту зерна и увеличению зоны термического влияния.

Качество и долговечность работы дисковых рабочих органов почвообрабатывающих машин в значительной степени зависят от состояния лезвий самих дисков.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин, в том числе и диски боронов, луцильников, работают в тяжелых условиях, так как почвенная среда является сильным абразивом. Под действием этой среды лезвие диска быстро изменяет свою форму, что приводит к его затуплению, то есть, в конечном счете, потере работоспособности.

Величина износа и характер затупления лезвий сферических дисков зависят от ряда факторов: свойств материала дисков, физикомеханических свойств почвенной среды (прочности, липкости, пластичности, упругости, плотности, влажности, фрикционных свойств и пр.), геометрической формы диска, параметров лезвия и условий работы (скорости движения агрегата, глубины обработки, угла атаки и др.) [4].

Характер износа диска можно установить, исследуя, например, нормальные сечения профилей лезвий, которые получаются различными способами. Нормальное сечение лезвия дисков, в том числе сферических, находится в его диаметральной плоскости, перпендикулярной к плоскости его вращения [5].

Наиболее подходящими параметрами, которые характеризуют изменение макрогеометрии лезвия в процессе износа, являются толщина лезвия и износ его передней и задней поверхностей.

Совмещая профили, получаемые по мере изнашивания дисков, мы тем самым получаем возможность проследить за динамикой износа лезвий и, как следствие, выяснить закономерности их изменений от номинальной $\delta_{\text{НОМ}}$ до предельного $\delta_{\text{ПР}}$ значений толщины лезвия (рисунок 2).

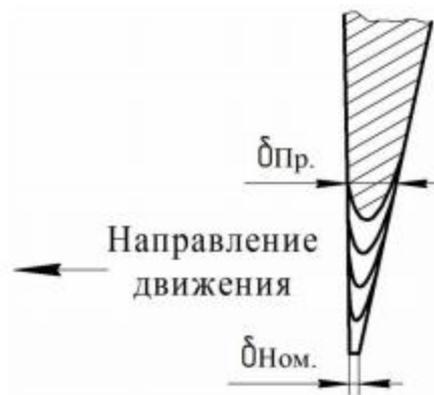


Рисунок 2 - Динамика износа лезвия дискового рабочего органа

Профили лезвий могут быть получены такими способами:

1. Получением оттисков и моделей лезвий в гипсовых слепках или слепках, полученных в других быстротвердеющих смесях.
2. Изготовлением темплетов (вырезов).
3. Получением оттисков лезвий на пластинах из мягких металлов (свинец, алюминий, оловянные сплавы и др.).

В качестве возможного способа оценки рассматривается вопрос исследование поверхности лезвия посредством сканеров, используемых при считывании информации со штрих-кодов товаров.

Изучение характера износа лезвий дисковых рабочих органов позволит установить их оптимальные параметры и разработать способы повышения их надежности и долговечности.

При затуплении лезвия изменяются составляющие давления почвы на диск, а именно, давление почвы на его поверхность и давление на лезвие. Давление почвы на лезвие зависит от его остроты. Оно может быть направлено вниз, если лезвие острое, или вверх – при затупившемся лезвии [6].

Наработка дисковых рабочих органов, при которой не наблюдается ухудшение качества обработки, составляет в среднем 30-40 га. Толщина лезвия диска при этом достигает предельного значения 2,0 мм. При толщине лезвий дисков, равной 2,0 мм, коэффициент вариации глубины обработки составляет 12,4 %, в то время как по агротехническим требованиям он не должен превы-

шать 10 %. При увеличении толщины лезвий дисков до 2,0 мм степень подрезания растительных и пожнивных остатков снижается на 28 % [7].

При достижении дисками значения предельной толщины лезвия их необходимо снимать и затачивать для формирования номинальной геометрии режущей кромки. При первой заточке диаметр серийных дисков уменьшается на 10-12 мм (примерно $(0,016-0,025) \cdot D$, где D – диаметр диска, мм). При определении количества заточек диска необходимо учитывать, чтобы его диаметр не изнашивался на величину более 50-60 мм, т. е. на величину зоны термической обработки. Кроме того, диаметр дисков при последующих заточках не должен быть меньше 450 мм, чтобы не нарушились условия качения при прохождении почвенного пласта. Кроме затупления лезвия у дисков борон могут быть такие дефекты как трещины у квадратных отверстий, износ самих отверстий и коробление диска по плоскости более 5 мм [8]. В технологических процессах восстановления деталей закладываются такие решения, которые обеспечивают высокое качество и надежность, а ресурс восстановленных деталей – не ниже новых. Если мероприятия по упрочнению почвообрабатывающих дисковых рабочих органов не были выполнены на стадии производства, то их можно осуществить при восстановлении, используя для этого различные способы упрочнения: наплавку твердыми и износостойкими материалами, химикотермическую обработку (борирование), упрочнение методом электроэрозионной обработки, нанесение полимерных и композиционных материалов, плакирование износостойкой лентой, упрочнение накаткой.

При восстановлении дисков также используют наплавку твердыми сплавами сормайт, ВК2, ВК3, высоколегированный чугуны, сталинит, вокар и др. Также применяют электроды для наплавки Т-590, ОЗН-6 АЕ НД и их аналоги, порошковые проволоки ПП-АН170М, ПП-Нп80Х10РМТ, ППНп30Х5Г2СМ, порошковые ленты ПЛАН101 и ПЛАН-111, которые без термической обработки позволяют получать наплавленную поверхность с твердостью HRC 58-64. Причем наплавка электродами может производиться как сплошную, так и отдельными участками, расположенными под углом к режущей кромке.

Эффективным процессом является технология упрочнения поверхности дисковых рабочих органов путем насыщения поверхностного слоя углеродом до получения структуры белого чугуна. Науглероживание поверхностного слоя позволяет свести до минимума недостатки наплавочных процессов в области снижения окислительного воздействия применяемого упрочняющего материала. Но для обеспечения эффективности подобного процесса необходимо получить на поверхности детали слой белого чугуна, который позволит значительно повысить износостойкость стальных деталей при воздействии на них частиц почвы.

Технологическими условиями получения слоя белого чугуна на стальной детали являются: науглероживание до содержания углерода 3-4 %; охлаждение расплава со скоростью, превышающей скорость графитизации.

Рабочие органы, подвергнутые науглероживанию, имеют ресурс примерно равный ресурсу дисков, наплавленных твердым сплавом, и в 2 раза больше неупрочненных [9].

При насыщении поверхностного слоя сталей бором – борировании на поверхности стальной детали получают слои толщиной 300-600 мкм, отличающиеся высокой твердостью и прочностью, абразивной и коррозионной стойкостью, а также высоким сопротивлением к изнашиванию. Образующиеся поверхностные слои упрочненного металла, состоят из боридов FeB и Fe₂B, обладающих микротвердостью от 700 до 2300 HV [10].

При восстановлении изношенных дисков можно использовать вибрационную обработку, которая обеспечивают высокие степени упрочнения и уровень остаточных напряжений сжатия, способствующих повышению усталостной прочности материала деталей, в особенности работающих в абразивной среде. При вибрационных колебаниях активизация дислокаций происходит во всех зернах, прилегающих к поверхности, и процесс скольжения их совершается практически одновременно во всех кристаллитах. При вибрационном деформировании формируются блоки зерен, в результате чего увеличивается протяженность их границ и тем самым возникают больше зон скопления дислокаций. В этом и состоит механизм упрочнения материала обрабатываемой детали

при вибрационном нагружении [11]. В США, Англии, Японии при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники некоторое распространение получил метод нанесения на поверхность полимерных материалов [12, 13]. Долговечность дисковых рабочих органов зависит от соблюдения технологии их изготовления и использования при этом современных износостойких материалов, агротехнических сроков выполнения работ по дискованию, условий работы – скорости движения, глубины обработки, угла атаки и др.

Рассмотрение технологических процессов показало, что применительно к дискам, дисковых почвообрабатывающих орудий отсутствуют исследования, направленные на использование покрытий лезвийной области детали абразивостойкими, полимерными дисперсно-наполненными композитами.

Заключение и рекомендации

1. Дан всеобъемлющий анализ применяемых технологий изготовления, восстановления и упрочнения дисков дисковых орудий.
2. Необходимо провести серию теоретических и экспериментальных исследований по возможности использования абразивостойких полимерных композитов в качестве покрытий лезвийной области диска.

Список используемой литературы

1. Кожуро, Л.М. Технология сельскохозяйственного машиностроения [Электронный ресурс]: курс лекций. Мн.: 2005. 414 с. – Режим доступа: <http://www.batu.edu.by/publication/tekhnologiya-selskokhozyaistvennogo-mashinostroeniya-kurslektiil-m-kozhuro>.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. М.: Наука, 1970. 252 с.
3. Bowden F.P., Tabor D. The Friction and Lubrication of Solids. Oxford University Press, 2001. 424 p.
4. Шовкопляс А.В. Анализ причин изнашивания дисковых рабочих органов и моделей изменения свойств почвы под их действием // Вестник науки и образования Северо-запада России. I междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в науке, производстве и образовании». Технические науки. Промышленные технологии. Калининград, 2015. Т. 1, № 3. С. 1-8.
5. Волошко Н.И., Загоруйко А.Ф. Результаты полевых опытов по исследованию износа сферических дисков // Труды Азово-Черноморского института механизации сельского хозяйства. Ростов н/Д., 1970. № 21. С. 250-251.
6. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
7. Быков В.Ф. Исследование эксплуатационной надёжности машин лесного комплекса // Вклад учёных и специалистов в национальную экономику: сб. науч. тр. Брянск: БГИТА, 2006. 380 с.

8. Колпаков А.В. Технология упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2009. № 4. С. 54-56.
9. Сидоров С.А. Совершенствование конструкции и упрочнение дисковых рабочих органов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 8. С. 30-32.
10. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.
11. Канивец А.В. Изменение параметров дисков сошников при их восстановлении // Вестник Национального технического университета «ХПИ». 2011. № 10. С. 38-41.
12. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий: учеб. пособие. Челябинск: ЧГАА, 2010. 203 с.
13. Сохт К.А., Трубилин Е.И., Коновалов В.И. Дисковые бороны и лушительники. Проектирование технологических параметров: учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2014. 164 с.

УДК 631.312

ТИПИЧНЫЕ ДЕФЕКТЫ ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*к.т.н. Феськов С.А., к.с-х.н. Орехова Г.В., аспирант Петров А.А.,
магистрант Силаев А. Г., магистрант Рославец А.В.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. Установлено, что к дефектам лемехов относятся: лучевидный износ; износ по ширине; износ и затупление заглубляющей части; износ пятки; сквозные протирания; нарушение размерной стабильности; трещины и разрушения. Определяющим дефектом является лучевидный износ.

Ключевые слова: плуг; лемеха; дефекты лемехов; лучевидный износ; абразивная среда.

TYPICAL DEFECTS OF DOMESTICALLY PRODUCED ALL METAL PLOW SHARES

*candidate of technical sciences Feskov S.A.,
Candidate of Agricultural Sciences Orekhova G.V.,
graduate student Petrov A.A.,
master's student Silaev A.G.,
master's student Roslavets A.V.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. It has been established that defects in plowshares include: radial wear; width wear; wear and dullness of the deepening part; heel wear; through wiping; violation of dimensional stability; cracks and destruction. The defining defect is radial wear.

Key words: plow; ploughshare; defects of plowshares; radial wear; abrasive medium.

Введение

Существенное подорожание лемехов, производимых в РФ, увеличение пахотных площадей, а так же навязанные экономические санкции заставили инженерные службы сельскохозяйственного производства заняться вопросами восстановления этих деталей. Однако существенным сдерживающим фактором разработки технологий является недостаточность знаний в области дефектов и причин их образования.

Цель

Провести анализ типичных дефектов плужных цельнометаллических лемехов отечественного производства для разработки оптимальных технологий их восстановления и упрочнения.

Раскрытие цели

Проведенный анализ и опыт многолетней эксплуатации [1] позволяет классифицировать дефекты, встречающиеся при работе плужных лемехов на песчаных, супесчаных, суглинистых, глинистых почвах (таблица 1).

Таблица 1 – Дефекты плужного лемеха

Наименование дефекта	Коэф. повторяемости	Состояние (предельное /критическое)
Трещины	0,02	Предельное, возможно восстановление
Затупление лезвия	0,03	Предельное, возможно восстановление
Обломы, изгибы, скручивание	0,05	Критическое
Износ по ширине	0,06	Предельное, возможно восстановление
Сквозное протирание в области, примыкающей к полевому обрезу	0,12	Предельное, возможно восстановление
Износ по толщине не более 6 мм	0,15	Предельное, возможно восстановление
Износ носка	0,30	Предельное, возможно восстановление
Образование затылочной фаски	0,50	Предельное, возможно восстановление
Образование лучевидного износа	0,84	Предельное, возможно восстановление

В настоящее время лемеха, утратившие по тем или иным причинам работоспособное состояние, фактически не восстанавливаются. Лишь в некоторых ремонтных мастерских производят оттяжку и правку. Однако нарушение технологических норм (проведение термической обработки) сводит ресурс этих деталей к минимуму.

Специфика геометрии износа плужных лемехов по типам почв

При решении вопроса о повышении срока службы лемехов тракторных плугов недостаточно располагать величиной среднего весового износа. Необходимы данные о расположении зон максимального износа деталей, причем не только в зависимости от качества материала, из которого они изготовлены, но и в зависимости; от механических свойств почвы и характера деформирования ее при пахоте. Разрешение этих важных вопросов важно также и для правильного выбора формы рабочей поверхности деталей корпуса плуга.

В процессе эксплуатации рабочие органы плуга изнашиваются неравномерно. Неравномерный износ зависит от удельного давления почвы на поверхности рабочего органа, от скорости скольжения контактирующих частиц, что в полной мере относится и к плужным лемехам.

Установлено, что одни и те же лемеха при вспашке разных почв изнашиваются не только с разной скоростью (темпом), но и распределение самого износа по лицевой стороне, лезвию и полевому обрезу лемеха различно. Неравномерный износ лемеха является следствием соответствующего неравномерного распределения давления почвы, зависящего от ее типа и механической характеристики, а также и от различных условий резания (углов установки, скорости движения и т. п.). Влажность влияет не только на интенсивность изнашивания, но и на вид изнашивания. Так, при пахоте супесчаных почв влажностью 2,8 - 4% лемеха в основном изнашиваются по ширине, а влажностью 9,4 - 12% - по толщине в носовой части [2].

Концентрация износа на каком-либо участке поверхности приводит, как правило, к преждевременной потере работоспособности всей детали. У лемеха, например, можно выделить две характерные зоны изнашивания – носовую часть и лезвие. Наибольшему давлению подвержен носок лемеха, поэтому ин-

тенсивность его изнашивания превышает интенсивность изнашивания лезвийной части [3, 4].

По мере роста наработки лемеха значение вылета носка перед лезвием снижается – лемех лишается способности заглубляться [5]. В итоге он теряет свои функциональные свойства и выбраковывается с большим запасом изношенного металла по ширине.

Практическое использование процессов восстановления и упрочнения деталей базируется на знании закономерностей протекания процессов изнашивания, представлениях о природе и кинетике физико-химических процессов формирования покрытия и соединения его с материалом основы [6].

Основным фактором, определяющим ресурс плужного лемеха, является абразивное изнашивание, которое принято рассматривать как процесс разрушения и деформирования материала, происходящий в результате воздействия на него твердых частиц, находящихся в почве [7, 8]. Известно [9, 10], что во многом механизм воздействия абразивных частиц на рабочую поверхность лемеха зависит от ряда факторов, из которых преобладающими следует считать гранулометрический состав почвы, ее плотность и скорость перемещения рабочего органа, так как именно от них в основном зависят величина и место расположения износа.

Именно повышенное содержание твердых абразивных частиц предопределяет механизм изнашивания плужных лемехов [11,12,13]. Так, например, при пахоте супесчаных дерново-подзолистых почв, содержащих в себе большой процент песчаной пыли, наиболее интенсивно изнашивается носовая часть лемеха (затупление носка и лучевидный износ) [14,15]. Глины и прочие компоненты вторичного происхождения, обладающие значительно меньшей абразивной способностью, приводят к затуплению лезвия и образованию затылочной фаски.

Как уже говорилось выше, критерий интенсивность изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин по потере массы не может дать нам полного представления о характере износа, так как неизвестно место на рабочем органе, которое подверглось наиболее интенсивному износу, поэтому он не может рассматриваться как основополагающий в вопросе работоспособности рабочего органа.

Результаты проведенных полевых испытаний, как собственных, так и ряда исследователей, показали, что износ лезвия по ширине неинтенсивен и как следствие за срок службу лемех не вырабатывает свой ресурс по ширине лезвия (по ТУ предельное состояние определяется допустимой шириной равной 90 мм).

Те же испытания показали, что наибольшая интенсивность изнашивания наблюдается в области носка (рисунок 1), это обуславливается тем, что носок лемеха первым внедряется в почву, в результате чего давление на зону носка превышает давление на среднюю часть лемеха в 2,8...4,6 раза.

Отмечается различный геометрический характер износов, связанный главным образом с типами почв [16,17,18]. На рисунке 1 показаны типичные формы износов, присущие носовой части.



Рисунок 1 – Виды износа лемеха:

а – лучевидный износ с сохранением геометрии; б – лучевидный износ со сквозным протиранием; в – лучевидный износ и скругление носка; г – износ носка

Лучевидный износ ведет к уменьшению толщины лемеха и как результат к сквозному его протиранию. Было отмечено, что при вспашке песчаных почв сквозное протирание происходит после наработки 10 - 15 га на один лемех, на глинистых и суглинистых почвах интенсивность изнашивания ниже и наработка в этом случае составляет 20 - 25 га на один лемех.

Быстрее всего изнашиваются лемеха при обработке песчаных почв, содержащих в большом количестве крупные частицы кварца, обладающего высо-

кой твердостью. Твердость наиболее агрессивных частиц почвы, с точки зрения изнашивания, – кварцевых песчинок – лежит в пределах $900\dots1100 \text{ кг/мм}^2$ ($9000\dots11000 \text{ МПа}$). Из вторичных минералов широкое распространение в почве имеют так называемые глинистые минералы. По химическому составу глинистые минералы относятся ко вторичным алюмо- и ферросиликатам и всегда содержат некоторое количество связанной воды. Они представляют собой мелкие кристаллы пластинчатой или слюдоподобной формы, размер которых не превышает 1- 2 микрона.

При вспашке связанных глинистых и суглинистых почв, как правило, образуется «затылочная» фаска с отрицательным углом $5-20^\circ$.

На вспашке почв с крупными каменистыми включениями стандартные лемеха чаще всего выходят из строя не вследствие износа, а из-за поломок.

Характер изменение размеров лемеха представлен на рисунке 2. Из представленного рисунка видно, что наиболее активно изнашивается носовая часть лемеха, в результате чего постепенно исчезает долотообразный выступ.

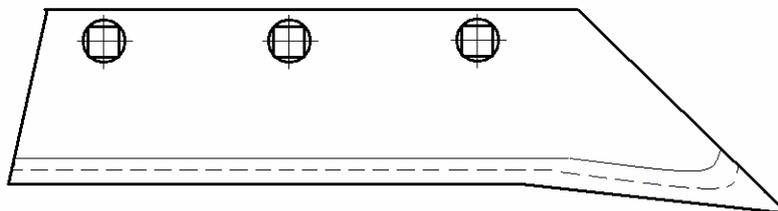


Рисунок 2 – Изменение размеров лемеха в процессе работы

Проведенный анализ процессов изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин показал, что из всего многообразия факторов, влияющих на износ, можно выделить два главных, легко поддающихся оценке:

- 1) механический состав почвы, определяющий ее абразивную агрессивность и связность;
- 2) плотность почвы, определяющую давление на лезвие почвенной массы и интенсивность износа режущей части лезвия.

Заключение

1. Геометрия износа рабочей поверхности лемеха плуга не равномерна и зависит от давления почвы на различные участки этой поверхности и ее гранулометрического состава;

2. Для супесей характерно в первую очередь образование лучевидного износа и во вторую – затупление носка; у лемехов, эксплуатируемых на суглинистых почвах, первичным дефектом является износ носка;

3. Сквозное протирание не следует считать дефектом, так как оно связано с нарушением правил эксплуатации; ввиду сложного состава почв на территории одного хозяйства геометрия износа может не подчиняться единым закономерностям.

Список используемой литературы

1. 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. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.

2. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

3. Козарез И.В., Феськов С.А. Концепция повышения долговечности деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий (плужные лемеха, плужные отвалы, стрельчатые лапы культиваторов) // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 148-151.

4. Техническое состояние и износы левых ножей скоростных плугов серии пску, методы их торможения и устранения / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.В. Дьяченко, А.М. Гринь // Агроинженерия. 2021. № 6 (106). С. 56-61.

5. Повышение ресурса и стойкостик абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // Технология машиностроения. 2019. № 11. С. 18-21.

6. Износы составных лемехов плугов на примере компании "Фогель и Ноот" / С.А. Феськов, А.А. Бирюлин, В.М. Лузик, А.С. Ковалев, Н.В. Мысшаква // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ. Брянск, 2021. С. 110-129.

7. Михальченков А.М., Феськов С.А. Критический анализ технологий упрочняющей реновации плужных лемехов // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. II междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2023. С. 39-43.

8. Влияние эпоксидно-песчаных покрытий различных составов на процесс изнашивания, специфику износа и ресурс плужных лемехов / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Осипов, А.С. Кононенко // Клеи. Герметики. Технологии. 2020. № 1. С. 45-48.

9. 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 // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 142-147.

10. 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.

11. Дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Зорин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 41-46.

12. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Феськов С.А. Импортзамещение при восстановлении составных лемехов с использованием утилизированных материалов // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 46-52.

13. Феськов С.А., Кожухова Н.Ю., Старовойтов Д.А. Методика контроля геометрических параметров цельнометаллических лемехов в период их эксплуатации на супесчаных почвах // Труды инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ. Брянск, 2023. С. 13-18.

14. Михальченков А.М., Козарез И.В., Будко С.И. Технологии повышения ресурса лемехов // Сельский механизатор. 2008. № 2. С. 40-41.

15. Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.

16. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф./ отв. за вып. И.Я. Пигорев. 2010. С. 278-282.

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

18. А.М. Михальченков, А.М. Гринь, А.А. Гуцан, С.В.У. Уралов Технология повышения ресурса остова составного плужного лемеха путем оптимизации расположения упрочняющего покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2019. Т. 15, № 3 (171). С. 103-105.

УДК 631.312

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗНОСОВ ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СОСТАВНЫХ ЛЕМЕХОВ (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)

*д.т.н., профессор Михальченков А.М.,
магистрант Силаев А. Г., магистрант Рославец А.В.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия
магистр Михальченкова М.А.,
Брянский институт управления и бизнеса, Россия*

Аннотация. Показано, что предельное состояние отечественных лемехов регламентируется лучевидным износом и истиранием заглубляющей части носка, зарубежных - определяется износом режущо-лезвийной части остова. Разработка технологий восстановления импортных изделий требует иных подходов в сравнении с отечественными.

Ключевые слова: цельнометаллические лемеха; составные лемеха; износы; технологии восстановления.

ABOUT SOME FEATURES OF WEAR OF ALL-METAL AND COMPOSITE PLASHES (COMPARATIVE ANALYSIS)

*Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhailchenkov A.M.,
master's student Silaev A.G., master's student Roslavets A.V.*

Annotation. It is shown that the limiting state of domestic plowshares is regulated by radial wear and abrasion of the deepening part of the toe, while foreign ones are determined by the wear of the cutting-blade part of the frame. The development of technologies for restoring imported products requires different approaches compared to domestic ones.

Key words: all-metal shares; composite ploughshares; wear and tear; restoration technologies.

Введение

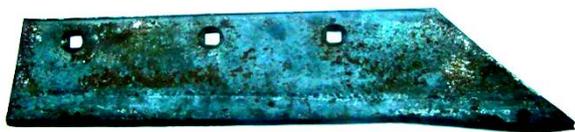
Среди разновидностей плужных лемехов наибольшее распространение, как известно, получили долотообразные лемеха, у которых носовая часть выполнена в форме долота, что способствует улучшению таких показателей как заглубляющая способность, тяговое сопротивление, агротехника пахоты [1]. Они изготавливаются цельнометаллическими и составными. Разница в конструкции накладывает определенные особенности на геометрию и пространственное расположение износов. Кроме этого конструкция так же оказывает существенное влияние на ресурс лемехов. Так, известно, что наработка на отказ импортных подрезающих элементов значительно превышает этот показатель деталей отечественного производства. Безусловно, компоновка и конструкторские различия во многом будут определять технологические процессы восстановления данных изделий.

Цель

Изучение особенностей износов цельнометаллических и составных лемехов, как сравнительный анализ

Раскрытие цели

Российское сельскохозяйственное машиностроение производит, в подавляющем большинстве, цельнометаллические лемеха, конструкции первой половины 20 века (Рисунок 1а). Их особенностью является наличие запаса металла с тыльной стороны («магазина»), предназначенного для восполнения истертой заглубляющей части путем кузнечной оттяжки.



а



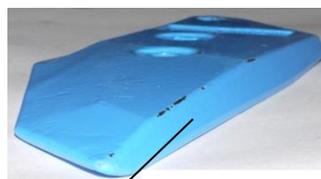
б

Рисунок 1 – Лемеха в состоянии поставки (а – отечественного производства, б – производства компании «Квернеланд Групп»)

Наряду с конструктивными особенностями рассматриваемых изделий между ними имеется и разница в технологиях изготовления. В деталях отечественного производства упрочняется только режуще-лезвийная часть наплавкой с тыльной стороны слоя «сормайт» на ширину 25 – 30 мм с твердостью до 54HRC; твердость оставшейся области не превышает 25 HRC. Импортные изделия упрочняются термообработкой по всей площади до 50HRC [2]. Аналогичному воздействию подвергаются и долота. Однако в последнее время некоторые компании (например, «Лемкен») производят наплавку долот с тыльной стороны абразивностойким сплавом (рисунок 2б).

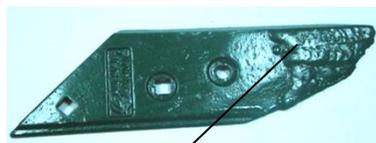


рабочая поверхность



полевой обрез

а



износостойкая наплавка

б



в

Рисунок 2 – Долота в состоянии поставки

(а – одностороннее, производства компании «Лемкен», б – то же с наплав-

кой режущей части с тыльной стороны, в – двустороннее, производства компании «Квернеланд Групп»)

Долота отличаются по своей конструкции и делятся на односторонние (рисунок 2а, б) и двусторонние (рисунок 2в). Кроме того, толщина таких деталей (особенно в области полевого обреза) в ряде случаев превышает толщину остова лемеха (рисунок 2а).

Различия в конструкциях, технологических подходах к изготовлению и условиях эксплуатации накладывают отпечаток на специфику износов цельнометаллических и составных лемехов отечественного и импортного производства соответственно. Под спецификой понимается: а - месторасположение износа; б – его геометрическая форма. Эти факторы оказывают определяющее влияние на предельное состояние и выбор способа восстановления.

Изучению износов лемехов плужных корпусов посвящено большое количество работ, проводившихся в течение длительного периода [3, 4]. Такие исследования осуществлялись применительно к цельнометаллическим лемехам отечественного производства. Тем не менее, подобные изыскания нельзя считать полностью завешенными. Работы же, направленные на рассмотрение износов составных лемехов, весьма малочисленны, так как распространение этих конструкций произошло только в последнее десятилетие [2].

Исходя из вышесказанного, вопрос об исследовании износов не утратил своего значения и в настоящее время, особенно с точки зрения, разработки оптимальных технологий повышения долговечности.

Представленные материалы получены в результате восьмилетних наблюдений за отечественными лемехами и пятилетних за импортными, которые эксплуатировались на различных по составу почвах от легких супесей до тяжелых суглинков в юго-западном регионе Нечерноземья. (Контролировались детали отечественного производства и зарубежных компаний «Фогель и Ноот», «Квернеланд Групп», «Лемкен», «Беллота»).

В процессе наблюдений установлено, что цельнометаллические лемеха

сохраняли работоспособное состояние до невысокой наработки от 2 до 12 га, тем самым подтверждая результаты, полученные другими исследователями. В свою очередь, составные имели аналогичный показатель от 20 до 60 га. Столь существенная разница в ресурсах отечественных и зарубежных лемехов объясняется рядом причин. Первая – использование сменных долот двусторонних (рисунок 2в) либо упрочненных по всей режущей части абразивностойким сплавом (рисунок 2б), что позволяет полностью исчерпать ресурс остова. Вторая – наличие термообработки по всему объему детали и на всю глубину до 50HRC, близкой к твердости «сормайта». Третья – значительно большая ширина режущей части импортного лемеха (60 мм), чем отечественного (30 мм). Четвертая – увеличенная толщина как остова, так и долота, особенно одностороннего (рисунок 2а). В тоже время, стоит отметить, что цена импортных изделий фирменного изготовления превышает цену отечественных в 8 - 9 раз.

Характерные износы цельнометаллических лемехов российского производства сведены в таблицу 1. Такие дефекты, как затупление лезвия, наличие затылочной фаски не учитываются, так как они не оказывают существенного влияния на качество вспашки и выбор метода реставрации.

Оставлены без рассмотрения и приобретенные пороки в виде трещин, изломов, изгибов вследствие их случайного характера появления и крайне низкой повторяемости.

Таблица 1 – Износы плужного лемеха

Наименование износа	Количество лемехов с износами, превышающими предельный, %
Износ по ширине	6
Износ по толщине	15
Износ полевого обреза	25
Износ пятки	25
Износ заглубляющей части	30
Лучевидный износ	84

Изнашивание цельнометаллического лемеха по ширине нередко сопровождается перезатачиванием лезвийной части с наружной на тыльную из-за процесса самоорганизации износа. (У деталей российского производства заточка осуществляется со стороны рабочей поверхности). Во избежание этого явления в отечественных лемехах используется эффект самозатачивания путем наплавки твердого сплава «сормайт» на тыльную сторону лезвия. Вопрос о заточке лемехов - тыльной или наружной - до сих пор остается открытым. Авторы поддерживают точку зрения, заключающуюся в отсутствии необходимости заточки вообще, т. к. при вспашке происходит затачивание лезвия с наружной или тыльной стороны «самой почвой» в зависимости от ее гранулометрического состава. (Большинство зарубежных фирм, изготовителей деталей почвообрабатывающих орудий, такой операции не производит).

Отдельного рассмотрения требует механизм износа лезвия при наличии с тыльной стороны твердого слоя. Наблюдения позволили установить, что износ сопровождается образованием тонкой кромки на лезвии, связанный с различной интенсивностью изнашивания основного металла и твердого покрытия. Последующая эксплуатация приводит к ее излому, и так процесс повторяется с определенной периодичностью. Таким образом, в этом случае имеет место: изнашивание, сопровождающееся изломом предельно истончившейся части.

Износ отечественных лемехов по ширине менее 25 мм (предельный износ 30 мм) при пахоте супесчаных и суглинистых почв не ограничивает их возможность к возобновлению ресурса и позволяет производить не менее 3-х кратное восстановление, применяя способ «термоупрочненных элементов» [5]. В этом случае, производится периодическое приваривание долота взамен износившегося с соблюдением установленного техническими условиями соотношения остаточной ширины лемеха и вылета заглубляющей части.

Изнашивание лемеха по толщине при работе плуга исследовалось авторами [6], где установлено, что наибольшему износу подвержен носок лемеха, более чувствительный к изменению режима вспашки. Минимальная толщина присуща заглубляющей части, так как давления почвы на этом участке имеют

максимальные значения. Износ по толщине является основным критерием выбраковки как отечественных, так и импортных лемехов. Остаточная толщина по техническим нормативам должна быть не менее 5 мм. Однако опыт использования восстановленных деталей позволяет утверждать, что при таком значении эксплуатация на определенном типе почв возможна. Более того, в СССР ряд районных РТП изготавливали лемеха из проката толщиной от 4 до 7 мм, сообщаясь с местным составом почв, что не приводило к существенной потере ресурса, при этом имело место заметное снижение расхода топлива.

Износ полевого обреза встречается у 25% лемехов российского производства после снятия их с эксплуатации (таблица, рисунок 4в, г). Причины этого явления кроются в значительных давлениях почвы и высокой скорости скольжения абразивных частиц в этой области. [7]

Подобный износ не может являться причиной выбраковки отечественного лемеха, достигнув величины, при которой его эксплуатация не представляется возможной по агротехническим требованиям. Применение метода замены долотообразной части на термоупрочненную путем приваривания позволяет существенно увеличить его долговечность. Однако, нельзя обойти стороной тот факт, что в последнее время из-за снижения уровня подготовки трактористов и специалистов инженерной службы часто допускается эксплуатация лемехов с величиной износа, значительно превышающей предельный (рис. 4г), что категорически недопустимо как с технической, так и с земледельческой стороны. В основе же появления дефекта такого типа лежит чрезмерное развитие лучевидной формы износа.

Износ пятки характерен для 28% отечественных деталей и происходит менее интенсивно, чем износ носка (таблица, рисунок 3б). Давление в этой части лемеха при пахоте песчаной и супесчаной почв на глубину 18-20 см в 4...6 раз меньше, чем давление в области носка, однако оно превышает давление на режуще-лезвийную часть. Немаловажную роль в образовании износа пятки играют вибрации (лемех в этом случае рассматривается как консоль) и неустойчивость хода плуга.

Достаточно интенсивно у отечественных лемехов изнашивается заглабляющая часть носка (рисунок 3). Такой дефект отмечается у 30 % деталей, работающих на почвах нечерноземья России (таблица). Это, прежде всего, связано со сравнительно высоким давлением в данной зоне, которое превышает давление на лезвие в 2 и более раз [8].



Рисунок 3 – Износ а - заглабляющей части носка лемеха,
б – пятки (супесчаные почвы)

Эксплуатация лемеха с износом заглабляющей области свыше 60 мм согласно принятым агротехническим условиям не допустима, поскольку заглабление затруднено, пахота неравномерна по глубине, увеличивается тяговое сопротивление, а, следовательно, и расход топлива. Многолетний опыт позволяет говорить о необходимости уменьшения этого значения. Предельный износ нижней зоны носка лемеха не должен превышать 45 мм, так как уже при такой потере размера нарушаются устойчивость движения плуга и его заглабляющая способность, а также агротехнические условия на пахоту (например, крошение почвы). Учитывая, что в настоящее время вспашка в большинстве случаев производится многокорпусными плугами, то чрезмерно высокий износ этой части будет приводить к необоснованным издержкам как с технической (интенсификация износов деталей агрегата), так и с экономической стороны (затраты на ремонт и энергоносители).

Лучевидный износ лемеха образуется в области, примыкающей к полевому обрезу (рисунок 4а, б в, г), и достигает 84% у лемехов, поступивших на восстановление. Он является наиболее характерным дефектом для подрезающих

элементов, эксплуатирующихся на нечерноземных почвах России. Наиболее характерные геометрические параметры: ширина от 120 мм у спинки и до 5мм у носка; глубина – до сквозного протирания.

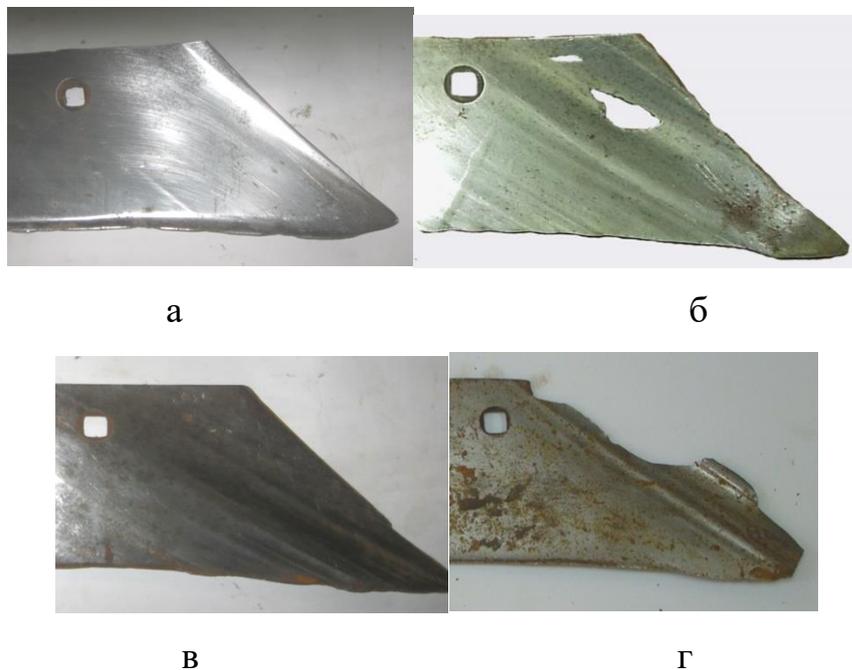


Рисунок 4 – Лучевидный износ

Столь высокий процент повторяемости такого износа говорит о его преобладающем влиянии на ресурс детали. Фактически другие износы по отношению к нему можно назвать сопутствующими. Образование этой геометрической формы носка объясняется тремя факторами: меньшей твердостью верхней части, чем нижней (наличие слоя «сормайт» и влияние термообработки при его нанесении); «веерным», по мнению [9], перемещением почвенной массы; ростом абразивности истирающей компоненты в связи с повышенной степенью ее крошения в области спинки. Остаточная толщина лемеха в зоне «луча» определяет дальнейшую эксплуатацию детали. Этот параметр остается фактически неизменным по средней линии «луча», так как изнашивающая способность почвы в районе заглубляющей части в сравнении с областью спинки невелика из-за ее комковатой структуры, хотя давление почвы здесь выше.

При анализе износов составных лемехов необходимо рассматривать осто

и долото отдельно, как две отличные друг от друга детали, составляющие конструкцию. Нужно отметить, что система силовых воздействий со стороны почвы на такой лемех останется такой же неравномерной как и в случае цельнометаллического. (Все же попытки конструкторов распределить давление грунта более равномерно по площади рабочей поверхности прилагаются, и примером может служить лемех компании «Квернеланд Групп», имеющий весьма сложную пространственную геометрию). Отсюда следует, что составному лемеху, в определенной степени, присущи те же износы, что и цельнометаллическому. Однако, интенсивность их образования, степень влияния на работоспособность и выбор технологий восстановления будут в значительной мере отличаться. Следует оговориться, что при конструировании и изготовлении влияние различной интенсивности изнашивания на отдельных участках импортных лемехов на работоспособность детали в целом учтено в большей степени, чем отечественных, хотя и не решено окончательно. В частности, не удалось добиться равностойкости детали по всему объему.

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

Ресурс остова, прежде всего, регламентируется интенсивностью изнашивания режущей области по ширине. Причем такой вид износа имеют 100%-ов деталей, снятых с эксплуатации (рисунок 5а, б), и он характерен для изделия всех вышеуказанных фирм. Отмечается, что его величина не одинакова по длине изношенной части. Так, авторами [9] указывается, что в плоскости измерения, близкой к области крепления долота он минимален (рисунок 5б). В тоже время, в период наблюдений имели место изделия, у которых минимальные значения износов достигались, примерно, в той части остова, где проходит сечение среднего крепежного отверстия (рисунок 5а). Неравномерность износа вызывает трудности технологического порядка при восстановлении. Например, при вваривании термоупрочненного компенсирующего элемента взамен предельно изношенной режущей части необходимо проводить выравнивание линии стыка.

Нельзя обойти вниманием тот факт, что ряд пользователей эксплуатируют лемеха до износов несовместимых с агротехническими требованиями (рисунок 5б). Восстановление изделий с подобными износами сопряжено с дополнительными трудностями, а часто невозможно по причине недостаточной жесткости оставшегося металла, что приводит к нарушению пространственной геометрии реставрированной детали.

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 [10].

Изменение толщины остова происходит от минимума к максимуму в области 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. Основываясь на таких исследованиях ГОСНИТИ совместно с Брянской ГСХА, предложена технология восстановления, предусматривающая наплавку данной области абразивностойким сплавом с тыльной стороны [9]. Особое внимание упрочняющему воздействию, следует уделять при повторном (неоднократном) восстановлении остова, из-за высокой вероятности полного истирания этой части.

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.



Рисунок 5 – Характерный износ режуще-лезвийной части импортных лемехов: а - лемех фирмы «Квернеланд Групп»; б - лемех фирмы «Беллота»

Долотам присущи износы: режуще-лезвийной части, лучевидный, полевого обреза и по толщине.

Общим для долот (одно- и двухсторонних) всех фирм, снятых с эксплуатации является полное истирание режуще-лезвийной части. Восстановление двухсторонних долот с таким износом не производится, то есть этот фактор определяет их предельное состояние. Двухсторонние долота с подобным дефектом восстанавливаются привариванием новой упрочненной режущей части в случае сохранения работоспособного состояния крепежа. Тем не менее, он определяет возможность повторного использования изделия.

Как и в отечественных лемехах у импортных долот имеет место образование лучевидного износа. Особенно это характерно для односторонних долот упрочненных наплавкой износостойкого сплава с тыльной стороны (рисунок 5а). (Коэффициент повторяемости подобного вида износа для таких долот равен единице). Прежде всего, это связано со значительным периодом времени его использования в одном положении в отличие от двухстороннего. У двухсторонних же долот такой износ если и прослеживается, то выражен он не ярко по причине изменения их положения относительно вектора перемещения почвы. Лучевидный износ не является основанием для выбраковки одностороннего долота и устраняется двухслойной заплавкой [11,12,13].

Заметное истирание полевого обреза, большей частью присуще односторонним долотам производства компании «Лемкен» (рисунок 5б) и обусловлено чрезмерно длительной их эксплуатацией. Как правило, детали с наличием такого порока имеют всю совокупность износостепенных признаков в их предельном выражении и в большинстве случаев непригодны к восстановлению.



а)



б)



в)

Рисунок 6 – Изношенные долота; а – лучевидный износ долота производства фирмы «Лемкен», б – износ по толщине и режущей части долота производства фирмы «Лемкен», в – износ режуще-лезвийной части долота компании «Беллота»

Износ двухсторонних долот по толщине не оказывает никакого влияния на их ресурс, так как работоспособность лимитируется опережающим истиранием режуще-лезвийной части с обеих сторон [13,14,15].

За весь период наблюдений появление трещин и изгибов у двухсторонних долот не фиксировалось. Их отсутствие связано с большой толщиной детали, ее сравнительно небольшими габаритами, что обеспечивает значительную конструкционную прочность, и сменой режущей части путем его оборота.

Заключение

Таким образом, предельное состояние отечественных и зарубежных лемехов определяется различными видами дефектов, так, если ресурс лемехов российского производства регламентируется в основном лучевидным износом и истиранием заглабляющей части носка, то такой же показатель у импортных

деталей обуславливается износом режуще-лезвийной части остова. В связи с этим при разработке технологий восстановления импортных изделий необходимы совершенно иные подходы в сравнении с отечественными. Следует обратить внимание на то, что ряд износов односторонних долот могут быть устранены и не являются основанием для их выбраковки.

Список используемой литературы

1. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
2. Гринь А.М., Феськов С.А., Дианов Х.А. Динамика и интенсивность изнашивания фирменных и восстановленных высевальных лап посевного комплекса "Моррис" // Труды инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. Брянск, 2017. С. 36-48.
3. Дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов / А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Зорин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 41-46.
4. 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. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.
5. Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрёва А.А. Методы снижения интенсивности изнашивания стрелчатых лап культиваторов на стадии изготовления // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 3 (31). С. 79-82.
6. 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.
7. Некоторые причины повышенного изнашивания плужных лемехов / А.М. Михальченков, А.А. Тюрёва, И.В. Козарез, М.А. Михальченкова // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 8. С. 43-45.
8. Характер изменения глубины лучевидного износа при различных вариантах армирования долотообразной области лемехов при вспашке тяжелых почв / А.М. Михальченков, Н.Ю. Кожухова, А.А. Тюрёва, В.А. Лузик // Технический сервис машин. 2020. № 4 (141). С. 93-99.
9. Михальченков А.М., Тюрёва А.А., Козарез И.В. Геометрия лучевидного износа лемеха и размеры армирующих валиков при его упрочнении // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2009. № 2. С. 38-42.
10. Михальченков А.М., Бардадын Н.А., Михальченкова М.А. Повышение межремонтного ресурса лемехов, восстановленных двухслойной заправкой лучевидного износа с применением дополнительных упрочняющих мероприятий // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2017. № 12. С. 36-39.
11. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.
12. Михальченков А.М., Козарез И.В., Тюрёва А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / отв. за вып. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.

ПРИОБРЕТЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ ОТВАЛОВ: КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ; ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА; КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОВТОРЯЕМОСТИ

*к.т.н. Феськов С.А., к.п.н. Бычкова Т.В., магистрант Зайцев Д.А.
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия*

Аннотация. На ряду, с износами различной геометрической формы («классические», не профильные) имеют место нарушение формы поверхности и сквозные протирания. Для глубокого анализа необходимо провести статистический анализ дефектов отвалов.

Ключевые слова: отвалы; дефекты; износы; сквозные протирания; нарушение формы.

ACQUIRED DEFECTS OF DUMPS: QUALITATIVE ANALYSIS; GEOMETRICAL FORM; REPEATABILITY RATES

*candidate of technical sciences Feskov S.A.,
Candidate of Pedagogical Sciences Bychkova T.V.,
master's student D.A. Zaitsev
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Annotation. Along with wear of various geometric shapes (“classical”, not profile), there is a violation of the shape of the surface and through rubbing. For in-depth analysis, it is necessary to conduct a statistical analysis of dump defects.

Key words: dumps; defects; wear and tear; through wiping; violation of form.

Введение

Отвал плуга является его неотъемлемой частью и выполняет функции крошения и оборота пласта. Такая деталь имеет существенную массу и превышает 12 кг [1]. В большинстве своем отвалы подвергаются, различного вида, термоупрочнению – от закалки с низким отпуском до химико-термической обработки в виде цементации [2]. В случае проведения цементации (отвалы отечественного производства) они изготавливаются из малоуглеродистой стали обыкновенного качества [3]. Отвалы импортного исполнения подвергаются термоупрочнению по всему объему [4]. Нужно отметить, что марка стали, из которой изготовлена деталь, производителями тщательно скрывается. Известны

случаи, когда они изготавливаются из многослойного проката. Сравнительно высокая рыночная цена, сложность технологии изготовления, относительно небольшая наработка вызывает необходимость в разработке технологии восстановления этих конструктивных элементов плугов [5, 6]. Однако имеющиеся знания о дефектах являются недостаточными.

Цель

Критическое рассмотрение приобретенных дефектов отвалов: качественный анализ; геометрическая форма; коэффициенты повторяемости

Раскрытие цели

В настоящее время анализ дефектов отвалов, как правило сводится к рассмотрению его износов. Хотя их специфика (геометрия) и процесс изнашивания нельзя считать до конца изученными [6, 7].

Контролировалось 216 отвалов, снятых с эксплуатации по причине нарушения агротехники вспашки. Детали эксплуатировались в почвенных условиях Юго-Западного региона Российской Федерации, где почвы представлены песками, супесями и суглинками [8]. Контролировалось техническое состояние отвалов использовавшихся в 27 районах Брянской области – по 8 единиц на каждый район. Полученные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Дефекты отвалов плужных корпусов

Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости	Фотография дефектной детали
Нарушение формы поверхности	0,07	
Износы		
со сквозным протиранием	0,93	
полевого обреза	0,11	
Лучевидный		

с одним лучом	0,60	
с двумя лучами	0,14	
Нарушение целостности		
трещины	0,07	
изломы (разрушение)	0,17	

Из таблицы следует, что преобладающим пороком является наличие износа со сквозным протиранием. Вторым дефектом по количественному признаку из таблицы 1 - лучевидный износ. Часто образование такого вида нарушения геометрии рабочей поверхности сопровождается сквозным протиранием. Если лучевидная форма распространяется почти на всю длину отвала, то протирание характерно для нижней части груди (таблица 1).

Появление износов различных геометрических форм износа связано, как отмечают известные исследователи, со специфическими условиями эксплуатации почвообрабатывающих орудий и, прежде всего, с наличием абразивной среды [9]. Образование лучевидного износа сопряжено с использованием пахотных агрегатов на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах и аналогично образованию такого же вида дефекта у лемехов [10,11,12]. На других типах почв, обладающих относительно невысокой изнашивающей способностью, такой вид износа в большинстве случаев отсутствует.

Сравнительно не высокий ресурс деталей до достижения ею предельного состояния из-за нарушения формы поверхности связан с использованием для их изготовления сталей обыкновенного качества с невысокими, для условий пахоты, механическими свойствами и нарушением технологического процесса их

производства. Другим фактором (особенно проявившимся в последние годы) можно считать повсеместное нарушение условий эксплуатации ввиду низкой квалификации трактористов-машинистов. В частности, отсутствие предохранительных устройств.

Потеря размеров полевым обрезом, как правило, имеет место при вспашке почв с малой изнашивающей способностью (средние и тяжелые суглинки) вследствие сравнительно высокой наработки отвала до потери им работоспособного состояния.

Появление трещин и изломов, в большинстве случаев, обуславливается наличием ударных силовых воздействий со стороны почвы из-за присутствия камней и других инородных предметов. Разрушение может также наступить ввиду значительного уменьшения толщины отвала и потери им достаточной конструкционной прочности.

Заключение

1. Установлено, что дефекты таких деталей не ограничиваются только различными формами износов.

2. Коэффициент повторяемости такого дефекта как лучевидный износ рабочих поверхностей может достигать до 60%.

3. В перспективе необходимо провести статистический анализ дефектов отвалов.

Список используемой литературы

1. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 30-32.

2. Михальченков А.М., Феськов С.А. Повышение долговечности деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий импортного производства (опыт Брянского ГАУ) // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 2 (96). С. 62-68.

3. Петренко А.А., Агеева Е.В. Способы изготовления и обработки стали для отвала плуга // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: сб. науч. ст. Всерос. науч.-техн. конф. / отв. ред. Е.В. Смоленцев. Воронеж, 2023. С. 296-300.

4. Михальченков А.М., Прудников С.Н., Исаев Х.М.О. Повышение срока службы отвалов // Сельский механизатор. 2010. № 11. С. 31.

5. Феськов С.А., Кожухова Н.Ю., Михальченкова М.А. Методы восстановления с одновременным упрочнением составных лемехов импортного производства // Конструирована-

ние, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2020. С. 65-71.

6. Михальченко А.М., Новиков А.А. Восстановление отвалов различного назначения методом бронирования // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 1. С. 50-52.

7. Геометрическая форма износа отвалов скоростных плугов ПСКУ, методы его устранения и торможения / А.М. Михальченко, С.А. Феськов, Н.А. Бардадын, В.Н. Рыжик // Упрочняющие технологии и покрытия. 2023. Т. 19, № 4 (220). С. 160-163.

8. Чимитдоржиева И.Б., Рузавин Ю.Н. Плодородие почв различных видов ландшафта: учеб. пособие. Улан-Удэ: Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2019. 128 с.

9. Исследование влияния формы абразивной частицы почвы на глубину проникновения в поверхность трения исполнительных органов почвообрабатывающих орудий / А.М. Михальченко, С.А. Феськов, Г.В. Орехова, Д.Р. Шукюров // Техника и оборудование для села. 2018. № 1. С. 34-37.

10. Повышение ресурса и стойкостик абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержающей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченко и др. // Технология машиностроения. 2019. № 11. С. 18-21.

11. Михальченко А.М., Кожухова Н.Ю., Будко С.И. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах юго-западного региона России // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 43-45.

12. Михальченко А.М., Козарез И.В., Тюрева А.А. Критерии предельного состояния лемеха // Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы междунар. науч.-практ. конф. / отв. за вып. И.Я. Пигорев. Курск, 2010. С. 278-282.

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 01.04.2024 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,27. Тираж 550 экз. Изд. № 7655.

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