Тип статьи: научная
УДК 631.33.024.3
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-6-60-70

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА

Руслан Адальбиевич Нотов[1], Анатолий Тимофеевич Лебедев[2], Бадма Катинович Салаев[3], Наталья Леонидовна Курепина[4], Юрий Немеевич Арылов[5], Павел Анатольевич Лебедев[6]
[1,6] Ставропольский государственный аграрный университет, Ставропольский край, г. Ставрополь
[2,3,4,5] Калмыцкий государственный университет, Республика Калмыкия, г. Элиста
[6] zoya_lebedeva@mail.ru

Автор ответственный за переписку: Павел Анатольевич Лебедев, zoya_lebedeva@mail.ru
Corresponding author: Pavel Lebedev, zoya_lebedeva@mail.ru

Реферат. *При посеве зерновых в иссушенную почву рабочие органы сеялок испытывают значительные нагрузки, приводящие к износу рабочих поверхностей (РП) и нарушению технологии посева, которые вызывают необходимость пересева на более 10% площадей. При выпадении осадков в период сева, сам посев оттягивается из-за залипания рабочих органов. Перспективным является применение сошников, у которых (РП) обладают и износостойкостью, и способностью снижать липкость почвы при посеве зерновых культур. Предложено использовать накладки из сверхвысоко молекулярного полиэтилена (СВМПЭ) на РП стандартных дисковых сошников (СДС), переоборудуя их в модернизированные дисковые сошники (МДС). Исследованиями определены параметры и способ крепления накладки из СВПМЭ к РП диска. Полевыми испытаниями подтверждено, что крепление накладки к диску заклепками в количестве 24 штук обеспечивает надежность работы МДС, которые выполняют требования посева на исследованных режимах. Отмечено снижение налипаемости почв при работе МДС в 1,6…2,9 раза относительно СДС. На всех типах почв тяговое сопротивление МДС при глубине посева 0,06 м изменяется в пределах 60…80 Н, что в 1,23…1,55 раза меньше, чем у СДС. Интенсивность изнашивания рабочих поверхностей МДС, выполненных из СВМПЭ РЕ-500 более чем в 3 раза меньше, чем у стали 65Г, что позволяет увеличить их ресурс в 1,5…2,4 раза в сравнении с СДС. Зерновые сеялки, оборудованные МДС, позволяют расширить периоды безотказной работы как в засушливых условиях, так и при повышенной влажности почв, обеспечивая заданные агротехнические требования по технологии посева в различных климатических условиях.*

Ключевые слова: *аридизация климата, изнашивающая способность почв, качество посева, сошник, посев, надежность, рабочий орган, почва, сеялка.*

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE SOWING OF GRAIN CROPS IN THE CONDITIONS OF CLIMATE ARIDIZATION

Ruslan Notov [1], Anatoly Lebedev [2], Badma Salaev [3], Nataliya Kurepina [4], Jury Arylov [5], Pavel Lebedev [6]
[1,6] Stavropol State Agrarian University, Stavropol Territory, Stavropol city
[2,3,4,5] Kalmyk State University, Republic of Kalmykia, Elista city
[6] zoya_lebedeva@mail.ru

Abstract. *The working bodies of the seeders experience significant loads, leading to wear of the working surfaces (WP) and violation of the sowing technology, which necessitate reseeding on more than 10% of the area when sowing grain in dried soil. The sowing itself is delayed due to sticking of the working bodies during precipitation during the sowing period. Promising is the use of coulters, in which (RP) they have both wear resistance and the ability to reduce soil stickiness when sowing grain crops. It*

is proposed to use overlays made of ultrahigh molecular polyethylene (UHMWPE) on the RP of standard disc coulters (SDS), converting them into upgraded disc coulters (MDS). The research determined the parameters and method of fastening the lining from the SVPME to the RP disk. Field tests have confirmed that fixing the lining to the disk with rivets in the amount of 24 pieces ensures the reliability of the MDS, which fulfill the requirements of sowing in the studied modes. There was a decrease in the adhesion of soils during the operation of the MDS by 1.6...2.9 times relative to the SDS. On all types of soils, the traction resistance of MDS at a sowing depth of 0.06 m varies within 60...80 N, which is 1.23...1.55 times less than that of SDS. The wear rate of the MDS working surfaces made of UHMWPE RE-500 is more than 3 times less than that of 65G steel, which makes it possible to increase their resource by 1.5-2.4 times in comparison with SDS. Grain seeders equipped with MDS allow to extend the periods of trouble-free operation both in arid conditions and at high soil humidity, providing the specified agrotechnical requirements for sowing technology in various climatic conditions.

Keywords*: climate aridization, soil wearing capacity, sowing quality, coulter, sowing, reliability, working body, soil, seeder.*

Для цитирования: Нотов Р.А., Лебедев А.Т., Салаев Б.К., Курепина Н.Л., Арылов Ю.Н., Лебедев П.А. К вопросу совершенствования посева зерновых культур в условиях аридизации климата // Наука в центральной России. 2022. № 6 (60), С. 60-70. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-6-60-70.

For citation: Notov R., Lebedev A., Salaev B., Kurepina N., Arylov J., Lebedev P. Intensification of the process of mixing feed mixtures. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2022; 6(60): 60-70. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-6-60-70.

Введение. В последние годы в основных регионах страны, занимающихся производством зерна, посев зерновых культур объективно сопровождается решением целого ряда вопросов и проблем, связанных с изменениями климата и его аридизацией. Особое значение приобретает это в южных регионах страны: в восточной зоне Ставрополья, юго-восточной зоне Ростовской области, практически на всей территории Республики Калмыкия, в Волгоградской, Астраханской областях, и других регионах России. Наиболее распространены в этих регионах суглинистые и среднесуглинистые каштановые (темные и светлые) почвы различной степени солонцеватости, имеющие высокий коэффициент испаряемости влаги. В этих районах возделываются как озимые, так и яровые культуры. При посеве зерновых в иссушенную почву, наряду с нарушением как условий среды прорастания семян, так и глубины заделки, равномерности распределения семян в бороздке и по ширине посева, рабочие органы сеялок (сошники) испытывают значительные нагрузки, приводящие к износу рабочих поверхностей (РП) и дополнительному нарушению технологии посева. Так, из-за нарушения технологии посева озимых зерновых требуется пересев засеянного, на более 10% площадей. С другой стороны, после выпадения осадков в период сева, сам посев оттягивается из-за залипания рабочих органов почвой высокой влажности. Применение в качестве сошников, у которых РП обладают и износостойкостью, и способностью снижать липкость почвы, является перспективным способом повышения эффективности возделывания зерновых культур.

Посев зерновых культур, в зависимости от их вида, качества семян, типа и влажности почвы, для наиболее распространенных способов посева, осуществляется на глубину 3…8 см, с шириной междурядий 15см при рядовом посеве и 7,5 см при узкорядном. Соответствие таких основных показателей, как норма высева, глубина заделки семян, их равномерное распределение по площади поля и ширина стыковых междурядий, определяют не только качество посева, но и оптимальные условия развития всходов. Такие условия обеспечиваются работой посевных секций зерновых сеялок. При этом агротехническими требованиями допускаются отклонения: по норме высева семян не более ±3%; от заданной глубины не более ± 15% (1,5…2 см); ширины стыковых междурядий у смежных сеялок в сцепке не более ±2 см, а для двух смежных проходов не более ±5 см [1, 2, 4, 9].

Практикой установлено, что качество посева в наибольшей степени зависит от типа используемого сошника, основной задачей которого является формирование посевной бороздки

для семян. По форме РП и назначению наиболее распространены анкерные, лаповые и дисковые сошники. Конкретные модели сошников имеют в зависимости от марки сеялки свои конструктивно-геометрические параметры, и определенные присущие им достоинства и недостатки. Указанные типы сошников принципиально отличаются друг от друга не только формой и свойствами РП, но и отличаются формой посевной бороздки, образуемой при посеве (рисунок 1).

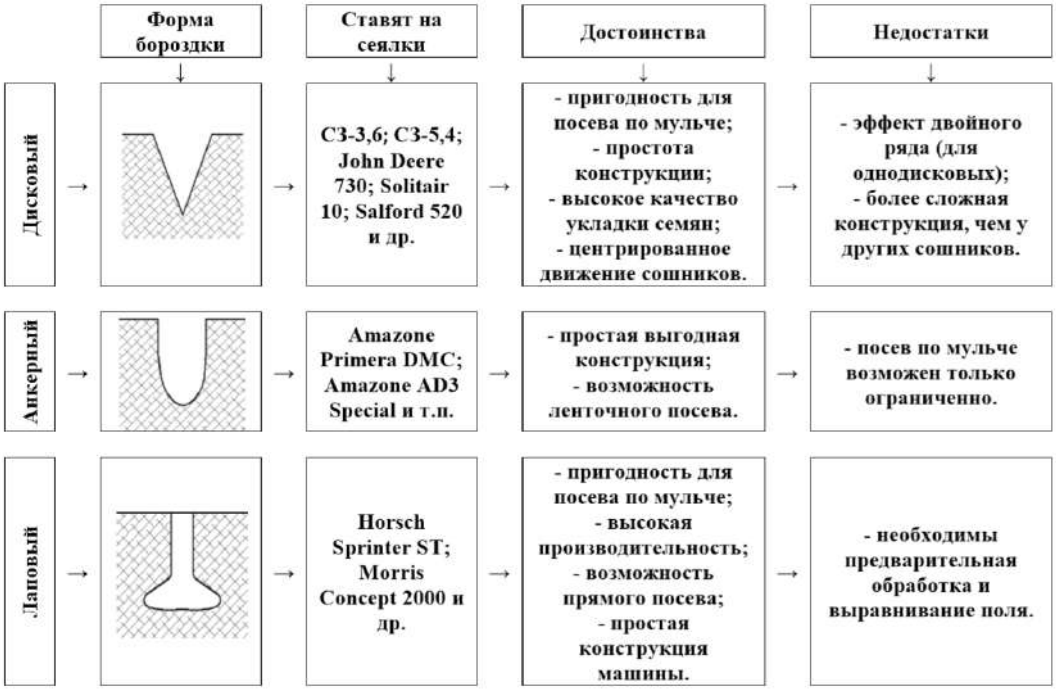

Рисунок 1 – Типы сошников и характеристики их работы

Как показывает практика, более 85% всех сеялок эксплуатируются с одно- или двухдисковыми сошниками [4, 5, 10], поэтому в наших исследованиях использовались такие сошники.

Материалы и методы. Как отмечалось выше, в условиях аридизации климата наиболее прогнозируемыми случаями при посеве зерновых культур являются: работа сошников при повышенном износе их РП и работа на почвах повышенной влажности для того, чтобы создать благоприятные условия для развития семян и сохранения дефицитной почвенной влаги. Интенсивность изнашивания РП сошника, особенно его режущей кромки, резко увеличивается при их работе в абразивной среде, в которую переходят почвы аридной зоны при их влажности 10…12% и менее. Работа сошников в условиях повышенной влажности для некоторых моделей просто не возможна, но дисковые сошники, как правило, теряют свою работоспособность только по причине их сильного залипания. Налипание почвы, не только резко увеличивает тяговое сопротивление сеялки, но и изменяет геометрию образуемой бороздки. Рассматривая работоспособность зерновой сеялки с позиции надежности технологического процесса посева семян в условиях нестабильности и значительной вариации параметров, характеризующих природно-климатические условия регионов, нами представлены основные направления обеспечения работоспособности дисковых сошников (рисунок 2).

Рисунок 2 – Направления обеспечения работоспособности двухдискового сошника зерновой сеялки

На представленной аналитической схеме нами выделены две основные проблемы, характерные для эксплуатации двухдисковых сошников в засушливых условиях, это затупление режущей кромки дисков и налипание почвы на РП при их работе в условиях повышенной влажности почв. Для устранения этих недостатков дисковых сошников и повышения эффективности их работы, с учетом анализа ранее выполненных исследований в этом направлении, нами предложено использовать накладки из сверхвысоко молекулярного полиэтилена (СВМПЭ) на РП стандартных дисковых сошников (СДС). [4, 5, 10]

При исследовании работоспособности модернизированных дисковых сошников (МДС), с накладками из СВМПЭ, выполнено сначала теоретическое обоснование, а затем экспериментальное подтверждение рационального способа крепления накладки к рабочей поверхности диска. На основе проведенного анализа доступных, в условиях эксплуатации, способов фиксации съемных элементов аналогичных конструкций, принято к обоснованию широко распространенное на практике, - крепление заклепками (рисунок 3).

Заклепочное соединение в данной конструкции МДС выполняет следующие функции:

- обеспечивает плотное прилегание накладки из СВМПЭ к РП диска в зоне его режущей кромки;

- зона расположения крепежных элементов (заклепок) не должна препятствовать проведению операций ТО и восстановлению геометрии диска при ремонте МДС.

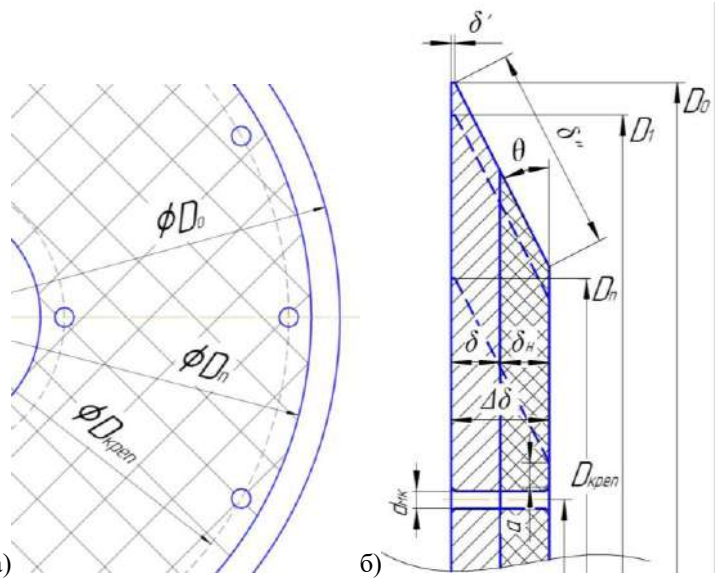

Рисунок 3 – Схема к расчету параметров МДС (лицевая (а) и профильная (б) части диска)

Рассмотрим схему МДС, представленную на рисунке 3. Плотное прилегание накладки из СВМПЭ к РП диска в зоне его режущей кромки, из-за неизбежных отклонений формы исходного диска и нарушения его геометрии в период эксплуатации, необходимо обеспечить так, чтобы режущая кромка и фаска диска не закрывались накладкой. При этом плотность прилегания может быть обеспечена жесткостью материала накладки (разновидностью СВМПЭ, толщиной накладки) и расстоянием между крепежными элементами по диаметру их крепления на диске $D_{креп}$ (количеством заклепок $n_{креп}$).

Для проведения операций ТО (восстановления режущей кромки диска при заострении δ' и ширине фаски δ'', соответствующих углу заточки θ при толщине диска δ) и восстановления геометрии диска МДС при ремонте (восстановления до требуемого ремонтного размера) необходимо, чтобы элементы крепления были расположены по окружности диаметром $D_{креп}$. Указанный размер должен быть определен расчетом с учетом предельно допустимого размера диска $D_п$, толщины накладки $\Delta\delta$ и текущего размера МДС в эксплуатации D_1. При достижении предельного размера $D_п$ диск сошника заменяется на новый, который перед установкой модернизируется, в соответствие с указанной схемой и технологией модернизации.

Расчет диаметра крепления заклепок $D_{креп}$, выполнялся в соответствие с изложенным выше и схемой на рисунке 3 по зависимости:

$$D_{креп} \leq D_п - d_{мк} - \Delta\delta \cdot ctg\theta - 2a, \quad (1)$$

где $d_{мк}$ – диаметр заклепок, м;

a –припуск на обработку и размещение головок заклепки, м.

Таким образом, для стандартных размеров СДС номинальным диаметром нового диска D_0 = 350 мм с углом заточки θ = 20° и толщиной диска δ = 2,5 мм, у которого предельный размер при выбраковке составляет $D_п$ = 326 мм, расчетный диаметр размещения элементов крепления составляет $D_{креп} \leq 310{,}9$ мм (для случая применения заклепок с $d_{мк}$ = 6 мм, наибольшей толщины накладки $\delta_н$ = 3 мм и a = 2 мм). Для изготовления экспериментальных МДС было принято $D_{креп}$ = 310 мм.

Результаты и их обсуждение. Теоретические исследования и расчет количества механических креплений $n_{креп}$, исходя из требуемых условий плотного прилегания накладки из СВМПЭ к диску МДС выполнены при следующих условиях. Размещение крепежных элементов в количестве $n_К$ по $D_{креп}$ определяется таким же количеством равновеликих хорд. Длину хорды по

окружности $D_{креп}$ можно представить, как расстояние l между защемленными концами упругой балки 2 (накладка из СВМПЭ), прогиб f′ которой может быть осуществлен под воздействием давления на нее со стороны почвы 4, попадающей в зазор между жестким диском 1 и накладкой 2(рисунок 4). При уменьшении расстояния l увеличивается сопротивление прогибу накладки и увеличивается плотность прилегания ее к поверхности диска. Регулировка силы $F_п$ прижатия накладки к диску может осуществляться количеством крепежных элементов 3, а также механическими свойствами материала накладки (применение СВМПЭ разных марок, например, СВМПЭ РЕ-500 и СВМПЭ РЕ-1000, и их разной толщины). Для проведения теоретических расчетов ставилась задача определения усилий, обеспечивающих прогиб не более 1 мм, для разных типов материала, их толщине и расстояниях между креплениями накладки (что прямо пропорционально количеству креплений).

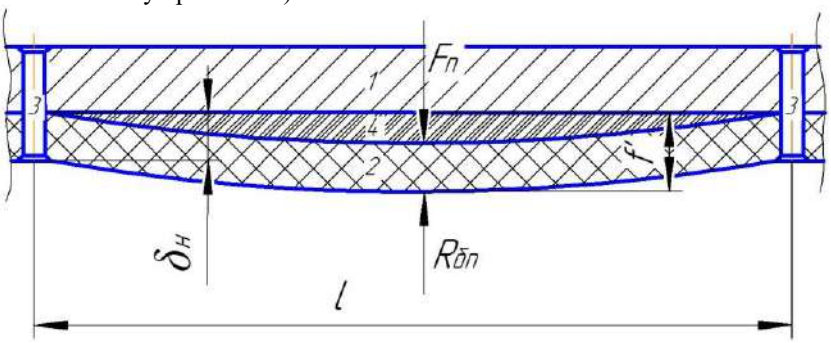

Рисунок 4 – Расчетная схема к определению усилия прогиба упругой балки (накладка СВМПЭ)

Определение требуемого усилия $F_п$ проводили по известной из теории сопротивления материалов [7] формуле

$$F_п = \frac{48 \cdot E \cdot I_x \cdot f'}{l^3}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости материала накладки, МПа;

I_x – момент инерции поперечного сечения, мм^4.

Моделируя различные варианты модернизации СДС, изменением свойств материала, были получены теоретические зависимости усилия $F_п$ от расстояния между точками креплений при постоянном значении величины прогиба накладки f′ = 0,001 м (рисунок 5).

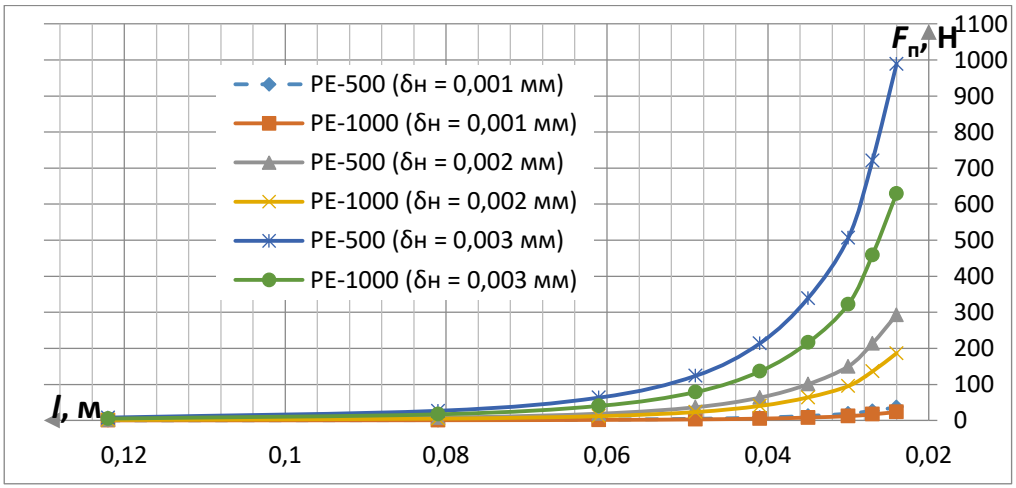

Рисунок 5 – Графики изменения усилия $F_п$ в зависимости от расстояния l между креплениями и толщины накладки $\delta_н$ (расчетный прогиб f′ = 0,001 м)

Расчеты усилия $F_п$ выполнены для 10 вариантов крепления накладки к диску сошника. Как показывают графики, представленные на рисунке 5, при увеличении расстояния между крепежными элементами в диапазоне 80…121,7 мм, что соответствует уменьшению количества креплений от 12 до 8 штук по периметру диска, требуемое усилие резко уменьшается для всех рассмотренных вариантов применяемых накладок. В расчетах были приняты накладки из СВМПЭ РЕ-500 и СВМПЭ РЕ-1000, толщина которых составляла 1, 2 и 3 мм. Анализ зависимостей показывает, что расчетное усилие прижатия может обеспечиваться при увеличении количества креплений от 20 до 40 штук (соответствует уменьшению расстоянию между креплениями от 48,6 до 24,3 мм), особенно у накладок толщиной 3мм. Значение силы прогиба накладки при этом может увеличиться от 62 до 1000 Н для обеспечения расчетного значения накладки в 1мм. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что тяговое сопротивление, приходящееся на один МДС, составляет 50…110 Н в зависимости от состояния почвы и глубины посева. Поэтому, указанный диапазон был принят при изготовлении опытных образцов МДС для экспериментального подтверждения оптимального количества крепежных элементов. Расчетами установлено, что усилие для прогиба накладки из СВМПЭ РЕ-1000 в 1,6 раза больше, чем у накладки из СВМПЭ РЕ-500, что более высокими механическими характеристиками указанного материала. Но фрикционные свойства, оказывающие влияние на тяговое сопротивление МДС, гидрофобные и износные характеристики этих материалов практически не отличаются между собой. Поэтому в дальнейшем, исследования проводились на МДС, у которых в качестве накладки использовался листовой СВМПЭ РЕ-500, толщиной 3 мм, стоимость которого почти в 2 раза меньше, чем у РЕ-1000 [7, 8].

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы МДС, количество крепежных элементов на которых было принято 12, 16, 20, 24 и 28 штук, расстояние между соседними точками округленно составило, соответственно: 81, 61, 48, 40 и 35 мм (рисунок 6, а). Точность изготовления каждого варианта образцов МДС обеспечивалась разработкой и изготовлением специальной оснастки в виде разметочных дисков (рисунок 6, б). Испытания опытных образцов проводились в одинаковых полевых условиях после их установки на зерновую сеялку типа СЗ-3.6 (рисунок 6, в).

а) б) в)

Рисунок 6 – Экспериментальные образцы МДС сеялки СЗ-3,6 и оснастка для их изготовления

Полевые испытания зерновой сеялки СЗ-3,6, оборудованной экспериментальными образцами МДС, которые устанавливались на ней вместе со СДС, проведены на поле, подготовленном под

посев, влажностью почвы 17...18% и скорости посевного агрегата 10 км/ч. Опытами установлено, что при работе опытных образцов почва в основном накапливается на границе между основным диском и накладкой в зоне режущей кромки диска. Количество почвы в этой зоне МДС существенно отличается, в зависимости от варианта исполнения МДС (рисунок 7). Для вариантов МДС с 12, 16 и 20 точками креплений масса почвы составила в среднем 32, 14 и 3г, соответственно. В других вариантах, с 24 и 28 заклепками, в этой зоне почва отсутствовала.

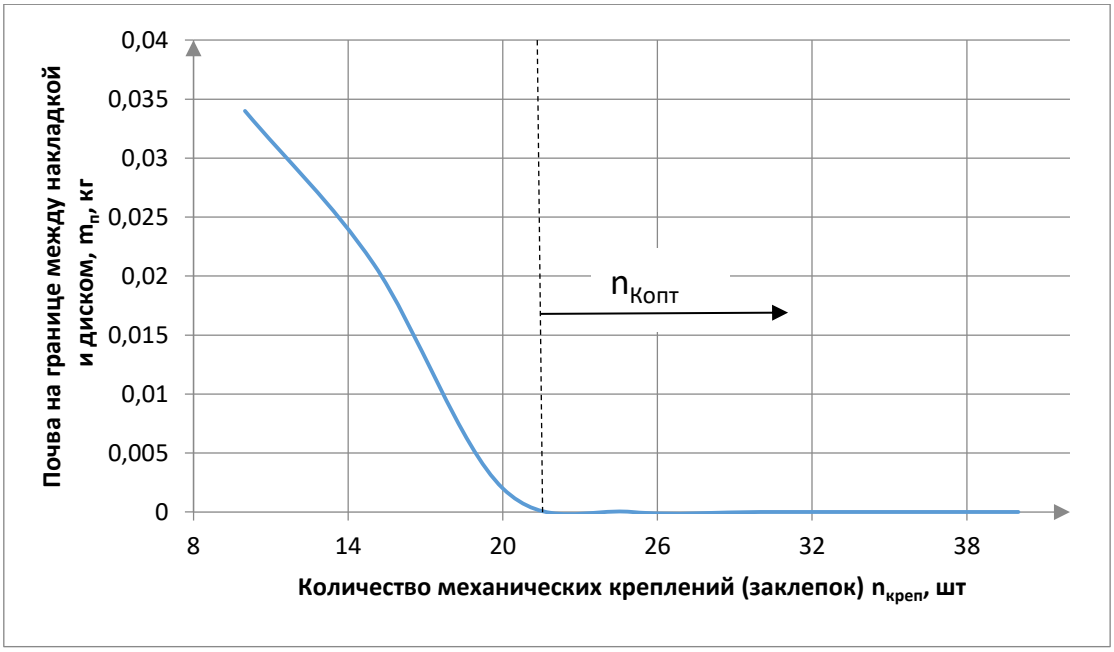

Рисунок 7 – Зависимость количества почвы $m_п$, на границе между диском и накладкой из СВМПЭ, от количества заклепок $n_{креп}$

Таким образом, для создания надежного контакта между диском и накладкой, исключающего возможность попадания между ними твердых частиц почвы, особенно при работе в условиях засухи, расстояние между точками креплений должно быть не более 0,048 м, которое соответствует оптимальному значению количества креплений не менее 20 штук. С учетом упрощения слесарных работ при разметке и изготовлении МДС, а также обеспечения гарантированной надежности крепления в эксплуатации МДС на почвах различной влажности, в дальнейшем можно использовать модернизированные диски с 24 креплениями накладки, которые расположены по диаметру 310 мм для новых дисков с номинальным диаметром 350 мм [1-3].

Проверка работоспособности СДС и МДС, по критерию налипания почвы на рабочие поверхности, выполнялась на лабораторной установке «Почвенный канал» СтГАУ и полевых условиях ООО «Фрегат» Кабардино-Балкарской Республике. В почвенном канале моделировались условия для средних значений влажности 5%, 15% и 25%. Испытывались однострочные и узкорядные стандартные и модернизированные сошники (рисунок 8).

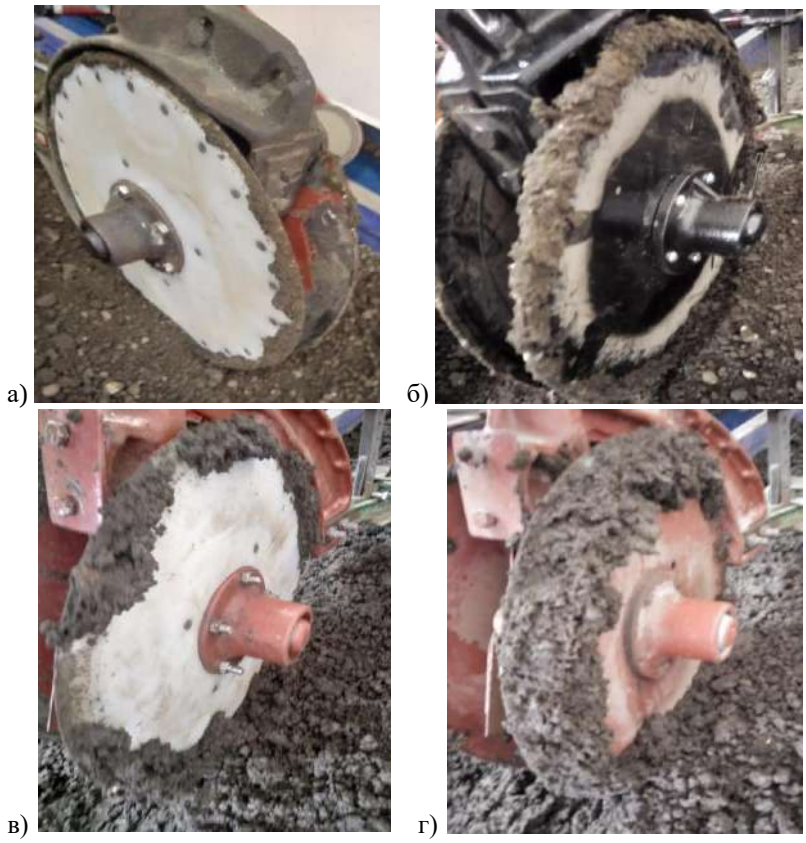

Рисунок 8 – Налипание почвы на диски сошников: широкорядных МДС (а) и СДС (б) при при влажности почвы 15%; узкорядных МДС (в) и СДС (г) при влажности почвы 25%.

Заключение. Установлено, что при работе всех типов испытываемых сошников и влажности модели почвы 5% налипания почвы не зафиксировано. При повышении влажности до 15% масса налипшей почвы составила в среднем 0,37 кг и 0,26 кг для узкорядного и широкорядного СДС, соответственно. При увеличении влажности почвы до 25% происходит значительное увеличение налипшей массы в 6,5 и 3,6 раза, соответственно.

Работа узкорядного и широкорядного МДС характеризуется следующими показателями:

- при влажности 15% масса налипшей почвы для МДС составила в среднем 0,23 кг и 0,09 кг для узкорядного и широкорядного вариантов, что соответственно, в 1,6 и 2,9 раза меньше, чем у СДС;

при влажности почвы 25% масса налипшей почвы для МДС составила в среднем 1,01 кг и 0,35 кг для узкорядного и широкорядного вариантов, что соответственно, в 2,4 и 2,7 раза меньше, чем у СДС.

Полевыми испытаниями установлено, что при повышенной влажности почвы 24…27% широкорядные (однострочные) СДС в целом не обеспечивают необходимых агротехнических требований по глубине заделки семян, как правило из-за уменьшения заданной глубины на 22%, а из-за налипания почвы наблюдался вынос семян на поверхность почвы, значительно увеличивается ширина посевной бороздки, по сравнению с работой МДС, показатели работы которых соответствуют заданном параметрам. При работе МДС на всех типах почв (от иссушенных до переувлажненных) их тяговое сопротивление изменяется в пределах 60…80 Н при глубине посева 0,06 м, что в 1,23…1,55 раза меньше, чем у СДС.

Интенсивность изнашивания рабочих поверхностей МДС, выполненных из СВМПЭ РЕ-500 более чем в 3 раза меньше чем у стали 65Г. Обеспечение возможности работы МДС в широком диапазоне свойств почвы как в засушливых условиях, так и при повышенной влажности позволяет

не только увеличить ресурс таких сошников в 1,5…2,4 раза в сравнении с СДС, но и расширить периоды работы зерновых сеялок, оборудованных МДС, при обеспечении заданных требований по технологии посева в различных климатических условиях.

Список источников

1. Нотов, Р.А. Работоспособность дисковых сошников зерновых сеялок в различных эксплуатационных условиях / Р.А. Нотов, А.Т. Лебедев // Наука в центральной России. – 2019. – № 6 (42). – С. 5-10.

2. Нотов, Р.А. Совершенствование дисковых сошников зерновых сеялок для работы в условиях переменной влажности почвы / Р.А. Нотов, А.Т. Лебедев, Р.Р. Искендеров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4 (24). – С. 64-71.

3. Пастухов А.Г., Кравченко И.Н., Волков М.И. / Исследование износа дисковых сошников сеялки СЗТ-3,6А // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3 (23). – С. 55-68.

4. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. / Модернизация зерновой сеялки для работы в условиях повышенной влажности почв. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. № 3 (43). – С. 238-245.

5. Патент №190896 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Двухдисковый сошник / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Н.А. Марьин, А.К. Апажев, Р.А. Нотов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2019110459; заявл. 08.04.2019; опубл. 16.07.2015, Бюл. № 20.

6. Пахомов В.И., Брагинец С.В., Бурьянов А.И., Московский М.Н. / Перспективы применения пластиков в конструкциях современных сельскохозяйственных машин // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. – Всероссийский научно-исследовательский институт механизации с. х., 2015. –С. 26-29.

7. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука; Издание 9-е, перераб. – 1986 г. – 512 с.

8. Лобачевский Я.П., Колчина Л.М. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин. ФГНУ "Росинформагротех". Москва, 2005. – 116 с.

9. Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С. /Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. - Т. 12. - № 3. – С. 45-52.

10. Ероков, М.Б. Исследование и обоснование режимов работы сошника зерновой сеялки в условиях повышенной влажности почвы: дисс. … канд. техн. наук: 05.20.01 / Ероков Мурат Борисович. – Нальчик, 2000. – 153с.

References

1. Notov, R.A. Efficiency of disk coulters of grain seeders in various operating conditions / R.A. Notov, A.T. Lebedev // Science in Central Russia. - 2019. - No. 6 (42). - P. 5-10.

2. Notov, R.A. Improvement of disk coulters of grain seeders for work in conditions of variable soil moisture / R.A. Notov, A.T. Lebedev, R.R. Iskenderov // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. - 2019. - No. 4 (24). - S. 64-71.

3. Pastukhov A.G., Kravchenko I.N., Volkov M.I. / Study of the wear of the disc coulters of the SZT-3.6A seeder // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. - 2019. - No. 3 (23). – P. 55-68.

4. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. / Modernization of a grain seeder for work in conditions of high soil moisture. // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2016. No. 3 (43). – S. 238-245.

5. Patent No. 190896 Russian Federation, IPC A01C 7/20. Double disc coulter / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, N.A. Maryin, A.K. Apazhev, R.A. Notov; applicant and patent holder FGBOU VO Stavropol State Agrarian University. No. 2019110459; dec. 04/08/2019; publ. 07/16/2015, Bull. No. 20.

6. Pakhomov V.I., Braginets S.V., Buryanov A.I., Moskovsky M.N. / Prospects for the use of plastics in the construction of modern agricultural machines // Collection of scientific reports of the International Scientific and Technical Conference. – All-Russian Research Institute of Mechanization p. x., 2015. -S. 26-29.

7. Feodosiev, V.I. Strength of materials. – M.: Nauka; 9th edition, revised. - 1986 - 512 p.

8. Lobachevsky Ya.P., Kolchina L.M. Current state and development trends of tillage machines. FGNU "Rosinformagrotech". Moscow, 2005. - 116 p.

9. Nesmiyan A.Yu., Tsench Yu.S. /Trends and prospects for the development of domestic equipment for sowing grain crops // Agricultural machines and technologies. - 2018. - T. 12. - No. 3. - S. 45-52.

10. Erokov, M.B. Research and substantiation of the modes of operation of the coulter of a grain seeder in conditions of high soil moisture: diss. … cand. tech. Sciences: 05.20.01 / Erokov Murat Borisovich. - Nalchik, 2000. - 153 p.

Информация об авторах

Р.А. Нотов – кандидат технических наук; А.Т. Лебедев – доктор технических наук, профессор; Б. К. Салаев – доктор биологических наук, профессор; Н.Л. Курепина – доктор экономических наук, профессор; Ю.Н. Арылов – доктор биологических наук, профессор; П.А. Лебедев – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

R.A. Notov – Candidate of Technical Sciences; A.T. Lebedev – Doctor of Technical Sciences, Professor; B. K. Salaev – Doctor of Biological Sciences, Professor; N.L. Kurepina – Doctor of Economic Sciences, Professor; Y.N. Arylov – Doctor of Biological Sciences, Professor; P.A. Lebedev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 25.11.2022 Принята к публикации (Accepted): 16.12.2022