

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Лебедев А.Т., Нотов Р.А., Искендеров Р.Р.

Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, Российская Федерация

Аннотация. Существующие агротехнические сроки, ставят сельскохозяйственные предприятия в ситуацию, когда те вынуждены дожидаться необходимых физических свойств почв, прежде чем начать посевные работы. Использование сверхвысокомолекулярных полиэтиленов СВМПЭ для модернизации конструкции дисковых сошников может расширить временной период, в который технологический процесс посева будет проходить без нарушения его работоспособности и с увеличением ресурса.

Ключевые слова. Испарение влаги, посев зерновых, физическая спелость почвы, СВМПЭ, модернизированный диск сошника, повышение ресурса.

THEORETICAL MODEL OF INCREASED RESOURCE UPGRADED DOUBLE DISC COULTERS GRAIN DRILL

Lebedev A.T., Notov R.A., Iskenderov R.R.

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation

Abstract. Existing agro-technical terms put agricultural enterprises in a situation where they are forced to wait for the necessary physical properties of soils before starting sowing work. The use of ultra-high molecular weight UHMWPE polyethylene for the modernization of the design of disc coulters can extend the time interval in which the sowing process will take place without disrupting its performance.

Keywords. Moisture evaporation, grain sowing, physical ripeness of soil, UHMWPE, modernized coulters disc, increased resource.

В условиях нестабильных погодных сезонов, в частности увеличения засушливых периодов, связанных с глобальным потеплением на планете, прогнозируемым на 2020-2024 года [1] возрастает роль надежности, оперативности и качества проведения технологических операций почвообработки и посева зерновых. Из-за увеличения средних показателей температур возрастает и интенсивность испарения влаги из почвы. При этом изменение влажности может происходить с такой быстротой, что существует вероятность не попадать в агротехнические сроки, то есть в условия физической спелости почвы.

Таким образом, посев будет проводиться либо в иссушенную почву менее 12% влажности, либо в переувлажненную почву при влажности выше 23%. В первом случае происходят отказы, связанные с осыпанием бороздки и повышенным износом дисков сошника, а во втором связанные с налипанием почвы на диски.

Возможность обработки почвы при влажности выше физической спелости почвы позволила бы начинать посев культур в более ранние сроки. При этом податливая влажная почва, несмотря на высокую плотность и монолитность будет способствовать качественному образованию борозды, и снижать ударное воздействие посторонних каменистых включений о поверхность диска, за счет лучшего их уплотнения. Однако из-за эффекта налипания на стандартные сошники большого количества почвы, приводящего к неработоспособному состоянию этой технической системы, проведение посевных работ становится невозможным.

Создав условия для работы дисковых сошников при влажности почвы до 30% можно снизить сроки ожидания, меньше зависеть от погодных условий в период начала посевных работ и снизить изнашивающее воздействие сухих почв на диски.

Для решения этой задачи в работах [2, 3, 4] предлагается использовать СВМПЭ (сверхвысокомолекулярный полиэтилен) для модернизации двухдисковых сошников. Положительными сторонами применения СВМПЭ можно считать работу в переувлажненных почвах влажностью до 30%, что позволяет проводить посевные работы в более сжатые сроки. А высокая износостойкость данного

материала позволяет работать не только в агротехнические сроки, т.е. во время физической спелости почвы при 12...23% ее влажности, но и при обработке сухой почвы влажностью менее 10%.

Тем не менее, не смотря на вышеописанные плюсы, полимерный материал не снижает износ режущей кромки диска сошника, так как накладка из СВМПЭ не должна перекрывать этот важный элемент разрезающий почву при формировании борозды. Однако за счет раннего захода во влажную почву использование модернизированных двухдисковых сошников будет снижать время работы в условиях повышенного трения в почвах с низкой влажностью, а соответственно, и уменьшать износ кромки диска в целом.

С учетом неравномерности распределения влажности почвы по глубине и условий испарения влаги, в зависимости от плотности и комковатости почвы определяются оптимальные промежутки времени для захода посевной техники на поле.

Посевные агрегаты в основном используются в весенний и осенний периоды. При этом с учетом различных погодных условий можно разделить сезонную эксплуатацию сошников на время работы в период физической спелости почвы $T_{вп}$ (нормальная скорость изнашивания I_n) и время работы в почвах с низкой влажностью $T_{сп}$ (повышенная скорость изнашивания I_p). Для стандартного дискового сошника можно условно принять $T_{вп}/T_{сп} = 70/30\%$. тогда для модернизированного полимерной накладкой из СВМПЭ дискового сошника это соотношение изменится и составит $T_{вп}/T_{сп} = 80/20\%$. Исходя из этого, общее среднее время работы одного сошника T_i можно представить в виде:

$$T_i = T_{вп} + T_{сп} + T_{нс} \quad (1)$$

где T_i - общее среднее время работы i -ого сошника (жизненный цикл, или ресурс);

$T_{нс}$ – период работы с затупленной режущей кромкой (неработоспособное состояние).

Как видно помимо показателей $T_{вп}$ и $T_{сп}$ общее среднее время работы, вероятно, будет включать и период времени $T_{нс}$ когда дисковый сошник используется при затупленной режущей кромке диска, а значит и с увеличенным зазором между дисками. Достижение этой предельной величины, или критической величины износа I_k , можно рассматривать как отказ потому, что в дальнейший период эксплуатации значительно увеличивается тяговое сопротивление, расход топлива, нарушается качество заделки семян и снижается надежность технологического процесса посева. Таким образом, период времени $T_{вп} + T_{сп}$ можно рассматривать как основной этап жизненного цикла диска сошника, после завершения, которого необходимо его восстановить.

Для наглядности, на основе проведенного теоретического анализа, сравним ресурс серийных дисковых сошников T_c и модернизированных с покрытием из СВМПЭ T_m до проведения первого ремонта. Износ режущей кромки до достижения его предельного значения представим графически на рисунке 1.

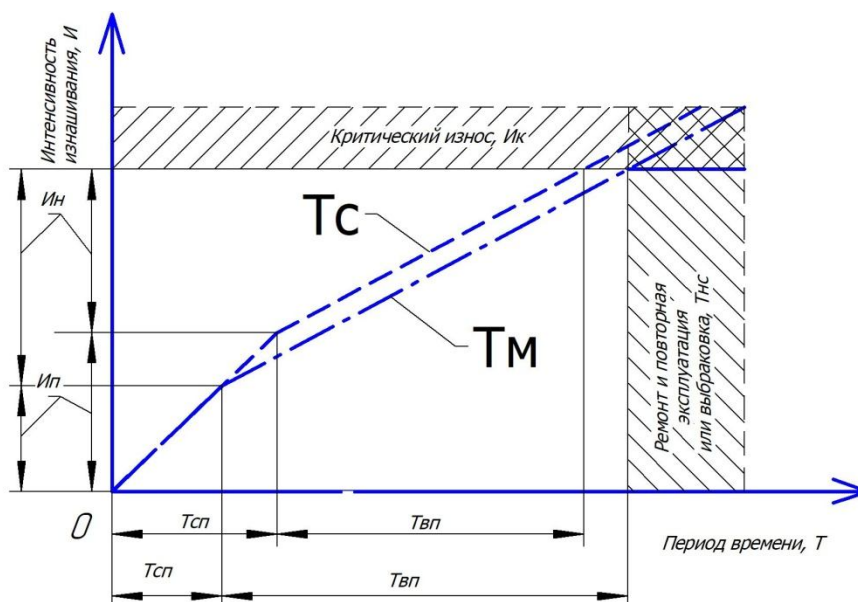


Рисунок 1 – Ресурс серийного T_c и предлагаемого (модернизированного) T_m двухдискового сошника

Из графика видно, что период времени $T_{нс}$ в условиях правильной эксплуатации должен исключаться как отказ, а окончание периода времени $T_{вп}$ будет соответствовать проведению ремонта или выбраковке диска. Также анализ составляющих жизненного цикла показывает, что определяющим периодом, влияющим на износ режущей кромки дисков сошников, является $T_{сп}$. Этот период эксплуатации сошника характеризуется повышенной интенсивностью изнашивания кромки диска I_p ,

которая может превышать нормальную I_n в несколько раз. Снижение данного периода времени приведет к увеличению общего ресурса дисков сошника T_i .

График рисунка 1 выполнен из условия, что модернизированный дисковый сошник с полимерным покрытием из СВМПЭ позволяет снизить изнашивающее воздействие «сухой» почвы с 30 до 20%, тем самым увеличивая работу в «нормальной» почве с 70 до 80 % от его общего ресурса. При этом, если принять изнашивающую способность «сухой» почвы в 2 раза больше «нормальной», общее увеличение ресурса модернизированного диска сошника по сравнению со стандартным составит 110%. Сопоставив результаты этого анализа с известными данными по среднему ресурсу дисков сошника (150...400 га) [5, 6] получим, что диски с СВМПЭ прослужат в среднем на 15...40 га больше за один жизненный цикл.

Предварительно рассчитать увеличение ресурса от модернизации по предложенному нами варианту можно по формуле:

$$T_i = T_{\text{вп}} \cdot k_n + T_{\text{сп}}, \quad (2)$$

где k_n - коэффициент изнашивающей способности почвы (больше или равен 1).

Итоговое значение данного коэффициента k_n должно определяться экспериментально и будет зависеть от целого ряда климатических условий и физико-механических свойств самой почвы (скорость испарения влаги, влажность воздуха, сила ветра, структура почвенного слоя, цвет почвы, содержание физической глины и др.) [2, 3, 7, 8].

Большое влияние на процессы взаимодействия почвы с рабочими органами машинно-тракторных агрегатов оказывают ее фрикционные свойства, а исходя из содержания в составе почвы физической глины (частицы менее 0,1 мм) коэффициент трения может увеличиться до 4 раз. Также известно, что влажность слоя почвы неравномерна по глубине даже после 400 часов испарения влаги [9]. Поэтому изнашивание поверхности дисков сошников будет наблюдаться почти всегда, но с различной интенсивностью, которая будет зависеть от типа и структуры почвы, погодных условий, и режима посевных работ.

Использование полимерных материалов для снижения налипания почвы на рабочие органы почвообрабатывающей техники подтверждается рядом исследований [2, 3, 7, 10]. Теоретические предпосылки использования, надежность и износостойкость предлагаемого покрытия из СВМПЭ необходимо проверить в рамках полноценной научно-исследовательской работы. Это позволит установить, как меняется работоспособность двухдискового сошника зерновой сеялки при эксплуатации в более широком диапазоне влажности почвы, нежели при ее физической спелости и какое увеличение ресурса достигается при его модернизации.

Список использованных источников

1. Климат: период 2020-2024 может достичь судьбоносного порога 1,5 °С Парижского соглашения // Источник: New-Science.ru / URL: <https://new-science.ru/klimat-period-2020-2024-mozhet-dostich-sudbonosnogo-poroga-1-5-c-parizhskogo-soglasheniya/> (дата обращения 28.02.2020).
2. Нотов Р.А., Лебедев А.Т. Работоспособность дисковых сошников зерновых сеялок в различных эксплуатационных условиях // Наука в центральной России. – 2019. – № 6 (42). – С. 5-10.
3. Нотов Р.А., Лебедев А.Т., Искендеров Р.Р. Совершенствование дисковых сошников зерновых сеялок для работы в условиях переменной влажности почвы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4 (24). – С. 64-71.
4. Патент №190896 Российская Федерация, МПК А 01 С 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.
5. 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.
6. Гадалов В.Н., Савельев В.И. Применение электроискрового легирования для упрочнения дисков рабочих органов сельскохозяйственных машин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 9. – С. 175-178.
7. 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.
8. Технологические свойства почвы // Механизмы и Технологии / URL: <https://mehanika.ru/leksii-po-tekhnicheskim-temam/182-tekhnologicheskie-svoystva-pochvy.html> (дата обращения 22.11.2019).
9. Муха В.Д., Картамышев Н.И., Муха Д.В. Агрочвоведение / Издательство: КолосС, 2003 г. - 529с.

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.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.