Использование комбинированных рабочих органов и агрегатов при возделывании льна-долгунца

Иван Валентинович Сизов,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: isizov@tvgscha.ru;

Филипп Леонидович Блинов,
аспирант, fblinov@tvgscha.ru;
Павел Вячеславович Морозов,
аспирант, e-mail: pasha.morozow-rzew@yandex.ru

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Рассмотрели технологические аспекты возделывания льна-долгунца в различных условиях. При избыточной влажности и нарушении аэрации в пахотном слое предложили использовать кротование. Показали, что эту операцию можно выполнять одновременно со вспашкой при использовании приспособления к плугам общего назначения. Обосновали целесообразность использования комбинированных рабочих органов и агрегатов для качественного выполнения работ. (*Цель исследования*) Оценить качество работы комбинированных рабочих органов и агрегатов, выполняющих за один проход несколько операций. (*Материалы и методы*) Изучили процессы и технические средства для возделывания льна. Использовали такие документы, как ГОСТ 20915-2011 и ГОСТ 33687-2015. (*Результаты и обсуждение*) При испытании игольчатого рабочего органа на почвенном канале выявили различия в размерах отпечатков игл при изменении скорости диска. Отметили, что ширина отпечатков практически не менялась, в отличие от их длины. Выявили, что расстояние между соседними отпечатками игл в почве значительно снижалось при повышении скорости от 0,4 до 2,8 метра в секунду. Заключение, что более интенсивное воздействие на почву возможно при достижении скорости 2,8-3,0 метра в секунду. В ходе полевых испытаний игольчатой бороны выявили зависимость показателей качества работы от скоростных характеристик. Установили, что с увеличением рабочей скорости агротехнические показатели заметно улучшаются. При скорости агрегата 3,0-3,5 метра в секунду получили допустимые показатели: гребнистость – менее 15 миллиметров, крошение почвы – около 95 процентов. (*Выводы*) Установили, что при возделывании льна-долгунца эффективны игольчатые бороны бесприводного типа, их использование позволяет выполнять операцию на повышенных скоростях.

Ключевые слова: лен-долгунец, возделывание льна-долгунца, обработка почвы, кротование, игольчатая бороны.

■ Для цитирования: Сизов И.В., Блинов Ф.Л., Морозов П.В. Использование комбинированных рабочих органов и агрегатов при возделывании льна-долгунца // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. №3. С. 35-40. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.

The Use of Combined Working Bodies and Units for Fiber Flax Cultivation

Ivan V. Sizov,
Ph.D.(Eng.), associate professor,
e-mail: isizov@tvgscha.ru;

Filipp L. Blinov,
Ph.D. student (Eng.), e-mail: fblinov@tvgscha.ru;
Pavel V. Morozov,
Ph.D. student (Eng.),
e-mail: pasha.morozow-rzew@yandex.ru

Tver State Agricultural Academy, Tver, Russian Federation

Abstract. The technological aspects of fiber flax cultivation under various conditions were considered. The use of mole ploughing was proposed to solve a serious problem of excessive humidity and violation of the arable layer aeration. This operation can be performed simultaneously with plowing when using a device for general-purpose plows. The authors substantiated the expediency of using combined working bodies and units for high-quality performance. (*Research purpose*) To analyse the work of combined working bodies and units that perform several operations in one pass. (*Materials and methods*) The processes and technology for flax cultivation were studied. The following documents were used: GOST standard 20915-2011 and GOST standard 33687-2015. (*Results and discussion*) Testing a needle working body on a soil bin revealed differences in the needle print sizes depending on the change in the disk speed. It was noted that the width of the prints hardly changed, in contrast to their length. It was found that the distance between adjacent needle prints in the soil decreased significantly when the speed increased from 0.4 to 2.8 meters

per second. The authors concluded that a stronger impact on the soil is possible when the speed of 2.8-3.0 meters per second is reached. The field tests of the needle harrow revealed the performance indicator dependence on the speed characteristics. It was found that agrotechnical indicators improve markedly with an increase in the speed of the unit. At the unit speed of 3.0-3.5 meters per second, the following permissible indicators were obtained: ridging – less than 15 millimeters, soil crumbling – about 95 percent. (*Conclusions*) It was found out that for fiber flax cultivation, non-power needle harrows are effective, they facilitates the performance at higher speeds.

Keywords: fiber flax, fiber flax cultivation, tillage, mole ploughing, needle harrow.

For citation: Sizov I.V., Blinov F.L.; Morozov P.V. Ispol'zovanie kombinirovannykh rabochikh organov i agregatov pri vozdeleyvanii l'na-dolguntsa [The use of combined working bodies and units for fiber flax cultivation]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2021. Vol. 15. N3. 35-40 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.

Возделывание льна-долгунца должно способствовать повышению плодородия почвы, накоплению и сохранению влаги и питательных веществ в пахотном слое. При этом важно выбрать перечень необходимых мероприятий для качественного и эффективного проведения полевых работ. Число операций должно быть минимизировано, чтобы избежать чрезмерного воздействия на почву и сделать рабочий процесс экономически целесообразным.

Основной обработке после зерновых культур должно предшествовать лущение стерни на глубину до 6 см. Его проводят не позднее чем за 2-3 недели до пахотных работ. Почвы, засоренные такими сорняками, как пырей ползучий, обрабатываются лущильниками на глубину до 12 см. Семена пырея, попадая в измельченную и перемешанную почву, быстро прорастают. В дальнейшем при вспашке сорняки глубоко заделываются в почву и погибают.

Одной из проблем при подготовке почвы под лен и другие мелкосеменные культуры считается избыточная влажность и нарушение аэрации в пахотном слое [1-3]. Особенно это характерно для тяжелых почв. Для ее решения применяют кротование – образование горизонтальных дрен-кротовин для отвода избыточной воды в подпахотный слой [4, 5].

Расстояние между кротовинами в зависимости от характера почвы составляет 0,90-1,75 м, их диаметр – 5,5-6,0 см [6]. Как показывают опыты, кротование тяжелых и средних избыточно увлажненных почв в Нечерноземной зоне повышает урожай на 20-30% по сравнению с участками без кротования. При зяблевой вспашке эта операция признана полезной, способствующей регулированию водного и воздушного режима почв.

Кротование можно выполнять одновременно со вспашкой при использовании приспособления к плугам общего назначения. Рабочий орган представляет собой нож с дренажом, имеющим форму цилиндра (рис. 1). Для крепления ножа к корпусу плуга служат планки. На каждой из них имеются отверстия – для крепления планок к корпусу и для фиксации ножа между ними.

Крепление кротователя проводится при транспортном положении плуга. С корпуса плуга снимают полевую доску и вместо нее ставят одну из планок. Другую планку подводят с правой внутренней стороны стойки корпуса. Затем планки скрепляют болтами. Нож с дренажом устанавливают между этими планками и укрепляют болтом. Фиксация ножа в рабочем положении обеспечивается предохранительной шпилькой. Если нож при выполнении операции наезжает на препятствие, то шпилька срезается, нож поворачивается и выглубляется на поверхность.

Рис. 1. Кротователь, соединенный с корпусом плуга: 1 – полевая доска; 2 – нож; 3 – дренаж; 4 – болты; 5 – предохранительная шпилька; 6 – планка

Fig. 1. A mole plough connected to the plow body: 1 – field board; 2 – knife; 3 – mole blade; 4 – bolts; 5 – safety pin; 6 – bar

Предпосевную обработку под лен-долгунец следует проводить в максимально сжатые сроки, как только почва станет спелой, то есть она не мажется и не распыляется, не образует глыб, а хорошо распадается на мелкие структурные комочки.

Один из важных критериев выбора машин и орудий – их экономическая целесообразность. Большое распространение получили комбинированные агрегаты, способные за один проход выполнять несколько операций. В период предпосевной обработки они

могут быть востребованы для проведения таких процессов, как рыхление, прикатывание, выравнивание поверхности поля, уничтожение почвенной корки. Соответственно, комбинированный агрегат может иметь набор различных рабочих органов.

К орудиям, показавшим свою эффективность при обработке почвы под мелкосеменные культуры, следует отнести игольчатые бороны бесприводного типа. Их использование позволяет избежать излишнего распыления почвы, а также выполнять операцию на повышенных скоростях. Эти достоинства положительно влияют на качество и энергоёмкость рабочего процесса [7-9].

В процессе научной работы создан макетный образец игольчатой бороны.

Цель исследования – оценить качество работы комбинированных рабочих органов и агрегатов, выполняющих за один проход несколько операций.

Материалы и методы. Объектом исследования выступали процессы и технические средства для предпосевной обработки почвы при возделывании льна. Для определения условий испытаний и агротехнических показателей при полевых опытах использовали ГОСТ 20915-2011 – Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний, ГОСТ 33687-2015 – Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний.

Лабораторно-полевые исследования проведены на опытном поле Тверской ГСХА. Тип почвы – легко- и среднесуглинистая. Влажность почвы – 19,1-22,9%. Засоренность камнями – 3,2%, сорняками – 3,82%.

Рабочие органы бороны монтируются на раме и опираются на два опорных колеса (рис. 2). Машина содержит две установленные друг за другом батареи игольчатых дисков, связанные цепной передачей [10, 11].

Конструкция каждой батареи представляет собой ось с установленными на ней игольчатыми дисками, закрепленными на одинаковом расстоянии друг от друга. Батареи, соединенные цепной передачей, расположены со смещением, то есть диски находятся в шахматном порядке. Оси с дисками могут вращаться с различными угловыми скоростями в зависимости от передаточного отношения. Для более интенсивного рыхления почвы передаточное отношение цепной передачи изменяют путем смены звездочек.

Данное техническое средство включает также выравнивающий брус, смонтированный в задней части. По этой причине его можно считать комбинированным агрегатом, выполняющим два процесса – боронование и прикатывание. Рабочие органы приводятся во вращение при соприкосновении с почвой в процессе движения машины.

Для исследования процесса взаимодействия иглы бороны с почвой разработано приспособление, смонтированное на почвенном канале (рис. 3).

Рис. 2. Макетный образец игольчатой бороны (агротехнопарк Тверской ГСХА)

Fig. 2. A prototype of a needle harrow (the Agrotechnical Park of Tver State Agricultural Academy)

Приспособление включает игольчатый диск, жестко закрепленный на оси с опорами, установленными на кронштейнах. Они связаны с передвижной рамкой, способной перемещаться в направляющих, закрепленных на корпусе почвенного канала.

Приводная система почвенного канала состоит из электродвигателя, редуктора и системы тяговых тросов. Для проведения исследований корпус заполняют почвой.

Лабораторная установка предназначена для опытов с целью выявления особенностей работы игольчатого диска. Макетный образец использовали для определения оптимальных показателей качества при различных режимах работы.

Результаты и обсуждение. Испытания на почвен-

Рис. 3. Схема приспособления для исследования процесса взаимодействия иглы бороны с почвой: 1 – игольчатый диск; 2 – ось; 3 – опоры; 4 – кронштейн; 5 – передвижная рамка; 6 – направляющие; 7 – корпус канала; 8 – система тросов; 9 – почва

Fig. 3. The diagram of the device for studying the process of interaction of the harrow needle with the soil: 1 – needle disc; 2 – axis; 3 – supports; 4 – bracket; 5 – movable frame; 6 – guides; 7 – soil bin body; 8 – cable system; 9 – soil

ном канале выявили изменение размеров отпечатков игл при повышении скорости диска (таблица). Ширина отпечатков практически не менялась, в отличие от их длины. Среднее значение ширины находилось

Таблица									Table	
ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРОВ ОТПЕЧАТКОВ ИГЛ В ПОЧВЕ ОТ СКОРОСТИ ДИСКА THE DEPENDENCE OF THE NEEDLE PRINTS SIZE ON THE DISC SPEED										
Скорость диска, м/с Disk speed, m / s	Размеры соседних отпечатков игл при движении диска (нумерация отпечатков), см The sizes of adjacent needle prints when the disk moves (print number), cm								Среднее значение Mean value	
	№1		№2		№3		№4			
	Д*	Ш*	Д	Ш	Д	Ш	Д	Ш	Д	Ш
0,4	6,0	4,5	7,0	3,5	7,5	4,5	6,0	3,5	6,6	4,0
0,9	7,5	4,5	6,5	4,0	7,5	3,5	7,0	4,0	7,1	4,0
1,7	8,0	4,5	7,5	4,0	9,0	5,0	8,0	4,0	8,1	4,4
2,8	8,5	4,5	7,5	5,0	9,5	5,0	8,5	4,5	8,5	4,8
*Д – длина (length); Ш – ширина (width)										

*Д – длина (length); Ш – ширина (width)

Рис. 4. Влияние скорости агрегата и передаточного числа цепной передачи U на качество обработки почвы: а – гребнистость; б – крошение

— — — — $U = 1,4$; — — — — $U = 2,0$

Fig. 4. The influence of the unit speed and the U chain transmission ratio on the soil cultivation quality: a – ridging; b – crumbling

— — — — $U = 1,4$; — — — — $U = 2,0$

в пределах – 4,0-4,8 см, длины – 6,6-8,5 см. По этой причине более интенсивное воздействие на почву возможно при повышении скорости дисков, а следовательно и машины, до 2,8-3,0 м/с [12].

Полевые испытания игольчатой бороны должны были выявить зависимость показателей качества ра-

боты как от скорости агрегата, так и от соотношения угловых скоростей при вращении батарей [13-15].

Как говорилось ранее, соотношение угловых скоростей при вращении батарей определяется передаточным числом цепной передачи U (рис. 4).

Агротехнические показатели (гребнистость и крошение почвы) заметно улучшаются при увеличении скорости агрегата и числа U . Допустимые показатели (гребнистость – менее 15 мм, крошение почвы – около 95%) были получены при $U = 2$ и скорости агрегата 3,0-3,5 м/с.

С увеличением скорости агрегата возрастает интенсивность воздействия игл на почву, что улучшает ее структуру. Такие закономерности изменения показателей характерны и для работы игольчатой бороны с выравнивающим брусом, когда разрушается еще больше комков.

Выводы

1. Крошение можно выполнять одновременно со вспашкой при использовании приспособления к плугам общего назначения.

2. К эффективным орудиям при обработке почвы под мелкосеменные культуры следует отнести игольчатые бороны бесприводного типа. Их использование позволяет выполнять операцию на повышенных скоростях – до 3,5 м/с.

3. Лабораторные и полевые опыты игольчатых рабочих органов показали максимальную эффективность их работы на повышенных скоростях. Оптимальные показатели (гребнистость – менее 15 мм и крошение почвы – около 95%) получены при значении передаточного числа цепной передачи $U = 2$ и скорости агрегата 3,0-3,5 м/с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Coyle C., Creamer R.E., Schulte R.P.O., et al. A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. *Environmental Science & Policy*. 2016. Vol. 56. 39-48.
2. Spoor G. Alleviation of soil compaction: requirements, equipment and techniques. *Soil Use and Management*. 2006. Vol. 22. N2. 113-122.
3. Rainbow R., Derpsch R. Advances in no-till farming tech-

nologies and soil compaction management in rainfed farming systems. In book: Rainfed farming systems. Springer. 2011. 991-1014.

4. Стариков Х.Н., Шамин А.Е., Смирнов Р.А., Смирнов Н.А. Культуртехнические работы: Монография. Нижний Новгород: НГИЭУ. 2015. 368 с.

5. Шевченко В.А. Эффективность и нерешенные проблемы мелиорации в Нечерноземье // *Сельский механизатор*. 2020. N9. С. 2-4.

6. Абрамов И.Л., Сизов И.В. К вопросу о теоретических основах воздействия игл игольчатой бороны на почву // *АгроЭкоИнфо*. 2018. N3. С. 17-24.

7. Данатаров А. Агротехнические требования рыхлителя-кратователя // *Молодой ученый*. 2010. N8. С. 59-61.

8. Кондрашов В.А., Ковалев М.М., Перов Г.А. Исследование работы игольчатой бороны при движении по почве // *Агротехника и энергообеспечение*. 2018. N3. С. 107-110.

9. Хайлис Г.А., Ковалев М.М., Талах Л.А., Шевчук В.В. О прокалывании почвы иглами игольчатой бороны // *Достижения науки и техники в АПК*. 2014. N1. С. 60-62.

10. Ковалев М.М., Кондрашов В.А. Определение зависи-

мости движущей силы игольчатой бороны от сопротивления почвы проколу и числа одновременно заглубляющихся игл // *Техника и оборудование для села*. 2017. N6. С. 22-29.

11. Хайлис Г.А., Ковалев М.М., Толстущко Н.Н., Шевчук В.В. Анализ работы игл игольчатой бороны при их качении по почве // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2014. N5. С. 25-29.

12. Ковалев М.М., Прокофьев С.В., Фадеев В.Г., Кондрашов В.А. Теоретические основы воздействия игл игольчатой бороны на почву // *Техника и оборудование для села*. 2017. N1. С. 12-18.

13. Ковалев М.М., Перов Г.А., Сизов И.В., Кондрашов В.А. Исследование работы игольчатой бороны с радиально установленными иглами на дисках // *Техника и оборудование для села*. 2019. N10. С. 15-20.

14. Сизов И.В. Оптимизация параметров и режимов работы игольчатой бороны при возделывании льна-долгунца // *Агротехника и энергообеспечение*. 2018. N3. С. 84-86.

15. Сизов И.В., Кондрашов В.А. Анализ качества обработки почвы под лен-долгунец при использовании игольчатых борон // *Агротехника и энергообеспечение*. 2019. N2. С. 8-14.

REFERENCES

1. Coyle C., Creamer R.E., Schulte R.P.O., et al. A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. *Environmental Science & Policy*. 2016. Vol. 56. 39-48 (In English).

2. Spoor G. Alleviation of soil compaction: requirements, equipment and techniques. *Soil Use and Management*. 2006. Vol. 22. N2. 113-122 (In English).

3. Rainbow R., Derpsch R. Advances in no-till farming technologies and soil compaction management in rainfed farming systems. In book: Rainfed farming systems. Springer. 2011. 991-1014 (In English).

4. Starikov H.N., Shamin A.E., Smirnov R.A., Smirnov N.A. Kul'turtekhnicheskie raboty: Monografiya [Land clearance operations: Monography]. Nizhniy Novgorod: NGIEU. 2015. 368 (In Russian).

5. Shevchenko V.A. Effektivnost' i nereshennye problemy melioratsii v Nечернозем'e [Efficiency and unsolved problems of land reclamation in the non-black earth region]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2020. N9. 2-4 (In Russian).

6. Abramov I.L., Sizov I.V. K voprosu o teoreticheskikh osnovakh vozdeystviya igl igol'chatoy borony na pochvu [On the question of the theoretical foundations of the needle harrow impact on soil]. *AgroEkoInfo*. 2018. N3. 17-24 (In Russian).

7. Danatarov A. Agrotekhnicheskie trebovaniya rykhlyatelya-krotovatelya [Agrotechnical requirements for a ripper-mole plough]. *Molodoy uchenyy*. 2010. N8. 59-61 (In Russian).

8. Kondrashov V.A., Kovalev M.M., Perov G.A. Issledovanie raboty igol'chatoy borony pri dvizhenii po pochve [Investigation of the operation of a needle harrow when driving on soil]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2018. N3. 107-110 (In Russian).

9. Khaylis G.A., Kovalev M.M., Talakh L.A., Shevchuk V.V. O prokalyvaniy pochvy iglami igol'chatoy borony [About the soil puncturing with the needles of a needle harrow]. *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*. 2014. N1. 60-62 (In Russian).

10. Kovalev M.M., Kondrashov V.A. Opredelenie zavisimosti dvizhushchey sily igol'chatoy borony ot soprotivleniya pochvy prokolu i chisla odnovenno zaglublyayushchikhsya igl [Dependence determination of soil spiker driving force on soil resistance to puncturing and the number of simultaneously penetrated needles]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017. N6. 22-29 (In Russian).

11. Khaylis G.A., Kovalev M.M., Tolstushko N.N., Shevchuk V.V. Analiz raboty igl igol'chatoy borony pri ikh kachenii po pochve [Operation analysis of soil spiker needles during their rolling on soil]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2014. N5. 25-29 (In Russian).

12. Kovalev M.M., Prokof'ev S.V., Fadeev V.G., Kondrashov V.A. Teoreticheskie osnovy vozdeystviya igl igol'chatoy borony na pochvu [Theoretical foundations of the needle harrow impact on soil]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017. N1. 12-18 (In Russian).

13. Kovalev M.M., Perov G.A., Sizov I.V., Kondrashov V.A. Issledovanie raboty igol'chatoy borony s radial'no ustanovlennymi iglami na diskakh [Study of the operation of a soil spiker with radially mounted spikes on the discs]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2019. N10. 15-20 (In Russian).

14. Sizov I.V. Optimizatsiya parametrov i rezhimov raboty igol'chatoy borony pri vozdeleyvanii l'na-dolguntsa [Optimization of parameters and operating modes of the needle harrow at flax growing]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2018. N3. 84-86 (In Russian).

15. Sizov I.V., Kondrashov V.A. Analiz kachestva obrabotki

pochvy pod len-dolgunets pri ispol'zovanii igol'chatykh boron
[Analysis of the quality of soil processing under the fiber flax

when using needle harrows]. Agrotekhnika i energoobespechenie. 2019. N2. 8-14 (In Russian).

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Сизов И.В. – научное руководство, формулирование направлений исследований, разработка методик экспериментальных исследований, формирование общих выводов и литературный анализ, визуализация.

Блинов Ф.Л. – анализ существующих технологических процессов.

Морозов П.А. – разработка методик экспериментальных исследований.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Sizov I.V – scientific guidance, formulation of research directions, development of experimental research methods, formation of general conclusions and literary analysis, visualization.

Blinov F.L – analysis of existing technological processes.

Morozov P.A – development of experimental research methods.
The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

20.05.2021

28.09.2021