

МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ / MECHANIZATION, ELECTRIFICATION, AUTOMATION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.273-282>

УДК 631.331.8



Результаты сравнительного исследования сошниковых групп сеялки полосного посева семян трав в дернину

© 2024. В. А. Сысуев, С. Л. Дёмшин✉, С. В. Гайдидей, Д. А. Зырянов
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Для эффективного использования дернинных сеялок СДК в условиях деградированных кормовых угодий необходимо модернизировать конструкцию их сошниковой группы для работы в условиях высокой влажности почвы и повышенного содержания в ней растительных остатков. Предложен способ полосного посева, в основе которого использован перенос высеваящих рабочих органов из-под кожуха фрезерного бороздовскрывателя, и конструктивно-технологическая схема сошниковой группы с креплением сошника килевидного типа на механизме подвеса в виде пружин кручения. Сошниковая группа включает грядиль крепления на сеялке, механизм подвеса, килевидные сошники, катки, механизмы регулировки положения сошников в вертикальной и горизонтальной плоскости и усилия заглубления сошников и давления катков на почву. По сравнению с сошниковой группой сеялок СДК ее масса (19,6 кг) снижена на 3,8 кг при увеличении общей длины сеялки на 0,12 м. Для оценки эффективности работы модернизированной сошниковой группы дернинной сеялки проведены экспериментальные исследования в полевых условиях, в процессе которых определены показатели качества заделки семян при использовании серийной сошниковой группы сеялок СДК и опытного образца сошниковой группы. Сравнительные исследования сошниковых групп дернинной сеялки показали, что при посеве козлятника восточного глубина заделки семян соответствует агротехническим требованиям и составляет: для сошниковой группы сеялки СДК – 19,4...22,4 мм, для опытного образца – 18,6...19,5 мм, причем для опытного образца значение среднего квадратического отклонения почти в два раза ниже. Равномерность распределения семян по ширине полосы для сошниковой группы сеялки СДК составляет 20,2...26,1 мм, для опытного образца – 8,4...10,1 мм.

Ключевые слова: дернинная сеялка, фрезерный бороздовскрыватель, пружина кручения, сошник килевидный, каток прикатывающий, показатели качества посева

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0002).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Гайдидей С. В., Зырянов Д. А. Результаты сравнительного исследования сошниковых групп сеялки полосного посева семян трав в дернину. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(2):273–282. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.273-282>

Поступила: 25.01.2024

Принята к публикации: 03.04.2024

Опубликована онлайн: 24.04.2024

Results of a comparative study of coulter groups of a seeder for strip sowing of grass seeds in the sod

© 2024. Vasiliiy A. Sysuev, Sergey L. Demshin✉, Sergey V. Gaididei, Dmitry A. Zyryanov

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

For the effective use of sod seeders SDK in conditions of degraded forage lands, it is necessary to modernize the design of their coulter group to work in conditions of high soil moisture and increased content of plant residues in it. A method of strip sowing is proposed, which is based on the removal of the sowing working elements from under the casing of a milling furrow opener, and a design and technological scheme of the coulter group with a shoe opener mounted on a suspension mechanism in the form of torsion springs. The coulter group includes a mounting bracket on a seeder, a suspension mechanism, shoe openers, rollers, mechanisms for adjusting the position of coulters in the vertical and horizontal planes and the forces of deepening coulters and the pressure of rollers on the soil. Compared to the coulter group of SDK seeders, its weight (19.6 kg) is reduced by 3.8 kg while the total length of the seeder increases by 0.12 m. To assess the efficiency of the modernized coulter group of the sod seeder, experimental studies were carried out in the field, during which the quality indicators of seed

placement were determined when using a serial coulter group of SDK seeders and a prototype coulter group. Comparative studies of coulter groups of a sod seeder showed that when sowing Eastern galega, the depth of seed placement complies with agrotechnical requirements and is: for the coulter group of SDK seeder – 19.4...22.4 mm, for the prototype – 18.6...19.5 mm, and for the prototype the value of the standard deviation is almost two times lower. The uniformity of the distribution of seeds over the width of the strip for the coulter group of the SDK seeder is 20.2...26.1 mm, for the prototype – 8.4...10.1 mm.

Keywords: *sod seeder, milling furrow opener, torsion spring, shoe opener, packing roller, sowing quality indicators*

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme № FNWE-2022-0002).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interests.

For citation: Sysuev V. A., Demshin S. L., Gaididei S. V., Zyryanov D. A. Results of a comparative study of coulter groups of a seeder for strip sowing of grass seeds in the sod. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(2):273–282. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.273-282>

Received: 25.01.2024

Accepted for publication: 03.04.2024

Published online: 24.04.2024

Для успешного развития производства продукции животноводства в условиях Северо-Востока России, соответствующей требованиям органического земледелия, необходимо решить проблему обеспечения экологически чистыми кормами сбалансированного рациона животных [1, 2, 3]. Регион обладает обширными площадями деградированных кормовых угодий и залежных земель, которые могут быть введены в производственный оборот достаточно быстро и недорого, но на практике отсутствуют эффективные ресурсосберегающие технологии их рекультивации, удовлетворяющие экологическим требованиям [4, 5]. Наиболее перспективной из существующих является агротехника, базирующаяся на прямом полосном посеве семян трав в дернину с механическим разрушением полосы дернины шириной не менее, чем необходимо для успешного прорастания семян и развития всходов без использования гербицидов для подавления ценотических связей и снижения конкуренции за факторы среды в ценозе [6, 7, 8, 9], для осуществления которой разработано семейство дернинных сеялок с фрезерными бороздовскрывателями [10, 11, 12, 13]. Метод разработан для применения на лугах и пастбищах, поддерживаемых в продуктивном состоянии, поэтому для эффективного использования в условиях деградированных кормовых угодий и залежных земель его агротехника и конструкция дернинных сеялок должны быть адаптированы к ним. Одной из задач модернизации дернинных сеялок СДК является совершенствование сошниковой группы для повышения качества высева семян трав в условиях высокой влажности почвы и повышенного содержания в ней растительных остатков.

Цель исследования – оценка эффективности функционирования в полевых условиях

сошниковой группы дернинной сеялки с механизмом подвеса на базе пружин кручения.

Новизна исследований – в процессе сравнительных исследований сошниковых групп дернинной сеялки СДК получены данные по агротехническим показателям качества посева семян трав, позволяющие оценить эффективность функционирования модернизированной сошниковой группы.

Материал и методы. Основным недостатком технологического процесса полосного посева семян трав в дернину, осуществляемого сошниковой группой (рис. 1), которой оснащаются сеялки СДК (ОАО ВМП «Авитек», г. Киров), является то, что высев семян трав и гранул минеральных удобрений производится через туко- и семянаправители под кожух фрезерного бороздовскрывателя [14, 15]. Данное решение, наряду с рядом преимуществ: компактность и простота конструкции, достаточно высокое качество посева семян трав и высева гранул минеральных удобрений при правильной настройке заделывающих органов и соблюдении агротехнических требований – обладает и существенными недостатками.

Основным из которых является то, что размещённые под кожухом дисковой фрезы заделывающие органы служат концентратором налипания частиц почвы, что в дальнейшем при обработке влажной почвы приводит к забиванию подкожухового пространства измельченной почвой и растительными остатками. Налипшая почва препятствует вращению фрез и поднимает заднюю часть кожуха, тем самым нарушая технологический процесс обработки почвы и посева. Учитывая то, что наиболее благоприятные условия для прямого посева семян трав в дернину природных кормовых угодий и дальнейшего развития их всходов ограничены весенним периодом от схода снега

и обсыхания почвы от талых вод и до отращения травостоя на высоту до 10...12 см, для которого характерна повышенная влажность почвы, это является существенным ограничивающим фактором применения сеялок СДК. Также при модернизации сошниковой группы

должен быть решен вопрос оптимального размещения семян и гранул минеральных удобрений в почве, при котором семена высеваются на уплотнённое ложе, а под ним находятся минеральные удобрения.

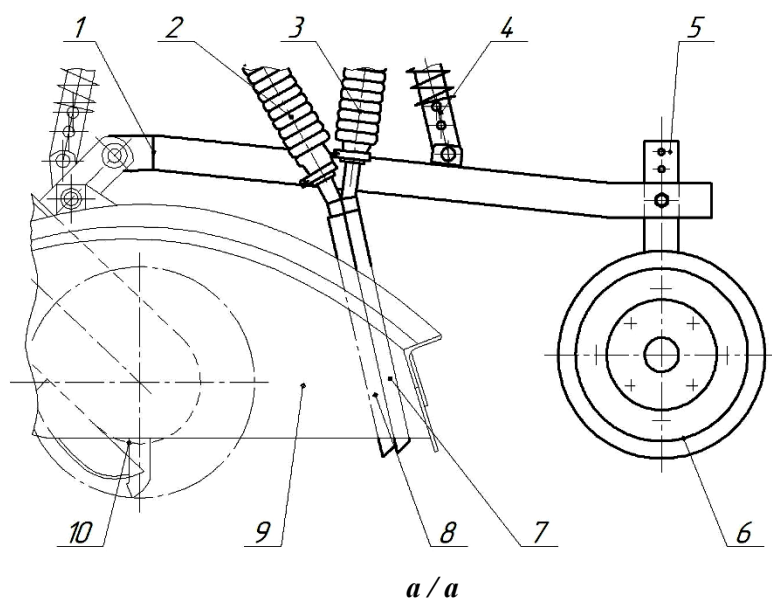


Рис. 1. Сошниковая группа сеялок СДК (ОАО ВМП «Авитек», г. Киров) полосного посева семян трав в дернину: а – общая схема, б – при проведении испытаний: 1 – грядиль; 2 – тукопровод; 3 – семяпровод; 4 – штанга нажимная; 5 – кронштейн катков; 6 – каток; 7 – семянаправитель; 8 – туконаправитель; 9 – кожух; 10 – фреза дисковая /

Fig. 1. Coulter group of the SDK seeders (VMP Avitek, Kirov) for strip sowing of grass seeds in the sod: а – general scheme, б – during testing: 1 – mounting bracket; 2 – fertilizer line; 3 – seed line; 4 – pressure rod; 5 – roller bracket; 6 – roller; 7 – seed guide; 8 – fertilizer guide; 9 – casing; 10 – disc milling cutter

Для повышения качества и надежности процесса высева семян трав сеялками СДК предложен способ полосного посева [14, 15], в основе которого использован вынос высевающих рабочих органов из-под кожуха фрезерного бороздовскрывателя, что потребовало разработки компактной сошниковой группы. На основе данных, полученных в процессе исследований [16, 17, 18], предложена конструктивно-технологическая схема сошниковой группы с креплением сошника килевидного типа на механизме подвеса в виде пружин кручения (рис. 2), обеспечивающая высокую равномерность глубины бороздообразования и посева, снижение трудоёмкости и повышение точности настройки туко- и семязаделывающих органов сеялки при сохранении компактности конструкции.

Совместное использование в механизме подвеса пружин кручения, жёстко закрепленных на раме, и пружин кручения, жёстко установленных на подвижной оси, усилие которых можно регулировать относительно равновесного положения в диапазоне от отрицательных

до положительных значений за счёт изменения угла поворота оси, позволяет точно настраивать величину усилия заглубления сошника, необходимую для преодоления сопротивления почвы, соответствующего заданной глубине хода сошника.

Сошниковая группа включает грядиль крепления на сеялке, механизм подвеса, килевидные сошники, прикатывающие катки, механизмы регулировки положения сошников в вертикальной и горизонтальной плоскости и усилия заглубления сошников и давления катков на почву (рис. 2, а). Жёсткость пружины кручения составляет 110 Н·м/рад, длина поводков 140 мм, масса сошника 2,2 кг, диаметр катка 200 мм, ширина катка 70 мм. В качестве рабочего органа использован сошник килевидного типа сеялки Tume KL 2500 (Финляндия). По сравнению с сошниковой группой сеялок СДК, включающей семянаправители и прикатывающие катки, масса разработанной конструкции (19,6 кг) снижена на 3,8 кг при увеличении общей длины сошниковой группы сеялки на 0,12 м.

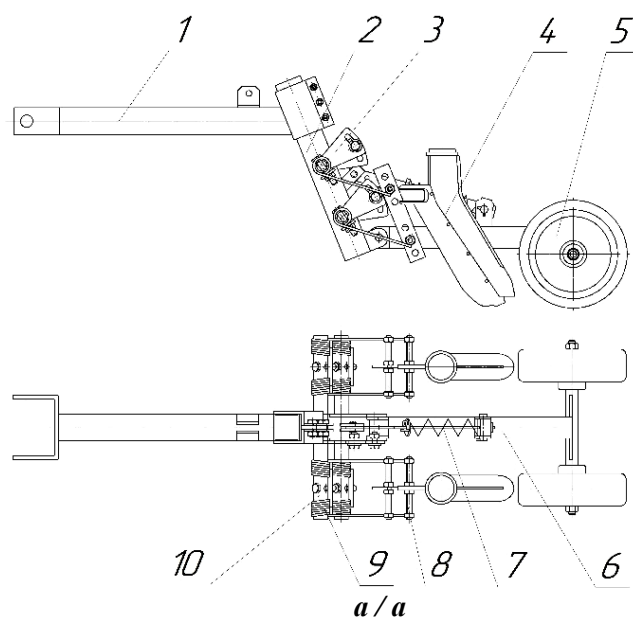


Рис. 2. Опытный образец сошниковой группы сеялки полосного посева семян трав в дернину: *а* – общая схема, *б* – при проведении испытаний: 1 – грядиль; 2 – рама крепления; 3 – сектор регулировочный; 4 – сошник; 5 – каток; 6 – поводок; 7 – штанга нажимная; 8 – механизм регулировки положения сошника; 9 – пружина кручения; 10 – кронштейн крепления /

Fig. 2. A prototype of the coulter group of a strip seeder for sowing grass seeds in the sod: *a* – general scheme, *b* – during testing: 1 – mounting bracket; 2 – mounting frame; 3 – adjustment sector; 4 – opener; 5 – roller; 6 – leash; 7 – pressure rod; 8 – mechanism for adjusting the position of the opener; 9 – torsion spring; 10 – mounting bracket

Для оценки эффективности работы предложенной конструкции сошниковой группы дернинной сеялки проведены экспериментальные исследования, в процессе которых определены показатели качества заделки семян при использовании серийной сошниковой группы сеялок СДК и опытного образца сошниковой группы. Опыт в полевых условиях осуществлен на опытном образце сеялки СДК-2,8М, агрегируемой с трактором МТЗ-82. Конструкция опытного образца сеялки позволяет одновременно устанавливать различные типы сошниковых групп, что обеспечивает сравнение качества их функционирования в одинаковых условиях. В опыте задействованы две фрезерные секции сеялки, оснащенные серийно выпускаемой сошниковой группой сеялок СДК и опытным образцом сошниковой группы (рис. 3).

Полевые исследования сеялки проводили на типичной для природно-климатических условий Северо-Восточного региона европейской части России дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при влажности 13,7 %, плотности 1,46 г/см³, твёрдости: в слое до 100 мм

– 2,46 МПа, в слое 100-200 мм – 3,19 МПа, которые определялись перед проведением опыта в пяти точках участка (в центре и 4 угловых точках) в соответствии с ГОСТ 20915-2011¹. Высота стерни 181 мм, задернение пласта – 12,1 г/дм³, толщина дернового слоя – 75 мм. В ходе испытаний производили посев семян козлятника восточного в стерню разнотравного травостоя. Установленная норма высева семян равнялась 5,0 кг/га, заданная глубина заделки семян – 20 мм. Посев проводили после скашивания отавы при высоте стерни более 180 мм, что существенно превышает значение, заложенное в техническом задании (ТЗ) на разработку дернинных сеялок СДК – не более 100 мм.

Для корректного сравнения эффективности функционирования исследуемых сошниковых групп также определены основные параметры почвы в обработанной полосе после прохода фрезерного бороздоразкрывателя дернинной сеялки: процентное содержание фракций $K\%$, %, плотность почвы ρ , г/см³, глубина $h_{пол}$, мм, ширина профрезерованной полосы $a_{пол}$, мм. Результаты замеров представлены в таблице.

¹ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. 27 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293788/4293788522.pdf>



Рис. 3. Опытный образец дернинной сеялки СДК-2,8М при проведении исследований сошниковых групп в полевых условиях /

Fig. 3. A prototype of the SDK-2.8M sod seeder during research of coulter groups in the field

Таблица – Основные параметры почвы после прохода фрезерного бороздоскрывателя /
Table – Basic soil parameters after passage of a milling furrow opener

Наименование / Name	Скорость движения, м/с / Movement speed, m/s				
	0,53	0,89	1,18	1,52	1,87
Степень крошения почвы, % / Degree of soil crumbling, %:					
фракции, мм / fractions, mm: до 3 / up to 3	46,31	36,51	32,21	38,58	32,64
3...10	35,38	37,01	41,16	38,96	41,46
10...30	13,73	17,28	19,56	16,9	17,79
более 30 / more 30	5,58	9,2	7,09	5,56	8,1
Глубина обработки, мм / Depth of tillage, mm	65,5	65,8	62,1	61,0	64,6
Ширина обработки, мм / Width of tillage, mm	110,2	113,6	114,7	116,8	116,5

В ходе опыта регистрировали показатели равномерности распределения сошниковыми группами сеялки семян трав по глубине заделки, разброса их относительно осевой линии обработанной полосы и плотности почвы после прохода прикатывающих катков.

Для определения глубины заделки семян использовали метод непосредственного нахождения их в почве в соответствии с ОСТ 10 5.1-2000². Для этого почва в местах прохода сошниковых групп осторожно вскрывалась путем ее послойного смещения поперек хода сеялки до нахождения нескольких семян в каждом ряду. Затем со стороны ненарушенной поверхности почвы вдоль ряда накладывали линейку так, чтобы один ее край располагался над рядом вскрытых семян, и изме-

ряли расстояние от семян до нижней стороны линейки. Погрешность измерения – ± 1 мм. Число измерений по каждой сошниковой группе не менее 15.

Равномерность распределения семян по ширине полосы определяли следующим методом: в строчке высеянных семян трав на отрезке 0,5...0,6 м выявляли расположение двух крайних к стенке борозды и находящихся примерно на одном расстоянии от неё семян, по этим точкам накладывали линейку и производили замеры расстояний от вскрытых семян путем послойного смещения почвы в сторону, до края линейки. Погрешность измерения – ± 1 мм. Число замеров по каждой сошниковой группе не менее 40.

²ОСТ 10 5. 1-2000. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Взамен РД 10 5.1-91. М.: Минсельхозпрод России, 2000. III, 72 с.

Результаты и их обсуждение. Анализ показателей качества полосной обработки почвы свидетельствует о том, что фрезерные бороздовскрыватели дернинной сеялки выполняют её на достаточно высоком уровне во всем исследуемом интервале скоростей машинно-тракторного агрегата (МТА). Степень крошения почвы, показатели стабильности глубины и ширины профрезерованной полосы, несмотря на значительно превосходящую предписания ТЗ на условия эксплуатации сеялки высоту стерни, превышают или соответствуют агротехническим требованиям. Высокое содержание растительных остатков, измельченных

фрезой, вкупе с повышенной твёрдостью почвы, вызванной засушливой погодой, обусловили значения плотности почвы в полосах на нижнем пределе допустимого для посева семян трав.

После обработки полученных данных построены графические зависимости влияния скорости движения МТА на распределение высеянных семян по глубине и ширине обработанной полосы в полевых условиях (рис. 4). Основными показателями качества заделки семян согласно ГОСТ 31345-2017³ являются глубина положения семян h_c , мм, в почве, ее среднее квадратическое отклонение σ , мм, и коэффициент вариации v , %.

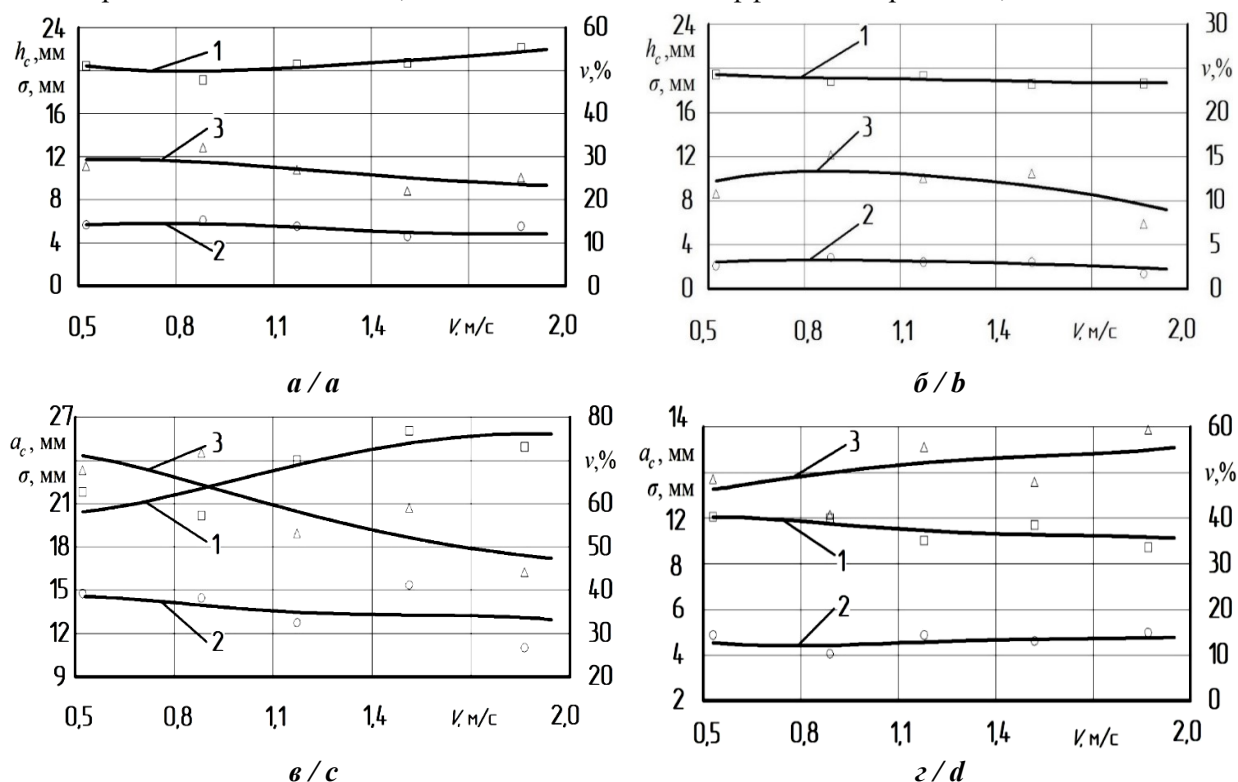


Рис. 4. Зависимости показателей качества заделки семян по глубине (а, б) и распределения семян по ширине полосы (в, г) от скорости: а, в – сошниковая группа сеялок СДК; б, г – опытный образец сошниковой группы: 1 – среднее значение; 2 – среднее квадратическое отклонение; 3 – коэффициент вариации /

Fig. 4. The dependence of the quality indicators of seed sowing in depth (a, b) and the distribution of seeds along the width of the strip (c, d) on the speed: a, c – the coulter group of the SDK seeders; b, d – the prototype of the coulter group: 1 – average value; 2 – standard deviation; 3 – coefficient of variation

В целом анализ результатов полевого эксперимента показал, что независимо от варианта сошниковой группы, глубина заделки семян козлятника восточного соответствует агротехническим требованиям и составляет при посеве серийным сошником – 19,4...22,4 мм, опытным образцом сошниковой группой – 18,6...19,5 мм (рис. 4, а, б). С ростом скорости

движения МТА глубина высева семян сошниковой группой сеялок СДК незначительно повышается с 19,4 до 22,4 мм, глубина заделки семян для опытного образца практически постоянна – 18,6...19,5 мм, причем для сошниковой группы сеялок СДК значение среднего квадратического отклонения почти в два раза превышает значение данного показателя для опытного образца.

³ГОСТ 31345-2017. Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2018. 58 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293733/4293733842.pdf>

Данные по равномерности распределения семян по ширине фрезеруемой полосы свидетельствуют о том, что качество выполнения посева опытным образцом сошниковой группы полностью соответствует требованиям ТЗ и положениям, заявленным в патенте РФ №2641073 «Способ полосного посева семян трав в дернину и сеялка для его осуществления» [14]. Основой данного способа является выполнение посева семян трав вдоль центральной оси профрезерованной в дернине полосы на уплотненном слое почвы, что позволяет достичь минимального влияния на прорастание и развитие всходов со стороны аборигенной растительности существующего биоценоза.

Среднее значение равномерности распределения семян по ширине полосы для сошниковой группы сеялок СДК в 2,0...2,5 раза превышает значение данного показателя для опытного образца заделывающего органа (рис. 4, в, з). Так, для серийной сошниковой группы разброс семян относительно центральной оси строчки высева составляет $a_c = 20,2...26,1$ мм, для опытного образца – $a_c = 8,4...10,1$ мм. При этом необходимо учитывать, что на сошнике килевидного типа сеялки Tume KL 2500 установлен распределитель семян, что несколько увеличивает ширину строчки высева семян. Возрастание скорости движения при исполь-

зовании серийной сошниковой группы приводит к увеличению неравномерности распределения семян по ширине полосы на 12,4...22,5 %, для опытного образца – изменение скорости не оказывает существенного влияния на данный показатель.

Замена используемых на сеялках СДК прикатывающих катков Ø 300 мм и шириной 100 мм на катки Ø 200 мм и шириной 70 мм вызвана тем, что в случае примерно равных значений ширины фрезеруемой полосы (110 мм) и катка (100 мм) нередко встречались случаи плохого уплотнения почвы в полосе после посева, вызванные уменьшением ширины полосы при износе ножей фрезы или смещением катков с оси полосы при непрямолинейном движении сеялки, а также необходимостью снизить металлоёмкость и габариты сошниковой группы. Кроме того, меньшее пятно контакта в зоне прикатывания должно обеспечить сопоставимое давление на почву при значительно меньшей металлоёмкости конструкции.

Анализ полученных значений плотности почвы после посева показал (рис. 5), что опытный образец сошниковой группы с катками меньшей ширины осуществляет послепосевное прикатывание с $\rho = 1,16...1,22$ г/см³, что соответствует оптимальным значениям плотности почвы при посеве семян трав – $\rho = 1,1...1,3$ г/см³.

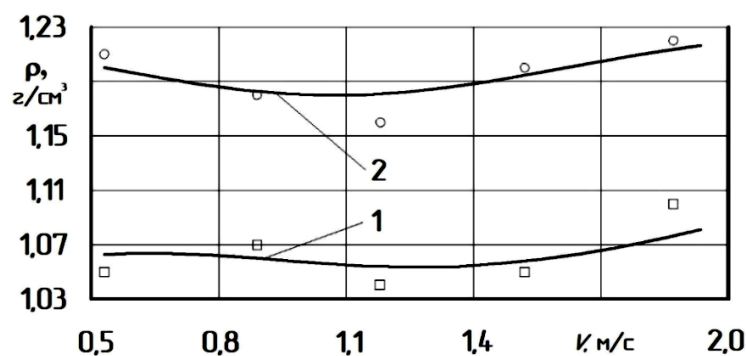


Рис. 5. Влияние конструкции сошниковой группы на плотность почвы после прикатывания в исследуемом диапазоне скоростей движения: 1 – сошниковая группа сеялок СДК; 2 – опытный образец сошниковой группы /

Fig. 5. Influence of the design of the coulters group on the density of the soil after compacting in the studied range of movement speeds: 1 – coulters group of SDK seeders; 2 – prototype of the opener group

Сошниковая группа сеялок СДК выполняет заделку семян трав на нижнем уровне оптимальных значений плотности почвы при посеве. Наличие у опытного образца сошниковой группы механизма регулировки давления катков на почву позволяет подобрать необходимое усилие на прикатывающих катках для достижения требуемого значения плотности почвы.

Таким образом, независимо от варианта сошниковой группы, глубина заделки семян козлятника восточного соответствует агротехническим требованиям (глубина посева 15...25 мм [19, 20]) и составляет: при посеве серийным сошником – 19,4...22,4 мм, опытным образцом сошниковой группы – 18,6...19,5 мм. Среднее значение равномерности распределения семян по ширине полосы для сошниковой группы

сеялок СДК составляет $a_c = 20,2...26,1$ мм, для опытного образца – $a_c = 8,4...10,1$ мм, при этом рост скорости для серийной группы увеличивает неравномерность распределения семян на 12,4...22,5 %, для опытного образца сошниковой группы изменение скорости не влияет на данный показатель.

Результаты сравнительного исследования сошниковых групп сеялок СДК показали, что обе конструкции заделывающих органов выполняют прямой полосной посев семян трав в дернину с достаточно высоким качеством. При этом надо учитывать низкую влажность почвы при проведении полевого опыта, что нивелирует преимущества выноса сошниковой группы из-под защитного кожуха фрезы, а также то, что сошники килевидного типа формируют уплотненное дно бороздки и осуществляют высев семян на уплотненное ложе, создавая тем самым наиболее благоприятные условия для прорастания семян и развития всходов.

Выводы. 1. Разработана сошниковая группа дернинных сеялок СДК, включающая

механизм подвеса на базе пружин кручения, килевидные сошники, катки, механизмы регулировки положения сошников, их усилия заглубления и давления катков на почву. Жесткость пружины кручения составляет 110 Н·м/рад, длина поводка 0,14 м, масса сошника 2,2 кг, каток диаметром 0,2 м и шириной 0,07 м. По сравнению с сошниковой группой сеялок СДК, масса опытного образца (19,6 кг) снижена на 3,8 кг при увеличении общей длины на 0,12 м.

2. Сравнительные исследования сошниковых групп дернинной сеялки показали, что при посеве козлятника восточного глубина заделки семян соответствует агротехническим требованиям и составляет: для сошниковой группы СДК – 19,4...22,4 мм, для опытного образца – 18,6...19,5 мм, причем для опытного образца значение среднего квадратического отклонения почти в два раза ниже. Равномерность распределения семян по ширине полосы для сошниковой группы СДК составляет $a_c = 20,2...26,1$ мм, для опытного образца – $a_c = 8,4...10,1$ мм.

Список литературы

1. Папцов А. Г., Алтухов А. И., Кашеваров Н. И., Першукевич П. М., Денисов А. С., Рудой Е. В., Петухова М. С., Капустянчик С. Ю., Добрянская С. Л., Поцелуев О. М., Садохина Т. А., Петров А. Ф., Рюмкин С. В., Галеев Р. Р., Полунин Г. А., Таран В. В., Соколова Ж. Е. Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России, в период до 2030 года. Новосиб. гос. аграр. ун-т, Сиб. федер. центр агробиотехнологий РАН, ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, ФНЦ ВНИИЭСХ. Новосибирск: изд-во НГАУ «Золотой колос», 2019. 100 с.
Режим доступа: <https://nsau.edu.ru/file/757891?get=a70a565f4138c62b15edaa38529cfac2>
2. Хухта Х., Минин В. Б. Основные принципы органического сельского хозяйства. Санкт-Петербург: АСПИРСТ; Миккелли, 2014. 40 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007979139>
3. Семенас С. Органическое сельское хозяйство: практическая книга для фермеров. Минск: Агро-Эко-Культура, 2018. 138 с. Режим доступа: https://agracultura.org/wp-content/uploads/2019/08/organic_practice_book.pdf
4. Лазарев Н. Н., Тюлин В. А. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ: монография. М.: РГАУ–МСХА, 2019. 184 с. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_36845195_94485909.pdf
5. Голубев И. Г., Мишуков Н. П., Федоренко В. Ф., Апатенко А. С., Севрюгина Н. С. Инновационные технологии оценки состояния и вовлечения в оборот залежных земель: аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 80 с. Режим доступа: <https://rosinformagrotech.ru/data/anons/innovatsionnye-tekhnologii-otsenki-sostoyaniya-i-vovlecheniya-v-oborot-zaleznykh-zemel-analit-obzor>
6. Зотов А. А., Косолапов В. М., Кобзин А. Г., Трофимов И. А., Уланов А. Н., Шевцов А. В., Шельменкина Х. Х., Щукин Н. Н. Сенокосы и пастбища на осушаемых землях Нечерноземья. Кокшетау: ИП «Изотова К. У.», 2012. 1198 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18823927&EDN:PVYALX>
7. Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E., Hobbs P. R. No-tillage seeding in conservation agriculture. 2nd ed. FAO and CAB International, 2007. 326 p.
URL: <http://www.fao.org/3/a-al298e.pdf>
8. Welty L. E., Hensleigh P. F., Stewart V. R. Methods for Sod-Seeding of Small-Seeded Legumes and Grasses. Montana State University is an Equal Opportunity. 15 p.
URL: <https://animalrangeextension.montana.edu/forage/documents/methods%20for%20sod-seeding%20of%20small-seeded%20legumes%20and%20grasses.pdf>
9. Соколов А. В., Замана С. П., Патлай В. В., Федоровский Т. Г., Киндсфатер В. Я. Совершенствование технологического процесса и технических средств для прямого подсева трав в дернину природных кормовых угодий. Кормопроизводство. 2012;(4):44-46. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/files/arhiv/4.12.pdf>
10. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе Европейской части России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 116 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003>

11. Полищук Ю. В., Лаптев Н. В., Комаров А. П. Комбинированные орудия для полосного подсева в технологии поверхностного улучшения старовозрастных многолетних трав. Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы V Международ. научн.-практ. конф. Красноярск, 2021. С. 52-56.
12. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав в дернину. Пермский аграрный вестник. 2017;(3 (19)):40-44.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009673> EDN: ZGSGBX
13. Ревенко В. Ю., Белоусов М. М. Результаты испытаний машины для полосного подсева трав в дернину. Международная агроинженерия. 2014;(4 (12)):53-61.
Режим доступа: <http://www.spsae.kz/uploads/images/2014%204.pdf>
14. Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А., Доронин М. С. Способ полосного посева семян трав в дернину и сеялка для его осуществления: пат. №2641073 Российская Федерация. №2016108377: заявл. 09.03.2016, опубл. 15.01.2018, Бюл. №2. 11 с. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2641073C2/ru>
15. Демшин С. Л., Исупов А. Ю., Гайдидей С. В., Зырянов Д. А., Демшин К. С. Механизм подвески сошника. Пат. № 2772128 Российская Федерация. № заявки: 2021111764; заявл. 23.04.2021; опубл. 18.05.2022. Бюл. №14. 9 с. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2772128C1/ru>
16. Sysuev V. A., Kurbanov R. F., Demshin S. L., Saitov V. E., Doronin M. S. Parameters and operating modes of the coulter group of the sod seeder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;723(2):022050. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/2/022050>
17. Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А., Доронин М. С. Повышение качества полосного посева семян трав в дернину. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(5):63-68.
Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/163/163>
18. Гайдидей С. В., Дёмшин С. Л., Исупов А. Ю. Исследование динамики сошниковой группы сеялки полосного посева. Таврический вестник аграрной науки. 2022;(4 (32)):34-46.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49982561> EDN: MTRGVE
19. Андарьянов И. М. Подготовка семян козлятника к посеву. Агровестник. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovosti.net/lib/tech/fodder-production-tech/podgotovka-semyan-kozlyatnika-k-posevu.html> (дата обращения: 15.01.2024).
20. Пузырева М. Л. Технология возделывания козлятника восточного на корм и семена в подтаежной зоне Томской области: методические рекомендации. РАСХН. Сиб. отд. СибНИИСХиТ. Томск, 2006. 28 с.
Режим доступа: http://www.sibniit.tomsknet.ru/files/articles/technology_kozljatnik.pdf

References

1. Paptsov A. G., Altukhov A. I., Kashevarov N. I., Pershukovich P. M., Denisov A. S., Rudoy E. V., Petukhova M. S., Kapustyanchik S. Yu., Dobryanskaya S. L., Potseluev O. M., Sadokhina T. A., Petrov A. F., Ryumkin S. V., Galeev R. R., Polunin G. A., Taran V. V., Sokolova Zh. E. Forecast of scientific and technological development of the crop production industry, including seed production and organic farming in Russia, in the period up to 2030. *Novosib. gos. agrar. un-t, Sib. feder. tsentr agrobiotekhnologii RAN, FITs Institut tsitologii i genetiki SO RAN, FNTs VNIIESKh. Novosibirsk: izd-vo NGAU «Zolotoy kolos»*, 2019. 100 p. URL: <https://nsau.edu.ru/file/757891?get=a70a565f4138c62b15edaa38529cfac2>
2. Khukhta Kh., Minin V. B. Basic principles of organic agriculture. Saint-Petersburg: *ASPIRST; Mikkeli*, 2014. 40 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007979139>
3. Semen S. Organic Farming: A practical book for farmers. Minsk: *Agro-Eko-Kul'tura*, 2018. 138 p. URL: https://agracultura.org/wp-content/uploads/2019/08/organic_practice_book.pdf
4. Lazarev N. N., Tyulin V. A. Creation and use of seeded hayfields and pastures: monograph. Moscow: *RGAU-MSKhA*, 2019. 184 p. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_36845195_94485909.pdf
5. Golubev I. G., Mishurov N. P., Fedorenko V. F., Apatenko A. S., Sevryugina N. S. Innovative technologies for assessing the condition and involvement in the turnover of fallow lands: an analytical review. Moscow: *FGBNU «Rosinformagrotekh»*, 2022. 80 p. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/anons/innovatsionnye-tehnologii-otsenki-sostoyaniya-i-vovlecheniya-v-oborot-zaleznykh-zemel-analit-obzor>
6. Zotov A. A., Kosolapov V. M., Kobzin A. G., Trofimov I. A., Ulanov A. N., Shevtsov A. V., Shel'menkina Kh. Kh., Shchukin N. N. Hayfields and pastures on drained lands of the Non-Chernozem region. Kokshetau: *IP «Izotova K. U.»*, 2012. 1198 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18823927&>
7. Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E., Hobbs P. R. No-tillage seeding in conservation agriculture. 2nd ed. FAO and CAB International, 2007. 326 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-al298e.pdf>
8. Welty L. E., Hensleigh P. F., Stewart V. R. Methods for Sod-Seeding of Small-Seeded Legumes and Grasses. Montana State University is an Equal Opportunity. 15 p. URL: <https://animalrangeextension.montana.edu/forage/documents/methods%20for%20sod-seeding%20of%20small-seeded%20legumes%20and%20grasses.pdf>
9. Sokolov A. V., Zamana S. P., Patlay V. V., Fedorovskiy T. G., Kindsfater V. Ya. Improving the technological process and means for direct grasses undersowing into grassland sod of natural fodder lands. *Kormoproizvodstvo = Forage Production*. 2012;(4):44-46. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/files/arhiv/4.12.pdf>

10. Recommendations for improving meadows and pastures in the North-Eastern region of the European part of Russia. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2007. 116 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003>
11. Polishchuk Yu. V., Laptev N. V., Komarov A. P. Combined implements for strip seeding in the technology of surface improvement of old-growth perennial grasses. Scientific support for animal husbandry in Siberia: materials of the V International. scientific-practical conf. Krasnoyarsk, 2021. pp. 52-56.
12. Kurbanov R. F., Sozontov A. V. An efficiency of a technology of multi-component strip sowing of perennial grasses in sod. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2017;(3 (19)):40-44. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009673>
13. Revenko V. Yu., Belousov M. M. Results of tests of the car for band podsev of herbs in dermina. *Mezhdunarodnaya agroinzheneriya* = International Agro-engineering. 2014;(4 (12)):53-61. (In Kazakhstan). URL: <http://www.spsae.kz/uploads/images/2014%204.pdf>
14. Sysuev V. A., Demshin S. L., Cheremisinov D. A., Doronin M. S. A method for strip sowing of grass seeds in turf and a seeder for its implementation: Patent RF, no. 2641073. 2018. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2641073C2/ru>
15. Demshin S. L., Isupov A. Yu., Gaydidey S. V., Zyryanov D. A., Demshin K. S. Opener suspension mechanism: Patent RF, no. 2772128, 2022. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2772128C1/ru>
16. Sysuev V. A., Kurbanov R. F., Demshin S. L., Saitov V. E., Doronin M. S. Parameters and operating modes of the coulter group of the sod seeder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;723(2):022050. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/2/022050>
17. Sysuev V. A., Demshin S. L., Cheremisinov D. A., Doronin M. S. Improvement quality of strip sowing of grasses' seeds into a sod. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(5):63-67. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/163/163>
18. Gaydidey S. V., Demshin S. L., Isupov A. Yu. Analysis of the dynamics of the coulter group of the sod seeder for strip sowing. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2022;(4 (32)):34-46. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49982561>
19. Andar'yanov I. M. Preparation of Eastern galega seeds for sowing. *Agrovestnik*. 2018. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/podgotovka-semyan-kozlyatnika-k-posevu.html> (accessed: 15.01.2024).
20. Puzyreva M. L. The technology of cultivation of Eastern galega for forage and seeds in the subtaiga zone of the Tomsk region: methodological recommendations. *RASKhN. Sib. otd. SibNIISKhiT*. Tomsk, 2006. 28 p. URL: http://www.sibniit.tomsknet.ru/files/articles/technology_kozljatnik.pdf

Сведения об авторах

Сысеев Василий Алексеевич, академик РАН, научный руководитель, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-005X>

✉ **Демшин Сергей Леонидович**, доктор техн. наук, доцент, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7562-7965>, e-mail: sergdemshin@mail.ru

Гайдидей Сергей Владимирович, соискатель, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6112-5411>

Зырянов Дмитрий Алексеевич, кандидат техн. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru

Information about the authors

Vasily A. Sysuev, the academician of the RAS, academic advisor, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-005X>

✉ **Sergey L. Demshin**, DSc in Engineering, associate professor, Head of the Laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7562-7965>, e-mail: sergdemshin@mail.ru

Sergey V. Gaididei, applicant, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6112-5411>

Dmitry A. Zyryanov, PhD in Engineering, researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author