

МРНТИ: 68.85.35

УДК 631.331

https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_103

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИКАТЫВАЮЩИХ КАТКОВ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОДПОЧВЕННО-РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Амантаев М.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Какабаев Н.А. – доктор философии (PhD), заведующий кафедрой инженерных технологий и транспорта, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, Республика Казахстан.

Золотухин Е.А.* – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Рустембаев А.Б. – доктор философии (PhD), заведующий кафедрой транспортной техники и технологий, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Одним из путей повышения урожайности зерновых культур в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания является применение подпочвенно-разбросного посева. При этом качество уплотнения и прикатывания надсеменного слоя почвы играет немаловажную роль в формировании будущего урожая. В связи с этим, данная статья посвящена исследованию, совершенствованию и разработке новых рабочих органов прикатывающих катков сеялки для подпочвенно-разбросного посева. Цель работы – повышение эффективности подпочвенно-разбросного посева зерновых культур. Задачи: разработка новых усовершенствованных прикатывающих (уплотняющих) катков и проведение сравнительного анализа работы сеялок и их прикатывающих катков. Предложены новые усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа. Проведен сравнительный анализ работы стерневых сеялок и их рабочих органов прикатывающих катков, широко применяемых для подпочвенного-разбросного посева в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания зерновых культур. Рассмотрены технологические процессы уплотнения и прикатывания надсеменного слоя почвы при данном способе посева и выявлены основные недостатки существующих серийных и преимущества предлагаемых рабочих органов усовершенствованных прикатывающих катков. Использование новых катков при посеве зерновых культур способствует появлению дружных всходов за счет создания благоприятных условий для роста и развития растений, что, следовательно, положительно повлияет на повышение урожайности.

Ключевые слова: сеялка, посев зерновых культур, разбросной посев, прикатывающие катки, стерневая сеялка, надсеменной слой почвы.

АСТЫҚТЫ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫ ТОПЫРАҚ АСТЫНА ШАШЫРАТЫП СЕБУГЕ АРНАЛҒАН СЕПКІШТІҢ НЫҒЫЗДАУШЫ ТАПТАҒЫШ ЖҰМЫСШЫ БӨЛІКТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Амантаев М.А. – философия докторы (PhD), қауымдастырылған профессордың м.а., «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Какабаев Н.А. – философия докторы (PhD), инженерлік технологиялар және көлік кафедрасының меңгерушісі, «Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Көкшетау қ., Қазақстан Республикасы.

Золотухин Е.А.* – философия докторы (PhD), қауымдастырылған профессордың м.а., «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Рустембаев А.Б. – философия докторы (PhD), көліктік техника және технологиялар кафедрасының меңгерушісі, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Солтүстік Қазақстанда дақыл өсірудің заманауи технологиялары аясында астықты дәнді дақылдардың өнімділігін арттырудың бір жолы – топырақ астына шашыратып себу. Сонымен бірге тұқымнан кейінгі топырақ қабатын тығыздау және тегістеу сапасы болашақ егіннің қалыптасуында маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты, бұл мақала топырақ астына шашыратып сеуге арналған сепкіштің нығыздаушы таптағыштарының жаңа жұмыс бөліктерін зерттеуге, жетілдіруге және әзірлеуге арналған. Жұмыстың мақсаты – топырақ астына шашыратып себудің тиімділігін арттыру болып табылады. Міндеттер: жаңа жетілдірілген нығыздаушы таптағыштарды әзірлеу және сепкіштердің және олардың нығыздаушы таптағыштарының жұмысына салыстырмалы талдау жасау. Жаңа жетілдірілген екі қатарлы сына тәрізді нығыздаушы таптағыштар ұсынылды. Астықты дәнді дақылдарды өсірудің заманауи технологиялары аясында Солтүстік Қазақстанда топырақ астына шашыратып сеу үшін кеңінен қолданылатын сабанды сепкіштердің және олардың нығыздаушы таптағыштарының жұмысшы бөліктерінің жұмысына салыстырмалы талдау жасалды. Осы себу әдісімен топырақ астына шашыратып сеу кезіндегі тұқымды үсті топырақ қабатын тығыздау және таптау технологиялық процестері қарастырылып, қолданыстағы сериялық нығыздаушы таптағыштардың негізгі кемшіліктері және жетілдірілген нығыздаушы таптағыштардың ұсынылған жұмысшы бөліктерінің артықшылықтары анықталды. Астықты дәнді дақылдарды сеу кезінде ұсынылған таптағыштарды пайдалану өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін қолайлы жағдай жасау арқылы бір мезгілге біркелкі өсіп шығуына ықпал етеді, демек, өнімділікті арттыруға оң әсер етеді.

Түйінді сөздер: сепкіш, астықты дәнді дақылдарды егу, шашыратып себу, нығыздаушы таптағыштар, сабанды сепкіш, тұқым үсті топырақ қабаты.

IMPROVEMENT OF THE SEEDER PACKING WHEELS FOR SUBSOIL-BROADCAST SEEDING OF GRAIN CROPS

Amantayev M.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kakabayev N.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of engineering technologies and transport, Sh.Ualikhonov Kokshetau University NLC, Kokshetau, Republic of Kazakhstan.

Zolotukhin Y.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Rustembayev A.B. – PhD, acting Associate Professor of the Department of transport facilities and technology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

One of the ways to increase the yield of grain crops in the Northern Kazakhstan within the modern cultivation technologies is the use of subsoil-broadcast sowing. For doing so, the quality of compaction and rolling of the top seed soil layer plays an important role in the formation of the future harvest. In this regard, this article is devoted to the study, improvement and development of new operating tools of the seeder packing wheels for subsoil-broadcast sowing. The purpose of the study is to increase the efficiency of subsoil-broadcast sowing of grain crops. Objectives: development of a new improved packing wheels and carry out a comparative analysis of the operation of seeders and their packing wheels. A new improved two-row wedge typed packing (compacting) wheels are proposed. A comparative analysis of the operation of stubble seeders and their operating tools of packing wheels, widely used for subsoil-broadcast sowing in the Northern Kazakhstan within the modern cultivation technologies of grain crops, was carried out. The technological processes of packing and compaction of the top seed soil layer with this sowing method was considered and the main advantages of existing serial operating tools and disadvantages of proposed operating tools of improved packing wheels were identified. The use of the proposed packing wheels during grain crops sowing contributes to the emergence of even stands due to the creation of favorable conditions for the growth and development of plants, which, consequently, will have a positive effect on increasing the yield.

Key words: seeder, sowing of grain crops, broadcast sowing, packing wheels, stubble seeder, top seed soil layer.

Введение. Возделывание зерновых культур является одним из основных отраслей в сельском хозяйстве РК. Казахстан обладает значительным потенциалом для экспорта с/х культур. Общая площадь посевных площадей составляет около 18 млн. га, из них около 15 млн. га заняты под зерновыми культурами. На сегодняшний день общие посевы зерновых культур занимают около 80% посевной площади с/х культур. [1, с.1]. В этой связи устойчивое производство зерна является одной из приоритетных задач страны, от состояния которой зависит продовольственная безопасность страны. Однако, в Казахстане урожайность по зерновым находится на низком уровне [1, с.1].

В Северном Казахстане применяются различные способы посева зерновых культур в зависимости от посевных качеств семян и почвенно-климатических условий той или иной агрозоны. К ним относятся рядовой, ленточный, перекрестный, бороздной, подпочвенно-разбросной способы и др.

Одним из путей повышения урожайности зерновых культур в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания является применение подпочвенно-разбросного посева. При данном способе посева основными задачами являются следующие: 1) равномерное подпочвенное распределение семян по площади поля (питания); 2) обеспечение единой глубины заделки для всех семян; 3) обеспечение надежного контакта семян с почвой для притока почвенной влаги и питательными веществами за счет достаточного уплотнения надсеменного слоя почвы; 4) равномерное прикатывание и выравнивание поверхности поля с формированием мелкокоробристого и ветроустойчивого рельефа.

Исследованиями Гайфуллина Г.З. и др. установлено, что при этом урожайность увеличивается до 20%. Формирование будущего урожая зависит не только от выбора способа посева, но и от качества уплотнения и прикатывания надсеменного слоя почвы при посеве. Для повышения эффективности подпочвенно-разбросного посева необходимо правильное уплотнение и прикатывание слоя почвы над семенами, равномерно распределенными по ширине лапы. Поэтому одним из важных элементов посевной машины являются ее рабочие органы – прикатывающие (уплотняющие) катки.

Правильный выбор прикатывающих (уплотняющих) катков при посеве зерновых культур способствует появлению дружных всходов за счет создания благоприятных условий для роста и развития растений, что, следовательно, положительно повлияет на повышении урожайности.

Подпочвенно-разбросной посев производится сеялками с сошниками в виде стрельчатых лап с рассекателями (разбрасывателями) семян в подсошниковом пространстве и прикатывающими (уплотняющими) катками.

Исследованию и обоснованию параметров посевных рабочих органов сеялок для подпочвенно-разбросного посева посвящены труды многих исследователей таких как Есхожин Д., Нукушев С., Адуов М., Караиванов Д., Славов В., Личман Г. При этом, исследованию по разработке и обоснованию параметров прикатывающих (уплотняющих) катков посвящены работы многих ученых [2, с.153; 3, с.141].

Качество посева семян оценивается совместной работой сошников и уплотняющих катков при полном завершении технологического процесса. Однако, указанное не учитывались в полной мере ранее выполненными исследованиями. Следовательно, исследование полного цикла технологического процесса подпочвенно-разбросного посева зачастую остается за пределами внимания авторов. В этой связи разработка усовершенствованных рабочих органов прикатывающих (уплотняющих) катков сеялки для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур является актуальной.

Цель работы: повышение эффективности подпочвенно-разбросного посева зерновых культур.

Задачи: разработка новых усовершенствованных прикатывающих (уплотняющих) катков и проведение сравнительного анализа работы сеялок и их прикатывающих катков.

Материалы и методы исследований. На основе анализа установлены агротехнические требования к технологическому процессу и сеялкам для посева зерновых культур, которые включают следующие [4, с.15; 5, с.20; 6, с.25]:

- объемная масса почвенного слоя (5-10 см) – 1,0-1,2 г/см³;
- поверхность поля после посева – выровненная с ветроустойчивым рельефом;
- количество частиц (эрозионно-опасных) в верхнем почвенном слое (0-5 см) – не должно увеличиваться по сравнению с показателями до посева;
- сохранение стерни после посева – не менее 70%.

Для повышения эффективности подпочвенно-разбросного посева помимо конструкции сошника с рассекаателями (разбрасывателями) семян, важную роль играет также качество уплотнения и прикатывания надсеменного слоя почвы, при котором должен обеспечиваться оптимальный гидротермический режим в верхнем надсеменном слое почвы и уровень распределения семян по глубине. В этой связи предложены новые усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа сеялки для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур (патент 6154 РК «Сеялка-культиватор»).

Для создания микрогребнистого ветроустойчивого рельефа на поверхности поля и улучшения контакта семян с влажной почвой при прикатывании почвы при почвенно-разбросном посеве двухрядные батареи содержат взаимно расположенные катки, рисунок 1. Каждая батарея собрана из катков, выполненных клиновидной формой. Указанное обеспечивает получение мелкогребнистого ветроустойчивого рельефа на поверхности поля после прохода. При этом, величина угла конусности катка выбирается в соответствии с неравенством $\beta > 90^\circ - \varphi_1$, где φ_1 – угол трения почвы о поверхность конусовидного элемента катка. Благодаря этому обеспечивается уплотнение нижележащего слоя почвы без скольжения почвы по поверхности конусовидного элемента катка, следовательно, достигается требуемая плотность слоя почвы с семенами и улучшается контакт семян с влажной почвой. При этом, выполнение технологического процесса посева, прикатывания и уплотнения почвы, выравнивания поверхности поля за один проход обеспечивает сокращение количества операции, что позволит увеличить эксплуатационные характеристики сеялки.

Проведен сравнительный анализ работы стерневых сеялок и их рабочих органов прикатывающих (уплотняющих) катков, широко применяемых для подпочвенно-разбросного посева в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания зерновых культур. Рассмотрены технологические процессы уплотнения и прикатывания надсеменного слоя почвы при подпочвенно-разбросном посеве и выявлены основные недостатки существующих серийных и преимущества предлагаемых рабочих органов усовершенствованных прикатывающих катков. Для анализа выбраны следующие виды прикатывающих (уплотняющих) катков сеялок для посева зерновых культур подпочвенно-разбросным способом (рисунок 2): №1 – однорядные клиновидные катки серийной сеялки типа СЗС, СТС; №2 – однорядные кольчато-шпоровые катки сеялки СПК-2,1 «Омичка»; №3 – двухрядные кольчато-шпоровые катки универсальной сеялки УСК-2; №4 – усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа.

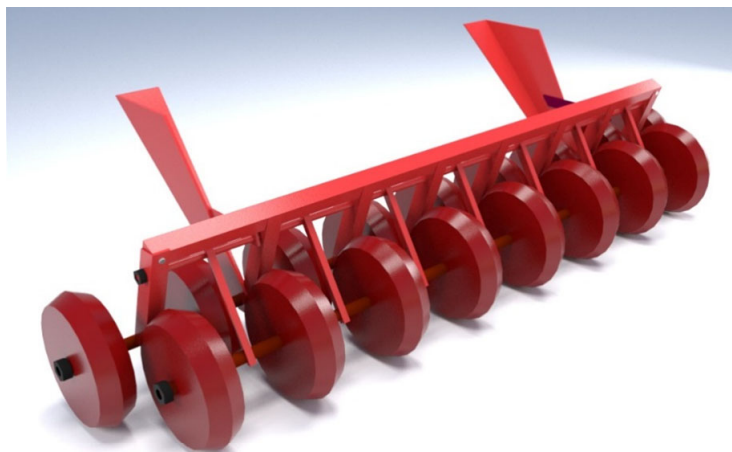


Рисунок 1 – 3D модель предлагаемых усовершенствованных двухрядных прикатывающих (уплотняющих) катков клиновидного типа



а)



б)



в) а – однорядные клиновидные катки серийной сеялки типа СЗС, СТС (№1);
 б – однорядные кольчато-шпоровые катки сеялки СПК-2,1 «Омичка» (№2);
 в – двухрядные кольчато-шпоровые катки универсальной сеялки УСК-2 (№3);
 г – усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа (№4)

Рисунок 2 – Сеялки с прикатывающими (уплотняющими) катками для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур

Результаты исследования и обсуждение. В Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания зерновых культур, основанных на традиционной почвозащитной технологии и технологии с минимальной обработкой почвы, применяются сеялки с различными типами рабочих органов в зависимости от способа посева [7, с.21]. Одним из путей повышения урожайности зерновых культур в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания является применение подпочвенно-разбросного посева. Данный способ максимально эффективен в условиях достаточного увлажнения почвы. Он производится сеялками культиваторного типа с сошниками в виде стрелчатых лап, снабженными рассекателями (разбрасывателями) семян, которые обеспечивают равномерное распределение семян по площади поля. А для равномерного уплотнения надсеменного слоя почвы и прикатывания поверхности поля используются различные виды прикатывающих катков, которые при этом, должны обеспечивать одинаковую глубину заделки для всех семян.

Проведен сравнительный анализ работы прикатывающих (уплотняющих) катков сеялок для посева зерновых культур при подпочвенно-разбросном способе, рисунок 3.

Наиболее широко применяемыми прикатывающими (уплотняющими) устройствами являются клиновидные и кольчато-шпоровые катки металлической конструкции, строго идущие следом за сошниками [8, с.10; 9, с.11]. Они устанавливаются на стерневых сеялках-культиваторах семейств СЗС, СТС и СКП, а также в ряде посевных комплексов производства ближнего и дальнего зарубежья. При этом, они широко используются при рядовом (клиновидные катки) и ленточном (кольчато-шпоровые катки) способах посева с одновременным выполнением предпосевной обработки почвы сошниками в виде стрелчатых лап.

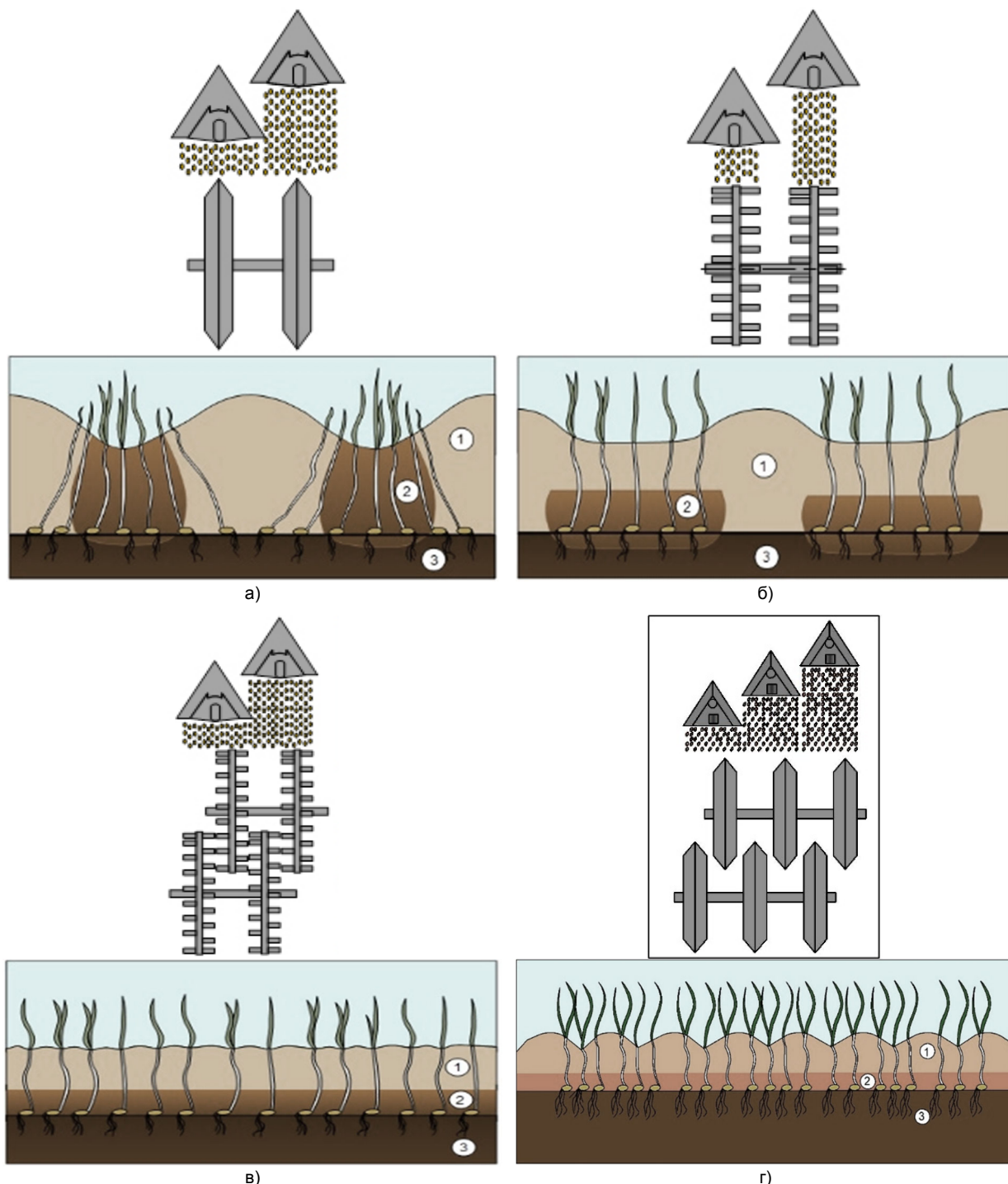
Использование клиновидных прикатывающих катков с однорядным расположением при подпочвенно-разбросном посева не обеспечивает равномерное прикатывание и уплотнение надсеменного слоя почвы (№1), рисунок 3а. Главным недостатком является ребристый рельеф поверхности поля после их прохода. При этом, из-за гофрированного рельефа поверхности поля семена, равномерно распределенные и размещенные на единой глубине заделки, оказываются на не эквидистантной от дневной поверхности глубине. Указанное не обеспечивает равные условия растениям для развития, из-за чего существенно ухудшается их всхожесть и рост, что, в конечном счете, ведет к снижению урожайности. Более того, гребнистая поверхность также представляет серьезные сложности во время уборки, так как возникают затруднения в работе комбайнов, работающих поперек к направлению посевов. Поэтому возникает необходимость в дополнительной операции по выравниванию и прикатыванию поверхности поля после выполнения посевных работ, что вызывает рост эксплуатационных затрат.

Указанные недостатки в меньшей степени относятся к кольчато-шпоровым прикатывающим каткам с однорядным расположением (№2), рисунок 3б. Это связано с тем, что они шире клиновидных катков, и, следовательно, они обеспечивают достаточно качественное выравнивание поверхности поля в границах ширины полосы, соответствующей ширине катков. Однако, использование указанных катков при подпочвенно-разбросном посева не обеспечивает сплошное прикатывание почвы с высевными семенами и туками по всей ширине захвата сеялки. Для части семян, находящихся вне следа прикатывающих элементов катка, не создается хороший контакт с почвой, необходимый для притока почвенной влаги. В результате чего, не обеспечиваются условия для дружного прорастания всех высевных семян, и посевы получаются изреженными. Еще одним существенным недостатком данных катков является то, что они более склонны к чрезмерной заделке стерни, что ухудшает ветроустойчивость поверхности поля. Более того, при использовании кольчато-шпоровых катков в условиях повышенной влажности почвы поверхностного слоя почвы происходит залипание и забивание катков почвенной массой и растительно-пожнивными остатками, в результате чего происходит ее сгуживание и нарушение технологического процесса работы сеялки, следовательно, резко снижаются показатели качества прикатывания и уплотнения почвы. При этом, использование специальных чистиков не гарантирует устранение данного явления.

Данные проблемы подпочвенно-разбросного посева эффективнее решаются при использовании кольчато-шпоровых прикатывающих катков с двухрядной установкой (№3), рисунок 3в [10, с.123]. Главным достоинством данных катков является то, что она обеспечивает сплошное равномерное прикатывание почвы по всей ширине захвата. Однако, такое устройство не обеспечивает необходимое качество прикатывания, так как после прохода на поверхности поля не формируется мелкогребнистый ветроустойчивый рельеф, что приводит к вредному

воздействию ветра на ростки культурных растений на первоначальном этапе их развития, следовательно, к снижению урожайности.

Общим недостатком кольчато-шпоровых катков является низкое качество прикатывания слоя почвы с семенами. Указанное обусловлено тем, что кольчато-шпоровые катки не обеспечивают требуемую плотность слоя почвы с семенами, следовательно, надежного контакта семян с влажной почвой, так как они уплотняют преимущественно поверхностный слой почвы, расположенный ближе к каткам, чем слой почвы с семенами, соответственно, зона уплотнения почвы находится над семенами. Вследствие этого прекращается доступ воздуха к семенам, затрудняется прорастание семян через переуплотненный верхний слой, из-за чего ухудшается их всхожесть и развитие и, в конечном итоге, отражается на урожайности.



1 – верхний разрыхленный слой; 2 – уплотненный катками надсеменной слой почвы; 3 – плотный нижний слой (ложе) почвы
 а – однорядные клиновидные (№1); б – однорядные кольчато-шпоровые катки (№2);
 в – двухрядные кольчато-шпоровые катки (№3); г – двухрядные клиновидные катки (№4)

Рисунок 3 – Технологический процесс прикатывания и уплотнения надсеменного слоя почвы

Для повышения эффективности подпочвенно-разбросного посева предложены новые усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа (№4), рисунок 3г.

Технологический процесс посева предлагаемыми прикатывающими (уплотняющими) катками заключается в следующем:

- при движении сеялки-культиватора в рабочем положении по полю сошники в виде стрельчатых лап заглубляются в почву на заданную глубину;
- одновременно семена и гранулированные минеральные удобрения из зернотукового ящика через высеивающие аппараты и семяпроводы поступают к сошникам и далее на дно борозды, где распределяются с помощью рассеивателей по всей ширине захвата сеялки-культиватора;
- после прохода сошников почва по их следу осыпается, закрывая семена и удобрения, при этом, остаются борозды, образуя невыровненный рельеф поверхности поля;
- установленные позади сошников два ряда батареи, содержащие взаимно расположенные катки, производят равномерное сплошное прикатывание, уплотняя слой почвы с высеванными семенами.

Поскольку каждая батарея собрана из катков, выполненных клиновидной формой, рельеф поверхности поля после их прохода становится микрогребнистым, ветроустойчивым, при этом высота гребней не превышает 1-2 см, что соответствует агротехническим требованиям. Благодаря такой поверхности ростки культурных растений, находящиеся на дне бороздок, на первоначальном этапе развития частично защищены от воздействия суховея, кроме того, бороздки аккумулируют влагу небольших дождей. При этом, за счет того, что величина угла конусности β катка определяется в соответствии с неравенством $\beta > 90^\circ - \varphi_1$, обеспечивается уплотнение нижележащего слоя почвы без скольжения почвы по поверхности конусовидного элемента катка, в результате чего семена находятся в зоне уплотнения почвы, следовательно, достигается требуемая плотность слоя почвы с семенами и надежный контакт семян сельскохозяйственных культур с влажной почвой. В результате этого создаются более благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего развития растений, что способствует, в конечном итоге, росту урожайности зерновых культур.

Таким образом, применение предлагаемых усовершенствованных двухрядных прикатывающих (уплотняющих) катков повышает качество выполнения технологического процесса прикатывания и уплотнения надсеменного слоя почвы и эффективность подпочвенно-разбросного посева.

Заключение. Одним из способов повышения урожайности зерновых культур в Северном Казахстане в рамках современных технологий возделывания является применение подпочвенно-разбросного посева. Для повышения эффективности данного способа посева предложены усовершенствованные двухрядные прикатывающие (уплотняющие) катки клиновидного типа сеялки для посева зерновых культур. Использование новых катков способствует появлению дружных всходов за счет создания благоприятных условий для роста и развития растений, что, следовательно, положительно повлияет на повышение урожайности.

Информация о финансировании. Данные исследования выполнены в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (проект № AP23490415).

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Концепция развития АПК Республики Казахстан на 2021-2030 годы** [Текст]: Постановление Правительства Республики Казахстан, утв. 30 декабря 2021 года, №960.
2. **Tong, J. Compaction Performance of Biomimetic Press Roller to Soil** [Text] / J. Tong, Q. Zhang, L. Guo, Y. Chang, Y. Guo, F. Zhu, D. Chen, X. Liu // *Journal of Bionic Engineering*, Volume 12, Issue 1, 2015, Pages 152-159.
3. **Geng, Y. Research on precise regulation of no-tillage seeder compaction pressure** [Text] / Y. Geng, X. Zhong, X. Wang, X. Zhang, Z. Wei, D. Wu // *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 43 (10), 2022. pp. 141 – 148.
4. **Анискин, В.И. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве** [Текст] / В.И. Анискин, А.А. Артюшин // М.: «Росинформагротех», 2005. – 270 с.
5. **Ревякин, Е.Л. Технологические требования к новым техническим средствам в растениеводстве** [Текст] / Е.Л. Ревякин, Н.М. Антышев // М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 60 с.
6. **Золотухин, Е.А. Показатели работы фронтальной дисковой бороны для поверхностной обработки почвы** [Текст] / Е.А. Золотухин, Г.З. Гайфуллин // *Университетский научный журнал КГУ им. А.Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация»*, 2012. – С. 25-28.
7. **Астафьев, В.Л., Курач, А.А., Семибаламут, А.В. К вопросу о прикатывании почвы** [Текст] // *Аграрный сектор*. №1(31), 2017. – С.18-23.
8. **Smith, J. Effect of Roller Type on Soil Compaction and Seedling Emergence in No-Till Systems** [Text] / J. Smith, L. Johnson // *Soil & Tillage Research*, 2021, Volume 205, 104772.
9. **Clark, D. Influence of Furrow Closing Systems on Soil Moisture Retention and Seedling Development** [Text] / D. Clark, E. Lewis // *Field Crops Research*, 2021, Volume 271, 108247.
10. **Астафьев, В.Л. Сельскохозяйственные машины для растениеводства и животноводства (устройство, подготовка к эксплуатации, показатели работы)** [Текст] / В.Л. Астафьев, Г.З. Гайфуллин // Костанай: ТОО «Костанайполиграфия», 2012. – 224 с.

REFERENCES:

1. **Konceptsiya razvitiya APK Respubliki Kazahstan na 2021-2030 gody'** [Concept for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2030]. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan approved on December 30, 2021, №960. (In Russian).
2. **Tong J., Zhang Q., Guo L. et al. Compaction Performance of Biomimetic Press Roller to Soil.** *Journal of Bionic Engineering*, 2015, vol. 12, iss. 1, pp. 152-159.
3. **Geng Y., Zhong X., Wang X. et al. Research on precise regulation of no-tillage seeder compaction pressure.** *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2022, 43 (10), pp. 141 – 148.
4. **Aniskin V.I., Artyushin A.A. Ishodny'e trebovaniya na bazovy'e mashinny'e tehnologicheskie operacii v rastenievodstve** [Initial requirements for basic machine technological operations in crop production]. Moscow, Rosinformagroteh, 2005, 270 p. (In Russian).

5. Revyakin E.L., Antyshev N.M. *Tehnologicheskie trebovaniya k novy'm tehničeskim sredstvam v rastenievodstve* [Technological requirements for new technical means in crop production]. Moscow, FGUN «Rosinformagroteh», 2008, 60 p. (In Russian).
6. Zolotuhin E.A., Gajfullin G.Z. *Pokazateli raboty' frontal'noj diskovoj borony' dlya poverhnostnoj obrabotki pochvy'* [Performance indicators of a front disc harrow for surface tillage]. 3i: intellect, idea, innovation, 2012, pp. 25-28. (In Russian).
7. Astafyev V.L., Kurach A.A., Semibalamut A.V. *K voprosu o prikaty'vanii pochvy'* [On the issue of soil packing]. *Agrarnyj' sektor*, 2017, no.1(31), pp.18-23. (In Russian).
8. Smith J., Johnson L. *Effect of Roller Type on Soil Compaction and Seedling Emergence in No-Till Systems*. *Soil & Tillage Research*, 2021, vol. 205, 104772 p.
9. Clark D., Lewis E. *Influence of Furrow Closing Systems on Soil Moisture Retention and Seedling Development*. *Field Crops Research*, 2021, vol. 271, 108247 p.
10. Astafev V.L., Gajfullin G.Z. *Sel'skohozyajstvenny'e mashiny' dlya rastenievodstva i zhivotnovodstva (ustrojstvo, podgotovka k e'kspluatatsii, pokazateli raboty')* [Agricultural machines for crop production and livestock farming (design, preparation for operation, performance indicators)]. Kostanaj, TOO «Kostanajpoligrafiya», 2012, 224 p. (In Russian).

Сведения об авторах:

Амантаев Мақсат Амантаевич – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкрн. Аэропорт, дом 39, тел.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Какабаев Нурбол Аязбаевич – доктор философии (PhD), заведующий кафедрой инженерных технологий и транспорта, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая, 76, тел.: +7-775-106-34-65, e-mail: nkakabayev@shokan.edu.kz.

Золотухин Евгений Александрович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкр. Аэропорт, дом 45, тел.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.*

Рустембаев Арман Базарханович – доктор философии (PhD), заведующий кафедрой транспортная техника и технологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010011, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: +7-702-666-68-37, e-mail: rustem.arman88@gmail.com.

Амантаев Мақсат Амантайұлы – философия докторы (PhD), аграрлық техника және көлік кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Аэропорт шағын ауд., 39, тел.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Какабаев Нурбол Аязбаевич – философия докторы (PhD), инженерлік технологиялар және көлік кафедрасының меңгерушісі, «Ш.Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қ., Абай көш, 76, тел.: +7-775-106-34-65, e-mail: nkakabayev@shokan.edu.kz.

Золотухин Евгений Александрович – философия докторы (PhD), қауымдастырылған профессордың м.а., аграрлық техника және көлік кафедрасының «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Аэропорт шағын ауд., 45 тел.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.*

Рустембаев Арман Базарханович – философия докторы (PhD), көліктік техника және технологиялар кафедрасының меңгерушісі, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62, тел.: 87026666837, e-mail: rustem.arman88@gmail.com.

Amantayev Maksat Amantayevich – PhD, acting Associate Professor, Department of agricultural machinery and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Airport micro district, bld. 39, tel.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Kakabayev Nurbol Ayazbayevich – PhD, acting Associate Professor of the Department of engineering technologies and transport, Sh.Ualikhanov Kokshetau University NLC, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, 76 Abai Str., tel.: +7-775-106-34-65, e-mail: nkakabayev@shokan.edu.kz.

Zolotukhin Yevgeniy Aleksandrovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural technology and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Airport micro district, bld. 45, tel.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.*

Rustembayev Arman Bazarkhanovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of ransport facilities and technology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010011, Astana, 62 Zhenis ave., tel.: +7-702-666-68-37, e-mail: rustem.arman88@gmail.com.