



МАШИНА ЖАСАУ
МАШИНОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING

DOI 10.51885/1561-4212_2022_4_108
MPHTI 55.57.33

Д.К. Карманов¹, Д.К. Бегалы¹, Н.Т. Исимов², Д.Р. Бекназаров¹, О.Е. Сейпаталиев¹

¹ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Казахстан

E-mail: darhankk_85@mail.ru*

E-mail: begaly.d.k@gmail.com

E-mail: mr.seipatal@mail.ru

E-mail: beknazarov.d.r@gmail.com

²Университет «Туран», г. Алматы, Казахстан

E-mail: int_nurdaulet@mail.ru

**РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА
ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН В УСЛОВИЯХ
ЮГО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА**

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АЙМАҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА
СЕБУ АЛДЫНДА ТОПЫРАҚ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТҰҚЫМ СЕБУ ҮШІН ШАҒЫН ГАБАРИТТІ
ҚҰРАМДАСТЫРЫЛҒАН АГРЕГАТТЫ ӨЗІРЛЕУ**

**DEVELOPMENT OF A SMALL-SIZED COMBINED UNIT FOR PRE-SOWING
TILLAGE AND SEED SOWING IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EASTERN REGION
OF KAZAKHSTAN**

Аннотация. В статье рассматривается идея научно-технического проекта выигранное в рамках конкурсной заявки на 2020-2022 г. по разработке адаптированного к почво-климатическим условиям Южного региона Казахстана комбинированного орудия для предпосевной обработки почвы и посева семян с целью повышения их урожайности, снижения затрат на их возделывание, сохранения и повышения плодородия почвы.

По результатам исследований выполненных в ТОО «НПЦАИ» установлено, что экспериментальный образец комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян предназначены для обработки междурядий на глубину 10-12 см. Для обеспечения глубины обработки 20-25 см необходимо либо увеличить диаметр фрезерного барабана, либо почти полностью заглубить в почву барабан малого диаметра. Первое, как показывают многочисленные исследования, нецелесообразно из-за резкого увеличения затрат мощности на фрезерование и повышение металлоемкости фрезы: так, лесные и болотные фрезы, способные обрабатывать почву на глубину более 20 см, и имеющие диаметр фрезбарабана 600-800мм, при небольшой ширине захвата требуют для своего агрегатирования тяжелые энергонасыщенные тракторы.

В связи с этим разработанный в рамках проекта МОН РК комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы и с одновременным посевом семян в один проход значительно снижают уровень затрат по сравнению с традиционной схемой проведения предпосевной подготовки почвы и сева. Плюсом является сокращение сроков проведения посевных работ в два раза, а так же экономия ГСМ на 20-25% и сохранить влагу в почве и снизить энергозатраты при посеве.

Ключевые слова: комбинированное орудие, полевые испытания, предпосевная обработка почвы, посев семян, фрезерование.

Аңдатпа. Мақалада 2020-2022 жылдарға арналған конкурстық өтінім аясында жеңіп алынған ғылыми-техникалық жобаның идеясы қарастырылады, ол Қазақстанның оңтүстік аймағының топырақ-климаттық жағдайларына бейімделген, егіс алдында топырақты өңдеуге және тұқым себуге арналған, олардың шығымдылығын арттыру, оларды өңдеп өсіру шығындарын азайту, топырақ құнарлылығын сақтау және арттыру мақсатында құрастырылған құралды әзірлеу болып табылады.

«Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС-да орындалған зерттеулер нәтижелері бойынша топырақты себу алдында өңдеуге және тұқым себуге арналған құрамдастырылған агрегаттың эксперименттік үлгісі қатарлар арасын 10-12 см тереңдікке өңдеуге арналғаны анықталды. Біріншіден, көптеген зерттеулер көрсеткендей, фрезерлеу және металл сыйымдылығын арттыру үшін қуат шығындарының күрт өсуіне байланысты іс жүзінде мүмкін емес: мысалы, топырақты 20 см-ден астам тереңдікке дейін өңдей алатын және фрезерлік барабанның диаметрі 600-800 мм болатын орман және батпақты диірмендер шағын басып алу ені ауыр, қаныққан тракторларды агрегаттауды қажет етеді.

Осыған байланысты ҚР БҒМ жобасы шеңберінде әзірленген топырақты себу алдында өңдеуге арналған және бір мезгілде тұқымдарды бір өткелге себуге арналған құрамдастырылған агрегат топырақ пен себуді себу алдында дайындауды жүргізудің дәстүрлі схемасымен салыстырғанда шығындар деңгейін айтарлықтай төмендетеді. Егіс жұмыстарын жүргізу мерзімін екі есеге қысқарту, сондай-ақ ЖЖМ 20-25 % үнемдеу және топырақтағы ылғалды сақтап қалу және себу кезінде энергия шығынын азайту артықшылығы болып табылады.

Түйін сөздер: аралас құрал, дала сынақтары, егу алдындағы өңдеу, тұқым себу, фрезерлеу

Abstract. The article discusses the idea of a scientific and technical project won in the framework of a competitive application for 2020-2022 for the development of a combined tool adapted to the soil and climatic conditions of the Southern region of Kazakhstan for pre-sowing tillage and sowing seeds in order to increase their yield, reduce the cost of their cultivation, preserve and increase soil fertility.

According to the results of the studies carried out at NPCAI LLP, it was found that the experimental sample of a combined unit for pre-sowing tillage and seed sowing is designed for processing row spacing to a depth of 10-12 cm. To ensure a processing depth of 20-25 cm, it is necessary either to increase the diameter of the milling drum, or to almost completely bury a small diameter drum into the soil. The first, as numerous studies show, is impractical due to a sharp increase in the cost of milling power and an increase in the metal consumption of the milling cutter: so, forest and swamp cutters capable of cultivating soil to a depth of more than 20 cm, and having a diameter of 600-800mm milling drum, with a small width of capture, require heavy energy-saturated tractors for their aggregation.

In this regard, the combined unit developed within the framework of the project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for pre-sowing tillage and simultaneous sowing of seeds in one pass significantly reduces the level of costs compared to the traditional scheme of pre-sowing soil preparation and sowing. The advantage is to reduce the timing of sowing operations by half, as well as saving fuel by 20-25% and preserve moisture in the soil and reduce energy consumption during sowing.

Keywords: combined tool, field tests, pre-sowing tillage, seed sowing, milling

Введение. В юго-восточных областях Казахстана (Алматинской, Жетысуской, Туркестанской, Жамбылской, Кызылординской) в целом сосредоточено от 70 до 80 % всех поливных орошаемых земель республики. В основном на этих регионах возделываются наиболее ценные культуры как сахарная свекла, соя, овощи, картофель, плодово-ягодные культуры. В целом по этим регионам урожайность культур сравнительно низкая по сравнению с другими регионам, например сахарная свекла 380-395 ц/га, при потенциальной 700-900 ц/га, капуста около 170 ц/га и томата составляет примерно 130 ц/га, при возможной – 240...310 ц/га[1].

Для наиболее качественного посева культур нужна в первую очередь заделка гербицидами и минеральными удобрениями, предпосевной обработкой почвы, что в свою очередь должна обеспечить выровненность поверхности обрабатываемого поля, мелкозернистую структуру почвы с плотностью 1,0...1,1 г/см³.

Для решения этих проблем по повышению урожайности и для сохранения плодородия

почвы нужны такие машины как комбинированные агрегаты, так как эти машины играют ведущую роль в сокращении сроков основных полевых работ за счет сохранения структуры почвы, обеспечивает повышенную сопротивляемость ее водной и ветровой эрозии, задержке влаги из за чего в почве повышается урожайность сельскохозяйственных культур.

По результатам исследований выполненных в ТОО «НПЦАИ» в рамках проекта МОН РК 2015-2017 г. установлено, что комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы предназначены для обработки на глубину 15-25 см., при небольшой ширине захвата требуют для своего агрегатирования тяжелые энергонасыщенные трактора [2].

В связи с этим мы разработали в рамках проекта МОН РК 2020-2022 г. комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы и с одновременным посевом семян в один проход, что в свою очередь значительно снижает уровень затрат по сравнению с традиционной схемой проведения предпосевной подготовки почвы и сева. Плюсом является сокращение сроков проведения посевных работ в два раза, а так же экономия ГСМ на 20-25 % и сохранить влагу в почве и снизить энергозатраты при посеве.

Согласно полученным данным объединение двух операций по фрезерной предпосевной обработке почвы и одновременным точечным посевом семян увеличило густоту всходов культур, на испытательном поле всхожесть семян увеличился на 30 %, а урожайность на 15-20 %.

На основании теоретических исследований отечественных и зарубежных ученых, мы видим, что почвообрабатывающие агрегаты с активными рабочими органами (фрезерные машины) по технологическим процессам не имеют себе равных по обработке и подготовке почвы. Почвообрабатывающие агрегаты с активными рабочими органами (фрезами) при работе создают качественный слой обрабатываемой почвы, потому что в процессе обработки почвы обрезается тонкая стружка верхнего слоя почвы и смешиваются с удобрениями, что в свою очередь благоприятно скажется на качество обрабатываемой почвы [3,4].

Основные результаты анализов на сегодняшний день по развитию комбинированных агрегатов по технике обработки и по технологии показывают, что традиционными способами обработки почвы являются механические с использованием почвообрабатывающих машин с активными и пассивными рабочими органами. Но при этом многие современные исследователи продолжают поиск путей совершенствования почвообрабатывающих орудий.

Комбинированные агрегаты с активными рабочими органами имеют ножи которые имеют в свою очередь множество различных видов и форм, следовательно этому профили ножей тоже отличаются друг от друга в зависимости от слоя и глубины обрабатываемой поверхности. В связи с этим мы по проекту изучали и экспериментировали на стенде множество видов ножей, из них самым оптимальным на почвенно-климатической структуре подошел Г образные ножи, они качественно крошили и заглублялись до 25 см.

На сегодняшний день основным препятствием для внедрения в производство высокоэффективных технологий по обработке и возделыванию культур на юго-восточных регионах нашей страны является отсутствием технических средств комбинированных орудий для качественной обработки почвы и с одновременным посевом сельскохозяйственных культур.

В основном зарубежные фирмами которые завозят такие машины и орудия в нашу страну имеют высокую металлоёмкость, большое количество завозимых рабочих органов не всегда приспособлены к почвенно-климатическим условиям юго-восточного региона

Казахстана и для работы с ними требуются энергоемкие трактора класса тяги от 2Т [5]. На сегодня стоимость таких машин завозимых из за рубежа высокая, что в свою очередь делает этих машин невостребованными для средних и мелких крестьянских хозяйств. В связи с этим мы разработали новую машину адаптированную к работе на почвах юго-восточного региона Казахстана, для более лучшего крошения и с одновременным посевом семян. Разработанный комбинированный агрегат приспособлен к почвенно-климатическим условиям юго-восточного региона Казахстана и агрегируется с тракторами класса тяги от 0,6 кН до 1,4кН., при этом наш агрегат выполняет следующие операции: полосовую предпосевную (фрезерную) подготовку почвы, посев семян овощных и крупяных культур, междурядная обработка за счет фрезерного агрегат с изменяемыми расстановками для каждой культуры.

Разработанный и изготовленный экспериментальный образец по проекту МОН РК комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы с одновременным посевом семян был испытан на полях КазНИИЗиР.

При испытании нашего комбинированного агрегат по обработке почвы и одновременному посеву семян по сравнению с однооперационными машинами показало что снизился количество проходов МТА по полю, уменьшился энергоемкость и материалоемкость технологических процессов более 50 %, удельные капитальные и эксплуатационные затраты на 61 %, затраты труда и ГСМ на 20-25 %.

Материалы и методы исследования. В настоящее время развития и создание почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами набирает положительный эффект по усовершенствованию почвообрабатывающих фрез. Но этого не достаточно в связи с развитием более сложных и металлоёмких агрегатов с пассивными рабочими органами. В связи с этим мы разработали комбинированный агрегат с активными рабочими органами, которые устраняют все перечисленные недостатки и обеспечивают хорошее качество обработки почвы, имеют высокую производительность и снижает энергоемкость фрезерования [6, 7, 8].

Для достижения этих целей и систематизации, учета достижений последних разработок в области почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами мы рассматривали результаты работ ведущих научных ученых в этой области.

В результате исследовании вышеупомянутых проблем и задач наши сотрудники лаборатории механизации возделывания сельскохозяйственных культур при ТОО «НПЦАИ» выяснили, что почвообрабатывающие машины с активными рабочими органами за один проход могут обеспечивать основную и предпосевную подготовку почвы и при этом после обработки создается оптимальное сложение верхнего слоя с образованием мульчи для сохранения влаги [9]. При этом исключаются дополнительные операций предпосевной обработки почвы что, в свою очередь позволит снизить удельный расход топлива на 20-25 %. При этом рабочие органы обеспечивают снижению плотности верхнего слоя почвы, что в свою очередь обеспечить благоприятное условие для роста и развитие растений. Полевые испытания разработанного комбинированного агрегата в различных почвенно-климатических зонах юга восточного региона показала, что урожайность картофеля, озимой пшеницы, ячменя, кукурузы и других культур повышается примерно на 10-35 %.

При проведении этих научных исследований по выбору типа, параметров и режимов работы рабочих органов комбинированной машины с активными рабочими органами для предпосевной обработки почвы и точечного посева семян использованы классические или стандартные методы и методологии исследования.

При выборе рабочих органов не учитывались особенности почв орошаемой зоны земледелие Юга Казахстана. Анализировались многолетние данные по агрофизическому состоянию почв южной зоны Казахстана в период проведения технологических операций по их обработке. Прежде всего обращалось внимание на динамику влажности, плотность, твердость и крошение.

Для полевых испытаний рабочих органов комбинированного орудия была изготовлена лабораторная установка. Исследовательские испытания экспериментального образца были проведены на стационарных полях в ТОО «КазНИИЗиР» согласно следующей нормативной документации:

- ГОСТ 20915-2011. «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний» [10];
- СТ РК 1560 -2006 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей [11];
- СТ РК 1559 -2006 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей [12];
- ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. Межгосударственный стандарт [13];
- ГОСТ 33687-2015 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. Межгосударственный стандарт [14];
- ГОСТ 33677- 2015 Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний. Межгосударственный стандарт [15];
- ГОСТ 24055-2016 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Межгосударственный стандарт [16];
- ГОСТ 12.2.111-85 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности. Межгосударственный стандарт [17];

Конструкторская документация на экспериментальный образец разработана согласно ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации. Общие положения [18].

Результаты и их обсуждения. Фрезерование почвы в наше время применяются в почвообработке для уничтожения сорняков, для равномерного перемешивания удобрений и полезных веществ с почвой, для создания мелко или очень мелкого комковатости почвы для строения разрыхляемого слоя. Рабочий процесс с активными органами по обработке за счет качественного крошения почвы и перемешивания почвы дает большую водопроницаемость в структуре почвы, повышает ее микробиологическую активность и интенсивность, что в свою очередь создает глубинные запасы влаги в почве. Активные рабочие органы (фрезерование) способствует усилению в структуре почвы процесса нитрификации, что воссоздаст благоприятную среду для минеральной подпитки выращиваемого сельскохозяйственных культур. Технологический процесс работы активных рабочих органов заключается в резании почвы рабочими органами фрезерных машин и отделения от массива почвенной стружки с помощью отбрасывания ее в сторону вращения фрезбарабана, что позволит перемешивать почву более качественно.

В конструкции современной почвообрабатывающих фрез существует большое количество видов рабочих органов, каждый из них делятся со своими назначениями и технологическими режимами своих работ. Активные рабочие органы Г образными ножами (рис. 1, а, б) – являются основными рабочими органы почвообрабатывающих агрегатов с активными органами, они обеспечивают более качественную крошения почвы и перемешивания почвы, дают большую водопроницаемость, повышает ее микробиологическую

активность и интенсивность, что в свою очередь создает глубинные запасы влаги в почве.

Существует несколько видов в зависимости от назначения, например рабочий орган «Целина» (рис. 1, в), по конструкции он не просто обычный ножи, а ножи которые режут почву лезвиями и состоять из нескольких мотыг, которые свою очередь входят в почву носками. Преимущества этих рабочих органов они при небольших оборотах 70-125 об/мин, эти фрезы обрабатывают почву на глубину до 30 см, тем самым открывают доступ к влагам, воздуха и при этом разрушая кладки вредителей. Недостатками этих рабочих органов является сложность конструкции и быстро изнашиваемость рабочих органов. В основном такие виды рабочих органов предназначены для рыхления почвы с измельчением сорняков и перемешивания и интерфиксации почвы. Рабочие органы «Гусиные лапки» (рис. 1, г) предназначены для обработки почвы необработанной земли. Основной принцип работы этих рабочих органов является резка земли на небольшие кусочки. Но при этом основной вес рабочих органов давит на режущие ножи, при этом увеличивая глубину обработки почвы. В нашем случае можно использовать рабочие органы «Гусиные лапки» вместо плуга, при этом вспашка почвы обеспечивается на небольшую глубину. Существует еще одна разновидность рабочих органов «Активных роторов» (рис. 1, д) она по форме является бочкообразной формы и имеет винтовые планки, которые выполнены в виде ножей, расположенные не к поверхности обрабатываемой поверхности, а расположена плашмя. Эти рабочие органы служат для срезания больших масс сорняков на сильно запущенных территориях, для измельчения сидеритов перед обработкой почву, для мульчирования почвы, растительных остатков и выравнивания поверхности обрабатываемой поверхности почвы. В нашем случае мы остановились на Г-образных ножах, потому что она обеспечивало более качественную крошения почвы по сравнению с остальными.

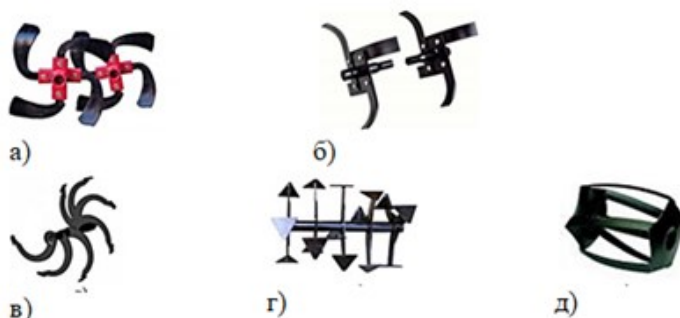


Рисунок 1. Фрезерные рабочие органы: а, б – секция с Г-образными ножами; в – фреза «Целина»; г – фреза «Гусиные лапки», д – «Активный ротор»

Известно, что в нашей стране сельскохозяйственное производство составляет растениеводство, выращивание зерновых, технических и овощных культур. Для получения хорошего урожая нам необходимо повысить уровень подготовки почвы и создать благоприятные условия для роста и развития растений в условиях нашего региона.

В сельскохозяйственном производстве обработка почвы является одним из наиболее энергоемких процессов. Для повышения качества подготовки почвы в условиях нашего региона необходимо определить рациональные энергосберегающие технологии обработки почвы и усовершенствовать конструкцию рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Наиболее распространенными были различные модификации Г-образных ножей, а также режущие (долотообразные) и радиальные ножи.

На основании вышеизложенного нами был подготовлен образец экспериментальной

машины и экспериментальный образец комбинированной установки для обработки почвы с одновременным точечным посевом семян на тракторы класса 0,6...14 кН был изготовлен в ТОО «Научно-производственный центр Агроинженерии» в 2020 году (рис. 2) и была проведена исследовательская испытания агрегата которая компоновалась с экспериментальными рабочими органами для предпосевной обработки почвы и посева семян и имели следующие параметры: количество ножей 8; угол крошения почвы Г-образными ножами 20°; высота подъема пласта 55 мм; длина ножа 125 мм; норма высева – 9,3 см и интервал между семенами 10,1 см.



Рисунок 2. Экспериментальный образец

Полевые испытания экспериментального образца проводилась на полях ТОО «КазНИИЗиР» на операции по предпосевной обработке почвы и посева семян в стерновом фоне. Показатели были типичными для данной зоны, при этом за этот период наблюдается низкая влажность 13,4 % и твердость почвы 0,8МПа. В процессе испытания все данные были сняты и были внесены в протокол. В процессе полевых испытаний определялись функциональные показатели работы комбинированного агрегата.

По результатам полевых испытаний экспериментальный образец комбинированной установки для предварительной обработки почвы и посева семян стабильно выполнял технологический процесс, качество обработки почвы удовлетворяло и соответствовало сельскохозяйственным требованиям.

Экспериментальный образец комбинированной установки для предварительной обработки почвы и посеву семян, стабильно выполняет технологический процесс, использование экспериментального агрегата полностью соответствует всем требованиям. Согласно полученным данным совмещение операций комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян увеличило густоту стояния всходов, полевую всхожесть семян на 33 %, урожайность на 15-20 %.

Исследовательские испытания экспериментального образца комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян на отвальном фоне проводились на полях ТОО «КазНИИЗиР» для предпосевной обработки почвы и посева семян под сидеральные культуры (СОЯ). Соя, как и все бобовые, способна фиксировать азот на корнях. Появляются «луковицы», которые питаются почти азотом. Угнетает сорняки и сохраняет влагоемкость в почве. Условия испытаний в данной операции приведены в табл. 1.

Таблица 1. Условия испытаний

Показатели	Значения показателей	
	по ТЗ	по результатам

Предшествующая операция	испытаний	
	Осенняя вспашка	Осенняя вспашка
Тип почвы и название по механическому составу	Почва любого типа и механического состава	Среднесуглинистая светло-каштановая почва
Влажность почвы, %, по слоям, см	до 20 %	
0-5		7,6
5-10		8,7
10-20	9,8	
Плотность почвы, г/см ³ по слоям, см	до 2,0	
0-5		0,6
5-10		1,03
10-20	1,25	
Твердость почвы, МПа в слое, см:	до 2,5	
0-5		0,7
5-10		1,5
10-20	2,0	
Гребнистость поверхности поля, ± см	до ± 5см	8,0

Согласно данным табл. 1 условия испытаний соответствовали требованиям технического задания. Почвенные условия во время проведения испытаний были типичны для данной зоны и сероземных почв. Основные показатели: влажность, плотность, твердость почвы в слое 0-20 см соответственно составили 11,4 %; 1,12 г/см³ 1,2 МПа. Гребнистость поверхности ± 8,0.

Функциональные, качественные и агрофизические показатели экспериментального образца комбинированной машины на операции по предпосевной подготовке почвы под пропашные культуры и посев семян приведены в табл. 2, 3, 4

Таблица 2. Функциональные показатели экспериментального образца

Показатели	Значение показателей	
	По агротребованиям	По результатам испытаний
Агрегат (энергомашинa + орудие)		Беларус 80/82 + ФС-2,1
Скорость движения агрегата, км/ч		10
Глубина обработки почвы, см:	–	
– установочная: см		10,0
– фактическая: см		9,8

Окончание табл. 2

Показатели	Значение показателей	
	По агротребованиям	По результатам испытаний
Плотность почвы, г/см ³ по слоям, см		
0-5	до 1,0	0,61
5-10		0,80
10-20		1,20
Твердость почвы, МПа, по слоям, см		
0-5	до 1,0	0,72

5-10		0,89
10-20		1,18
Крошение почвы, % по фракциям, мм		
>50	Содержание фракций почвы размером менее 20 мм не менее 70 %	–
50-20		2,7
20-10		43
<10		54,3
Гребнистость поверхности поля, ± см	не более 3	2,3

Таблица 3. Качественные показатели выполнения технологических операций комбинированными орудиями

Технологические операции	Ширина полосы, см	Глубина обработки, см	Глубина посева семян, см	Количество высеянных семян на п/м ряда, шт
Фрезерование, рыхление полос, посев семян	32,7	10,2	4,7	7,3

Таблица 4. Агрофизические показатели выполнения технологических операций комбинированными орудиями

Технологические операции по обработке почвы	Сроки выполнения	Агрофизические показатели почвы				
		Гребнистость поверхности, ± см	Крошение почвы, %			
			Размер фракций, мм			
			100-50	50-20	20-10	<10
Фрезерование полос, рыхление полос, посев семян	10,05	2,3	–	2,7	43	54,3

Качество обработанной почвы агрегатом была удовлетворительной, и соответствовало агротехнологическим операциям. После прохода плотность почвы в слое 0-20 см соответственно составила 0,90 г/см³, твердость 0,94 МПа, а глубина обработки почвы была стабильной, отклонения от установленной глубины были незначительными: коэффициент вариации соответственно по агрегату составляло 10,2 %; среднее квадратическое отклонение 0,3 см. Содержание мелкокомковатой фракции почвы после прохода составило 97,3 %. Содержание фракции размером более 50 мм находилось в пределах допустимых значений (соответственно для машины: 3,7 %) как и гребнистость поверхности почвы (2,3 см). Поломок и сбоев в работе комбинированных орудий по отвальному фону не наблюдалось.

Заключение. Практическая значимость научно-технического проекта заключается в разработке адаптированного к почво-климатическим условиям Южного региона Казахстана комбинированного орудия для предпосевной обработки почвы и посева семян с целью повышения их урожайности, снижения затрат на их возделывание, сохранения и повышения плодородия почвы.

Проект выполняется в рамках бюджетной программы МОН РК 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» по проекту: № АР08052321 «Разработка ресурсосберегающего комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян на поливных землях Южного региона Казахстана».

Экспериментальный образец комбинированной машины для предпосевной обработки почвы и посева семян работоспособен, устойчиво выполняет технологический процесс, функциональные показатели их работы соответствуют агротребованиям. Энергетические показатели – тяговое сопротивление соответствует мощности тракторов класса 0,6...1,4 кН. Первичная техническая экспертиза согласно данным экспертизы представленный на испытания экспериментальный образец комбинированной машины соответствовал требованиям технического задания

Список литературы

1. Годовой отчет лаборатории механизации возделывания сельскохозяйственных культур: отчет НИОКР ТОО «НПЦАИ»: – Алматы., 2015. – 286 с.
2. Годовой отчет лаборатории механизации возделывания сельскохозяйственных культур: отчет НИОКР ТОО «НПЦАИ»: – Алматы., 2017. – 314 с.
3. Gribanovsky, A., Rzaliyev, A., Goloborodko, V., Karmanov, D., Sagyndykova, A. Revisiting the choice of the sowing system of broad-cut seeders. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2017, 12(5). – С. 1307-1316
4. В.Н. Болохин. В.В. Никитин. А.А. Лямзин. Р.А. Климович. Оптимизация рабочего органа фрезы с вертикальной осью вращения. *Вестник брянской государственной сельскохозяйственной академии* 2016. – № 1(53). – С. 73-79.
5. Белов М.И. Высота гребня и длина дуги резания почвенной фрезы с мальтийским механизмом в приводе. *Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»*. – 2019. – № 2 (90). – С. 4-7.
6. Драняев С.Б., Чаткин М.Н., Корявин С.М. Моделирование работы Г-образного ножа почвообрабатывающей фрезы. *Тракторы и сельхозмашины*. – 2017. – № 7. – С. 13-19.
7. Рамазанова Г.Г. Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель. *Дис. канд. техн. наук*. – Москва, 2016. – 133 с.
8. Акимов А.П., Константинов Ю.В., Туровский Б.В. Математическая модель взаимодействия ножа с почвой. *Вестник Казанского ГАУ* – 2017. – № 4 (46). – С. 67-71.
9. Рзалиев А.С. Бегалы Д.К., Бекназаров Д.Р. Энергосберегающие технологии обработки почвы в условиях Юга Казахстана. *Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы развития земледелия и растениеводства»*, 2019. – С. 390.
10. ГОСТ 20915-2011. «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. Testing of agricultural tractors and machines. Procedure for determination of test conditions МКС 65.060.01 Дата введения 2013-01-01 Предисловие. Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации».
11. СТ РК 1560 -2006 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. МКС 65.060.20. Входит в рубрики классификатора: окс \ сельское хозяйство \ Сельскохозяйственные машины, инвентарь и оборудование * Шины для сельскохозяйственных машин см. 83.160.30 \ Орудия для обработки почвы \
12. СТ РК 1559-2006 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. МКС 65.060.20. 75 стр. Входит в рубрики классификатора: окс \ сельское хозяйство \ Сельскохозяйственные машины, инвентарь и оборудование * Шины для сельскохозяйственных машин см. 83.160.30 \ Орудия для обработки почвы \
13. ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний». Межгосударственный стандарт. Testing of agricultural tractors and machines. Procedure for determination of test conditions МКС 65.060.01 Дата введения 2013-01-01 Предисловие. Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 "Межгосударственная система стандартизации».
14. ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт. МКС 65.060.20 Дата введения 2017-07-01.
15. ГОСТ 33677-2015 «Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт. МКС 65.060.20 Дата введения 2017-07-01.

16. ГОСТ 24055-2016 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки». Межгосударственный стандарт. Agricultural machinery. Methods of operational-technological evaluation MKS 65.060.01 Дата введения 2018-01-01 Предисловие. Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации».
17. ГОСТ 12.2.111-85 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности». Межгосударственный стандарт
18. ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Общие положения». Статус: действующий. Дата введения в действие: 01.06.2014.

References

1. Godovoj otchet laboratorii mekhanizacii vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: otchet NIOKR TOO «NPCAI». – Almaty, 2015. – 286 s.
2. Godovoj otchet laboratorii mekhanizacii vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: otchet NIOKR TOO «NPCAI». – Almaty, 2017. – 314 s.
3. Gribanovsky, A., Rzaliev, A., Goloborodko, V., Karmanov, D., Sagyndykova, A. Revisiting the choice of the sowing system of broad-cut seeders. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2017, 12(5), str. 1307-1316.
4. Bolohin V.N., Nikitin V.V., Lyamzin A.A., Klimovich R.A. Optimizaciya rabocheho organa frezy s vertikal'noj os'yu vrashcheniya. Vestnik bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii 2016. – № 1 (53). – S. 73-79.
5. Belov M.I. Vysota grebnya i dlina dugi rezaniya pochvennoj frezy s mal'tijskim mekhanizmom v privode. Vestnik FGOU VPO «MGAU im. V.P. Goryachkina». – 2019. – № 2 (90). – S. 4-7.
6. Dranyaev S.B., Chatkin M.N., Koryavin S.M. Modelirovanie raboty G-obraznogo nozha pochvoobrabatyvayushchej frezy. Traktory i sel'hozmashiny – 2017. – № 7. – S. 13-19.
7. Ramazanova G.G. Parametry i rezhimy raboty frezy dlya predposadochnoj obrabotki pochvy pod kartofel'. Dis. kand. tekhn. Nauk. – Moskva, 2016. – 133 s.
8. Akimov A.P., Konstantinov YU.V., Turovskij B.V. Matematicheskaya model' vzaimodejstviya nozha s pochvoj. Vestnik Kazanskogo GAU – 2017. – № 4 (46). – S. 67-71.
9. Rzaliev A.S., Begaly D.K., Beknazarov D.R. Energoberegayushchie tekhnologii obrabotki pochvy v usloviyah YUga Kazahstana. Mezhdunarodnoj nauchno-praktichskoj konferencii «Dostizheniya i perspektivy razvitiya zemledeliya i rastenievodstva» 2019. – S 390.
10. GOST 20915-2011. «Sel'skohozyajstvennaya tekhnika. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy. Testing of agricultural tractors and machines. Procedure for determination of test conditions MKS 65.060.01 Data vvedeniya 2013-01-01 Predislovie. Celi, osnovnye principy i obshchie pravila provedeniya rabot po mezhgosudarstvennoj standartizacii ustanovleny GOST 1.0 "Mezhgosudarstvennaya sistema standartizacii».
11. ST RK 1560-2006 Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Mashiny i orudiya dlya glubokoj obrabotki pochvy. Metody ocenki funkcional'nyh pokazatelej. MKS 65.060.20. Vhodit v rubriki klassifikatora: oks \ sel'skoe hozyajstvo \ Sel'skohozyajstvennye mashiny, inventar' i oborudovanie * SHiny dlya sel'skohozyajstvennyh mashin sm. 83.160.30 \ Orudiya dlya obrabotki pochvy \
12. ST RK 1559 -2006 Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Mashiny i orudiya dlya poverhnostnoj obrabotki pochvy. Metody ocenki funkcional'nyh pokazatelej. MKS 65.060.20. 75 str. Vhodit v rubriki klassifikatora: oks \ sel'skoe hozyajstvo \ Sel'skohozyajstvennye mashiny, inventar' i oborudovanie * SHiny dlya sel'skohozyajstvennyh mashin sm. 83.160.30 \ Orudiya dlya obrabotki pochvy \
13. GOST 20915-2011 «Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy». Mezhhgosudarstvennyj standart. Testing of agricultural tractors and machines. Procedure for determination of test conditions MKS 65.060.01 Data vvedeniya 2013-01-01 Predislovie. Celi, osnovnye principy i obshchie pravila provedeniya rabot po mezhgosudarstvennoj standartizacii ustanovleny GOST 1.0 "Mezhgosudarstvennaya sistema standartizacii»
14. GOST 33687-2015 «Mashiny i orudiya dlya poverhnostnoj obrabotki pochvy. Metody ispytaniy». Mezhhgosudarstvennyj standart. MKS 65.060.20 Data vvedeniya 2017-07-01
15. GOST 33677- 2015 «Mashiny i orudiya dlya mezhduryadnoj i ryadnoj obrabotki pochvy. Metody ispytaniy». Mezhhgosudarstvennyj standart. MKS 65.060.20 Data vvedeniya 2017-07-01
16. GOST 24055-2016 «Tekhnika sel'skohozyajstvennaya. Metody ekspluatacionno-tekhnologicheskoy ocenki». Mezhhgosudarstvennyj standart. Agricultural machinery. Methods of operational-technological evaluation MKS 65.060.01 Data vvedeniya 2018-01-01 Predislovie. Celi, osnovnye

- principy i obshchie pravila provedeniya rabot po mezhgosudarstvennoj standartizacii ustanovleny GOST 1.0 «Mezhgosudarstvennaya sistema standartizacii».
17. GOST 12.2.111-85 «Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Mashiny sel'skohozyajstvennyye navesnye i pricepnye. Obshchie trebovaniya bezopasnosti». Mezhhgosudarstvennyj standart
 18. GOST 2.001-2013 «Edinaya sistema konstruktorskoj dokumentacii. Obshchie polozheniya». Status: dejstvuyushchij. Data vvedeniya v dejstvie: 01.06.2014.