

*S. Keshuov¹, G. Turymbetova², N. Moldybaeva*¹, A. Taldybayeva¹
S.T. Demessova¹, Y. Yerzhigitov¹*

*¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
keshuov@mail.ru, moldybaeva78@mail.ru, taldybaeva_aigul@mail.ru,
saule.demesova@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru*

*²South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan
gulzuhra0110@mail.ru*

MATRIX OF SOLUTION SEARCH FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES

Abstract

The main task when using renewable energy sources in autonomous energy systems is optimization, the problem of identifying patterns in the choice of autonomous energy supply systems for agricultural facilities using renewable energy sources and on their basis increasing their energy efficiency. An effective tool for determining the areas of optimal use of various types of renewable energy is a systematic approach that allows for a comprehensive analysis of the object and strictly systematize research, as well as to carry out synthesis, i.e. to find a system optimal for given conditions.

This study examines the issues of identifying patterns of distribution of zones of optimal use of renewable energy sources (RES), as well as a method of system analysis that can be applied in determining the zones of optimal use of photovoltaic, wind energy, hydraulic and integrated power plants of autonomous energy supply of agro-industrial complex (AIC) facilities, as well as the issues of building optimal systems of autonomous energy supply to agro-industrial facilities using RES.

To determine the zones of optimal use of various types of renewable energy, a systematic approach is used, which allows for a comprehensive analysis of the object, strictly systematize research, and carries out synthesis, that is, the search for the optimal system under specified conditions. The level of functional and structural perfection of systems is taken into account, produced by evaluating their internal characteristics using a functional and structural approach using structural, functional and functional-structural descriptions of systems, each of which generates appropriate types of models.

Research on the choice of an optimal autonomous energy supply system using renewable energy sources is of practical importance, as it makes it possible to minimize errors in choosing types of renewable energy sources at the design stage.

Keywords: renewable energy sources, system analysis, functional analysis, synthesis of optimal system structure.

МРНТИ 68.85.29

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2024/49>

A.S. Rzaliev, S.A. Nurgojaev, V.P. Goloborodko, D.K. Karmanov, S. Bekbosynov*

*¹ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии»
Алматы, Республика Казахстан
rzaliyev@mail.ru, spcae@yandex.kz, goloborodko-50@mail.ru, darhankk_85@mail.ru,
serik.bek@bk.ru*

КОМБИНИРОВАННОЕ ОРУДИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ЗАДЕЛКИ СИДЕРАТОВ В ПОЧВУ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация

Использование сидератов снизит потребность в минеральных удобрениях и предохранит почву от потерь гумуса и разрушения структуры. Отсутствие на рынке Казахстана специальных машин по измельчению и заделке сидератов в почву предопределило необходимость создания комбинированного орудия, обеспечивающего соответствующее агротребованиям качество измельчения и заделки сидератов в условиях сухих и твердых почв южной зоны Казахстана а также снижение затрат за счет совмещения операций технологического процесса.

Научная новизна исследований заключается в выборе и обосновании параметров рабочих органов комбинированного орудия, обеспечивающих необходимую по агротребованиям степень измельчения сидератов, рыхление твердой (до 2,5 МПа) и сухой почвы с заделкой не менее 60% сидератов на глубину до 20см.

Условия испытаний определялись согласно ГОСТ 20915-2011, функциональные показатели работы по ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний». Разработка оптимальной конструктивно-технологической схемы орудия проводилась на основании анализа технологий использования сидератов, выбора типа и обоснования параметров рабочих органов комбинированного орудия, результатов полевых испытаний макетного образца мульчирователя и образцов орудий с рабочими органами для рыхления почвы и заделки сидератов. На основании проработанной НИР разработана конструктивно-технологическая схема комбинированного орудия, изготовлен экспериментальный образец и проведены его предварительные испытания.

Комбинированное орудие создаст условия для использования сидератов в хозяйствах южной зоны республики, обеспечит экономический эффект за счет качественного выполнения и совмещения технологических операций по измельчению и заделке сидератов в почву.

Ключевые слова: измельчение сидератов, заделка сидератов в почву, комбинированное орудие, мульчирователь, заделывающие рабочие органы, параметры рабочих органов, лабораторно-полевые испытания, конструктивно-технологическая схема, экспериментальный образец, предварительные испытания.

Введение

В Казахстане, как и в других странах с развитым земледелием при интенсивной эксплуатации земельных ресурсов происходит деградация почв и снижение содержания в них гумуса из-за нарушения или отсутствия севооборотов, не соблюдения почвосберегающих технологий её обработки, изменений климата [1]. При возделывании сельскохозяйственных культур вынос питательных веществ с урожаем превышает их поступление с удобрениями и органическими остатками. Особое экологическое значение в данном случае имеет тот факт, что азот, фосфор, калий и другие питательные элементы в составе зеленого удобрения находятся в биологически связанной форме — в виде органического вещества, которое не вымывается и не загрязняет почву. Зелёное удобрение — источник органического вещества и азота в почве. Коэффициент использования азота зеленого удобрения выше, чем коэффициент при использовании навоза.

В южном регионе Республики при обилии тепла и света и продолжительном вегетационном периоде создаются благоприятные условия для возделывания сидератов. Использование сидератов позволит снизить потребность в минеральных удобрениях и наряду с применением других органических удобрений (навоз, солома), предохранить почву от потерь гумуса и разрушения структуры [2-5]

Одним из факторов, сдерживающих применение сидератов в качестве удобрений в республике Казахстан является отсутствие технических средств, качественно выполняющих операции по измельчению и заделке в почву сидератов [6-17]. Имеющиеся на рынке республики машины однооперационные, отдельно выполняющие операции по измельчению

и заделке в почву сидератов, что приводит к удорожанию технологического комплекса, который состоит из мульчирователя и чаще всего отвального плуга. Иногда используются дисковые почвообрабатывающие орудия, которые в условиях сухих и твердых почв южной зоны Казахстана обеспечивают низкое качество заделки сидератов. В результате раздельного выполнения операций увеличиваются энергозатраты, затягиваются сроки выполнения, ухудшается качество заделки сидератов, и как следствие, происходит потеря питательных веществ.

В настоящее время на рынке сельскохозяйственных машин имеются мульчирователи с пассивными рабочими органами, такие как тяжелый ножевой каток MaxiCut фирмы «Dalbo» (Дания) и дисковый мульчировщик ДМ-7х2 фирмы «БелАгромаш» (Беларусь), которые частично измельчают и заделывают сидераты в почву, однако качество выполнения технологических операций низкое и не соответствует агротребованиям. Кроме того, имеются мульчирователи с активными рабочими органами для измельчения пожнивных остатков и сидератов, такие как Leopard 280 фирмы «Talex» (Польша), TRL-B с катком фирмы «Rinieri» (Италия) и др. Благодаря ротору большого диаметра с удлиненными ножами, и высокой частотой оборотов они обеспечивают качественное измельчение сидератов.

После прохода этих мульчирователей, для заделки сидератов в почву необходимо использовать почвообрабатывающие орудия.

Отсутствие на рынке Казахстана комбинированных машин по измельчению и заделке сидератов в почву предопределило цель исследований.

Цель исследований

Создание комбинированного орудия, адаптированного к работе на почвах южной зоны Казахстана, обеспечивающего соответствующее агротребованиям качество измельчения и заделки сидератов а также снижение затрат на 20 - 25% за счет совмещения операций технологического процесса.

Научная новизна исследований заключается в выборе и обосновании параметров рабочих органов комбинированного орудия, обеспечивающих необходимую по агротребованиям степень измельчения сидератов, рыхление твердой (до 2,5 МПа) и сухой почвы с заделкой не менее 60% сидератов на глубину до 20см.

Методы и материалы

Использованы классические положения теоретической механики, теории механизмов и машин, механики сплошной среды, земледельческой механики. Условия испытаний макетного и экспериментального образца проводились согласно ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний». Межгосударственный стандарт.

Функциональные показатели работы макетного и экспериментального образца, бороны и плуга определялись по ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт; Степень измельчения сидератов устанавливалась замером их длины и подсчетом их количества на деланке площадью 1м².

Результаты и обсуждение

Для выбора оптимальной конструктивно-технологической схемы был проведен анализ технологий применения сидератов.

В Казахстане применяются следующие технологии использования сидератов и технические средства для их осуществления:

1. Измельчение сидератов и использование их в виде мульчи на поверхности почвы [9]. Может быть рекомендовано в условиях богарного земледелия и в садоводстве для мульчирования приствольных кругов плодовых деревьев. Отрицательные стороны: смывание и сдувание с поверхности почвы питательных веществ.

2.Измельчение и заделка сидератов в почву на глубину 8-20см. Может быть рекомендована в условиях орошаемого и богарного земледелия. Положительные стороны: технология обеспечивает минерализацию органических веществ при мелкой заделке 8-16 см на почвах с достаточным количеством влаги и при глубокой заделке 16-25см на сухих почвах.

3.Заделка сидератов отвальными плугами на глубину 20-25 см является наиболее распространенной технологией. Отрицательные стороны: высокая энергоемкость, ухудшение агрофизических и воднофизических свойств почвы, образование глыб.

При выборе эффективной технологии использования сидератов в условиях южной зоны Казахстана надо учитывать следующее: наиболее интенсивно процесс их разложения протекает при оптимальной температуре 20-30 °С и влажности почвы 60-80% от ППВ. При увеличении или уменьшении данных показателей скорость разложения растительных остатков снижается.

В связи с этим при достаточном количестве влаги и оптимальных температурах вариант заделки сидератов на глубину до 16см является наиболее эффективным из-за сравнительно низких энергетических затрат и высокой скорости разложения растительных остатков.

На сухих почвах может быть эффективна глубокая до 20-25см заделка сидератов в ниже лежащие влажные слои.

Предлагаемое комбинированное орудие ОКС-2,2 состоит из мульчирователя, измельчающего растительные остатки и рабочих органов, заделывающих измельченные сидераты в почву. Мульчирователь имеет кожух и ротор с Г-образными ножами, устанавливается на передней навеске трактора, привод ротора осуществляется от ВОМ трактора (рис. 1). Комплектуется цилиндрическим катком для регулировки высоты среза, уплотнения скошенных и измельченных растительных остатков.

Рама с рыхлящими почву и заделывающими рабочими органами устанавливается на задней навеске трактора.

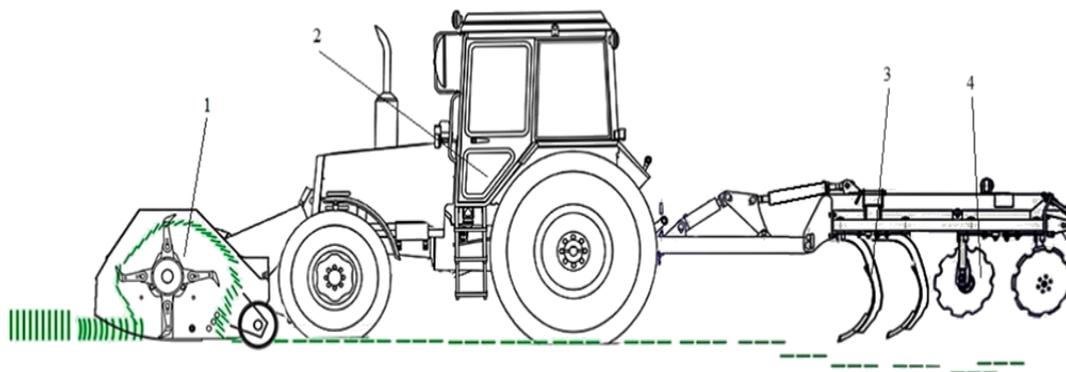


Рисунок 1 - Схема комбинированного орудия ОКС-2,2

1-мульчирователь; 2-трактор; 3-чизельные рыхлители; 4-диски.

Зона измельчения сидератов мульчирователем находится между точкой нижнего положения кромки ножа и брусом режущего аппарата (рис. 2).

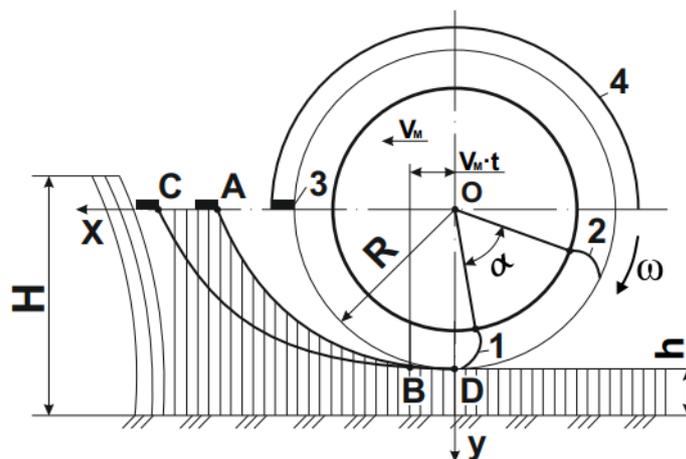


Рисунок 2 – Схема измельчения сидератов лезвиями смежных ножей 1, 2
1,2- ножи роторного измельчителя, 3 – противорежущая пластина, 4-кожух ротора

Корпус измельчителя 4 снабжен противорежущей пластиной 3. При радиусе ротора измельчителя R меньшем чем высота срезаемого стеблестоя H происходит безподпорный срез и измельчение прямостоящих стеблей, часть стеблей расположенных выше противорежущей пластины 3 попадают в зону воздействия последующих по ходу вращения ножей. Конец ножа 1 при измельчении будет перемещаться по траектории DA . Уравнение его движения в параметрическом форме будет иметь вид

$$X_1 = V_m t + R \sin \omega t;$$

$$Y_1 = R \cos \omega t. \quad (1)$$

где V_m - поступательная скорость машины;

R - радиус ротора до кромки лезвия;

ω - угловая скорость ротора;

t - текущее время процесса.

При этом лезвие ножа 2 опишет такую же траекторию BC , но смещенную на величину BD .

Уравнение конца ножа 2 будет иметь вид:

$$X_2 = V_m t + R \sin(\omega t - \alpha);$$

$$Y_2 = R \cos(\omega t - \alpha). \quad (2)$$

где α - угол между смежными ножами.

Тем самым, рассматриваемый роторный рабочий орган обеспечивает высоту среза h при исходной высоте скашиваемой массы H .

При работе мульчирователя возможны повторные воздействия ножей на срезанные стебли. Степень измельчения будет определяться траекторией движения смежных ножей. Длина измельченных стеблей составляет $l = Y_1 - Y_2$.

Соотношение параметров мульчирователя выражается следующей зависимостью [18]:

$$\lambda S = \left(\frac{2\pi}{k}\right)R,$$

Где k - число ножей в плоскости вращения;

λ - соотношение окружной скорости лезвия ножа и поступательной скорости движения мульчирователя ($\lambda = R\omega/v$);

S – подача или перемещение ротора вдоль оси OX за время поворота на угол равный углу α между смежными ножами.

Степень измельчения стебельной массы сидератов зависит от соотношения поступательной скорости движения агрегата, частоты вращения ротора (от параметра λ), количества ножей к расположенных в одной плоскости на оси ротора. На основании расчетов заданная степень измельчения массы 10 см. будет достигнута при радиусе ротора $R=300$ мм, в количестве ножей в одной плоскости $k=4$, частоте вращения ротора равном 1900 об/мин, поступательной скорости движения агрегата $v=8$ км/ч.

При разработке комбинированного орудия необходимо было определить качество выполнения технологических операций мульчирующими, а также рыхлящими почву и заделывающими сидераты рабочими органами в полевых условиях. С этой целью был изготовлен и испытан макетный образец мульчирователя с активными рабочими органами, скашивающими и измельчающими сидераты и катком для их прикатывания (рисунок 3а) Испытывались: ножевой каток (рисунок 3б) ; орудие с рыхлительными рабочими органами типа Top Down фирмы Vaderstad (Швеция), обеспечивающими интенсивное перемешивание почвы и заделку измельченных сидератов (рисунок 3в); культиватор со стрельчатymi лапами шириной захвата 320 мм, углом крошения почвы 26-28⁰, рыхлящими почву с заделкой сидератов на глубину до 14см (рисунок 3г); борона с вырезными дисками, обрабатывающая почву на глубину до 18см (рисунок 3д), которая для улучшения качества крошения почвы и заделки сидератов работала по следу орудия с рыхлителями Top Down; отвальный плуг, запахивающий сидераты в почву на глубину 20см. (рисунок 3е).

Перечисленные выше орудия работали по фону измельченных мульчирователем сидератам.

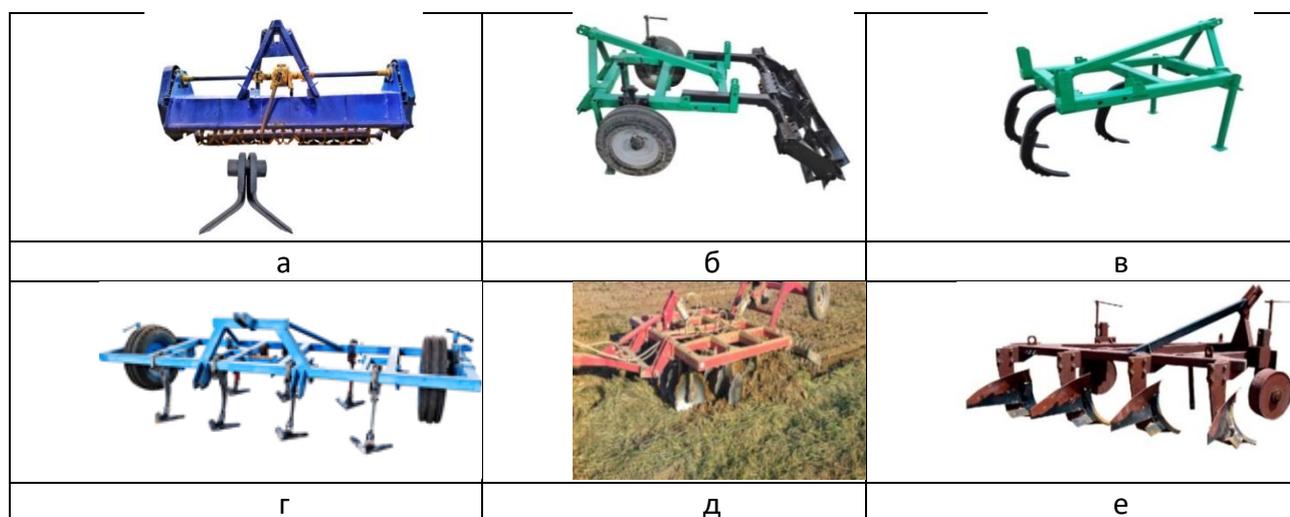


Рисунок 3 – Технические средства на полевых испытаниях: а – макетный образец мульчирователя; б - ножевой каток; в- орудие с рабочими органами Top Down; г – культиватор; д - дисковая борона; е –отвальный плуг ПБС-4

Лабораторно-полевые испытания проводились с 1 по 15 сентября 2022года на полях ТОО «КазНИИЗиР».

По агротехническим требованиям представленным ТОО КазНИИЗиР высота среза сидератов не должна превышать 10см . В измельченной массе отрезки стеблей длиной до 10см должны составлять не менее 70% и их длина не должна превышать 20см. Степень заделки сидератов должна составлять не менее 60%. Глубина заделки сидератов может колебаться от 8 до 20см в зависимости от наличия влаги в почве.

Определялись условия испытаний которые показали, что величины влажности, твердости и гребнистости поверхности почвы в период проведения лабораторно-полевых испытаний соответствовали средним многолетним данным региона.

Согласно полученным данным мульчирователь (рисунок 3а) обеспечил стабильную высоту среза сидератов 5,2см (коэффициент вариации 16,0%), Сортировка измельченной массы сидератов показала, что на соответствующую агротребованиям фракцию стеблей размером менее 10см приходится 40%.

Испытания ножевого катка (рисунок 3б), орудия с рыхлительными рабочими органами типа Top Down (рисунок 3в) культиватора рисунок 3г) степень измельчения, заделки сидератов и крошения почвы не соответствовала агротребованиям. Анализ полученных данных показывает, что плуг обеспечил максимальную степень заделки сидератов. При этом сидераты практически не измельчались. Качество обработки почвы было низким - наблюдалось образование и вынос глыб почвы на поверхность.

С целью обеспечения разноглубинной заделки сидератов и улучшения качества технологических операций испытывался вариант при котором после прохода по фону измельченных сидератов орудия с рыхлителями Top Down почва обрабатывалась бороной с вырезными дисками (рисунок 3д). Использование дисковых рабочих органов без предварительного рыхления почвы не представляется возможным поскольку затруднено их заглубление в почву по слою измельченных сидератов.

После прохода рыхлителей и бороны глубина заделки сидератов составила 20см. Степень их измельчения увеличилась по сравнению с фоном на 20%, степень заделки возрасла до 43,7%. Качество крошения почвы было удовлетворительным, содержание фракции размером менее 20мм составило 62,5%, а крупно комковатой фракции размером более 50мм снизилось до 5,3%.

При проведении испытаний рыхлители Top Down разуплотняли почву на глубину 20см не перемешивая ее и практически не обеспечивая крошение и заделку сидератов. Поэтому они могут быть заменены на чизельные рабочие органы, производящие аналогичное воздействие на почву. Положительной стороной работы орудия с чизельными рабочими органами будет низкая энергоемкость технологического процесса. Отсутствие отвалов для перемешивания почвы и прямая стойка чизельных рабочих органов обеспечат снижение тягового сопротивления. Разрыхленная почва по их следу позволит регулировать заглубление вырезных дисков бороны в интервале 8-22см.

В качестве контроля при проведении полевых испытаний измельченные сидераты заделывались по традиционной технологии отвальным плугом (рисунок 3е).

Результаты испытаний позволили установить, что перспективным является вариант при котором заделка в почву сидератов и ее рыхление будет осуществляться чизельными рабочими органами и вырезными дисками дисковой бороны.

Разработана конструктивно-технологическая схема экспериментального образца комбинированного орудия,

Для обоснования конструктивно-технологической схемы комбинированного орудия произведен расчет устойчивости МТА при работе и поворотах при двух кинематических схемах, включающих:

- тандемное соединение мульчирователя и рамы с почвообрабатывающими и заделывающими рабочими органами на задней навеске трактора;
- компоновку мульчирователя на передней навеске трактора и рамы с почвообрабатывающими и заделывающими рабочими органами на задней навеске.

Было установлено, что при первом варианте компоновки продольные размеры комбинированного орудия превышают допустимую величину, что ухудшает ее управляемость, качество проведения технологических операций и создает угрозу опрокидывания на поворотах. В связи с этим при разработке конструктивно-технологической схемы была принята компоновка с расположением мульчирователя на передней навеске

трактора, а рамы с почвообрабатывающими чизельными рабочими органами и заделывающими в почву сидераты дисками на задней навеске.

Для увеличения степени измельчения сидератов при проектировании экспериментального образца проведена доработка мульчирователя. Увеличено количество ножей, установлена противорежущая пластина на корпусе.

На основании проведенных НИР был изготовлен экспериментальный образец, и проведены его предварительные испытания. На рисунке 4 показан экспериментальный образец комбинированного орудия, а в таблице 1 приведены его основные технические характеристики



Рисунок 4 – Экспериментальный образец комбинированного орудия.
1-мульчирователь; 2 – чизельные рыхлители; 3-вырезные диски

Предварительные испытания макетного образца проводились с 1 июля по 15 августа 2023г в почвенно-климатических условиях характерных для юго-восточной зоны республики: Влажность почвы в слое 0-20см составляла 11,7%, высота сидератов достигала 80-100см. Твердость почвы была высокой и достигала в слое почвы 0-25см 2,5МПа.

Таблица 1 - Основные технические характеристики экспериментального образца ОКС-2,2

Наименование показателей	Показатели
Агрегируется с тракторами, класса	20-30кН
Ширина захвата, м	2,2
Рабочая скорость, км/ч	до 7
Транспортная скорость, км/ч.	до 15
Высота среза сидератов Г – образными ножами мульчирователя	до 10 см
Глубина рыхления почвы чизельными рабочими органами (угол крошения 26), см	14-20
Глубина обработки почвы дисковыми рабочими органами, см	14-20 см.
Степень измельчения сидератов. (процентное содержание фракции с длиной отрезков стебля до 10см)	не менее 70

В таблице 2 приведены функциональные показатели работы экспериментального образца во время предварительных испытаний.

Таблица 2 – функциональные показатели комбинированного орудия

Показатели	Агротребования и техническое задание	Результаты испытаний
Состав агрегата	Беларус 82 + комбинированное орудие	
Скорость движения агрегата, км/ч	8,0	7,5
Высота среза сидератов, см от поверхности почвы	до 10	6,5
Степень измельчения сидератов. Процентное содержание фракции с длиной отрезков стебля до 10см	не менее 70	72
Глубина заделки сидератов в почву, см:		
- установочная:	до 8-20	16
- фактическая:	-	15,5
Степень заделки сидератов в почву, %	не менее 60%	65,6
Крошение почвы, % по фракциям, мм		
>50	не более 10	3,2
50-20	нет данных	25,7
20-10	не менее 60	36,4
<10		34,7
Гребнистость поверхности поля, ± см	не более ±5	4,5

Предварительные испытания экспериментального образца показали, что мульчирователь после доработки обеспечивал соответствующую агротребованиям высоту (6,5см) скашивания сидератов и степень их измельчения (72%). При этом коэффициент вариации составлял 26,3%.

Вырезные диски при установочной глубине хода 16см заделывали 65,6 % сидератов на глубину 15,5см, что соответствует агротребованиям.

Результаты испытаний показали, что для обеспечения соответствующего агротребованиям и Т.З. качества заделки сидератов необходимо при проходе орудия создать разрыхленный слой почвы с удовлетворительной степенью крошения, глубина которого должна соответствовать глубине заделки сидератов. В результате после прохода орудия образовались комки почвы, размер которых не превышал 50мм.

Содержание мелкокомковатой фракции почвы размером менее 20мм, составляло 71 %, что обеспечило удовлетворительное качество заделки сидератов.

По результатам предварительных испытаний можно отметить, что экспериментальный образец комбинированного орудия для измельчения и заделки сидератов в почву работоспособен, поломок конструкций и сбоев в работе во время испытаний не наблюдалось. Качество проведения технологических операций по измельчению и заделке сидератов в почву, а также ее крошению соответствовало агротребованиям. Загрузка двигателя трактора агрегата соответствовала его тяговому классу. Эксплуатация комбинированного орудия безопасна.

Исследования по разработке комбинированного орудия по измельчению и заделке в почву сидератов, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Юга Казахстана проводятся впервые. Аналогичные комбинированные орудия разработанные за рубежом обеспечивают качественную заделку сидератов на структурных почвах в условиях достаточного увлажнения. На твердых, слабоструктурных почвах южной зоны Казахстана их использование не дает положительных результатов. В связи с этим разработанное комбинированное орудие создаст условия для использования сидератов в хозяйствах Юга республики, обеспечит экономический эффект за счет снижения энергоемкости технологического процесса и качественного выполнения операций по их измельчению и заделке в почву.

Выводы

Отсутствие на рынке Казахстана комбинированных машин по измельчению и заделке сидератов в почву предопределило необходимость создания комбинированного орудия, обеспечивающего соответствующее агротребованиям качество измельчения и заделки сидератов, а также снижение энергоемкости на 20 - 25% за счет совмещения операций технологического процесса.

Отличительная особенность и научная новизна исследований заключается в выборе и обосновании параметров рабочих органов комбинированного орудия, которые обеспечивают высокую степень измельчения сидератов для улучшения качества их заделки в почву, рыхление твердой (до 2,5 МПа) и сухой (влажность менее 10%) почвы с заделкой не менее 60% сидератов на глубину до 20см.

Было установлено, что:

-перспективным является компоновка мульчирователя на передней навеске трактора, а рыхлящих и заделывающих рабочих органов на его задней навеске;

-рыхление почвы и заделку сидератов целесообразно осуществлять чизельными рабочими органами и вырезными дисками диаметром 660 мм.

-разработана конструктивно-технологическая схема комбинированного орудия для изготовления его экспериментального образца, доработана конструкция мульчирователя.

-изготовлен экспериментальный образец и проведены его предварительные испытания, результаты которых показали, что экспериментальный образец комбинированного орудия для измельчения и заделки сидератов в почву работоспособен, поломок конструкций и сбоев в работе во время испытаний не наблюдалось. Качество проведения технологических операций по измельчению и заделке сидератов в почву, а также ее крошению соответствовало агротребованиям. Загрузка двигателя трактора агрегата соответствовала его тяговому классу.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках выполнения мероприятия «Разработка комбинированного орудия для измельчения и заделки сидератов в почву» НТП «Выработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию сельскохозяйственных культур с учетом специфики регионов, цифровизации и экспорта»

Авторы благодарят всех сотрудников ТОО «НПЦАИ», принявших участие в выполнении НИОКР, проведении полевых испытаний, отборе и анализе почвенных и растительных образцов.

Список литературы

1. Rzaliev A. Influence of tillage methods on food security and its agrophysical and water-physical properties [Text] / A. Rzaliev, V Goloborodko, Sh. Bekmuhametov, Z. Ospanbaev, A. Sembaeva // Food science and Technology – 2023. – №43 – P.1-9
2. Айтбаев Т.Е. Сохранение и повышение плодородия почвы при органическом овощеводстве в условиях юго-востока Казахстана [Текст] / Т.Е. Айтбаев, А.Т. Айтбаева, Б.А. Турегельдиев // Почвоведение и агрохимия – №3 – 2018. – С.9-19.
3. Григорук В.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане [Текст] / В.В. Григорук, Е.В. Климов // под общ. ред. Х.Муминджанова – Анкара, 2016. – 152 с.
4. Елешев, Р.Е. Применение минеральных удобрений и охрана окружающей среды: проблемная лекция [Текст] / Р.Е.Елешев.-Алма-Ата: КазСХИ, 1986.-15с
5. Сагитов А.О. Основные проблемы защиты и карантина растений в Казахстане / Аграрная наука-сельскохозяйственному производству Казахстана, Сибири и Монголии – Алматы, 2009. – С. 343-350.
6. Аханов Ж.У. Почвенные ресурсы Казахстана, проблемы их рационального использования в сельском хозяйстве // Производство и применение минеральных удобрений в Казахстане. - Тараз, 2004. - С. 22-26.

7. Бобков С.И. Анализ способов заделки сидератов в почву для условий северного региона Казахстана: [Электронный ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/46_PWMN_2015/Agricole/2_203117.doc.htm (Дата обращения 09.04.2023).
8. Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения. Екатеринбург: Уральский НИИСХ, 2009. 340 с.
9. Зубарев Ю. Н., Мосин В. Н., Гундин О. С. Обработка, сидерация и агробиологические свойства почвы // Земледелие. 2004. № 6. С. 5-6.
10. Ильина Л. В., Ушаков Р. Н., Возняковская Ю. М., Аврова Н. П. Использование растительной биомассы для повышения плодородия почвы и продуктивности земледелия // Земледелие. 2006. № 2. С. 42-43.
11. Мингалев С. К. О биологизации земледелия Среднего Урала: мат. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УрГСХА, 1998. С. 194-197.
12. Аграрный вестник Урала № 6 (136), 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: www.avu.usasa.ru (Дата обращения 09.04.2023).
13. Мингалев С. К., Лаптев В. Р. Влияние многолетних бобовых трав и способов их использования на урожайность культур севооборота // Аграрный вестник Урала, 2013. № 6. С. 4-10.
14. Шмидов Д.В., Лабух В.М. Технические средства для измельчения и заделки сидератов в почву. ФГ БОУ ВПО «Брянская ГСХА»
15. Спирин, А.П. Мульчирующая обработка почвы / А.П. Спирин. - М.: ВИМ. 2001. - С. 530.
16. Мажугин Е. И., Рубец С. Г., Борисов А. Л., Шаршунов В. А. Механико-технологические основы совершенствования косилок для мелиорированных земель и лугопастбищных угодий / [Текст] монография / Мажугин Е. И. и [др.] – Горки: БГСХА, 2017. – 247 с.
17. Шмидов Д.В., Лабух В.М. Технические средства для измельчения и заделки сидератов в почву. ФГ БОУ ВПО «Брянская ГСХА»
18. Презентация на тему: Основы расчета и проектирования машин для заготовки кормов [Электронный ресурс]. Mypreza.com <https://ppt-online.org/455480> (дата обращения 11.04.2024).

References

1. Rzaliev A. Influence of tillage methods on food security and its agrophysical and water-physical properties [Text] / A. Rzaliev, V Goloborodko, Sh. Bekmuhametov, Z. Ospanbaev, A. Sembaeva // Food science and Technology – 2023. – №43 – P.1-9.
2. Ajtbaev T.E. Sokhranenie i povyshenie plodorodiya pochvy pri organicheskom ovoshhevodstve v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana [Tekst] / T.E. Ajtbaev, A.T. Ajtbaeva, B.A. Turegel'diev // Pochvovedenie i agrokimiya – №3 – 2018. – S.9-19.
3. Grigoruk V.V. Razvitie organicheskogo sel'skogo khozyajstva v mire i Kazakhstane [Tekst] / V.V. Grigoruk, E.V. Klimov // pod obshh. red. KH.Mumindzhanova – Ankara, 2016. – 152 s.
4. Eleshev, R.E. Primenenie mineral'nykh udobrenij i okhrana okruzhayushhej sredy: problemnaya lektsiya [Tekst] / R.E.Eleshev.-Alma-Ata: KazSKHI, 1986.-15s
5. Sagitov A.O. Osnovnye problemy zashhity i karantina rastenij v Kazakhstane / Ag-rarnaya nauka-sel'skokhozyai stvennomu proizvodstvu Kazakhstana, Sibiri i Mongolii – Al-maty, 2009. – S. 343-350.
6. Akhanov ZH.U. Pochvennye resursy Kazakhstana, problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya v sel'skom khozyajstve // Proizvodstvo i primeneniye mineral'nykh udobrenii v Kazakhstane. - Taraz, 2004. - S. 22-26.
7. Bobkov S.I. Analiz sposobov zadelki sideratov v pochvu dlya uslovij severnogo regi-ona Kazakhstana: [Электронный ресурс]. URL:

- http://www.rusnauka.com/46_PWMN_2015/Agricole/2_203117.doc.htm (Data obrashheniya 09.04.2023).
8. Adaptivnoe zemledelie na Srednem Urale: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya. Ekaterinburg: Ural'skij NIISKH, 2009. 340 s.
 9. Zubarev YU. N., Mosin V. N., Gundin O. S. Obrabotka, sideratsiya i agrobiologicheskie svoystva pochvy // Zemledelie. 2004. № 6. S. 5-6.
 10. Il'ina L. V., Ushakov R. N., Voznyakovskaya YU. M., Avrova N. P. Ispol'zovanie rasti-tel'noj biomassy dlya povysheniya plodorodiya pochvy i produktivnosti zemledeliya // Zemledelie. 2006. № 2. S. 42-43.
 11. Mingalev S. K. O biologizatsii zemledeliya Srednego Urala: mat. nauch.-prakt. konf. Ekaterinburg: UrGSKHA, 1998. S. 194-197.
 12. Agrarnyj vestnik Urala № 6 (136), 2015 g. [Elektronnyj resurs]. URL: www.avu.usaca.ru (Data obrashheniya 09.04.2023).
 13. Mingalev S. K., Laptev V. R. Vliyanie mnogoletnikh bobovykh trav i sposobov ikh ispol'zovaniya na urozhajnost' kul'tur sevooborota // Agrarnyj vestnik Urala, 2013. № 6. S. 4-10.
 14. Shmidov D.V., Labukh V.M. Tekhnicheskie sredstva dlya izmel'cheniya i zadelki sideratov v pochvu. FG BOU VPO «Bryanskaya GSKHA»
 15. Spirin, A.P. Mul'chiruyushhaya obrabotka pochvy / A.P. Spirin. - M.: VIM. 2001. - S. 530.
 16. Mazhugin E. I., Rubets S. G., Borisov A. L., SHarshunov V. A. Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy sovershenstvovaniya kosilok dlya meliorirovannykh zemel' i lugopastbishhnykh ugodij / [Tekst] monografiya / Mazhugin E. I. i [dr.] – Gorki: BGSKHA, 2017. – 247 s.
 17. Shmidov D.V., Labukh V.M. Tekhnicheskie sredstva dlya izmel'cheniya i zadelki sideratov v pochvu. FG BOU VPO «Bryanskaya GSKHA»
 18. Prezentatsiya na temu Osnovy rascheta i proektirovaniya mashin dlya zagotovki kormov [Elektronnyj resurs]. Mypreza.com <https://ppt-online.org/455480> (data obrashheniya 11.04.2024).

A.C. Рзалиев, С.А. Нургожаев, В.П. Голобородько, Д.К. Карманов, С.Бекбосынов*
«Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС. Алматы, Қазақстан,
rzaliyev@mail.ru, spcae@yandex.kz, goloborodko-50@mail.ru, darhankk_85@mail.ru,
serik.bek@bk.ru.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АЙМАҒЫНДА ЖАСЫЛ КӨНДІ ҰНТАҚТАУ ЖӘНЕ ОНЫ ТОПЫРАҚҚА ЕНДІРУШІ КҮРДЕЛІ ҚҰРЫЛҒЫ

Аңдатпа

Жасыл көнді пайдалану минералды тыңайтқыштарға деген қажеттілікті азайтады, топырақты гумусын жоғалтудан және құрылымын бұзылудан сақтайды. Қазақстан нарығында оңтүстік аймақта құрғақ және қатты топырақтар жағдайында жасыл көнді ұнтақтау мен оны топыраққа ендіру агроталаптарына сай сапаны, сондай-ақ, технологиялық процесстің операцияларын қатар орындауды іске асыру негізінде шығындарды азайтуды қамтамасыз ететін жасыл көнді ұнтақтау және топыраққа ендіруші күрделі машиналардың болмауы күрделі агрегатты жасау қажеттілігін тудырды.

Зерттеулердің ғылыми жаңалығы жасыл көнді топыраққа ендіру сапасын жақсарту мақсатында жоғары дәрежеде ұнтақтауды, қатты және құрғақ топырақты (2,5 МПа дейін) қопсытуды, 20 см тереңдікте жасыл көннің кем дегенде 60% енгізуін қамтамасыздандырушы күрделі машинаның жұмыстық бөлшектерінің параметрлерін таңдау және негіздеу болып табылады,

Құрылғыны сынау шарттары МЕМСТ 20915-2011, олардың жұмыстық функционалдық көрсеткіштері МЕМСТ 33687-2015 «Беткі қабатты өңдеуге арналған машиналар мен құралдар. Сынақ әдістері» сәйкес анықталды.

Құралғының оңтайлы құрылымдық-технологиялық схемасын әзірлеу жасыл көнді пайдалану технологияларын, күрделі құрылғының жұмыстық бөлшектерінің түрін таңдау және параметрлерін негіздеу, мульчалаушының және топырақты қопсыту және жасыл көнді енгізуші құрылғылардың макеттік үлгісін далалық сынау нәтижелерін талдау негізінде орындалды. Орындалған ҒЗЖ негізінде күрделі құрылғының құрылымдық -технологиялық схемасы әзірленді, тәжірибелік үлгісі дайындалды және оның алдын ала сынақтары жүргізілді.

Күрделі құрылғы республиканың оңтүстік аймағының шаруашылықтарында жасыл көнді пайдалануға жағдай жасайды, жасыл көнді ұнтақтау және оны топыраққа ендіру бойынша технологиялық операцияларды қатар және оларды сапалы орындау есебінен экономикалық тиімділікке қол жеткізеді.

Түйінді сөздер: жасыл көнді ұнтақтау, жасыл көнді топыраққа ендіру, күрделі құрылғы, мульчалаушы, ендіруші жұмыстық бөлшектер, жұмыстық бөлшектердің параметрлері, зертханалық-далалық сынақтар, құрылымдық-технологиялық схема, тәжірибелік үлгі, алдын ала сынақтар.

*A.S.Rzaliyev**, *S.A.Nurgozhaev¹*, *V.P.Goloborodko¹*, *D.K. Karmanov¹*, *S.Bekbossynov¹*
«Scientific production center of agricultural engineering» LLP. Almaty, Kazakhstan,
rzaliyev@mail.ru, spcae@yandex.kz, goloborodko-50@mail.ru, darhankk_85@mail.ru,
serik.bek@bk.ru.

COMBINED TOOL FOR CRUSHING AND EMBEDDING SIDERATES IN THE SOIL IN THE SOUTHERN ZONE OF KAZAKHSTAN

Abstract

The use of siderates will reduce the need for mineral fertilizers and protect the soil from loss of humus and destruction of the structure. The absence of combined machines for grinding and embedding siderates in the soil on the market of Kazakhstan predetermined the need to create a combined tool that ensures the quality of grinding and embedding siderates corresponding to agricultural requirements in dry and hard soils of the southern zone of Kazakhstan, as well as cost reduction due to the combination of technological process operations.

The scientific novelty of the research lies in the selection and justification of the parameters of the working bodies of the combined machine, which will provide a high degree of grinding of siderates to improve the quality of their embedding in the soil, loosening of solid (up to 2.5 MPa) and dry soil with at least 60% of siderates embedded to a depth of 20 cm.

The test conditions of the tools were determined according to GOST 20915-2011. The functional performance of the tools were determined according to GOST 33687-2015 "Machines and tools for surface tillage. Test methods". Interstate Standard; The development of the optimal design and technological scheme of the tool was carried out on the basis of the analysis of technologies for the use of siderates, the selection of the type and justification of the parameters of the working bodies of the combined machine, the results of field tests of a mock-up sample of the mulcher and samples of tools with working bodies for loosening the soil and sealing siderates. Based on the research done, a design and technological scheme of the combined gun was developed, an experimental sample was made and its preliminary tests were carried out.

The combined tool will create conditions for the use of siderates in the farms of the southern zone of the republic, will provide an economic effect due to the high-quality performance and combination of technological operations for grinding and embedding siderates in the soil.

Keywords: crushing of siderates, embedding of siderates in the soil, combined tool, mulcher, sealing working bodies, parameters of working bodies, laboratory and field tests, design and technological scheme, experimental sample, preliminary tests.