

На правах рукописи

ИСМАИЛОВ ИБРАТ ИЛЬХОМОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ДЛЯ БАХЧЕВЫХ
КУЛЬТУР (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН)**

Специальность: 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2020

Работа выполнена на кафедре сельскохозяйственных машин в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева).

Научный руководитель: **Алдошин Николай Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный консультант: **Маматов Фармон Муртозевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации сельского хозяйства и сервиса Каршинского инженерно-экономического института, Республика Узбекистан

Официальные оппоненты: **Старовойтов Виктор Иванович**, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по инновационной деятельности, заведующий отделом технологии и инновационных проектов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Махмутов Мансур Магфурович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры эксплуатации и технического сервиса машин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита состоится 2021 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.14 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел./факс: 8(499)976–21–84.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан «_____» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 220.043.14
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Кобозева Тамара Петровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Современное сельскохозяйственное производство требует решения проблем повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сохранения эффективного и потенциального плодородия почвы на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий, обеспечивающих комплексную механизацию всех технологических операций.

Бахчевые культуры относятся к наиболее распространенным культурам, возделываемым человеком. Способность формировать высокий урожай в условиях полупустыни, где выращивание других сельскохозяйственных культур проблематично, обеспечило им широкую популярность.

В настоящее время бахчевые культуры возделывают более чем в 130 странах мира. Площадь под их посевами превысила 3,5 млн. га, а средняя урожайность составила 29,3 т/га. Следует отметить устойчивую тенденцию роста всех показателей производства бахчевых культур в мире. В последние 20 лет мировое потребление овощей, бахчевых культур и фруктов растет в среднем на 5-7% в год. Узбекистан не только обеспечивает потребности своего населения, но и экспортирует сельскохозяйственную продукцию и обладает большим потенциалом в этой сфере.

Одним из важных звеньев в системе возделывания бахчевых культур является обработка почвы. Успех во многом зависит от сроков и качества выполнения работ, совершенства конструкции машин и их технологических настроек. За последние годы значительно увеличились мощность и потенциальные возможности сельскохозяйственных тракторов, однако способы обработки почвы в основном остались прежними, что во многих случаях агрономически ничем не оправдано.

Существующие технологии и технические средства не позволяют подготовить почву к посеву бахчевых культур в оптимальные агротехнические сроки, в результате чего получается снижение их урожайности. Необходимо своевременно в сжатые сроки качественно подготавливать почву, защищая ее при этом от чрезмерного уплотнения. Обеспечение кратчайших сроков выполнения работ приводит к необходимости создания комбинированных агрегатов совмещающих ряд последовательных технологических операций.

В данном исследовании проведено обоснование компоновочной схемы и конструкторских параметров рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего агрегата для бахчеводства.

Степень разработанности темы. Фундаментальный вклад в теорию и практическую реализацию вопросов по обоснованию рабочих органов внёс основоположник земледельческой механики академик В.П. Горячкин. В дальнейшем эти исследования развивали его ученики и последователи:

В.А. Желиговский, П.Н. Бурченко, Г.Н. Синеоков, А.С. Кушнарёв, В.А. Сакун, а в настоящее время Я.П. Лобачевский, М.Н. Чаткин, В.И. Старовойтов, В.А. Овчинников и другие. Решение задач управления процессом обработки почвы рассмотрены не в полной мере ввиду широкого спектра свойств почв. Не достаточно полно разработаны вопросы обработки почвы в бахчеводстве. Большое влияние на эти процессы оказывают природно-производственные условия и особенности технологий возделывания бахчевых культур.

Цель исследования. Уменьшить затраты энергии и времени, улучшить качество подготовки почвы под посев бахчевых культур, за счет обоснования конструктивных параметров и режимов работы комбинированного почвообрабатывающего орудия.

Задачи исследования:

- провести анализ технологий подготовки почвы под посев бахчевых культур;
- изучить физико-механические свойства светло сероземных почв;
- предложить компоновочную схему комбинированного почвообрабатывающего орудия для бахчеводства;
- обосновать конструктивные параметры рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего орудия;
- выполнить технико-экономическую оценку внедрения результатов исследования в производство.

Научная гипотеза. Повышение эффективности подготовки почвы под посев бахчевых культур может быть достигнуто, за счет одновременного выполнения ряда технологических операций обеспечивающих взаимовыгодное их сочетание, что может привести к повышению качества выполнения процесса и энергосбережению.

Объекты исследования – комбинированный почвообрабатывающий агрегат для подготовки почвы под посев бахчевых культур.

Предмет исследования – закономерности технологических процессов полосовой обработки почвы под бахчевые культуры.

Научная новизна заключается в установлении закономерностей полосовой обработки почвы под бахчевые культуры.

Предложены способ и машины для обработки почвы под посев бахчевых культур (патенты на изобретения РФ №2704988, РФ №2719035, РФ №2710072) и научно обоснованы конструктивные параметры орудия для обработки почвы под посев бахчевых культур (патент на полезную модель РФ № 188560).

Теоретическая и практическая значимость работы. Изучены особенности возделывания бахчевых культур, позволяющие обосновать компоновочную схему, конструктивные и технологические параметры рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего агрегата для бахчеводства. Получены теоретические зависимости описывающие работу

такого агрегата. Разработана математическая модель его работы. Определен критерий оценки качества обработки почвы.

Получены рекомендации по выполнению полосовой подготовки почвы под посев бахчевых культур. Обоснованы рациональные конструктивные параметры рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего агрегата для бахчеводства.

Методология и методы исследований. Проведённые исследования основаны на анализе отечественной и зарубежной научно-технической и патентной литературы. Теоретические и экспериментальные исследования выполнялись с использованием законов физики и теоретической механики в полевых условиях. Использовались общепринятые и частные методики, подходы планирования экспериментов, оборудование в соответствии с действующими ГОСТами и методы математической статистики, программы Microsoft Excel 2013 и Statistica 13.0.

Основные положения, выносимые на защиту:

- предложения по компоновочной схеме комбинированного почвообрабатывающего агрегата для подготовки почвы под посев бахчевых культур;
- теоретически обоснованные конструктивные и технологические параметры рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего агрегата;
- методика обоснования рациональных параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата;
- результаты теоретических и экспериментальных исследований, внедрения и технико-экономическая эффективность технологических процессов по подготовке почвы под посев бахчевых культур.

Реализация результатов исследований. Получены зависимости для определения конструктивных параметров рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего орудия. Разработанные рекомендации позволяют обеспечить качественное выполнение обработки почвы в бахчеводстве.

Результаты исследований приняты к внедрению в фермерских хозяйствах «Сертепа», «Ашур ота» и «Эшнар бобо угли Файзулло бобо» Камашинского района, Кашкадарьинской области, Республики Узбекистан, что подтверждено документально.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Подтверждается общими положениями из области земледельческой механики, использованием современных технических средств измерения и стандартных методик исследований. Выводы подтверждены результатами полевых и производственных исследований.

Апробация работы. Основные результаты и материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических международных конференциях:

1. Международная научная конференция профессорско-преподавательского состава, посвященной 175-летию со дня рождения К.А. Тимирязева 4-6 декабря 2018 г. Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева;

2. Международная научно-практическая конференция «Инновационные достижения науки и техники АПК» 18 декабря 2018 г. Кинель, ФГБОУ ВО Самарская государственная сельскохозяйственная академия;

3. Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» 25-26 октября 2018, г. Пенза, ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет;

4. Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича 3-6 июня 2019 г. Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева;

5. Международная научная конференция, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова, 3-5 декабря 2019 г. Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева;

6. International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020), 23-25 April 2020, Tashkent, Uzbekistan, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers;

7. 19 th International Scientific Conference Engineering for rural development Proceedings, 20-22 May 2020, Jelgava, Latvia, Latvia University of Life Sciences and Technologies;

8. Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона, 9-11 июня 2020 г, Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Результаты работы экспонировались на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» (Москва, 9 – 12 октября 2019 г.) и награждены золотой медалью «За разработку комбинированного агрегата для обработки почвы под посев бахчевых культур».

Публикации. По материалам исследований опубликовано 14 научных работ, в том числе 2 статьи в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов научных исследований, в международной базе данных – 2 статьи в Scopus, 4 патента РФ и 6 статей в других изданиях.

Структура и объём диссертации. Диссертация включает введение, пять глав, заключение, список литературы из 195 наименований и приложения на 24 страницах. Объем диссертации – 187 страниц, содержит 12 таблиц и 110 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, дана общая характеристика работы, изложены цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость результатов исследований, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса. Цель и задачи исследования» представлен анализ производства бахчевых культур. Дана сравнительная оценка технологий подготовки почвы в бахчеводстве. Бахчевые культуры требовательны к воздушному режиму почвы. На уплотненных, бесструктурных почвах урожайность бахчевых культур низкая. Высокие урожаи бахчевых культур получают на рыхлых, хорошо структурированных почвах. При возделывании бахчевых культур в определенной последовательности проводится ряд технологических операций. В качестве основной обработки почвы применяют глубокую вспашку или чизелевание. Затем выполняются операции предпосевной обработки почвы: культивация, боронование и выравнивание. Кроме того необходимо провести открытие поливных борозд.

Использование комбинированных агрегатов является одной из приоритетных задач в современном сельскохозяйственном производстве. Такие агрегаты позволяют подготовить почву к посеву в более короткие сроки, снизить энергозатраты и повысить производительность, в результате чего снизятся соответственно расход топлива и трудозатраты, уменьшить влияние неблагоприятных погодных условий.

При подготовке почвы под посев бахчевых культур предъявляются следующие агротехнические требования. Высота неровностей допускается в пределах 4 см. На поверхности поля не должно быть комков почвы размером более 10 см по наибольшему размеру или диаметру. В обработанном слое допускается наличие комков почвы размером менее 2,5 см – до 80 %, от 5 до 10 см – не более 10 %. Плотность обработанного слоя почвы должна быть в пределах $1,0 \div 1,3$ г/см³. Допускается отклонение от заданной глубины обработки почвы не более $\pm 1,0$ см. Сорные растения должны быть подрезаны и заделаны в почву.

Во второй главе «Теоретическое обоснование комбинированного почвообрабатывающего агрегата для бахчеводства» предложено орудие, способное за один проход полностью подготовить поле к посеву (патент на изобретение РФ №2704988). Для этого агрегат должен быть способен выполнить ряд смежных операций: основную и предпосевную обработку почвы с одновременным открытием поливных борозд. При этом выполняется полосовая обработка почвы с расстоянием между полосами в зависимости от возделываемой бахчевой культуры.

Для выполнения основной обработки почвы предлагается использовать плужные рабочие органы фронтального плуга для гладкой

вспашки, обеспечивающего оборот почвенного пласта в собственной борозде. Особенностью их установки является листерная схема, т.е. расположение корпусов обеспечивает оборот почвенных пластов в правую и левую стороны от продольной оси симметрии (рисунок 1).

Полный оборот пластов фронтальным плугом в собственной борозде происходит при двух стороннем воздействии на них, со стороны корпуса плуга и заплужников. Предлагается отказаться от заплужников. Тогда технологический процесс работы плуга не будет обеспечивать полный оборот пластов. Расположение их после вспашки показано на рисунке 2. В таком случае, за счет не полного оборота почвенных пластов, происходит формирование поливной борозды на их стыке. При этом можно воспользоваться плужными корпусами с шириной $50 \times 2 = 100$ см.

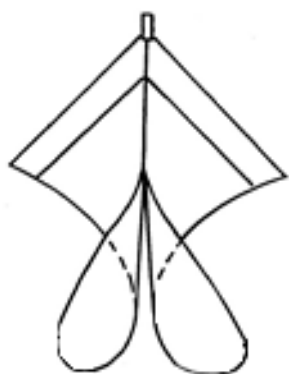


Рисунок 1 - Листерная схема расположения фронтальных плужных корпусов

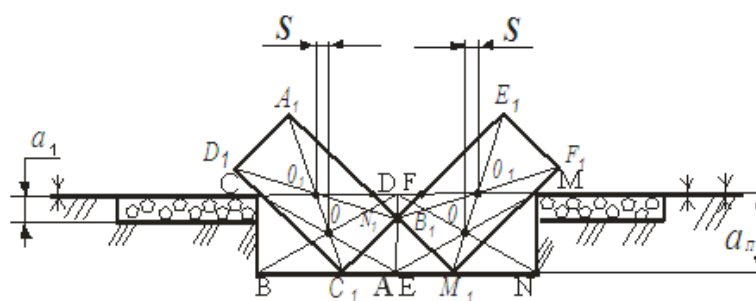


Рисунок 2 - Профиль поперечного сечения почвенных пластов после их оборота и образования поливной борозды на их стыке

После основной обработки почвы проводится полосовая двухстрочная предпосевная обработка по гребням почвенных пластов в зоне посева культур. Для этого могут быть использованы рыхлительно-выравнивающие устройства различных конструкций.

Первый вариант (рисунок 3) включает плоские диски с ноживыми элементами 1 и планчатые катки 2. Два блока плоских дисков с ноживыми элементами измельчают большие комки почвы по гребням пахатных пластов. Установленные за ними планчатые катки дополнительно измельчают, избирательно уплотняют и выравнивают почву. Блоки дисков подвержены забиванию почвой и растительными остатками, а увеличение расстояния между дисками в блоках приводит к неравномерности обработки почвы.

Второй вариант (рисунок 4) состоит из дисков с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами 1 и планчатых катков 2. Диски объединены в блоки, расположенные над гребнями пахотных пластов. Имея разнонаправленные сферические ножевые элементы, они измельчают почвенные комки. За ними установлены

планчатые катки, которые дополнительно измельчают, избирательно уплотняют и выравнивают почву в зоне посева. Такой вариант рыхлительно-выравнивающего устройства наиболее предпочтителен.

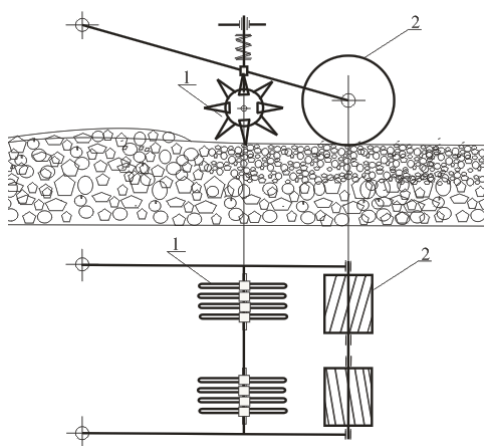


Рисунок 3 - Рыхлительно-выравнивающее устройство:
1-плоский диск с ноживыми элементами; 2- планчатый каток

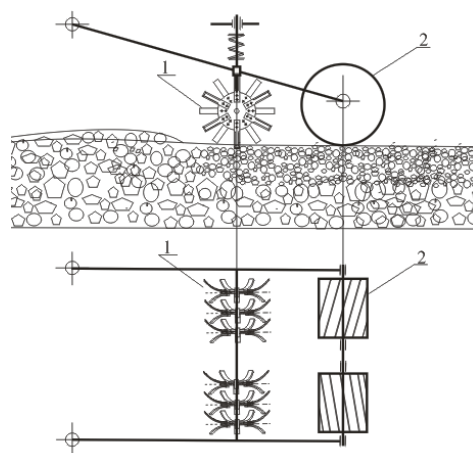


Рисунок 4- Рыхлительно-выравнивающее устройство:
1 - диск с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами; 2 -планчатый каток

Проведем обоснование конструктивных параметров рыхлительно-выравнивающего устройства. Толщина ножевых элементов может быть определена по следующей эмпирической зависимости:

$$\delta = 0,008 D, \quad (1)$$

где D - диаметр рабочего органа, мм.

В зависимости от условий работы следует выбирать наименьший диаметр из допустимых значений, так как с увеличением диаметра рабочего органа резко возрастает нагрузка, необходимая для заглубления орудия. В связи с этим диаметр зависит от глубины обработки почвы и его можно определить следующим образом:

$$D = ka, \quad (2)$$

где k - коэффициент равный (4 ... 6); a - глубина обработки, см.

Крошение почвы при обработке во многом определяется кривизной ножевых рабочих органов. Чем больше кривизна ножа, тем интенсивнее крошение почвы при его использовании. Тем не менее, определение его радиуса кривизны зависит от диаметра рабочего органа, угла заострения лезвия и глубины обработки. Диаметр и радиус кривизны ножа, взаимосвязанные параметры. В зависимости от диаметра радиус кривизны ножевого элемента можно определить по выражению

$$R = \frac{D}{2 \sin \varphi}, \quad (3)$$

где 2φ – угол при вершине сектора (рисунок 5).

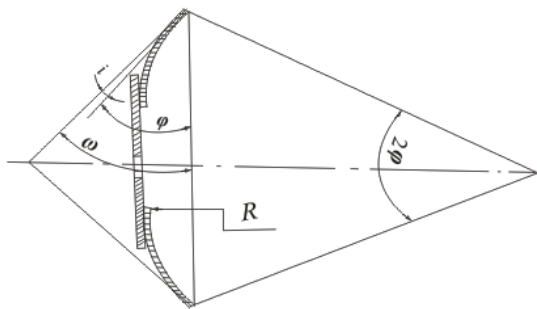


Рисунок 5 - Геометрические размеры в экваториальном сечении сферических ножевых рабочих органов

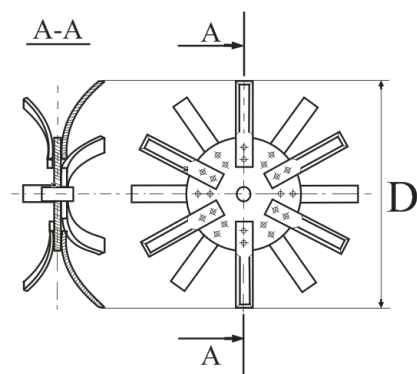


Рисунок 6 - Ротационный рабочий орган со сферическими разнонаправленными ножевыми элементами

Заточку лезвий выполняем с внешней и внутренней сторон ножевых элементов. Рекомендуемый угол заострения лезвий $i = 15 \dots 20^\circ$. По выражению 2 для $k = 5$ и глубины обработки 8 см имеем диаметр ножевого рабочего органа равный 400 мм. Из зависимости 3 радиус кривизны ножевого элемента составляет 455 мм. Толщина ножевого элемента по формуле 1 равна 3,2 мм. С учетом запаса прочности принимаем $\delta = 4$ мм. Ширина ножевого элемента из условий его прочности принимается 40 мм.

Определим тяговое сопротивление ротационного рабочего органа. Составляющая тягового сопротивления ножа на резание почвенного пласта определится с учетом его геометрических параметров по выражению:

$$F_{\text{рез}} = \delta \cdot l_{\text{лез}} \cdot t_{\text{лез}}, \text{ Н}, \quad (4)$$

где δ - удельное сопротивление резанию, Па; $l_{\text{лез}}$ - рабочая длина лезвия ножа, мм; $t_{\text{лез}}$ - толщина лезвия ножа, мм.

Составляющая тягового сопротивления почвы боковой поверхности ножа с учетом его геометрических параметров определится зависимостью:

$$F_{\text{бок}} = k_{\text{уд}i} \cdot h_{\text{рд}}^2, \text{ Н}, \quad (5)$$

где $k_{\text{уд}i}$ - удельное сопротивление почвы для i -го ряда ножевых дисков, Н/м; $h_{\text{рд}}$ - глубина резания почвы ножевым диском, мм.

Тогда тяговое сопротивление батареи ножевых дисков выразится зависимостью:

$$F_{\text{бат}} = k \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{нож}}} \frac{\lambda \cdot \sin(\varphi_A + \varphi_t(i-1)) - 1}{\sqrt{\lambda^2 - 2\lambda \sin(\varphi_A + \varphi_t(i-1)) + 1}} \times (\delta \cdot l_{\text{лез}} \cdot t_{\text{лез}} + k_{\text{уд}i} \cdot h_{\text{рд}}^2), \text{ Н} \quad (6)$$

Для одновременного выравнивания и уплотнения почвы в зоне посева культур следом за ротационными рабочими органами устанавливается планчатый каток. Основными параметрами планчатого катка приняты: радиус $r_{кт}$, высота планки $h_{пл}$, угол атаки планки $\gamma_{пл}$, количество планок $n_{пл}$, ширина секции b_c .

Значение большинства параметров катка тесно взаимосвязаны и зависят от его основного параметра – радиуса. Значение радиуса должно быть таким, чтобы при встрече с крупным комком каток легко перекачивался через него. При соблюдении условия

$$\delta \leq \varphi_1 + \varphi_2, \quad (7)$$

где δ – угол защемления; φ_1 – угол трения комка о каток; φ_2 – угол трения почвы о почву, происходит защемление почвенного комка между поверхностью поля и внешней кромкой катка, сгруживание почвы исключается (рисунок 7). При воздействии планки катка боковой поверхностью почвенный комок погружается в почву на некоторую глубину h_2 .

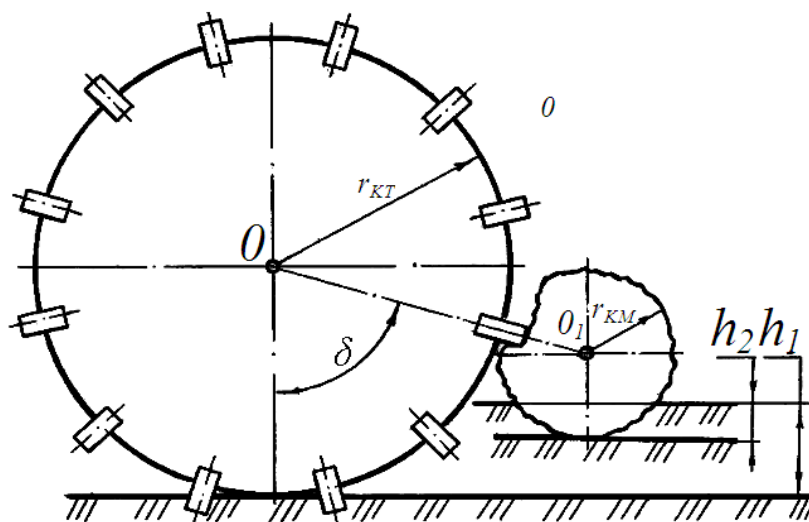


Рисунок 7 - К определению диаметра планчатого катка

Тогда радиус катка определяется по формуле

$$r_{км} = r_{км} \cdot \frac{\text{ctg}^2 \delta}{2} + \frac{h_1 - h_2}{1 - \cos \delta} \quad (8)$$

где $r_{км}$ – радиус почвенного комка, м; h_1 – глубина погружения катка, м; h_2 – глубина погружения комка, м.

В результате имеем следующую компоновочную схему агрегата (рисунок 8). Машина выполнена в навесном варианте. Предлагаемая конструкция защищена патентом на полезную модель РФ № 188560.

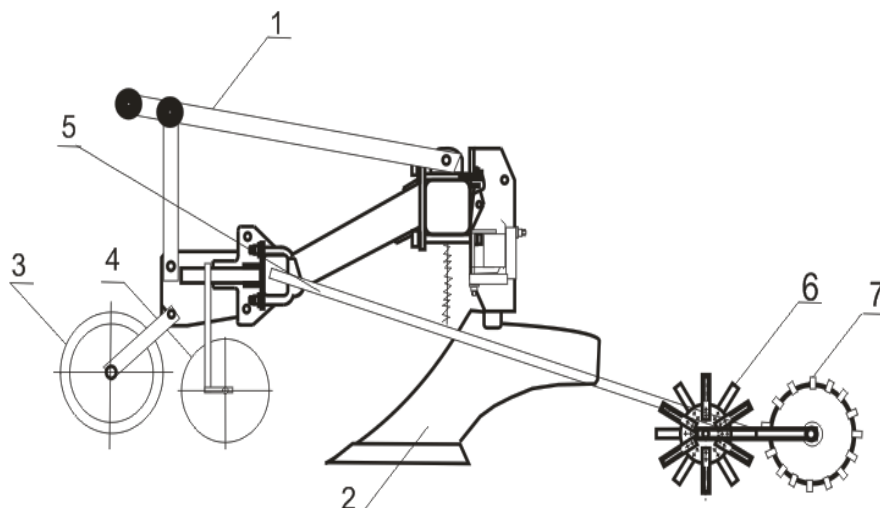


Рисунок 8 - Компоновочная схема комбинированного почвообрабатывающего агрегата для подготовки почвы под посев бахчевых культур: 1 - рама; 2 - право – и левооборачивающие плужные корпуса; 3 - опорное колесо; 4 - дисковый нож; 5 – тяга; 6 – батарея дисков с разнонаправленными сферическими ножевыми элементами; 7 - планчатые катки

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» В соответствии с поставленными задачами была разработана общая методика и программа экспериментальных исследований, которая предусматривала:

- изготовление опытного образца почвообрабатывающего комбинированного агрегата с рыхлительно-выравнивающим устройством;
- определение физико-механических свойств почвы;
- проведение полевых исследований для обоснования конструктивно технологической схемы почвообрабатывающего комбинированного агрегата с рыхлительно-выравнивающим устройством;
- исследование влияния параметров конструкции и режимов работы экспериментального агрегата на агротехнические показатели его работы.

Экспериментальные исследования проводились согласно требованиям ГОСТ Р 52778-2007 , ГОСТ 20915-2011, ГОСТ 33687 – 2015 и отраслевых стандартов СТО АИСТ 10 4.6-2003. Исследования проводились на полях фермерских хозяйств Кашкадарьинской области Республики Узбекистан 2018 – 2019 годах. В данном регионе климат резко континентальный, засушливый, с высокими летними температурами. Тип почвы светлый серозем.

При изучении физико-механических свойств почвы производилась оценка: структуры; влажности; плотности; твердости. С целью обоснования параметров ножевых дисков и планчатых катков были реализованы план-матрицы полных факторных экспериментов 3³.

Опытный образец рыхлительно-выравнивающего устройства показан на рисунке 9.



Рисунок 9 – Рыхлительно-выравнивающее устройство для полосовой предпосевной обработки почвы: 1 – батареи дисков с разноматричными сферическими ножевыми элементами; 2 - планчатые катки

В качестве основных показателей, оценивающих качество работы экспериментального почвообрабатывающего комбинированного агрегата, использовались: глубина основной обработки почвы; параметры формируемой поливной борозды; глубина предпосевной обработки почвы; крошение и измельчение почвы в зоне посева; выравненность поверхности в зоне посева. Экспериментальный комбинированный почвообрабатывающий агрегат в работе показан на рисунке 10.



Рисунок 10 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат в работе

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» представлены результаты изучения физико-механических свойств почв. Определены параметры профилей поперечных сечений обрабатываемых полос поля после вспашки с образованием поливных борозд и использования экспериментального агрегата с рыхлительно-выравнивающим устройством (рисунок 11).

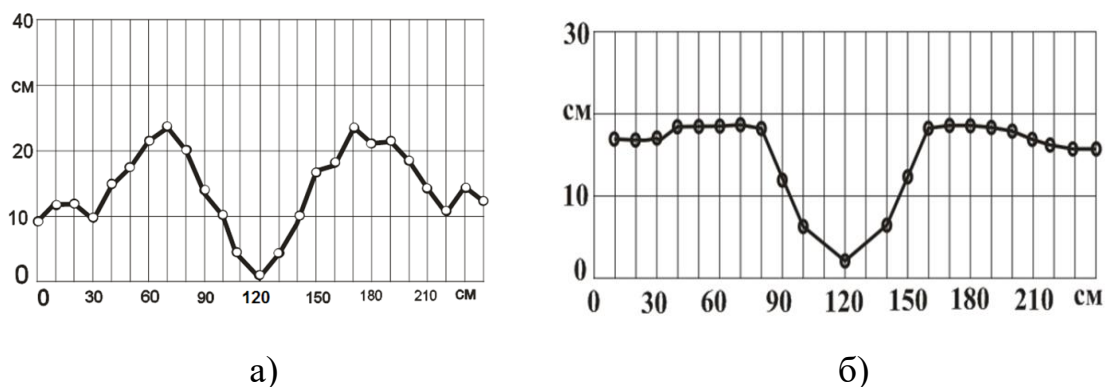


Рисунок 11 - Профили поперечных сечений обрабатываемых полос поля: а) после вспашки с образованием поливных борозд; б) после использования экспериментального агрегата с рыхлительно-выравнивающим устройством

На основании агротехнических требований за критерий качества обработки почвы (функцию отклика) принимаем процент комков почвы размером до 2,5 см. При выполнении предпосевной обработки почвы количество комков размером менее 2,5 см должно составлять не менее 80%. При обосновании конструктивных параметров рыхлительного рабочего органа и планчатого катка получены следующие поверхности отклика и карты линий уровней отклика (рисунки 12 - 15).

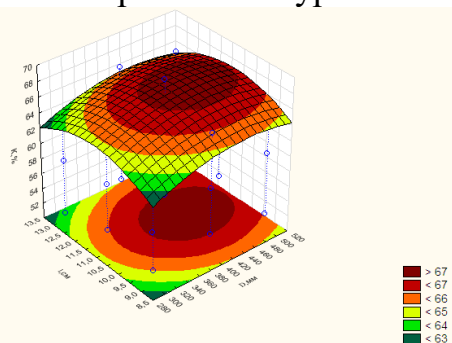


Рисунок 12 - Поверхность отклика (качество обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{нд}$ дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов и расстояния $l_{нд}$ между ними в батареях при двенадцати ножевых элементах

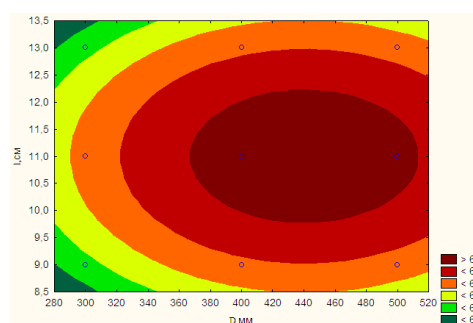


Рисунок 13 - Карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{нд}$ дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов и расстояния $l_{нд}$ между ними в батареях при двенадцати ножевых элементах

Рациональные конструктивные параметры рыхлительных дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов составляют: диаметр 400 мм, количество ножей на диске 12 шт. и расстояние между дисками в батареях 11 см.

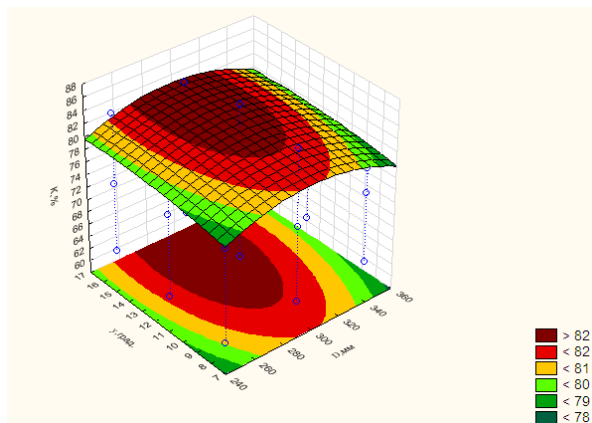


Рисунок 14 - Поверхность отклика (качество обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{\text{кп}}$ катка и $\gamma_{\text{кп}}$ угла атаки планок при количестве планок 8 шт.

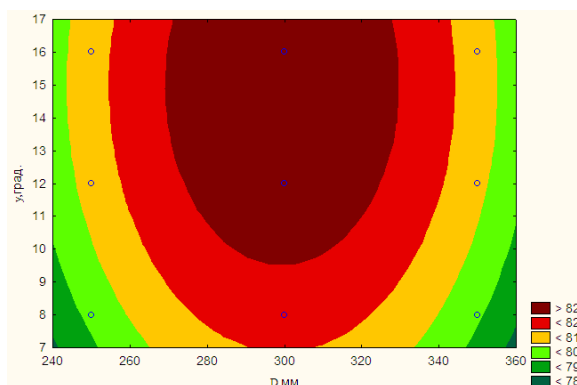


Рисунок 15 - Карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{\text{кп}}$ катка и $\gamma_{\text{кп}}$ угла атаки планок при количестве планок 8 шт.

Рациональные конструктивные параметры планчатых катков входящих в состав рыхлительно-выравнивающего устройства составляют: диаметр 300 мм, количество планок 8шт. и установка их угла атаки 12° .

В пятой главе «Экономическая эффективность применения комбинированного почвообрабатывающего агрегата для бахчеводства» произведен расчет технико-экономических показателей. Эксплуатационные затраты на работу экспериментального агрегата на 28,4% ниже в сравнении с традиционной технологией. Экономический эффект от использования предлагаемого агрегата составляет 308 руб./га. Годовой экономический эффект от работы одного агрегата 273504 руб. Эффективность проекта 49,45 %, срок окупаемости капитальных вложений 2,02 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из анализа технологий подготовки почвы под посев бахчевых культур следует, что целесообразно проводить полосовую обработку почвы, где расстояние между полосами от 1,5 до 3,0 м определяется видом бахчевых культур. При этом необходимо выполнять открытие поливных борозд, а предпосевную обработку почвы проводить в зоне посева культур.

2. При оценке структурности светлых сероземов было установлено, что коэффициенты структурности сильно зависят от горизонта залегания почвенных пластов. Коэффициенты структурности почвы K_1 и K_2 в слое 0-10 см соответственно в 2 и 1,6 раза меньше, чем в слое 20-30 см.

Влажность, плотность и твердость почвы сильно зависят от времени года, что связано с периодами возделывания первого и второго урожаев.

3. Компонировочная схема экспериментального комбинированного почвообрабатывающего орудия предусматривает установку двух корпусов фронтального плуга без заплужников с общей шириной захвата 100 см расположенных по листерной схеме, после которых в зоне посева бахчевых культур располагается рыхлительно-выравнивающее устройство состоящее из двух батарей дисковых разнонаправленных сферических ножевых элементов по 3 шт. в каждой и двух планчатых катков. Ширина катков 40 см. Расстояние между катками 65 см (патент на полезную модель РФ № 188560).

4. Обеспечение не полного оборота почвенных пластов корпусами фронтального плуга, за счет отсутствия заплужников, позволяет обеспечить формирование поливной борозды одновременно с выполнением основной обработки почвы. При этом осуществляется формирование поливной борозды глубиной 19...20 см и шириной в верхней части 75...80 см (патент на изобретения РФ № 2704988).

5. При подготовке почвы под посев бахчевых культур количество комков размером менее 2,5 см должно составлять не менее 80 %. В связи с этим за критерий качества обработки почвы принимаем процентное содержание комков размером до 2,5 см.

6. Рациональные конструктивные параметры рыхлительных дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов составляют: диаметр 400 мм, количество ножей на диске 12 шт. и расстояние между дисками в батареях 11 см.

7. Рациональные конструктивные параметры планчатых катков входящих в состав рыхлительно-выравнивающего устройства составляют: диаметр 300 мм, количество планок 8шт. и установка их угла атаки 12°.

8. Дальнейшее совершенствование конструкции почвообрабатывающих машин может осуществляться по пути создания орудий для выращивания бахчевых культур под пленкой, на основании патента на изобретения РФ № 2710072 и оптимизации тягово-сцепных свойств энергетических средств, на основании патента на изобретения РФ № 2719035.

9. Экономический эффект от использования предлагаемого агрегата составляет 308 руб./га. Годовой экономический эффект от работы одного агрегата 273504 руб. Срок окупаемости капитальных вложений 2,02 года.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Исмаилов, И.И. Разработка технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур / Н.В. Алдошин, И.И. Исмаилов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – № 6. – С.17-23.

2. Исмаилов, И.И. Агрегат для подготовки почвы под бахчевые культуры / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, И.И. Исмаилов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета – 2020. – № 2 (59). – С.141-146.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Scopus

3. Ibrat Ismailov. The machine for the preparation of the soil in sowing of plow crops under film / Khamrakul Ravshanov, Khayriddin Fayzullaev, Ibrat Ismailov, Dilmurod Irgashev, Sukhrob Mamatov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020) 012138 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/883/1/012138.

4. Ibrat Ismailov. Development of combined tillage tool for melon cultivation / Nikolay Aldoshin, Farmon Mamatov, Ibrat Ismailov, Gayrat Ergashov // 19th International Scientific Conference Engineering For Rural Development Proceedings, – 2020. – 767–772 pp.

В сборниках научных трудов и материалах конференций

5. Исмаилов, И.И. Обоснование технологических приемов подготовки почвы при возделывании бахчевых культур / Н.В. Алдошин, И.И. Исмаилов // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II. М.: Изд-во: РГАУ – МСХА, 2019. – С. 364-366.

6. Исмаилов, И.И. Исследование технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур / И.И. Исмаилов // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции 18 декабря 2018 г., Кинель, – 2018. – С. 603-606.

7. Исмаилов, И.И. Анализ существующих технологий для подготовки почвы к посеву бахчевых культур / И.И. Исмаилов // 56 сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Том I / Пензенский ГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – С. 7-9.

8. Исмаилов, И.И. Комбинированный агрегат для обработки почвы под посев бахчевых культур по новой технологии / И.И. Исмаилов // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича, г. Москва – 2019: Сборник статей. М.: Издательство РГАУ – МСХА, 2019. – С. 354-357.

9. Исмаилов, И.И. Пути совершенствования почвообрабатывающих орудий для бахчевых культур / Н.В. Алдошин, И.И. Исмаилов // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. I. М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2020. – С. 331-334.

10. Исмаилов, И.И. Конструктивные обоснования ротационного рабочего органа со сферическими ножевыми элементами / И.И. Исмаилов // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона, г. Москва – 2020: Сборник статей. – Том 2. – Изд-во РГАУ-МСХА, 2020. – С. 303-306.

Патенты РФ

11. Патент на полезную модель № 188560 RU МПК А01В 49/02. Устройство для обработки почвы под посев бахчевых культур / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, А.А. Манохина, Д.Ш. Чуянов, И.И. Исмаилов; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Оpubл.: 16.04.2019. – Бюл. № 11. – 5 с.

12. Патент на изобретения № 2704988 RU МПК А01В 79/02 (2019.08) А01В 49/02 (2019.08). Способ обработки почвы под посев бахчевых культур / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, А.А. Манохина, Д.Ш. Чуянов, И.И. Исмаилов; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – № 2018143431. – Оpubл.: 01.11.2019. – Бюл. № 31. – 6 с.

13. Патент на изобретения № 2719035 RU МПК А01В 49/02 (2006.01). Агрегат для обработки почвы под посев бахчевых культур / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, М.А. Мехедов, Х.А. Равшанов, И.И. Исмаилов, Г.Х. Эргашев, Р.Х. Тавашов; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – № 2018143433. – Оpubл.: 16.04.2020. – Бюл. № 11. – 6 с.

14. Патент на изобретения № 2710072 RU МПК А01В 49/02 (2006.01), А01С 5/06 (2006.01). Почвообрабатывающий агрегат для возделывания бахчевых культур под пленкой / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, А.И. Панов, Х.А. Равшанов, И.И. Исмаилов, Х.А. Файзуллаев; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – № 2019121571. – Оpubл.: 24.12.2019. – Бюл. №36. – 6 с.

Подписано в печать2020г. Формат 60х84^{1/16}

Усл.печ.л. 1,0. Тираж 100 экз. заказ

Издательство РГАУ-МСХА

127550, Москва, Тимирязевская ул., 44

Тел. 8(9499)977-40-64