

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И МЕЛИОРАЦИИ
(ТИИМ)**

На правах рукописи

УДК 631.316.44

ОТАХАНОВ БАХРОМ САДИРДИНОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕДОМОГО РОТОРА
БЕСПРИВОДНОГО РОТАЦИОННОГО РЫХЛИТЕЛЯ
ДЛЯ ЗОНЫ ХЛОПКОВОДСТВА**

**05.20.01 – механизация сельскохозяйственного
производства**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Ташкент – 2007

Работа выполнена в Узбекском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства и Наманганском инженерно-педагогическом институте.

Научный руководитель - кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Ахметов А.А.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук
Эргашев И.Т.
- кандидат технических наук, доцент
Игамбердиев А.К.

Ведущая организация - ОАО «БМКБ-Агромаш»

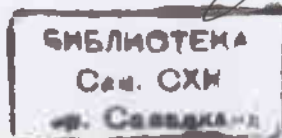
Защита состоится «18» апреля 2007 г. в «13⁰⁰» часов на заседании специализированного совета Д.120.06.01 при Ташкентском институте ирригации и мелиорации по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кари-Ширдиз 39, ТИИМ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТИИМ.

Автореферат разослан «16» марта 2007 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Р.К. Мусурманов



а-14047

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы. В Республике Узбекистан технологический процесс предпосевной обработки почв, получивших промывные поливы, включает нескольких самостоятельных операций, но при этом не всегда обеспечивается требуемое качество обработки почвы к посеву. Кроме того машины и агрегаты, применяемые в настоящее время при предпосевной обработке почвы, потребляют достаточно много энергии для производства работ. Снижение энергетических затрат на эти операции возможно совмещением операций обработки почвы, т.е. применением комбинированных машин.

Исходя из вышесказанного, данная работа направлена на выбор типа, обоснование конструктивного выполнения и параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя для предпосевной обработки почвы, обеспечивающего подготовку почвы к посеву за один проход.

Степень изученности проблемы. Исследования по обоснованию параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя для зоны хлопководства до настоящего времени не проводились.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Работа выполнена в 1991-95 гг. по теме «Разработать бесприводной ротационный рыхлитель для предпосевной обработки почвы» Государственной научно-технической программы - «Разработка и внедрение технологического процесса и системы машин для производства хлопко-сырца».

Цель исследования. Повышение качества и снижение энергоемкости обработки почвы, а также сокращение сроков подготовки засоленных почв после промывных поливов к севу путем разработки и обоснования параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи исследований:

- изучить физико-механические свойства почв и определить разрушаемость комков почвы в зависимости от влажности и размеров, скорости удара;

- выбрать форму и обосновать параметры рабочего органа ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя;

- обосновать схемы размещения рабочих органов на ведомом роторе бесприводного ротационного рыхлителя;

- определить технико-экономические показатели применения ротационного бесприводного рыхлителя;

Объект и предмет исследования. Технологический процесс работы и параметры ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя.

Методы исследований. Теоретические исследования проводились с использованием основных положений теоретической механики и математического анализа.

Экспериментальные исследования по обоснованию параметров рабочего органа и параметры ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя проведены в лабораторной и полевой установке с применением однофакторных экспериментов, методов математического планирования многофакторного эксперимента и тензометрирования.

Агротехнические показатели работы бесприводного ротационного рыхлителя определялись в соответствии Тst. 63. 04: 2001 "Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний", а энергетические согласно РД 10.2.2-89 "Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки".

Результаты экспериментов обработаны методом математической статистики. Параметры рабочего органа и ведомого ротора оптимизированы путем полнофакторного перебора изучаемых параметров, входящих в полученные уравнения регрессии с наложением на функциональные зависимости по качественным показателям ограничений, удовлетворяющих агротехническим требованиям при минимальном тяговом сопротивлении. Каноническим преобразованием математических моделей построены поверхности откликов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- энергоёмкость разрушения почвенных комков в зависимости от их размеров и влажности, а также скорости удара;
- аналитические зависимости для определения траекторий движения конца рабочего органа ведомого ротора, радиуса ведомого ротора, подачи на рабочий орган, коэффициента кручения логарифмической спирали и частоты синусоиды, а также прогиба рабочего органа;
- параметры разработанного синусоидально-логарифмического рабочего органа ведомого ротора;
- параметры и режимы работы ведомого ротора.

Научная новизна. Научную новизну работы представляют

- данные по разрушаемости почвенных комков, образующихся при предпосевной обработке почвы;
- аналитические зависимости для определения траектории движения, радиуса и углов отставания гибкого синусоидально-логарифмического рабочего органа, подачи на него;
- закономерности изменения качественных и энергетических показателей работы ведомого ротора с гибким синусоидально-логарифмическим рабочим органом в зависимости от его параметров и режимов работы.

Научная и практическая значимость результатов исследования

заключается в исследовании и обосновании параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя с гибким синусоидально-логарифмическим рабочим органом.

Использование бесприводного ротационного рыхлителя с новым рабочим органом при предпосевной обработке почв, получивших промывные и влагозарядковые поливы, позволяет снизить затраты труда 2,5 раза, расход топлива на 4,56 кг/га, повысить производительность в 1,28 раза и обеспечивает лучшее качество обработки почвы в сравнении с существующими машинами и сокращение сроков сева сельскохозяйствур.

Реализация результатов. Результаты исследований приняты ОАО «БМКБ-Агромаш» и внедрены в конструкцию бесприводного ротационного рыхлителя, вылушенного АО «Наманганагромаш».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на Ученом Совете УзМЭИ в 1991-94 гг., Республиканских научно-практических конференциях «Кишлок хўжалиги ишлаб чиқаришини механизациялаш, кишлок хўжалиги машиналари пухталигини ошириш ва улардан унумли фойдаланиш муаммолари» (Наманган, 1998 г.), «Янги технологиялар-иктисодий тараққиётнинг асосий омили» (Наманган, 2003 г.), а в полном объеме работа докладывалась на научных семинарах ТГТУ, ТИИМ и научно-техническом совете УзМЭИ.

Опубликованность результатов. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 6 научных статьях, в том числе в 3 журнальных статьях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Содержание диссертации изложено на 150 стр. машинописного текста, включающего 52 рисунков, 13 таблиц, списка использованной литературы из 112 наименований и 6 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель исследований, изложены основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследований» изложен краткий анализ существующих способов и средств механизации подготовки почвы к севу хлопчатника и других сельскохозяйствур, приведены сведения о конструкции существующих бесприводных ротационных рыхлителях, а также некоторые результаты научно исследовательских работ в этой области. Научно-исследовательские работы по рабочим органам ротационных рыхлителей, используемых для предпосевной обработки почвы, освещены на трудах И.М. Панова, А.С. Кушнарева, Ю.И. Матяшина, И.М. Гринчука, Г.М. Егорова, Г.Н. Синеокова, Р.И. Байметова, С.Т. Султанова, Юзбашева В.А., В.Н. Дроздова, А.Н. Сердечного, Ф.М. Канарева, А.К. Мазитова, И.К. Макараца, В.Н. Зволинского, А.П. Антошина, В.П.Савина, А. А. Вильде, А.Х. Цесниекс, Ю.П. Моритис, У.Э. Пиннис, Я.Э. Каулиныш, А.М. Фрейманис, В.А. Родичева, Т.В. Царьковой, С.А. Инакян, А. Гаджиева, И.М. Гринчука, Д. Мангольда, В.Н. Зволинского, А.А. Ахметова, Р.О. Садыкова и других.

Анализ материалов исследований этих авторов свидетельствует об эффективности комбинированных машин, в частности бесприводного ротационного рыхлителя.

Технологическая схема работы макетного образца ротационного бесприводного рыхлителя представлена на рис.1. Рабочий процесс происходит следующим образом, зубья ведущего ротора 1 разрушают монолитный почвенный массив, за ним пассивный рабочий орган 2 подрезает (зачищая дно борозды) и частично разрыхляет их. Ведомый ротор 4, приводимый ведущим ротором, вращаясь несколько раз быстрее, чем последний, разрушает ударной нагрузкой почвенные комки и глыбы. Обработанная ведомым ротором почва снова подвергается воздействию измельчающе – уплотняющего катка 5, выполненного в виде барабана с винтообразно расположенными зубчатыми планками, которые измельчают почвенные комки, расположенные на поверхности поля и частично уплотняет на глубине погружения зубчатых планок.

Технологическая схема работы прицепного ротационного бесприводного рыхлителя

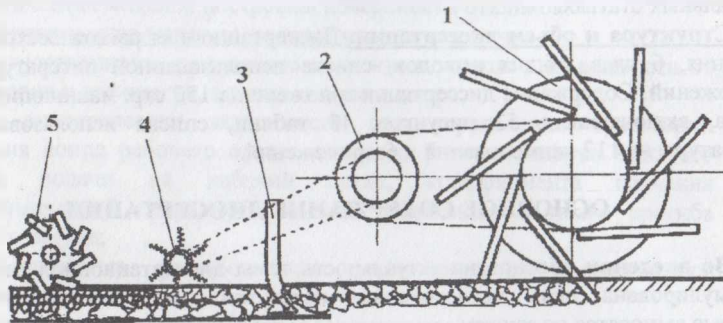


Рис. 1.

Бесприводные ротационные рыхлители обладают рядом достоинств, однако обеспечивают подготовку почвы к посеву за один проход лишь на почвах легкого и среднего механического состава. Несмотря на обоснованность некоторых параметров ротационного бесприводного рыхлителя, в целом рабочий процесс и параметры ведомого ротора ротационного бесприводного рыхлителя изучены недостаточно. В частности, не установлена взаимосвязь между многими конструктивными и кинематическими параметрами ведомого ротора и качеством обработки почвы и ее энергоемкостью.

Во второй главе приведены физико-механические свойства почвы, ее фракционный состав при обработке существующими машинами и характеристики агротехнического фона для работы ведомого ротора.

Результатами проведенных опытов установлено, что после однократного прохода ЧКУ-4 на поверхности поля остаются фракции размером более 100 мм в среднем 21,75 %, размером более 50 мм – 18,12 %. После второго прохода содержание фракции размером более 100 мм исключается, а фракции размером более 50 мм снижаются на 6,71 %.

Добавление к чизелю зубовой бороны не дал желаемого результата. В этом варианте после первого прохода агрегата выход фракции размером более 100 мм составляет 12,27 %, а фракции размером более 50 мм – 17,51 %. После второго прохода фракции размером более 100 мм не остаются, фракции размером более 50 мм составляют 11,15 %.

Проведенные опыты по определению фракционного состава почвы после прохода двух рядов стрельчатых лап и ведущего зубчатого ротора со снятым ведомым ротором, в целях определения агрофона для работы ведомого ротора показали, что, выход фракции размером более 100 мм колеблется в пределах 15,21 - 23,44 %, фракции размером более 50 мм – 17,51 - 18,12 %.

Размеры почвенных комков более 50 мм варьируется в пределах от 50 мм до 110 мм. Средний размер почвенных комков 90 мм.

В третьей главе «Исследование разрушаемости почвенных комков» приведены результаты исследований разрушаемости почвенных комков в зависимости от скорости удара, размера и влажности.

Зависимость удельной энергоёмкости дробления на единицу новообразованных поверхностей от скорости удара при $W = 9,4\%$

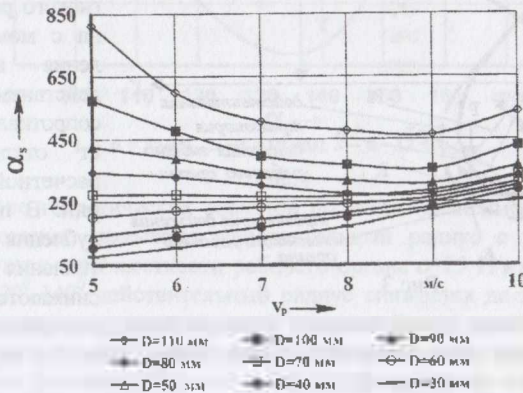


Рис.2

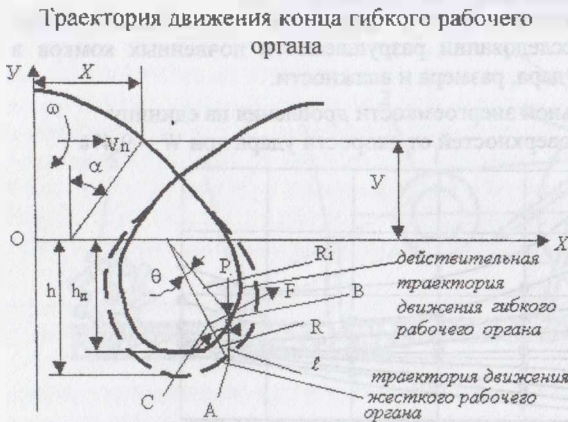
Для исследования разрушаемости почвенных комков разработана специальная методика и изготовлен лабораторный стенд – маятниковый прибор.

В результате опытов получены: зависимость скорости удара, обеспечивающей разрушение почвенных комков, от их размера и влажности; зависимость степени крошения почвенного комка от его размера и скорости удара; зависимость удельной энергоёмкости разрушения почвенного комка

от скорости удара о почвенный комок; зависимость удельной энергоемкости по новообразованной поверхности от скорости удара о почвенный комок (рис.2).

Результаты этих опытов показали, что оптимальная скорость удара с энергетической точки зрения при наилучшей степени крошения находится в пределах 7-9 м/с.

В четвертой главе «Теоретические исследования по обоснованию параметров и режимов работы ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя» приведены: обоснование способа воздействия рабочего органа на почвенный комок; уравнение траектории движения гибких рабочих органов; аналитические зависимости для определения радиуса гибких рабочих органов, подачи на рабочий орган; уравнения формы гибкого синусоидально логарифмического рабочего органа; аналитические зависимости коэффициента кручения логарифмической спирали, частоты синусоиды гибкого синусоидально логарифмического рабочего органа; результаты исследований по определению поперечного сечения гибкого рабочего органа с помощью дифференциального уравнения колебания четвертого порядка.



Особенностью траектории движения гибкого рабочего органа заключается в следующем. Конек гибкого рабочего органа с момента заглубления в почву под действием силы ее сопротивления начинает отклоняться от расчетной траектории. В процессе выглубления силы сопротивления постепенно снижаются, за счет

этого конек рабочего органа начинает догонять расчетную траекторию. После выхода из почвы конек рабочего органа будет двигаться по траектории жесткого рабочего органа (рис.3).

С учетом вышесказанного составим уравнения движения гибкого рабочего органа в рабочей зоне, т.е. в зоне его заглубления в почву и выглубления из нее

$$X = R[(\alpha - \theta)/\lambda + \sin(\alpha - \theta)] \sin \delta / \sin(\theta - \delta); \quad (1)$$

$$Y = R \cos(\alpha - \theta) \sin \delta / \sin(\theta - \delta), \quad (2)$$

где R – радиус ротора, м;

α – угол поворота ротора, град.;

θ – угол отставания конца рабочего органа от поворота барабана, град.;

δ – угол между направлением прогиба и радиусом циклоиды, град.

Действительный радиус ведомого ротора в рабочей зоне можно определить по выражению:

$$R_1 = \frac{R \cdot \sin \delta}{\sin(\theta + \delta)} \quad (3)$$

Зависимость действительного радиуса ведомого ротора от угла поворота барабана при жесткости рабочего органа $c = 25$ Н/мм

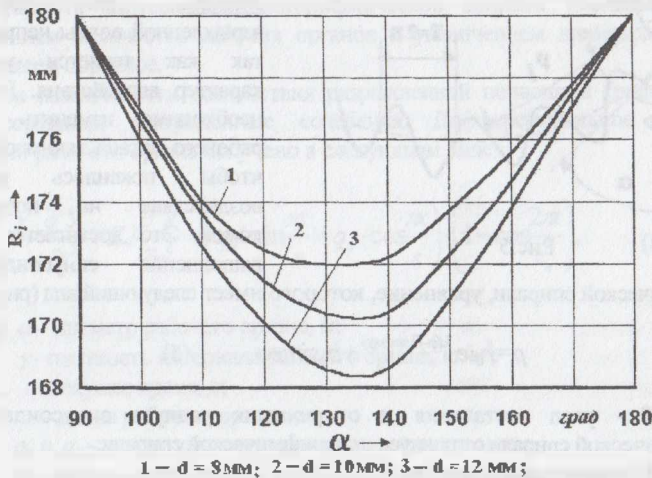


Рис.4

На основе теоретических расчетов получены зависимости, показанные на рис.4, которые связывают действительный радиус с углом поворота ведомого ротора при жесткости рабочего органа $c=25$ Н/мм. При повороте ротора на 120° - 140° действительный радиус снижается до минимума. Этот минимум совпадает с максимальной толщиной стружки. С увеличением диаметра поперечного сечения рабочего органа наблюдается смещение минимального значения действительного радиуса вправо.

С увеличением диаметра поперечного сечения рабочего органа прогиб также растёт, т. к. увеличивается сила сопротивления почвы пропорционально площади воздействия рабочего органа.

Подача на рабочий орган зависит от действительного радиуса ведомого ротора, кинематического режима и количества рабочих органов, т.е.

$$S = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sin \delta}{\lambda \cdot z \cdot \sin(\theta + \delta)} \quad (4)$$

где z – количество рабочих органов на одном диске, шт.

Анализ формулы (4) показывает, что величина подачи на рабочий орган зависит от R , λ , z и δ . Увеличение или уменьшение их соответственно уменьшает или увеличивает величину подачи на рабочий орган.

Схема к выводу уравнения формы рабочего органа

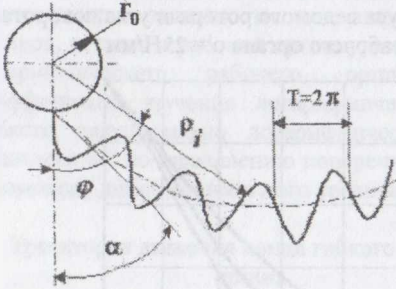


Рис.5

логарифмической спирали, уравнение, которого имеет следующий вид (рис.5).

$$\rho = r_0 e^{k \cdot \varphi} + b \cdot \sin \omega \varphi, \quad (5)$$

где θ – угол отставания и опережения радиуса синусоидально - логарифмической спирали от радиуса логарифмической спирали;

b – амплитуда синусоиды, м;

ω – частота синусоиды;

k – коэффициент кручения спирали;

r_0 – радиус производящего круга, мм;

φ – угол поворота радиуса спирали, градус.

Коэффициент кручения спирали зависит от числа рабочего органа, размещаемых на одном диске.

$$k = \frac{z}{\pi} \cdot \ln \frac{R}{r_0}. \quad (6)$$

Анализ формулы (6) показывает, что с увеличением длины дуги спирали наблюдается удлинение периода синусоиды, это снижает эффективность разделки комков почвы, это объясняется изменением расстояния от центра по геометрической прогрессии. Увеличение угла кручения сопровождается увеличением диаметра ведомого ротора это приводит к увеличению металлоёмкости и повышению энергоёмкости обработки почвы или уменьшению диаметра приводного вала, что нельзя из соображения снижения жесткости

приводного вала.

Физической сущностью частоты синусоидально-логарифмической спирали является число повторений периода синусоиды в данном отрезке логарифмической спирали

$$\omega = \frac{R\sqrt{1+k^2}}{d_k \cdot k}, \quad (7)$$

где d_k – условный диаметр комка, м.

Частота синусоидально-логарифмической спирали также зависит от количества рабочих органов на диске и диаметра ведомого ротора. С увеличением количества рабочих органов и уменьшением диаметра ведомого ротора частота синусоидально-логарифмической спирали уменьшается, а с уменьшением количества рабочих органов и увеличением диаметра ведомого ротора имеем обратное.

Из-за изменчивости воздействия разрыхленной почвенной среды рабочий орган совершает вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение колебаний рабочего органа получено в следующем виде

$$\frac{\pi d^2 \gamma}{4} \frac{\partial^2 Y}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 Y}{\partial x^4} = \left(q_x \cdot \sin \frac{\pi x}{s} + q_y \cdot \cos \frac{\pi x}{s} \right) \left(1 - \cos \frac{2\pi t}{\tau_s} \right), \quad (8)$$

где d – диаметр рабочего органа, м;

γ – плотность материала рабочего органа, кг/м³;

t – текущее время, с;

s – длина рабочего органа, м;

q_x и q_y – амплитуды интенсивности внешних сил;

τ_s – время одного оборота ведомого ротора, $\tau_s = 2\pi/\omega$.

Для упрощения вида уравнения и приведения его к виду, удобному для решения, вводим обозначения

$$\mu = \frac{\pi d^2 \gamma}{4}, C^2 = \frac{EJ}{\mu}, q_{m_1} = \frac{q_x}{\mu}, q_{m_2} = \frac{q_y}{\mu}.$$

Тогда уравнение для первой формы колебаний имеет вид:

$$\frac{\partial^2 y_1(t, x)}{\partial t^2} + C^2 \frac{\partial^2 y_1(t, x)}{\partial x^2} = q_{m_1} \sin \frac{\pi x}{s} \left(1 - \cos \frac{2\pi t}{\tau_s} \right), \quad (9)$$

Решая уравнения (9) методом операционного исчисления, получено изображение решения в виде

$$y_1(x, t) = q_{m_1} \left[\frac{1}{\sigma^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} (e^{\sigma t} + e^{-\sigma t}) + \frac{1}{\sigma t + \sigma} \cos \omega t \right] \cdot \sin \frac{\pi x}{s}, \quad (10)$$

где a – частота собственных колебаний;

ω_0 – частота вынужденных колебаний, $\omega_0 = 2\pi f$.

Уравнение для второй гармоники решается таким же способом и получено изображение решения в виде

$$y_2(t, x) = q_{m2} \left[-\frac{1}{a^2} + \frac{\omega^2}{2a^2(\omega^2 + a^2)} \cdot (e^{at} + e^{-at}) + \frac{1}{\omega^2 + a^2} \cdot \cos \omega_0 t \right] \cdot \cos \frac{\pi x}{s} \quad (11)$$

С учетом (10) и (11) а также после перехода к оригиналу полное решение (8) будет иметь вид:

$$Y(t, x) = \left(q_{m1} \cdot \sin \frac{\pi x}{s} + q_{m2} \cdot \cos \frac{\pi x}{s} \right) \left[-\frac{1}{a^2} + \frac{\omega^2}{2a^2(\omega^2 + a^2)} \cdot (e^{at} + e^{-at}) + \frac{1}{\omega^2 + a^2} \cdot \cos \omega_0 t \right] \quad (12)$$

Минимальное значение этой функции, при $e^{at} + e^{-at} = 2$; $\cos \omega_0 t = 1$; $a^2 \gg \omega^2$; $x = s$;

$$y_{\min} = \frac{128 \cdot \cos 48^\circ \cdot q \cdot s^5}{\pi^6 \cdot E \cdot d^4} \quad (13)$$

Задаваясь некоторыми значениями величин $d = 10$ мм, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $p = 15$ кПа, $x = s = 272$ мм, $k = 1,3734$ определена минимальная амплитуда колебаний 10 мм.

В пятой главе «Результаты экспериментальных исследований» описаны результаты лабораторно-полевых исследований по обоснованию формы гибкого синусоидально-логарифмического рабочего органа ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя, конструкция и технологический процесс работы макетного образца бесприводного ротационного рыхлителя.

Влияние формы поперечного сечения рабочего органа на качество крошения комков и энергоёмкость их разрушения. Эксперименты проводились на маятниковом приборе со следующими формами поперечного сечения рабочих органов: трехгольная (равносторонняя), квадратная и круглая. Экспериментальными данными установлено, что наилучшей формой поперечного сечения рабочих органов является – круглое сечение, так как на повышенных скоростях он обеспечивает лучшую степень крошения при меньшей удельной энергоёмкости их дробления (рис.6).

Влияние формы рабочего органа на его качественные и энергетические показатели работы. Были использованы три формы рабочего органа:

- 1) рабочий орган, выполненный по логарифмической спирали;
- 2) зигзагообразный рабочий орган, ось которого логарифмическая спираль;
- 3) синусоидаобразный рабочий орган, ось которого логарифмическая спираль.

Зависимость удельной энергоёмкости рабочих органов различной формы поперечного сечения от скорости удара

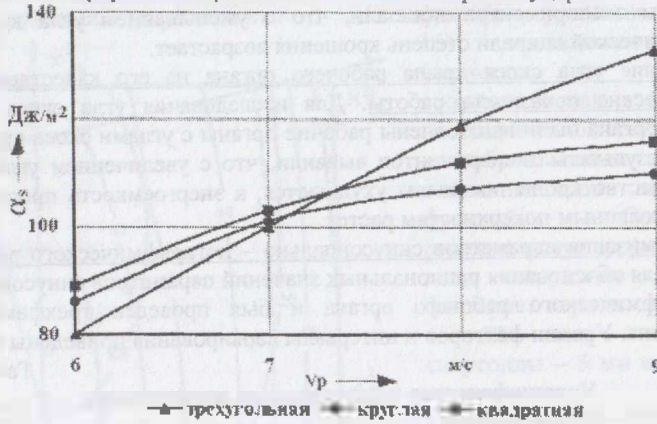


Рис.6

Результатами экспериментов установлено, что по качеству крошения комков наилучшим является синусоидально-логарифмический рабочий орган (рис. 7).

Удельная энергоёмкость в зависимости от скорости удара при различных формах рабочего органа

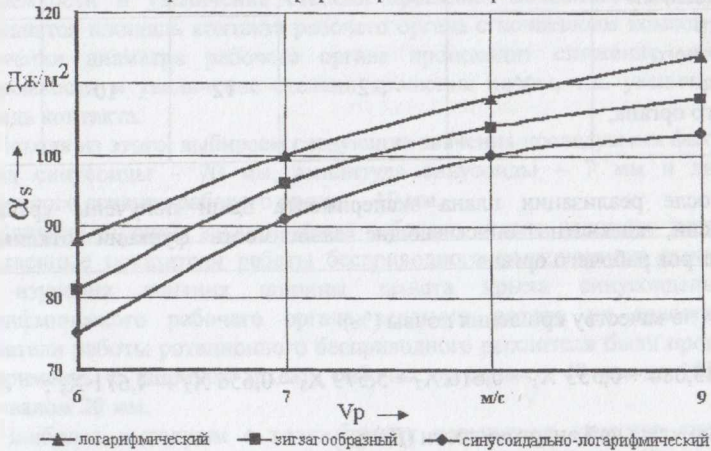


Рис.7

Влияние угла кручения синусоидально – логарифмического рабочего органа на качественные и энергетические показатели работы. Для исследования влияния угла кручения рабочего органа на степень крошения и

удельной энергоёмкости почвы были изготовлены рабочие органы по логарифмической спирали следующими углами кручения: 25°; 35°; 45°; 55°. Результаты экспериментов показали, что с уменьшением угла кручения логарифмической спирали степень крошения возрастает.

Влияние угла скоса крыла рабочего органа на его качественные и энергетические показатели работы. Для исследования угла скоса рабочего органа были изготовлены рабочие органы с углами скоса крыла 0°, 5°, 10°. Результаты экспериментов выявили, что с увеличением угла скоса крыла качество крошения почвы ухудшается, а энергоёмкость процесса по новообразованным поверхностям растёт.

Оптимизация параметров синусоидально – логарифмического рабочего органа. Для обоснования рациональных значений параметров синусоидально – логарифмического рабочего органа и был проведен трехфакторный эксперимент. Уровни факторов и интервалы варьирования приведены в таб. 1

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы их варьирования

Факторы и их размерности	Кодированные обозначения	Интервалы варьирования факторов	Уровни факторов		
			верхний (+1)	основной (0)	нижний (-1)
Период синусоиды, мм	X ₁	20	90	70	50
Амплитуда синусоиды, мм	X ₂	2	9	7	5
Диаметр поперечного сечения рабочего органа, мм	X ₃	2	12	10	8

После реализации плана эксперимента были получены уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимость функций отклика от параметров рабочего органа

- по качеству крошения почвы (%)

$$K = 45,086 + 0,553 X_1 + 0,616 X_2 + 5,579 X_3 - 0,656 X_2^2 - 4,671 X_3^2; \quad (14)$$

- по удельной энергоёмкости (Дж/м²)

$$\alpha = 24,388 + 1,337 X_2 + 1,823 X_3 - 1,669 X_2 X_3 + 4,955 X_3^2. \quad (15)$$

Двумерное сечение для изучения влияния факторов X_2 и X_3 на качество крошения и удельную энергоёмкости

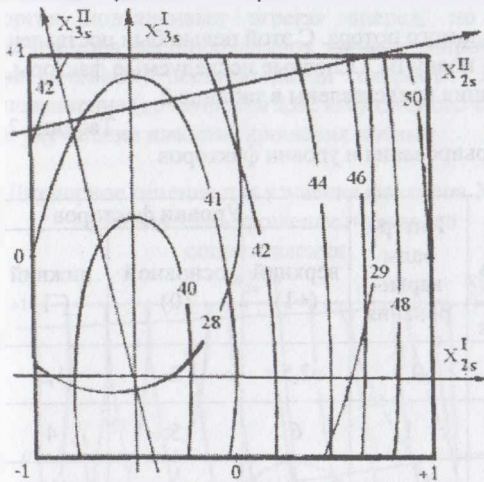


Рис.8

Для определения рациональных значений факторов, уравнения (15) и (16) исследовались на максимум по качеству крошения почвы и минимум по затраченной энергии по новообразованным поверхностям методом штрафных функций. Совместное решение полученных моделей дало следующие значения факторов: период синусоиды – 70 мм, амплитуда синусоиды – 5 мм и диаметр поперечного сечения рабочего органа – 9.3 мм.

Для изучения влияния факторов (X_2) и (X_3) на качество крошения почвы и удельную энергоёмкость

построено двумерное сечение поверхности откликов.

Анализ приведенных двумерных сечений (рис. 8) показывает, что с увеличением амплитуды синусоиды наблюдается повышение удельной энергоёмкости и увеличение степени крошения почвенного комка, т.к. уменьшается площадь контакта рабочего органа с почвенным комком. При увеличении диаметра рабочего органа происходит снижение удельной энергоёмкости и увеличение степени крошения почвы, т.к. увеличивается площадь контакта.

Исходя из этого, выбираем следующие значения исследуемых факторов: период синусоиды – 70 мм, амплитуда синусоиды – 7 мм и диаметр поперечного сечения рабочего органа – 10 мм.

Влияние ширины захвата крыла рабочего органа ведомого ротора на качественные показатели работы бесприводного ротационного рыхлителя. Для изучения влияния ширины захвата крыла синусоидально – логарифмического рабочего органа ведомого ротора на качественный показатель работы ротационного бесприводного рыхлителя были проведены эксперименты с шириной захвата рабочих органов от 40 мм до 100 мм с интервалом 20 мм.

Наиболее выгодным с точки зрения повышения качества крошения почвы ротационным бесприводным рыхлителем является ширина захвата крыла рабочего органа ведомого ротора, равная 60 мм.

Влияние жесткости рабочего органа на качественные показатели ротационного бесприводного рыхлителя. Исследования проводились при

следующих значениях жесткости рабочих органов: 10; 20; 30 и 40 Н/мм. Исследованиями установлено, что с увеличением жесткости увеличивается качество крошения почвы. Наилучшие показатели обеспечивает рабочий орган с жесткостью 40 Н/мм.

Оптимизация параметров ведомого ротора. С этой целью был поставлен многофакторный эксперимент по плану В₄. Основные исследуемые факторы, интервалы и уровни их варьирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Интервалы варьирования и уровни факторов

Факторы и их размерности	Условное обозначение факторов	Интервалы варьирования	Уровни факторов		
			верхний (+1)	основной (0)	нижний (-1)
Поступательная скорость агрегата, м/с	X ₁	0,5	2,5	2	1,5
Кинематический режим	X ₂	1	6	5	4
Количество рабочих органов на одном диске, шт.	X ₃	2	10	8	6
Диаметр ведомого ротора, мм	X ₄	60	420	360	300

После обработки результатов экспериментов и оценки значимости коэффициентов получены следующие уравнение регрессии, адекватно описывающие технологический процесс рыхления почвы:

- по качеству крошения почвы (%)

$$U_k = 80,797 + 2,35 X_1 + 0,966 X_2 + 2,836 X_3 - 0,441 X_4 - 0,581 X_1^2 + 1,128 X_2 X_3 + 1,536 X_2^2 + 0,454 X_2 X_3 - 3,517 X_3^2 - X_3 X_4 - 3,119 X_4^2; \quad (16)$$

- по тяговому сопротивлению орудия (кН)

$$U_p = 34,996 + 0,359 X_1 + 0,554 X_2 + 0,998 X_3 + 4,935 X_4 + 0,487 X_1^2 + 0,529 X_1 X_2 - 3,533 X_3^2. \quad (17)$$

Для определения рациональных параметров и режима работы ведомого ротора выполним графическую интерпретацию результатов экспериментов методом двумерных сечений по известной методике. При этом решалась компромиссная задача.

Анализ двумерных сечений (рис. 9) показывают, что с увеличением количества рабочих органов до 10 тяговое сопротивление орудия уменьшается, т.к. при этом подача на рабочий орган уменьшается и рабочий орган подталкивает агрегат вперед, но при дальнейшем увеличении количества рабочих органов тяговое сопротивление орудия повышается. С увеличением поступательной скорости агрегата наблюдается сначала повышение (до скорости 2,02 м/с) тягового сопротивления, а потом снижение и улучшение качества крошения почвы.

Двумерное сечение для изучения факторов X_2 и X_3 на качество крошение и тягового сопротивления

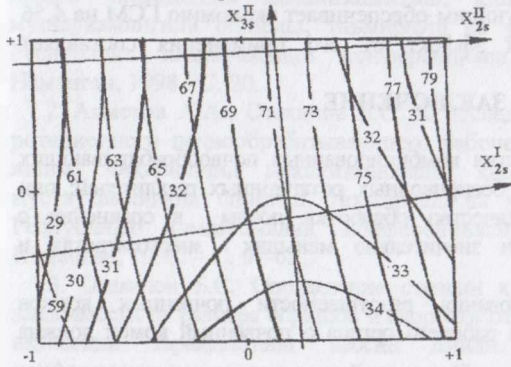


Рис.9

полевых испытаний с рекомендуемыми параметрами и технико-экономический расчет его применения.

Таким образом, за оптимальные можно принять следующие значения исследуемых факторов: поступательная скорость агрегата – 2,2,5 м/с, кинематический режим – 4, количество рабочих органов – 6 и диаметр ведомого ротора – 300 мм.

В шестой главе

«Технико-экономическая эффективность применения бесприводного ротационного рыхлителя» приведены результаты

Таблица 3

Агротехнические показатели работы базового и нового комплекса машин

Показатели и их размерность		Значение показателей	
		Базовый	Новый
Качество крошения почвы	> 100	12,27	0
(содержание фракции размерами, мм), %	100 – 50	17,51	10,71
	50 – 25	18,59	14,67
	25 – 10	17,15	20,93
	< 10	34,48	53,69
	Глубина обработки, см	Мср	14,05
	$\pm\sigma$	1,43	0,87
	V, %	10,19	5,45

Для этого, в соответствии с рекомендуемыми параметрами, определенными на основании теоретических и экспериментальных исследований, был изготовлен экспериментальный ведомый ротор и установлен на макетный образец РБР-4. Качественные и энергетические показатели его работы сравнивались с существующими машинами для предпосевной обработки почвы (таб. 3).

На основании проведенных сравнительных испытаний установлено, что бесприводной ротационный рыхлитель с экспериментальным ведомым ротором обеспечивает требуемое качество обработки почвы при меньших энергозатратах.

Технико-экономические расчеты показали, что применение бесприводного ротационного рыхлителя с экспериментальным ведомым ротором в сравнении с существующим обеспечивает экономию ГСМ на 4,56 кг/га. Годовой экономический эффект от его применения составляет 10574253,9 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ тенденций развития комбинированных почвообрабатывающих машин выявил перспективность бесприводных ротационных рыхлителей: они обеспечивают более высокое качество обработки почвы в сравнении с существующими машинами при значительно меньших энергозатратах и большой производительности.

2. На основании исследования разрушаемости почвенных комков установлено, что скорость удара рабочего органа о почвенный комок должна быть в пределах 7-9 м/с.

3. Для обеспечения требуемого качества рыхления почвы при минимальных затратах энергии ведомый ротор бесприводного рыхлителя должны быть снабжен с гибким синусоидально-логарифмическим рабочим органом.

4. Проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями выявлено, что заданный технологический процесс работы ротационного бесприводного рыхлителя и требуемое качество обработки почвы обеспечивается при следующих формах и параметрах рабочего органа и ведомого ротора: форма рабочего органа — синусоидально-логарифмическая; диаметр поперечного сечения рабочего органа — 10 мм; период синусоиды — 70 мм; амплитуда синусоиды — 7 мм; угол кручения логарифмической спирали — 25° ; угол скоса крыла рабочего органа — 5° ; диаметр ведомого ротора — 300 мм; кинематический режим — 4; количество рабочих органов на одном диске — 6; поступательная скорость ротационного рыхлителя — 2,0-2,5 м/с.

5. Показатели работы ротационного бесприводного рыхлителя с ведомым ротором, снабженным синусоидально-логарифмическими рабочими органами, полностью удовлетворяют агротехнические требования и значительно превосходят показатели работы базовых машин.

6. Техничко-экономическис расчсты покaзали, что примененис ротационного бесприводного рыхлителя с экспериментальным ведомым ротором на предпосевной обработке почвы позволяет повысить производительность в 1,28 раза, снизить расход топлива на 4,56 кг/га и затраты труда в 2,5 раза. Годовой экономический эффект от его применения составляет 10574253,9 сум.

СНПСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Отаханов Б.С., Гозиев Н., Исаков Р. Қишлоқ хўжалиқ машиналарини лойихалашда муқим эгри чизиклардан фойдаланиш //Қишлоқ хўжалиғи ишлаб чиқаришини механизациялаш, қишлоқ хўжалиғи машиналари мустаукамлиғини ошириш, таъмирлаш ва улардан унумли фойдаланиш: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари туплами. - Наманган, 1998. - С. 20.

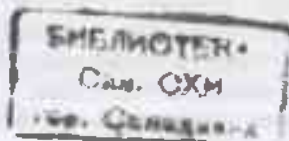
2. Ахметов А.А., Отаханов Б.С. К исследованию прочности элементов ротационного почвообрабатывающего рабочего органа //Қишлоқ хўжалиғи ишлаб чиқаришини механизациялаш, қишлоқ хўжалиғи машиналари мустаукамлиғини ошириш, таъмирлаш ва улардан унумли фойдаланиш: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари туплами. - Наманган, 1998. - С. 67-68.

3. Отаханов Б.С. Определение степени крошения почвенных комков в зависимости от размера образцов и скорости разрушения //Янги технологиялар-иктисодий тараққиётнинг асосий омили: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари туплами. - Наманган, 2003. - I-қисм, - С. 116-117.

4. Отаханов Б.С. Удельная энергоёмкость дробления почвенных комков //Фаргона политехника институти илмий-техника журнали. - Фергана, 2004. - №4. - С. 105-107.

5. Отаханов Б.С. Оптимизация параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя //Фаргона политехника институти илмий-техника журнали. - Фергана, 2005. - №2. - С. 32-35.

6. Тухтакузиев А., Отаханов Б.С. Траектория движения гибких рабочих органов //Фаргона политехника институти илмий-техника журнали. - Фергана, 2005. - №2. - С. 126-128.



а-14047

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Б.С.Отахановнинг 05.20.01-кишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини механизациялаш ихтисослиги бўйича «Пахтачилик худудлари учун ротацион юритмасиз юмшатгичнинг етакланувчи роторини асосий ўлчамларини асослаш» мавзусидаги

диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: етакланувчи ротор диаметри; синусоидаллогарифмик ишчи органнинг диаметри, даври, кўтарилиш бурчаги, ортда қолиш бурчаги, илгарилаб кетиш бурчаги; ишчи орган қаноти; машинанинг ишчи тезлиги; кинематик режим; тупрокни майдалаш сифати; ишчи органнинг тортишга қаршилиқ кучи.

Тадқиқот объектлари: юритмасиз ротацион юмшатгичнинг технологик жараёни; юритмасиз ротацион юмшатгичнинг етакланувчи ротори ва унга ўрнатиладиган ишчи орган.

Ишнинг мақсади: шўри ювилган тупрокнинг экишдан аввалги ҳолати бўйича физик-механик хоссаларини ўрганиш асосида ишчи органнинг мақбул тезлигини аниқлаш; етакланувчи роторига ўрнатилган ишчи орган ўлчамларини асослаш орқали юритмасиз ротацион юмшатгичнинг тупрокни майдалаш сифатини ошириш ва энергия сарфини камайтириш.

Тадқиқот усули: Назарий тадқиқотлар олий математика ва классик механика асосида, экспериментал тадқиқотлар-ЎзМЭИ тупрок канали, тажриба хўжалиги ва Сирдарё вилоятининг Гулистон, Дехқонобод туманлари далаларида ҳақиқий намуналар асосида, тажрибаларни математик режалаштириш усули, регрессион таҳлил, тензометрия ва математик статистикани қўллаб ўтказилди.

Олинган натижалар ва уларнинг янгиллиги: тупрокка экишдан аввалги ишлов беришда ҳосил буладиган кесакларнинг майдалаш учун ишчи органнинг мақбул ишчи тезлиги аниқланди; янги типдаги ишчи орган параметрларининг математик ифодалари келтириб чиқарилди ва унинг тебранишини аниқлаш учун тўртинчи даражали дифференциал тенглама тузилди ва ечилди.

Амалий аҳамияти: асосланган параметрларга эга булган ишчи органдан фойдаланиш тупрокни майдалаш сифати ва унга ишлов беришда энергия сарфини камайтириш имконини берди; ишлаб чиқилган ишчи органни қўллаш мавжуд ишчи органлар билан таққослаганда ёқилги сарфини 4,56 кг/га, меҳнат сарфини 2,5 мартага камайтирди, иш унумдорлигини 1,28 мартага оширди.

Тадқиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: тадқиқот натижалари «БМКБ-Агромаш» ОАЖга топширилган; ишлаб чиқилган тажриба нусхалари ЎзМЭИ тажриба хўжалиги, Сирдарё вилоятининг Гулистон, Дехқонобод туманлари далаларида кенг синовдан ўтди; 2000 йилдан «Наманганагромаш» тажриба заводида ишлаб чиқаришга қўйилди. Битта машина учун йиллик иқтисодий самара 10574253,9 сум.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: кишлоқ хўжалиги машинасозлиги, кишлоқ хўжалиги.

РЕЗЮМЕ

диссертации Отаханова Б.С. на тему «Обоснование параметров ведомого ротора бесприводного ротационного рыхлителя для зоны хлопководства» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства

Ключевые слова: диаметр ведомого ротора; диаметр, период, амплитуда, угол кручения, углы опережения и отставания синусоидально-логарифмического рабочего органа; крыло рабочего органа; рабочая скорость машины; кинематический режим; качество крошения почвы; тяговое сопротивление рабочего органа.

Объект исследования: технологический процесс работы бесприводного ротационного рыхлителя; ведомый ротор бесприводного ротационного рыхлителя и рабочий орган устанавливаемый на него.

Цель работы: определение оптимальной скорости рабочего органа на основе изучения физико-механических свойств засоленных почв по состоянию перед посевом; повышение качество крошения и снижение энергоемкости обработки почвы ротационным бесприводным рыхлителем на основе обоснования параметров ведомого ротора.

Метод исследования: в процессе работы проводились теоретические и экспериментальные исследования; теоретические исследования проводили на основе высшей математики и классической механики, экспериментальные - в почвенном канале и на полях экспериментального хозяйства УзМЭИ, хозяйств Гулистанского, Дехканабадского туманов Сирдаринского вилоята.

Полученные результаты и их новизна: определен оптимальная рабочая скорость рабочего органа для разделки комков при предпосевной обработке почвы; выведены математические выражения параметров нового рабочего органа и для определения его колебаний составлено и решено дифференциальное уравнение четвертого порядка.

Практическая значимость: использование рекомендуемого рабочего органа с обоснованными параметрами позволили повысить качество крошения и снизить энергоемкость обработки почвы; применение рабочего органа обеспечивает повысить производительность в 1,28 раза, снизить расход топлива на 4,56 к/га и затраты труда в 2,5 раза.

Степень внедрения и экономическая эффективность: результаты исследований переданы ОАО «БМКБ-Агромаш»; опытный образец рекомендуемого рабочего органа прошли широкие хозяйственные испытания на полях экспериментального хозяйства УзМЭИ, хозяйствах Гулистанского, Дехканабадского туманов Сирдаринского вилоята; с 2000 года поставлен на производства в заводе «Наманганагромаш». Годовой экономический эффект от применения нового рабочего органа составляет 10574253,9 сум

Область применения: сельскохозяйственное машиностроение, сельское хозяйство.

RESUME

Thesis of Otakhanov B.S. on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in techniques specialty 05.20.01 – mechanization of agricultural production subject: "A Substantiation of parameters of a conducted rotor undriven rotational loosener in Cotton growing areas"

Key words: a diameter of a conducted rotor; a diameter, period, amplitude, rotating corner, corners of an advancing and backlog of a sinusoid-logarithmic working body; a wing of a working body; working speed of the machine; kinematical mode; quality of ground crumbling; pulling resistance of a working body.

Subjects of the inquiry: technological process of work undriven rotational loosener; a conducted rotor undriven rotational loosener and working body established on it.

Aim of the inquiry: definition of optimum speed of a working body on the basis of study of physics-mechanical properties salted soil on a status before crop; increase quality of crumbling and decrease of power consumption during processing of ground rotational undriven loosener on the basis of a substantiation of conducted rotor parameters.

Method of inquiry: during the process of activity there were carried out theoretical and experimental researches; theoretical researches were executed on the basis of maximum mathematics and classical mechanics, in the soil channel and on fields of an experimental facilities UzMEI, facilities Gulistan, Dehkanabad districts of Syrdarya region.

The results achieved and their novelty: there is determined optimum working speed of a working body for dividing the clods before planting to processing of ground; there are deduced mathematical expression of parameters of new working body and for definition of its fluctuations is made and the differential equation of the fourth order is decided.

Practical value: use of a recommended working body with the proved parameters have allowed to raise quality of crumbling and to reduce power consumption during processing of a ground; the application of a working body provides to raise productivity in 1,28 times, to decrease the charge of fuel on 4,56 kg/ha and expenses of work in 2,5 times.

Degree of embed and economic effectivity: the results of researches are transferred FBS SV "BMKB-Agromash"; a skilled sample of a recommended working body have passed wide facilities tests on fields of an experimental facilities UzMEI, facilities Gulistan, Dehkanabad of area Syrdarya region; since 2000 is put on manufactures in a factory "Namanganagromash". Annual economic efficiency of their usage is 10574253,9 sum per a machine.

Sphere of usage: agricultural engineering industry, agriculture.