

На правах рукописи

КОТЕНЕВ Владимир Михайлович

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОГО АДАПТЕРА
К ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМ
И ПОСЕВНЫМ МАШИНАМ**

Специальность 05.20.01 -
Технология и средства механизации сельского хозяйства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новосибирск
2004

2005-4
20921

На правах рукописи

Котенев Владимир Михайлович



**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОГО АДАПТЕРА
К ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМ И ПОСЕВНЫМ МАШИНАМ**

Специальность 05.20.01 -
Технологии и средства механизации сельского хозяйства

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

Новосибирск, 2004

920630

Работа выполнена в период 1999 - 2004 г.г. в отделе механизации ГНУ СибНИИСХ СО РАСХН в соответствии с государственным тематическим планом работ по теме: 02.03.Создать комплекс конкурентно-способных технических средств нового поколения, построенных на принципах блочно-модульности, трансадаптивности, ресурсосбережения для устойчивого производства продукции растениеводства, а так же с ГНУ СибИМЭ СО РАСХН по государственному контракту с Минсельхозом РФ № 1312 от 27.09.2002 г.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Ковтунов В.Е.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Докин Б.Д.
кандидат технических наук, доцент Соколов В.В.

Ведущая организация - Новосибирский государственный аграрный
университет (НГАУ)

Защита диссертации состоится « 8 » декабря 2004 г. в _____
часов на заседании диссертационного совета Д 006.059.01 при Государственном
научном учреждении Сибирском Научно-исследовательском институте
механизации и электрификации сельского хозяйства по адресу: 360501,
Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск,
а/я 460 ГНУ СибИМЭ СО РАСХН.

Отзывы на автореферат просим направлять в адрес диссертационного
совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан « 5 » ноября 2004 года

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.т.н.



Г.Л.Утенков



Общая характеристика работы

Актуальность темы. Основными факторами, определяющими плодородие почвы в степи и южной лесостепи Западной Сибири являются её физико-механические свойства, почвенная влага, элементы питания, её структура. Качество обработки почвы определяется выравненностью, шероховатостью, эрозийной устойчивостью и степенью её уплотнения. Применение многократных обработок привело к отрицательным последствиям - распылению и переуплотнению почвы, развитию водной и ветровой эрозии.

Низкое качество обработки почвы ведёт к формированию гребнистости, что увеличивает площадь её контакта с воздухом более, чем на 15%. Это приводит к испарению и выветриванию влаги из почвы, повышает энергозатраты на выполнение технологических операций, снижает урожайность зерновых культур на 35-40%.

Важнейшим требованием к перспективной почвообрабатывающей технике является снижение энергоёмкости технологических процессов, совмещение технологических операций, что реализуется при создании новой техники, на основе принципов блочно-модульности, комбинированности и универсальности и её адаптивности к конкретным почвенно-климатическим условиям.

В связи с этим, тема данной работы по созданию ротационного адаптера к почвообрабатывающим и посевным машинам, обеспечивающего рациональную обработку почвы, с элементами выравнивания поверхности поля и уничтожения сорняков, а также создания оптимальной плотности и эрозийной устойчивости, является актуальной.

Цель исследования - повысить эффективность технологического процесса обработки почвы и посева зерновых культур путем совершенствования рабочих органов ротационного адаптера.

Объект исследования - технологический процесс и технические средства обработки почвы и посева зерновых культур с применением ротационного адаптера.

Предмет исследования - закономерности влияния конструктивных и технологических параметров рабочих органов ротационного адаптера на качественные показатели обработки почвы и посева.

Научную новизну представляют: закономерности влияния параметров ротационного адаптера на качественные показатели обработки почвы и посева, позволяющие определить его рациональные параметры; способ и устройство для выравнивания поверхности поля, создание оптимальной структуры и формирования способности почвы фильтровать и сохранять влагу; совокупность теоретически обоснованных и экспериментально подтвержденных положений, обеспечивающих обработку почвы с сохранением в ней продуктивной влаги за счет формирования мульчирующего выровненного слоя специальными конструктивными решениями, улучшающими плодородие почвы и эффективность процесса.

Практическая значимость. В результате проведенных исследований обоснованы конструктивные и технологические параметры ротационного адаптера цепного типа к культиваторам и сеялкам, позволяющего повысить качество обработки почвы и посева, уничтожать сорняки с наименьшими затратами. Результаты исследования могут быть использованы проектно-конструкторскими организациями для разработки цепных адаптеров к почвообрабатывающим и посевным машинам.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследования докладывались: на научно-практической конференции по проблемам экологии АПК (г. Краснообск 2002 г.), на 2-ой международной научно-практической конференции «Проблемы качества продукции в XXI веке». (г. Новокубанск 2003 г.), на международной научно-практической конференции «Информационные технологии» в ГНУ СибФТИ РАСХН в 2003 году (г. Краснообск)на международной научно-практической конференции «Состояние, проблемы и перспективы механизации сельского хозяйства и машиностроения для АПК» Республика Казахстан, г. Алматы 2004 г.

Работа выполнена в период 1999 - 2004 г.г. в отделе механизации ГНУ СибНИИСХ СО РАСХН в соответствии с государственным тематическим планом работ по теме: 02.03. Создать комплекс конкурентно способных технических средств нового поколения, построенных на принципах блочномодульности, трансадаптивности, ресурсосбережения, для устойчивого производства продукции растениеводства, а также с ГНУ СибИМЭ СО РАСХН по государственному контракту с Минсельхозом РФ № 1312 от 27.09.2002 г. Материалы диссертации рассмотрены на заседании секции механизации центра научного обеспечения АПК Омской области 25.08.2004 г. и на расширенном заседании лаборатории № 2 «Механизация процессов обработки почвы и посева зерновых культур» в ГНУ СибИМЭ СО РАСХН 30.09.2004 г.

Внедрение. Цепные адаптеры к серийным культиваторам КПЭ-3,8А и сеялочным агрегатам СЗС-6/12, СКП-2,1 прошли производственную проверку в хозяйствах различных форм собственности. ФУП ОКБ СибНИИСХ СО РАСХН ежегодно изготавливает комплекты адаптеров для переоборудования серийных культиваторов и сеялок. За период 1999-2004 г.г. изготовлено 618 комплектов.

Публикация. По теме диссертации опубликовано 12 научных статей.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографического списка и приложений.

Содержание работы изложено на 158страницах, включает 133 страницы основного текста, 87 рисунков, 11 таблиц, 25страниц приложений. Библиографический список включает 166 наименований.

Содержание работы

Во введении дано обоснование актуальности темы исследования, кратко изложены основные результаты исследований и сформулирована цель исследования.

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследований» рассмотрены агроклиматические условия степи и южной лесостепи Западной Сибири, дан анализ физико-механических свойств почвы, способов и устройств для накопления и сохранения влаги в почве, выравнивания поверхности поля, и уничтожения сорняков и современных перспективных технических решений по обработке почвы и посеву зерновых культур. Определены цель и задачи исследований.

Повышением эффективности технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции в России занимались ученые Ф.С.Завалишин, Н.В.Краснощеков, Г.Е.Чепурин, В.В.Бледных, Б.Д.Докин, И.П.Терских и др.

Большой вклад в развитие технологий и технических средств для обработки почвы в засушливых районах страны внесен работами Т.С.Мальцева, А.И.Бараева, С.С.Сдобникова, А.Н.Власенко, И.Н.Панова, П.П.Грибановского, П.Н.Бурченко, Н.К.Мазитова, В.Е.Ковтунова и др. Повышением эффективности технологических процессов обработки почвы и посева в условиях Западной Сибири занимались ученые и практики В.А.Домрачев, П.Г.Кулебякин, И.Т.Ковриков, В.И.Мяленко, М.К.Ягулов, Г.Л.Утенков, П.А.Пыльник, В.Ф.Клостер, А.В.Гранкин и др.

Анализ конструкций существующих и проектируемых культиваторов и сеялок показал, что их рабочие органы не в полной мере реализуют принципы комбинированности, не в достаточной степени выравнивают поверхность поля, вычесывают сорняки на поверхность, не создают оптимальное уплотнение почвы.

Анализ исследования ротационных машин и закономерностей комбинированных рабочих органов позволили сформулировать гипотезу: обработка почвы культиватором или сеялкой с использованием ротационного адаптера цепного типа, реализующего рациональное соотношение поступательного движения (выравнивающего поверхность поля и создающего оптимальное уплотнение почвы) и вращательного движения (вычесывающего сорняки и мульчирующего верхний слой почвы), позволит за один проход агрегата с минимумом затрат подготовить почву к посеву, произвести посев и оптимизировать условия произрастания семян.

Исходя из этого, целью настоящей работы является повышение эффективности технологического процесса обработки почвы и посева зерновых культур путем совершенствования рабочих органов ротационного адаптера к почвообрабатывающим и посевным машинам.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить влияние конструктивных и технологических параметров ротационного адаптера на качественные показатели технологического процесса обработки почвы и посева.

2. Обосновать рациональные параметры рабочих органов ротационного адаптера.
3. Провести агротехническую, энергетическую и эксплуатационно-технологическую оценку работы адаптера к почвообрабатывающим и посевным машинам.
4. Определить экономическую эффективность применения ротационного адаптера цепного типа к почвообрабатывающим и посевным машинам.

Во второй главе «Теоретические исследования» обоснован принцип работы ротационного адаптера цепного типа, рассмотрены кинематика и динамика движения звеньев цепи, условия их вращения и торможения в почве, получены уравнения для определения основных параметров адаптера. Цепной адаптер рассматривается как система взаимодействующих звеньев, каждое из которых представляет собой звено цепи с зубьями.

Кинематика движения точек звена цепи. Введем следующие допущения: будем рассматривать отдельное звено цепи как эллипс, пересеченный отрезком прямой; звено цепи в трехмерном пространстве есть торообразная поверхность; ось вращения совпадает с осью эллиптического сечения. Рассмотрим движение звена цепи поэтапно.

Первый этап. Начало движения с вращением звена цепи под действием внешних воздействий, т.е. соседних звеньев (Рис. 1).

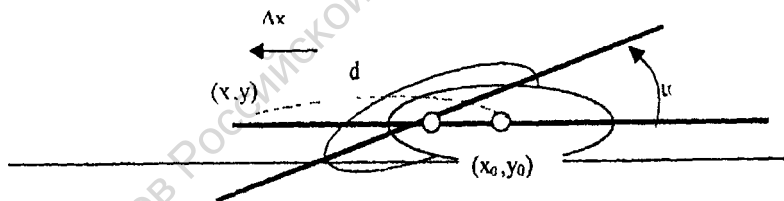


Рис. 1. Первый этап движения звена цепи.

Пусть (x_0, y_0) - центр звена цепи, d - расстояние от центра звена до конца зуба, (x, y) - координаты конца зуба. Тогда расположение звена цепи определяется координатами двух точек $\{(x_0, y_0), (x, y)\}$. Учитывая, что x есть смещение звена под воздействием внешних сил (тяга энергетического механизма) и α - угол поворота под воздействием соседних звеньев цепи, будем иметь следующие формулы перехода к новым координатам. Координаты точки (x, y)

определяются координатами (x_0, y_0) и d .

$$\begin{aligned} x &= x_0 - d, \\ y &= y_0 \end{aligned} \quad (1)$$

при смещении $x_0 = x_0 - x = v$, $y_0 = y_0 + u$

$$\begin{aligned} x &= x_0 - d \cdot \cos(u) \\ y &= y_0 - d \cdot \sin(u) \end{aligned} \quad (2)$$

Второй этап. Продолжение движение звена с зубьями в почве с вращением звена цепи под действием внешних воздействий, т.е. соседних цепей (рис. 2).

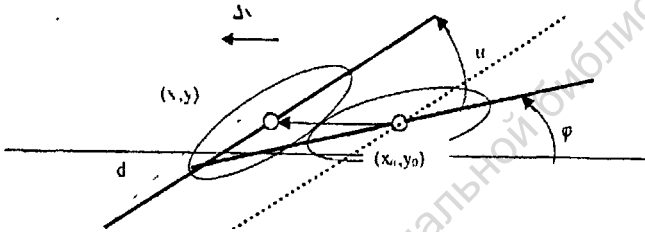


Рис. 2. Второй этап движения звена цепи.

В этом случае звено цепи участвует в двух движениях: поворот и параллельный перенос.

Угол $\varphi = \arctg \left(\frac{x - x_0}{y - y_0} \right)$ - это угол положения звена относительно направления движения.

Новый угол $\varphi + u$. Поэтому

$$\begin{cases} x = x_0 - d \cdot \cos(\varphi + u) - \Delta x, \\ y = y_0 - d \cdot \sin(\varphi + u). \end{cases} \quad (3)$$

и $x_0 = x_0 - \Delta x = v$ (4)

Третий этап. Движение звена цепи под действием внешней силы по направлению движения и его вращение с учетом сопротивления почвы. Это рабочий цикл вращения, оказывающий влияние на соседние звенья. В этом случае появляется радиус вращения r и точка центра вращения с координатами (x_r, y_r) . Они зависят от состояния почвы и ее плотности (Рис. 3).

Задавая радиус r , можно рассчитать координаты центра вращения

$$\begin{cases} x_r = x_0 + r \cdot (x - x_0) / d, \\ y_r = y_0 + r \cdot (y - y_0) / d. \end{cases} \quad (5)$$

Далее, учитывая что $x_0 = x_r - \Delta x = v$, можно получить новое значение

$$\text{координаты } y_0 = y_r \pm \sqrt{l^2 - (x_0 - x_r)^2} \quad (6)$$

и координаты конца зуба, находящегося в почве

$$\begin{cases} x = x_0 + d \cdot (x_r - x_0) / r, \\ y = y_0 + d \cdot (y_r - y_0) / r. \end{cases} \quad (7)$$

В случае очень малого сопротивления почвы (и других причин, например зависание цепи над почвой и касание концом зуба почвы) координаты центра вращения (x_r, y_r) могут совпадать с координатами центра цепи (x_0, y_0) . В общем случае радиус вращения будет близок к длине малой полуоси эллипса, моделирующего звено цепи

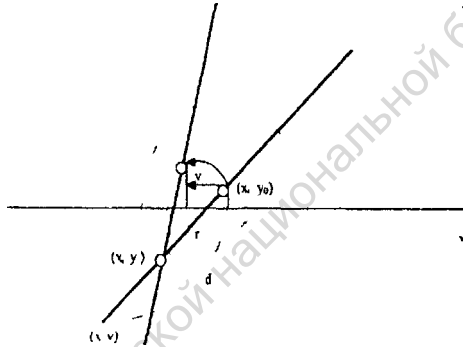


Рис 3 Третий этап движения звена цепи

Четвертый этап. Окончание движения с вращением звена цепи под действием внешних воздействий (соседних звеньев). При этом центр вращения (x_r, y_r) опять смещается в центр звена цепи (x_0, y_0)

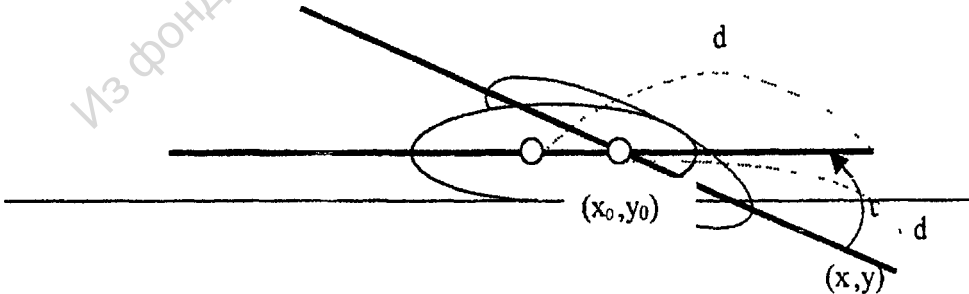


Рис 4 Четвертый этап движения звена цепи

$$\text{Присмещении } x_0 = x_0 - \Delta x = v, \quad y_0 = y_0 \quad (8)$$

будем иметь следующие координаты конца зуба

$$\begin{cases} x = x_0 - d \cdot \cos(u), \\ y = y_0 - d \cdot \sin(u). \end{cases} \quad (9)$$

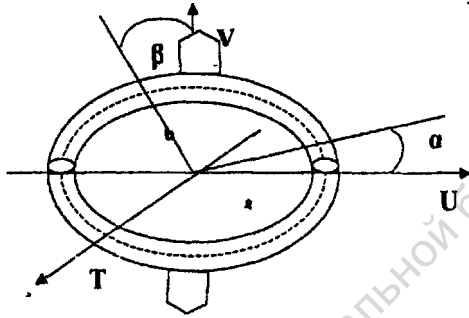


Рис. 5. Схема звена цепи.

Возьмем исходную точку (x_0, y_0) , начальный угол φ_0 , скорость движения агрегата v_0 , радиус, определяющий угловую скорость всей цепи r_0 . Будем иметь угловую скорость $\omega_0 = 2\pi \frac{v_0}{r_0}$, угол поворота $\alpha = \varphi_0 + \omega_0 * t$. Тогда, оценивая изменения координат за время t , получим следующие формулы. (10)

$$\begin{cases} x - x_0 = r * \cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\gamma) + r * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta) * \sin(\gamma) - v_0 * t \\ z - z_0 = -r * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\beta) * \sin(\gamma) + r * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta) * \cos(\gamma) \\ y - y_0 = r * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\beta) \end{cases}$$

По этим формулам можно найти координатные скорости, как изменения координат по времени. То есть

$$v_x = \frac{d(x-x_0)}{dt}, v_y = \frac{d(y-y_0)}{dt}, v_z = \frac{d(z-z_0)}{dt} \quad (11-12)$$

$$\begin{cases} v_x = -r * \omega_0 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\gamma) + r * \omega_0 * \cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta) * \sin(\gamma) - v_0 \\ v_z = -r * \omega_0 * \cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * (\cos(\beta) * \sin(\gamma) + \sin(\beta) * \cos(\gamma)) \\ v_y = r * \omega_0 * \cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\beta) \end{cases}$$

Скорость точки будет определяться как

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (13)$$

Взяв вторые производные, можно найти ускорения движения точки (14)

$$\begin{cases} a_x = -r * \omega_0^2 * \cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\gamma) - r * \omega_0^2 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta) * \sin(\gamma) \\ a_z = r * \omega_0^2 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * (\cos(\beta) * \sin(\gamma) + \sin(\beta) * \cos(\gamma)) \\ a_y = -r * \omega_0^2 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\beta) \end{cases}$$

Или, после приведения формул к соответствующему виду, получим (15)

$$\begin{cases} a_x = -r * \omega_0^2 * (\cos(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\gamma) - \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta) * \sin(\gamma)) \\ a_z = \frac{1}{2} r * \omega_0^2 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \sin(\beta + \gamma) \\ a_y = -r * \omega_0^2 * \sin(\varphi_0 + \omega_0 * t) * \cos(\beta) \end{cases}$$

Ускорение движения точки будет определяться по формуле

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (16)$$

Динамика движения

На начальной стадии погружения зуба центрального звена в почву сопротивление почвы (R_s) преодолевается силами движения агрегата (P_v) силами тяжести цепи (P_t) и силами вращательного движения P_ω , образующимися при комплексном воздействии почвы на цепное устройство (Рис.6). Интегрированная сила сопротивления при погружении зуба в почву должна быть меньше интегрированной силы образующейся при движении цепного устройства. В противном случае возникают ситуации поверхностного движения звена по грунту или его подпрыгивание.

При дальнейшем погружении зуба в почву и движении агрегата, силы сопротивления создают эффект вращательного движения (рис. 7) при этом влияние силы тяжести ослабевает, а уровень сопротивления почвы формирует центр вращения.

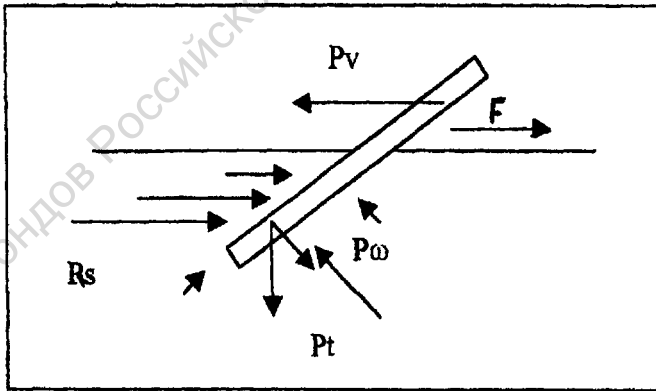


Рис. 6. Силы, действующие на зуб.

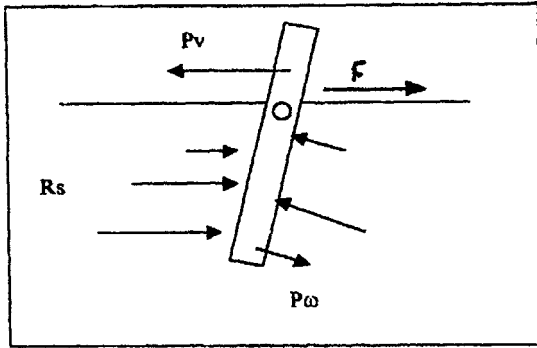


Рис. 7. Вращательное движение.

Уравнение сопротивления почвы цепной линии имеет следующий вид:

$$R = K \cdot t \cdot k \cdot n + d \cdot k \cdot n + F, \quad (17)$$

где K - калибр цепи, мм; t - шаг звеньев, мм; k - удельное сопротивление почвы, $\text{кг}/\text{см}^2$; n - количество звеньев (зубьев) цепи; d - длина зуба, мм; d - диаметр зуба, мм; F - сила трения, тс.—

Как показал анализ цепей по ТУ 12.0173856-88 «Цепи круглозвенные сварные общего назначения», калибр цепей является определяющим для других параметров: длина звена - $L_3 = 6K$; шаг - $t = 4K$; ширина звена - $b = 3,6K$; масса одного погонного метра - $m = 0,7K$. Количество звеньев на длине цепи $n = L_{\text{ц}} / \text{ЧК}$. Полученные зависимости являются характеристиками рабочего органа.

Силы, действующие на цепь

Рассматривая всю цепь как единый механизм, следует отметить, что все его части по-разному влияют на обработку почвы. Выделим три основных части: средняя рабочая часть (она формирует вращательное движение цепи) и две боковых (они наиболее эффективно ведут обработку почвы). Рис. 8.

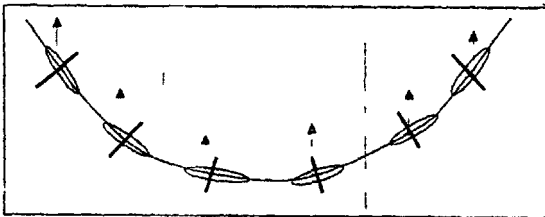


Рис. 8. Схема цепи.

При увеличении угла атаки γ (поворота звена цепи относительно направления движения) уменьшается влияние сопротивления почвы на формирование вращательного движения. При сильном натяжении цепи все ее звенья формируют вращательное движение. Однако при этом недостаточно выравнивается рельеф почвы, могут оставаться впадины, из-за слабого натяжения цепи сужается область формирования вращательного движения цепи, усиливается сопротивление почвы по сторонам цепи. Эффект вращательного движения сторон цепи усиливается, происходит интенсивное рыхление и выброс сорняков. Цепной адаптер приведем к уравнению цепной линии.

Длину цепи можно вычислить, используя математическое уравнение цепной

$$\text{линии } Y = a \frac{e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}}{2} = a * ch\left(\frac{x}{a}\right). \quad (18)$$

Для данного случая преобразуем уравнение к более удобному виду.

$$Y = b * \left(ch(1) - ch\left(\frac{x}{a}\right) \right) \quad (19)$$

Найдем производную уравнения цепной линии

$$Y' = -\frac{b}{a} * sh\left(\frac{x}{a}\right) \quad (20)$$

Длину цепной линии рассчитаем по интегральной

$$\text{формуле } L = \int_{-a}^a \sqrt{1 + y'^2} dx = \int_{-a}^a \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} * sh^2\left(\frac{x}{a}\right)} dx. \quad (21)$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(s_i - t_i)^2}{t_i}, \quad (22)$$

где s - фактически наблюдаемые отклики, t - теоретические отклики, а степени свободы определяются по формуле $f=n-2$. (23)

Решая уравнение (17-21) получаем следующие пределы параметров: калибр цепи $K=31-34$ мм; диаметр зуба $d=14-17$ мм; длина зуба $l=60-80$ мм; длина цепи $L=4500-5030$ мм.

Исходя из этих данных, будут выбираться диапазоны значений при проведении экспериментальных исследований для уточнения параметров.

Третья глава. В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» сформулированы цели и задачи, представлена программа и методика экспериментальных исследований, которая включает изучение взаимодействия рабочих органов цепного адаптера с почвой и определение конструктивных параметров звена цепи, формы и размера зуба; длины цепи и кинематического параметра движения; проведение сравнительных полевых исследований с определением качественных показателей технологического процесса обработки почвы и посева, урожайности зерновых культур, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей, определение показателей экономической эффективности

Дана характеристика приборного обеспечения экспериментальных исследований, условий проведения опытов и замера исследуемых параметров. Для проведения работ были изготовлены специальные приспособления, тензометрические датчики и рукоятки, применялась специальная регистрирующая аппаратура ЭМА-ПМ, осциллограф и другое оборудование. Исследования проводились по стандартным методикам ГОСТ 20915-75, ГОСТ 23728-88, 23729-88, ОСТ 10 2.18-2001. ОСТ 10 4.2-2001, ОСТ 10.5.1-2000, ОСТ 10 2.2-2002, методика полевого опыта (Б.А.Доспехов). Это позволило провести научные исследования на достаточно высоком методическом уровне.

Полученные данные обрабатывались методом математической статистики с применением ЭВМ IBM PC/AT и программного обеспечения STATISTICA. Для характеристики точности опыта при учете урожая зерновых культур определяли наименьшую существенную разность HCP_{05} , HCP_{01} . Достоверность результатов оценивалась по F - критерию Фишера.

В четвертой главе «Экспериментальные исследования» представлены результаты лабораторных и полевых экспериментов. Приведены основные экспериментальные зависимости и установлены рациональные параметры и режимы работы цепного адаптера. Анализ условий работы почвообрабатывающих и посевных машин позволил выявить линейные регрессивные зависимости влияния влажности почвы на ее твердость и плотность. При анализе качественных и энергетических показателей обработки почвы получены зависимости гребнистости и крошения, крошения и тягового сопротивления. Полученные зависимости отражают взаимосвязь характеристик почвы и их влияние на качественные показатели процесса обработки почвы.

- Для определения формы и размера зуба были изготовлены зубья разной формы и сечения; была собрана экспериментальная установка; нагрузка на зуб записывалась на осциллограмму. После каждого прохода зуба в почве образуется выемка (лунка), определенного объема. Для оценки типа зуба был введен удельный показатель - отношение максимальной нагрузки на зуб к объему образуемой лунки. Зависимость приведена на рис. 9.

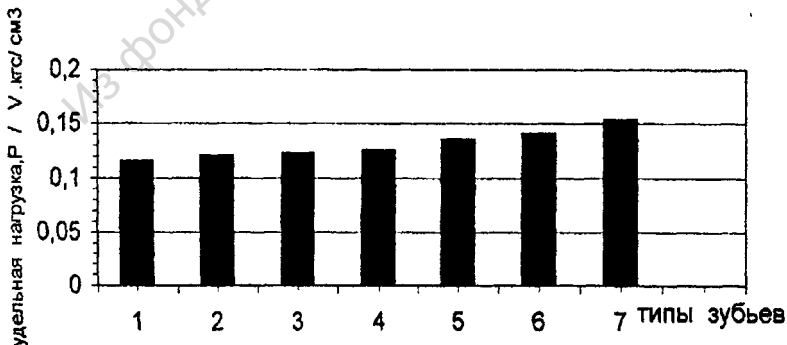


Рис. 9. Зависимость удельного показателя от типа зубьев.

Для зубьев диаметром 15 мм разной формы (ТИП 4) вариабельность удельною показателя незначительна. Рациональным профилем зуба является прямой стержень круглого сечения диаметром 15 мм. Для определения оптимальных параметров звена цепи на стадии лабораторных исследований применялась теория планирования эксперимента. Был реализован полный трех факторный эксперимент. В качестве исследуемых факторов были приняты : калибр (диаметр тела звена) K (X_1); длина зуба (X_2); диаметр зуба d (X_3).

После реализации эксперимента было получено уравнение регрессии:

$$Y = 0,10 - 0,06x_1 + 0,04x_2 + 0,06x_3 - 0,06x_1x_2 - 0,09x_1x_3 + 0,09x_2x_3 + 0,14x_1^2 + 0,02x_2^2 - 0,01x_3^2$$

По результатам проверки по критерию Фишера модель признана адекватной.

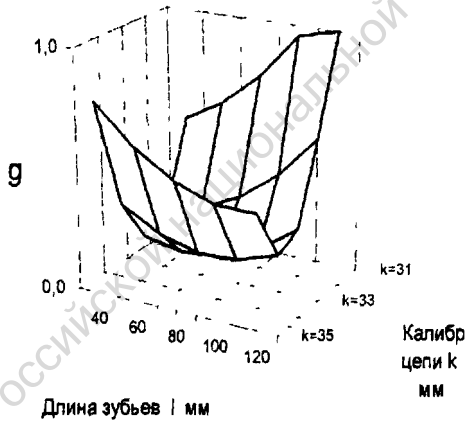


Рис. 10. Поверхность отклика $Y=f(K, l, d)$.

Рациональными значениями параметра звена цепи являются: калибр - 32 мм, длина зуба - 70 мм, диаметр зуба - 15 мм.

Для определения рациональной длины цепи был реализован двух факторный эксперимент. В качестве исследуемых факторов были приняты: скорость движения агрегата V (x_1), длина цепи L (x_2), отклик Y - агропоказатели и тяговое сопротивление

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 179,5 - 2x_1 + 33x_2 - 4,5x_1x_2 + 22,25x_1^2 + 37,75x_2^2$$

Реализация модели в виде поверхностей откликов приведена на рис. 11.

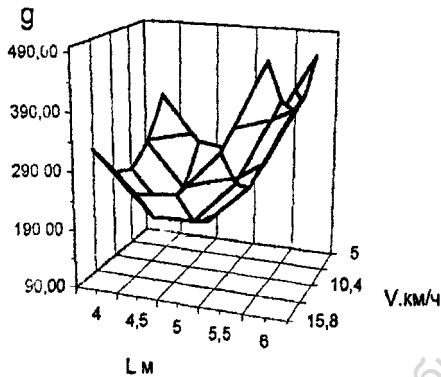


Рис. 11. Поверхность отклика $Y = f(V, L)$,

По оптимальным величинам гребнистости, плотности, крошению почвы и тяговому сопротивлению рациональной является цепь длиной 4,5 м. В результате эксперимента были определены кинематический параметр движения $\lambda = 0,4$ и коэффициент отношения длины цепи к ширине захвата орудия $\mu = 1,2$.

Далее приведены результаты сравнительных полевых исследований. Полевые исследования проводились в период 2001-2003г.г. Ввиду того, что цепной адаптер сочетает в себе функции бороны и катка, то на обработке паровых полей использовался серийный культиватор КПЭ-3,8А в вариантах: с цепным адаптером, с круглой бесприводной штангой и с зубовой бороной БЗТС-1 (контроль 1); также культиваторы КПЭ-3,8В, АПК-3,8, Лидер-4 (контроль 2). На посеве зерновых культур использовалась сеялка СЗС-6 (контроль 1), СЗС-6 с цепным адаптером, СКП-2,1 (контроль 2), СКП-2,1с цепным адаптером. Получены зависимости гребнистости, плотности почвы, крошения, вынесения «вычесывание» сорняков на поверхность поля, эрозийности, сохранению стерни, равномерности заделки семян, урожайности - от типа рабочих органов культиваторов и сеялок.

Зависимость гребнистости от типа рабочих органов культиватора и сеялок имеют одинаковую тенденцию.

Гребнистость КПЭ-3,8А + цепь находится на уровне 2,5, см на контроле (КПЭ-3,8А+БЗТС-1,0) этот показатель составляет 4,3 см, (у Лидера) - 4 см. По сеялкам с цепью - 2-2,7 см, на контроле 3,8 - 4,5 см. Оптимальную плотность (при культивации) $1,15 \text{ г/см}^3$ обеспечивает лишь цепной адаптер, у Лидера - $1,05 \text{ кг/см}^3$. Крошение составляет: КПЭ-3,8А+БЗТС-1-80%; КПЭ-3,8А+цепь - 89%, Лидер - 74%. Все варианты сеялок имеют плотность в пределах 1,2 - $1,3 \text{ г/см}^3$. Вынесение (вычесывания сорняков) в пределах 97 - 98 % обеспечивает цепной адаптер, по сравнению с контролем (КПЭ-3,8А+БЗТС-1) на 38 %, (с Лидером) на 18%, с СЗС-6 на 62 %, с СКП-2,1 на 35 %.

Количество семян, заделанных в слое фактической глубины заделки и в 2-х соседних односантиметровых слоях по сеялкам с цепным адаптером составляет 85 - 87 % (по агротребованиям не менее 80 %). Это происходит за счет выравнивания поверхности почвы; полевая всхожесть повышается на 15-16%.

В итоге урожайность повысилась на 0,16 - 0,19 т/га. Зависимость урожайности от типа сеялок приведена на рис. 12.

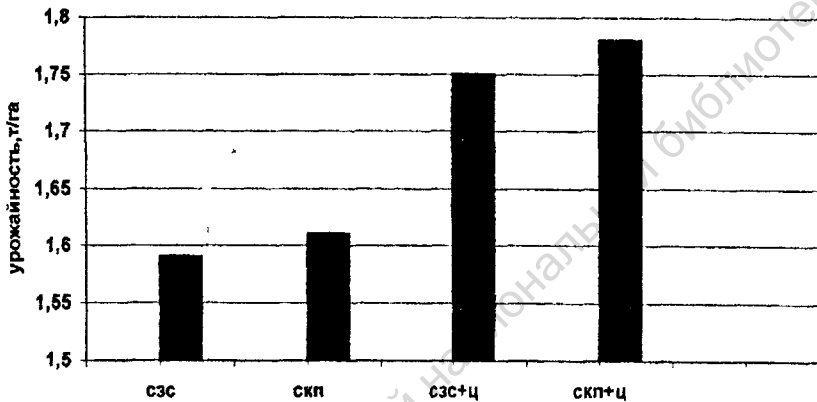


Рис. 12. Зависимость урожайности от способов посева.

В пятой главе представлены материалы по оценке эффективности применения ротационного адаптера цепного типа на обработке почвы и посева. Годовой экономический эффект составляет до 289000 рублей, срок окупаемости - до 0,5 года.

Общие выводы и предложения

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Анализ существующих конструкций культиваторов и сеялок показывает, что большинство из них не обеспечивает выравнивание поверхности поля, уничтожение сорняков и не создает необходимой плотности сложения почвы.

2. Выявлено влияние конструктивных и технологических параметров ротационного адаптера на качественные показатели технологического процесса обработки почвы и посева: получены регрессивные уравнения зависимости гребнистости, плотности почвы, крошения, тягового сопротивления от калибра цепи, длины и диаметра зубового зацепа, скорости движения агрегата и длины цепи.

3. Обоснованы рациональные параметры рабочих органов ротационного адаптера, при которых качество технологического процесса соответствует агротехническим требованиям:

калибр звена - $K = 32$ мм;

диаметр зуба - $d = 15$ мм;

длина зуба $l = 70$ мм;

длина цепи $L = 4500$ мм;

кинематический параметр $\lambda = 0,4$;

коэффициент отношения длины цепи к ширине захвата орудий $\mu = 1,2$;

диапазон рациональных скоростей движения — $V = 8-13$ км/ч.

4. Агротехнической, энергетической и эксплуатационно-технологической оценками установлено, что применение адаптера цепного типа с КПЭ-3,8А; СЗС-6; СКП-2,1 обеспечивает выполнение агротехнических требований и повышение урожайности на 0,16-0,19 т/га; снижение себестоимости работ до 37,6%; снижение трудоемкости работ до 50%; снижение расхода ГСМ до 29,5%; снижение металлоемкости до 31,3%.

5. Годовой экономический эффект составляет на обработке пара до 216 тысяч рублей, на посеве - до 289 тысяч рублей на площади 1000 га; срок окупаемости - до 0,5 года.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1. Проведение исследований и разработка рекомендаций по применению энергосберегающих технологий на базе новой высокопроизводительной техники для минимальной и нулевой обработки почв. /Г.Е.Чепурин, А.Н.Власенко, Г.Л.Утенков, В.М.Котенев и др.// Отчет по НИР (Государственный контракт с МСХ РФ № 1312/26 от 27.09.2002 г.) - Краснообск, 2002-224 С.

2. Зональные агротехнические требования к технологиям возделывания зерновых культур в Омской области / И.М.Васьков, И.Ф.Храмцов, А.А.Кем, В.М.Котенев и др.// - Омск, 2002 -19С.

3. Котенев В.М. Оценка показателей качества процессов подготовки почвы и посева зерновых культур в зависимости от вида рабочих органов. /В.М.Котенев, Г.Л.Утенков// Информационные технологии системы и приборы в исследовании сельскохозяйственных процессов: Материалы международной научно - практической конференции /ГНУ СибФТИ// - Новосибирск, 2003 - С.216-219.

4. Котенев В.М. Адаптация рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин к условиям почвозащитного земледелия Западной Сибири /В.М.Котенев// Проблемы экологии Агропромышленного комплекса: Материалы научно-практической конференции - Новосибирск, 2002 - С. 107-108.

5. Котенев В.М. Повышение эффективности технологического процесса обработки почвы и посева зерновых культур. /В.М.Котенев/ - Сибирский вестник науки, 2004 - № 2 - С. 134-136.

6. Котенев В.М. Применение цепного адаптера к сеялкам и культиваторам в условиях почвозащитного земледелия /В.М.Котенев// Состояние, проблемы и перспективы развития механизации сельского хозяйства для АПК: Материалы международной научно-практической конференции - Алматы, 2004, книга 1, -С. 59-61.

7. Основные закономерности, определяющие интенсивность воздействия машинных технологий при обработке почвы. /Г.Л.Утенков, И.П. Добролюбов, В.М.Котенев //Пролемы экологии агропромышленного комплекса: Материалы научно-практической конференции - Новосибирск, 2002 - С. 56-61.

8. Экспресс-метод комплексной оценки технологического процесса обработки почвы /Г.Л.Утенков, И.П.Добролюбов, В.М.Котенев//. Проблемы качества продукции в XXI веке. Методы и технические средства испытаний и сертификации технологий и техники: Материалы международной научно-практической конференции - Росинформагротех, 2003 - С. 20-25.

9. Оценка эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур по агротехническим показателям /Г.Л.Утенков, В.М.Котенев// Экономика АПК: тенденции и проблемы развития: научно-технический бюллетень - Новосибирск, 2003 - вып. 6. - С. 57-59.

10. Информационный анализ процессов обработки почвы и посева зерновых культур с различным уровнем интенсификации/ Г.В.Чертков, В.М.Котенев, Г.Л.Утенков// Информационные технологии, информационно-измерительные системы и приборы в исследованиях сельскохозяйственных процессов: Материалы международной научно-практической конференции - Новосибирск, 2003 - С. 236-238.

11. Совершенствование машин и орудий в земледелии засушливых районов Сибири - база повышения урожайности/ Ю.Б.Мощенко, В.Ф.Клюстер, В.М.Котенев// Сибирский фермер, 2003 - № 4 - С. 10-14.

12. Оценка эффективности факторов интенсификации в технологических процессах возделывания зерновых культур /Г.Л.Утенков, Г.В.Чертков, В.М.Котенев, С.А.Тастенов// Материалы научно-практической конференции - Кемерово - 2004.

Подписано в печать 29.10.04.

Печать на ризографе. Бум. офсетная. Формат 60x84 1/16.
Печ. л. 1,06 (1,0). Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 45.

Отпечатано с готовых оригинал-макетов
в типографии ООО ИПЦ «Сфера»

Омск, Проспект Королева, 28, оф. 238.

Тел.: 89029729341, 89029674240. Тел./факс: (3812) 158488.

e-mail: ipc_sfera@mail.ru

№ 22039

РНБ Русский фонд

2005-4

20921

Из фондов Российской национальной библиотеки