

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

ЖИГАН СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК 631.313.72

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО РАБОЧЕГО
ОРГАНА ПАССИВНОГО ПРИВОДА ДЛЯ ПОПЕРКНОСТНОГО
ПОСЛЕПОЖИВНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Специальность 05.20.01 - механизация сельско-
хозяйственного производства

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков. 1995 г.



00778338 (-)

Работа выполнена в Харьковском государственном техническом университете сельского хозяйства и механизации в Таврическом научно-исследовательском институте сельскохозяйственного машиностроения (УкрНИИСХОМ) и в Таврической государственной агротехнической академии (ТГАТА).

Научный руководитель - кандидат технических наук, профессор
Евсюков Тихон Павлович

Официальные оппоненты:

1. Член-корреспондент УААН, доктор технических наук,
профессор Кущнарев Артур Сергеевич
2. Кандидат технических наук,
доцент Пашенко Владимир Филимонович

Ведущая организация - Южный филиал ИМЭСХ УААН
(п. г. т. Акимовка Запорожской обл.)

Защита состоится 25 - января 1996 года в 10⁰⁰ часов
на заседании специализированного совета К 02.20.02 при Харьковском государственном техническом университете сельского хозяйства по адресу: 310078, г. Харьков - 78, ул. Артема, 44, ХГТУСХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского государственного технического университета сельского хозяйства.

Автореферат разослан 21 - декабря 1995 года.

Ученый секретарь
специализированного совета,
д. т. н., проф.

Л. С. Ермолов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. В системе основной обработки почвы важная роль принадлежит пожнивному рыхлению которое должно обеспечить залелку семян сорняков и спровоцировать их всходы, создать мульчирующий слой из корне-поживных остатков и почвы без образования глыб и её пылеобразной структуры. Создание такого мульчирующего слоя обеспечивает также максимальное сохранение почвенной влаги и придает почве противодиффузионные и противозрозионные свойства.

В настоящее время послепоживная обработка почвы проводится дисковыми лучильниками которые, как показывают исследования многих авторов, выполняют свою функцию только при оптимальной влажности почвы, что маловероятно в уборочный период в Степной зоне Украины. В практике в большинстве случаев из-за тяжелых почвенных условий (малая влажность и большая твердость почвы) поживная обработка почвы осуществляется дисковыми боронами, что приводит к образованию глыб с соответствующими отрицательными последствиями. Исследованиями рядом авторов применение дисковых лучильников и борон в подобных условиях не рекомендуется, как необеспечивающих требования агротехники.

Недостатки орудий с дисковыми рабочими органами известны давно, однако их отрицательный эффект проявляется интенсивнее при почвозащитной системе земледелия и применение их на первой послепоживной обработке почвы вызвано лишь отсутствием более современных машин-орудий.

Таким образом, актуальным вопросом является создание таких рабочих органов которые выполняли бы гарантированное поверхностное рыхление почвы при самых неблагоприятных условиях, обеспечивая создание мульчи из корне-поживных остатков или оставленной соломы без образования глыб и излишнего распыления почвы. Наличие роторных рабочих органов с активным приводом в некоторой степени позволяет вести поверхностное рыхление почвы, однако, они не обеспечивают агротехнические требования по сохранению стерневых поживных остатков и распылению почвы.

В связи с этим, одним из перспективных направлений создания новых средств механизации для почвозащитной системы земледелия является создание принципиально новых пассивных роторных рабочих органов, максимально использующих эффект резания со скольжением и

обеспечивающих образование мульчирующего слоя в соответствии с агротехническими требованиями.

Таким образом, обоснование оптимальных параметров роторного рабочего органа пассивного привода для пожнивной поверхностной обработки почвы приобретает особую актуальность, что решается в настоящей работе.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Целью диссертационной работы является исследование и создание роторного рабочего органа пассивного привода с оптимальными параметрами для поверхностной обработки почвы в пожнивный период, обеспечивающего агротехнические требования при почвозащитной системе земледелия.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ. Объектом исследований является технологический процесс пожнивной обработки почвы, роторный рабочий орган пассивного привода и установление взаимосвязи между его конструктивными и технологическими параметрами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. При проведении исследований использовались элементы прикладной теории механики сплошных сред, методы математического планирования экспериментальных исследований и статистики, тензометрирования, стандартных и частных методик лабораторно-полевых исследований. Расчеты и обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на ПЭМ типа ЕС-1640, ИЕМ РС/АТ.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Научной новизной диссертационной работы являются следующие положения, которые выносятся на защиту:

- разработка математических зависимостей отражающих функциональную взаимосвязь между технологическими и конструктивными параметрами роторного рабочего органа пассивного привода;
- установление корреляционной связи между параметрами зоны (площади) скалывания (рыхления) почвы и параметрами роторного рабочего органа;
- разработка роторного рабочего органа пассивного привода для рыхлителя почвы (а. с. №1435166 и №1817956).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. Практической ценностью работы является обоснование и разработка рабочего органа роторного типа пассивного привода, обеспечивающего рыхление поверхностного слоя почвы и измельчение корне-пожнивных остатков.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертационной работы докладывались на научно-методических конференциях ХИМЭСХа (ныне

ХТВСХ) и МИМСХа (ныне ТГАТА, г. Мелитополь), на Всесоюзной научно-технической конференции "Современные проблемы земледельческой механики" в 1989 году (г. Мелитополь, МИМСХ) и на научно-технических советах УкрНИИСХОМа (г. Харьков).

Тема исследований была составной частью научно-исследовательской работы ТГАТА (г. Мелитополь) д. д. № 2.52/318 (17-Х93).

ПУБЛИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИИ. Основные положения диссертационной работы изложены в шести печатных работах, в том числе в двух авторских свидетельствах на изобретение по данной теме.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИИ. Результаты исследований реализованы при разработке ТГАТА (г. Мелитополь) рыхлителя почвы, изготовленного на Калиновском ремонтно-механическом заводе Винницкой области и производственном использовании опытного образца в условиях хозяйства.

ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация изложена на 165 страницах машинописного текста, содержит 30 таблиц, 47 рисунков. Текстовая часть состоит из введения, пяти глав, выводов и предложений. Список литературы включает 98 наименований, в том числе 6 иностранных авторов. Вспомогательный материал диссертации представлен в приложении на 14 листах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, цель исследований, излагается научная новизна и практическая ценность работы, а также сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе "Состояние вопроса и задачи исследования" рассмотрены тенденции развития технологий и приемов механической обработки почвы в системе земледелия. Отмечено, что на качество обработки почвы влияют ее физико-механические свойства (влажность, твердость, плотность, удельное сопротивление и др.), которые находятся в определенной взаимосвязи между собой. Установлено, что поверхностное послепожнивное рыхление почвы является важной технологической операцией, обеспечивающей эффективную борьбу с сорной растительностью, накопление и сохранение влаги, создание мульчирующего слоя и придание почве защитных протопрофиляционных и противозерозионных свойств, что в конечном счете способствует улучшению плодородия почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Дан анализ работ по исследованию поверхностного

рыхления почвы в системе основной ее обработки и обзор конструкций существующих рабочих органов машин-орудий применяемых для этой цели.

С учётом изложенного установлено, что существует большое разнообразие рабочих органов для поверхностной обработки почвы, как активного привода так и пассивного, однако, нет машин-орудий, обеспечивающих качественное выполнение первой пожнивной обработки почвы (лущение стерни) особенно при повышенной плотности ее в засушливые периоды.

Обзор состояния вопроса позволил сформулировать следующие задачи исследований:

1. Теоретически обосновать параметры роторного рабочего органа пассивного привода и провести исследования влияния конструктивных параметров, условий и режимов работы рабочих органов на их качественные показатели при пожнивной обработке почвы.

2. Провести сравнительную оценку качественных показателей существующих машин-орудий на первой послепожнивной обработке почвы.

3. Разработать конструкцию роторного рабочего органа и предложена по эффективному его использованию при создании рыхлителя для поверхностной послепожнивной обработки почвы в условиях Степной и лесостепной зон Украины.

4. Провести экспериментальные исследования и определить влияния основных параметров роторного рабочего органа на качественные и энергетические показатели при послепожнивной обработке почвы.

5. Установить агротехнические и технико-экономические показатели работы рыхлителя с роторными рабочими органами пассивного привода на послепожнивной обработке почвы.

Во второй главе "Теоретические исследования и обоснование оптимальных параметров рабочего органа пассивного привода для послепожнивной обработки почвы" приводятся результаты теоретических исследований по обоснованию оптимальных параметров предлагаемого роторного рабочего органа пассивного привода и влияния их на агротехнические и энергетические показатели.

Обоснование кинематических параметров роторного рабочего органа. Установлено, что характер деформации и перемещения почвы, резание корне-пожвиных и растительных остатков под воздействием

ножей ротора зависят от целого ряда параметров, а именно: радиуса ротора (R), угла установки его в горизонтальной плоскости (т. е. угла атаки $-\mathcal{L}$), углового смещения ножей дисков относительно друг друга (φ), расстояния между дисками ножей по оси ротора (E), скорости поступательного движения (V), а также свойств почвы. Перечисленные параметры роторного рабочего органа строго взаимосвязаны и зависят также от глубины обработки почвы, рис. 1.

Нами также установлено, что для выполнения технологического процесса с требуемым качеством необходимо определенное расположение ножей роторного рабочего органа относительно друг друга (1, 2, 3 и т. д., рис. 2) с учетом взаимосвязи радиуса ротора, глубины рыхления и угла атаки.

Известно, что траектория движения ножа (точка M , рис. 1) в параметрической форме представляет собой "обмкновенную" циклоиду.

При движении ножа по циклоиде "полезная" работа его выполняется по длине отрезка K_1K_2 при вращательном движении ротора и $K'_1K''_2$ при его поступательном движении.

Для того, чтобы ножи ротора совершали сплошное резание поверхности почвы необходимо соблюдение условий: точка выхода первого ножа первого диска (1) должна совпадать с точкой входа первого ножа второго диска (2) (точка K'_1); точка выхода второго ножа первого диска - с точкой входа второго ножа второго диска и т. д., рис. 1. Однако, с учетом перекрытия $\Delta \mathcal{L}$ точка K'_1 должна находиться на глубине Δh .

Для обеспечения этих условий с учетом преобразований параметрических уравнений циклоиды нами установлена функциональная взаимосвязь между радиусом ротора (R), глубиной рыхления (H), углом атаки (\mathcal{L}), угловым смещением ножей дисков относительно друг друга (φ) и расстоянием между дисками ножей по оси ротора (E):

$$E = 2tg \mathcal{L} [tg \varphi (R - H) + \sqrt{H(2R - H)}].$$

Для облегчения подбора значений параметров R , H , \mathcal{L} , φ и E разработана соответствующая номограмма.

Зависимость степени рыхления почвы от основных параметров ротора и рабочих органов (радиуса и угла атаки). Степень рыхления почвы роторным рабочим органом, плоскость вращения которого расположена под углом \mathcal{L} к направлению движения, представляется отношением суммарного объема взрыхленной почвы за один оборот ножей ротора к объему почвы, которую может взрыхлить заторможен-

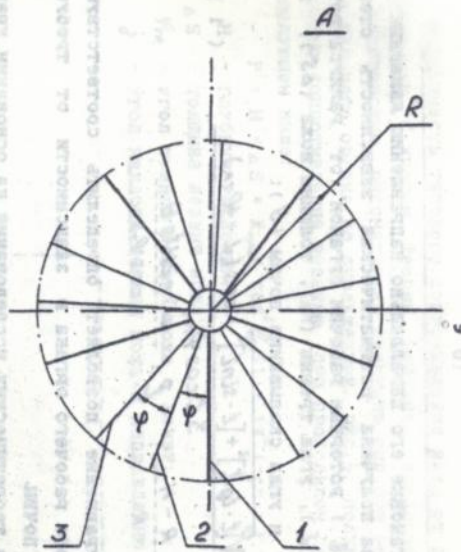
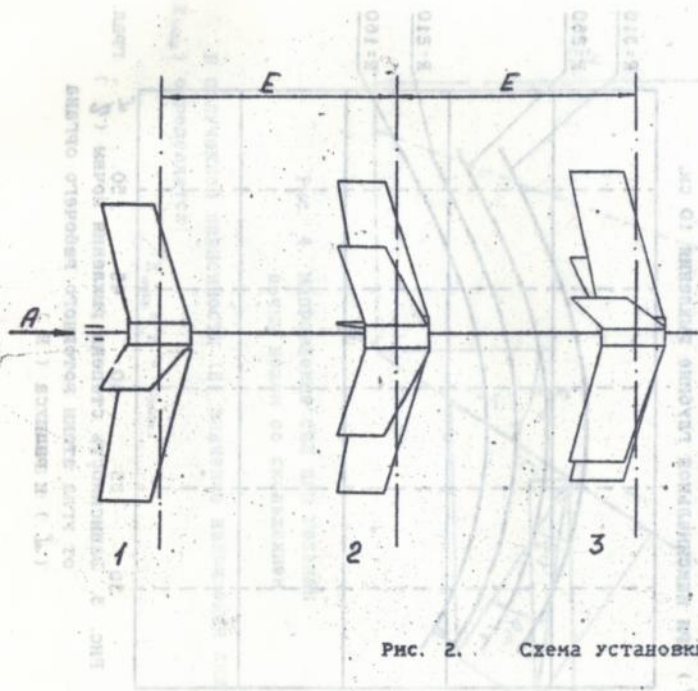


Рис. 2. Схема установки ножей на оси ротора

ный ротор при установке его параллельно направлению движения. Исходя из этого была получена математическая зависимость степени рыхления почвы (η) роторным рабочим органом от радиуса ротора (R), угла атаки (α), угла трения ($\varphi_{тр}$), толщины ножа (ΔS), глубины рыхления (H) и угла скалывания почвы (θ):

$$\eta = \frac{\pi \cdot 2R \cdot \sqrt{[\alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha]^2 + [\alpha \cdot \sin \alpha]^2} \cdot \cos(\alpha + \varphi_{тр})}{3L \cos \varphi_{тр}} \quad (1)$$

где $\alpha = \arccos \frac{R-H}{R}$; $L = \frac{\Delta S + 2H \operatorname{tg} \theta}{\cos \varphi_{тр}}$.

Полученное уравнение позволяет определить соответствующие параметры роторного рабочего органа в зависимости от требуемой степени рыхления почвы.

В результате теоретических исследований на основании уравнения (1) установлен оптимальный угол атаки роторного рабочего органа при котором значение степени рыхления почвы максимальное. На рис. 3 в качестве примера приведен график степени рыхления (η) в зависимости от угла атаки (α) и радиуса роторного рабочего органа (R) при максимальной глубине рыхления 10 см.

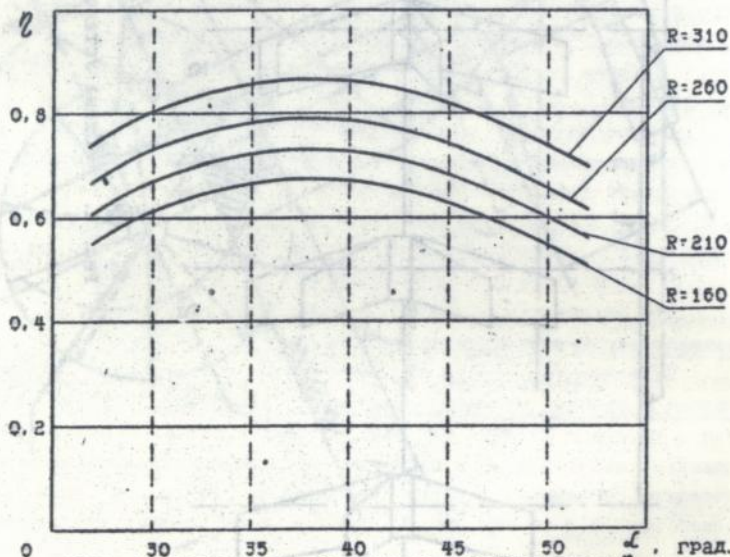


Рис. 3. Зависимость степени рыхления почвы (η) от угла атаки роторного рабочего органа (α) и радиуса (R)

Зависимость тягового сопротивления ножа от резания почв со скольжением. С учетом теории резания, предложенной академиком В. А. Желиговским, рассматривая действие сил при резании почвы лезвием рабочего органа со скольжением, рис. 4, получена зависимость тягового сопротивления резанию (при продольном перемещении ножа) в следующем виде:

$$P' = H \cdot \Delta S \cdot K_{max} \cdot \cos^2 \varphi_{гр} [1 + \operatorname{tg}^2 (-\frac{\pi}{2} - j - \varphi_{гр})] \quad (2)$$

где H - глубина рыхления;

ΔS - толщина лезвия ножа;

$\varphi_{гр}$ - угол трения лезвия ножа о почву;

j - угол наклона лезвия ножа к направлению движения.

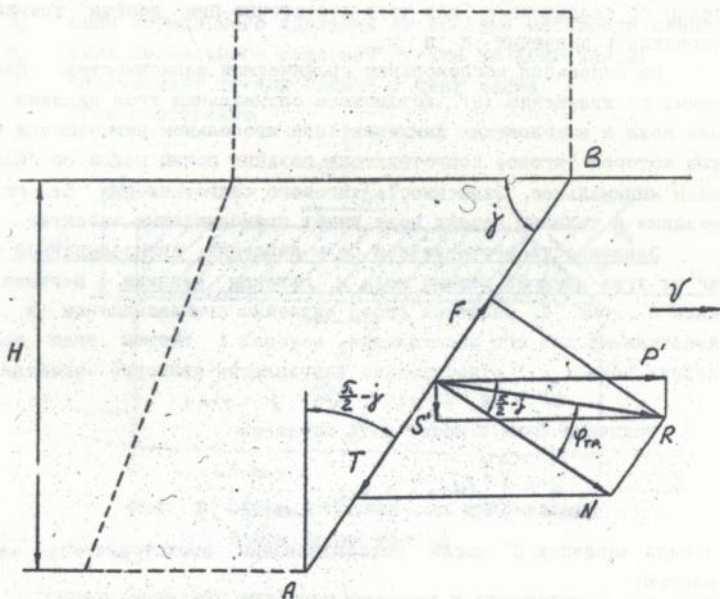


Рис. 4. Направление сил при резании почвы ножом со скольжением

В полученной зависимости (2) значение напряжения смятия почвы (K_{max}) определяется:

$$K_{max} = E \cdot \epsilon_{max} \quad (3)$$

где E - объемный коэффициент смятия;

Объемный коэффициент смятия E в свою очередь определяется по выражению:

$$E = \frac{P_{max}}{S_n \cdot h_{max}} \quad (4)$$

где P_{max} - максимальное усилие сопротивления почвы при погружении плунжера определяемое твердомером;

S_n - площадь плунжера твердомера;

h_{max} - длина почвенного слоя, определяемая глубиной погружения плунжера твердомера.

Таким образом, полученные зависимости (2), (3) и (4) позволяют теоретически определить сопротивление ножа при резании почвы со скольжением, для чего достаточно при помощи твердомера определить значения E и h_{max} .

На основании исследования графических зависимостей, построенных по уравнению (2), установлен оптимальный угол наклона лезвия ножа к направлению движения (при продольном перемещении ножа) при котором тяговое сопротивление резанию почвы ножом со скольжением минимальное. Зависимость тягового сопротивления от глубины резания и толщины лезвия ножа имеет прямолинейный характер.

Зависимость вертикальной силы давления, прикладываемой к ношу от угла наклона лезвия ножа и глубины резания. Вертикальная сила S' , рис. 4, является силой давления прикладываемой к ношу, необходимая для его заглубления, которая с учетом угла наклона лезвия ножа (j) относительно направления движения определяется:

$$S' = R \cdot \sin \left(\frac{\pi}{2} - j - \varphi_{rn} \right)$$

Величина силы R может быть выражена

$$R = \int_0^H \int_0^{\Delta S} dH d\Delta S = K_{max} \frac{\cos \varphi_{rn}}{\cos \left(\frac{\pi}{2} - j \right)},$$

а сила давления S' после преобразований представляется зависимостью:

$$S' = \int_0^H \int_0^{\Delta S} dH d\Delta S = K_{max} \cos^2 \varphi_{rn} \left(\tan \left(\frac{\pi}{2} - j \right) - \tan \varphi_{rn} \right),$$

где K_{max} - коэффициент напряжения смятия почвы.

Таким образом, вертикальная сила давления на нож должна быть определена из условий действия факторов: глубины обработки почвы

(N) и ее свойств (напряжение смятия почвы - $K_{\text{смят}}$), параметров ножа (толщина - ΔS и угол наклона лезвия ножа - j), а также угла трения ($\varphi_{\text{тр}}$). Указанная зависимость позволяет обоснованно выбрать необходимые параметры машины-орудия при ее конструировании.

Зависимость силы резания от параметров ножа (угла заострения, ширины и толщины ножа). Усилие резания клиновидным телом при наличии боковых плоскостей, рис. 5, с учетом теории клина В. П. Горячкина выражается следующим уравнением:

$$P = T_1 + N_2 \sin i + T_2 \cos i + T_3, \quad (5)$$

T_1 , T_2 и T_3 - силы трения, которые соответственно равны $N_1 f$, $N_2 f$ и $N_3 f$;

N_1 и N_3 - силы нормального давления на боковые плоскости клина;

N_2 - сила нормального давления грунта на щеку клина;

f - коэффициент трения грунта о щеку клина;

i - угол заострения.

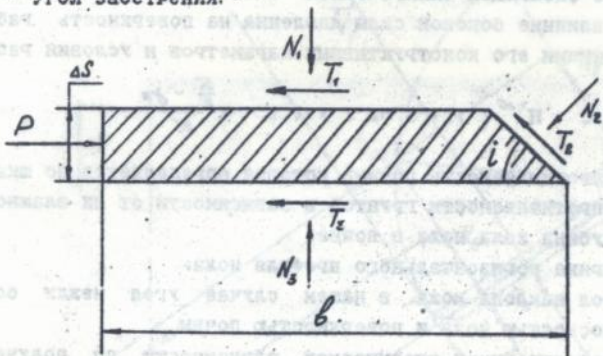


Рис. 5. Схема действия сил при резании почвы ножом ротора

С учетом значений входящих величин в уравнение (5) усилие резания грунта ножом определяется по зависимости:

$$P = \int_0^{\Delta S} \int_0^{\rho} \rho d\rho d\alpha \frac{K_1}{\cos \varphi_{\text{тр}} \sin i} (\sin i + f \cos i) + \frac{K_2 \cdot \Delta S}{\cos i + \cos \varphi_{\text{тр}}} \left(2Hb - \frac{\int_0^{\Delta S} \rho d\rho d\alpha}{\tan i} \right) \quad (6)$$

В полученной зависимости (6) значение удельного сопротивления грунта деформации K_1 определяется опытным путем, а значение удельного давления грунта на боковую плоскость ножа K_2 опре-

деляется из уравнения $\tau = K_2 + \sigma \tan \rho$, которое математически выражает закон Кулона. Однако, при проведении теоретических исследований в данной работе значение K_2 определялось по опытным данным экспериментальных исследований других авторов.

Таким образом, полученное уравнение позволяет определить влияние параметров ножа при его продольном перемещении на усилие резания и общее тяговое сопротивление.

Зависимость силы давления, воспринимаемой боковой плоскостью ножа, от углового наклона и его глубины хода в почве. При перемещении ножа в почве и его угловом наклоне на боковую плоскость действуют силы сопротивления грунта. Анализ работ по резанию почвы различными элементарными профилями позволил обобщить установленные закономерности с учетом факторов, влияющих на этот процесс, в виде следующей эмпирической формулы, которая позволяет определить влияние боковой силы давления на поверхность рабочего органа в функции его конструктивных параметров и условий работы:

$$P = C \cdot H^{1,5} (1 + 0,6b) \cdot \left(1 - \frac{\frac{\sigma}{\tau} - j_n}{\tau}\right)$$

где C - сопротивляемость почвы, которая определяется по шкале сопротивляемости грунтов в зависимости от их влажности;

H - глубина хода ножа в почве;

b - ширина горизонтального профиля ножа;

j_n - угол наклона ножа, в нашем случае угол между боковой плоскостью ножа и поверхностью почвы.

Анализ построенной графической зависимости по полученному уравнению показывает, что при заглублении ножа в почву сила бокового давления возрастает по закону параболы, а при выглублении ножа эта сила изменяется в сторону уменьшения по иной закономерности т. е. соответствует двум несколько отличающимся фазам.

Зависимость общего тягового сопротивления ножа роторного рабочего органа от глубины рыхления почвы. Для установления зависимости общего тягового сопротивления ножа роторного рабочего органа от глубины рыхления (который установлен под углом атаки \angle к направлению движения) учитывались следующие факторы и действующие силы, возникающие вследствие воздействия внешней среды, рис. 6.: сила резания (R_x) при продольном перемещении ножа в почве, которая направлена параллельно оси вращения ротора и находится на

расстоянии h от дна борозды: сила давления (R_y) боковой поверхностью ножа, которая расположена в плоскости вращения роторного рабочего органа и вертикальная сила давления (R_z), равная весу G , необходимого для заглупления ножа в почву. Указанные силы зависят от следующих основных факторов, определяемых конструкцией роторного рабочего органа и условий среды: угла атаки (α), угла наклона лезвия ножа (β), угла заострения ножа (γ), угла трения ($\varphi_{тр}$), коэффициента трения (f), толщины (ΔS) и ширины (B) ножа, радиуса роторного рабочего органа (R), коэффициента напряжения смятия почвы ($K_{см}$), удельного сопротивления грунта деформации (K_r), удельного давления грунта на боковую плоскость ножа (K_2) и сопротивляемости грунта (C).

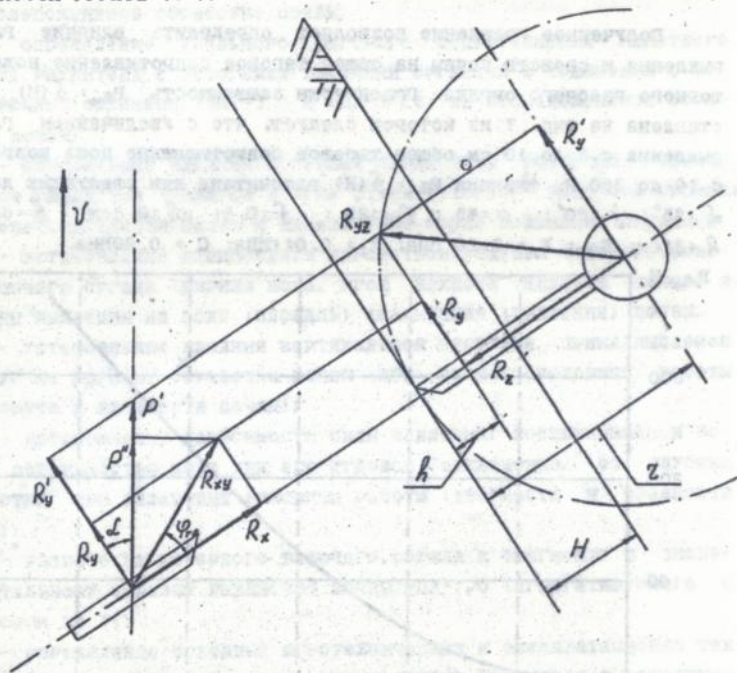


Рис. 6. Схема направления действующих сил при движении ножа роторного рабочего органа в почве при определении его общего тягового сопротивления

После соответствующих преобразований с учетом указанных факторов общее тяговое сопротивление ножа представляется зависимостью:

$$P_{\text{общ}} = \sqrt{\left[\iint_0^{\Delta S} dH d\alpha S \frac{K_1}{\cos \varphi_{\text{тр}}} \sin i (\sin i + f \cos i) + \frac{K_2 \cdot f}{\cos i \cdot \cos \varphi_{\text{тр}}} (2HB - \frac{\iint_0^{\Delta S} dH d\alpha S}{\gamma i}) \right]^2 + \left[C \cdot H^{1,35} (1 + 2B) \cdot \left(1 - \frac{\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R-H}{R}}{\pi}\right) \right]^2 \frac{\cos(\frac{\pi}{2} - \alpha - \varphi_{\text{тр}}) \cdot H}{2R} + \iint_0^{\Delta S} dH d\alpha S \cdot K_{\text{max}} \cdot \cos^2 \varphi_{\text{тр}} \cdot \left[\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} - j) - \operatorname{tg} \varphi_{\text{тр}} \right] \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{H(2R-H)}}{(2R-H) \cdot \cos \alpha}$$

Полученное уравнение позволяет определить влияние глубины рыльнения и свойств почвы на общее тяговое сопротивление ножа роторного рабочего органа. Графически зависимость $P_{\text{общ}} = f(H)$ представлена на рис. 7 из которой следует, что с увеличением глубины рыльнения с 2 до 10 см общее тяговое сопротивление ножа возрастает с 19 до 350 Н. функция $P_{\text{общ}} = f(H)$ рассчитана при следующих данных: $\alpha = 35^\circ$; $j = 60^\circ$; $i = 45^\circ$; $\varphi_{\text{тр}} = 25^\circ$; $f = 0.4$; $\Delta S = 0.8 \text{ см}$; $B = 8.5 \text{ см}$; $R = 21 \text{ см}$; $K_{\text{max}} = K_f = 0.29 \text{ МПа}$; $K_2 = 0.011 \text{ МПа}$; $C = 0.20 \text{ МПа}$.

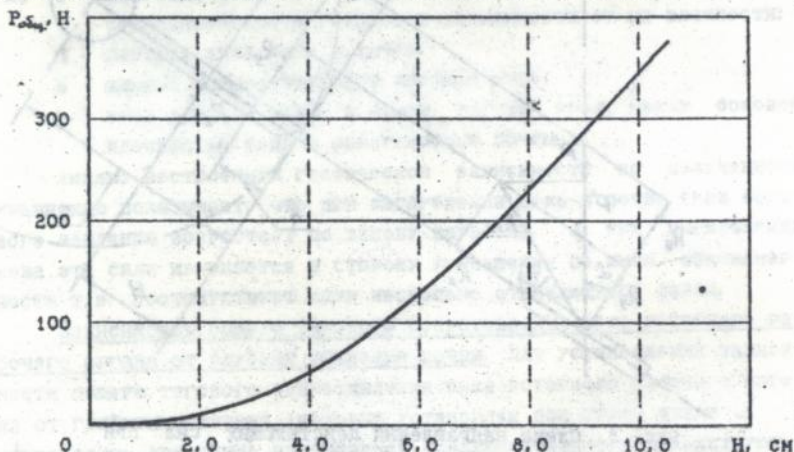


Рис. 7. Зависимость общего тягового сопротивления ножа роторного рабочего органа от глубины его рыльнения

В третьей главе "Программа и методика экспериментальных исследований" представлены программа экспериментальных исследований и изложена методика проведения работ, характеристика макетных и экспериментальных образцов рыхлителей с роторными рабочими органами, оборудования и приспособлений, используемых при лабораторно-полевых исследованиях.

Программа экспериментальных исследований предусматривала:

- исследование показателей качества поверхностной обработки почвы (глубина рыхления и ее устойчивость, крошение, измельчение корне-поживных и растительных остатков) роторными рабочими органами, установленными на макетном образце рыхлителя в сравнении с серпико-выпускаемыми машинами-орудиями (ЛДГ-5, БДТ-3,0 и ППЛ-5-25) на послепоживной обработке почвы;
- определение удельного тягового сопротивления макетного образца рыхлителя с роторными рабочими органами в сравнении с существующими орудиями (БДТ-3,0 и ППЛ-5-25) на послепоживной обработке почвы;
- определение влияния основных параметров роторных рабочих органов рыхлителя (радиуса и угла атаки роторного рабочего органа) на процесс рыхления почвы и измельчение корне-поживных остатков;
- установление взаимосвязи параметров режущей части роторного рабочего органа (ширина ножа, угол наклона ножа в почве) и глубины рыхления на зону (площадь) скалывания (рыхления) почвы;
- установление влияния вертикальной нагрузки, прикладываемой к ножу, на глубину обработки почвы при разных условиях работы (твердости и влажности почвы);
- установление зависимости силы давления, воспринимаемой боковой поверхностью ножа при его угловом отклонении, от глубины обработки при различных условиях работы (твердости и влажности почвы);
- разработка роторного рабочего органа к фрагменту и экспериментальному образцу рыхлителя почвы РПР-7,0 (агрегируемого с трактором кл. 3);
- определение основных агротехнических и эксплуатационно-технологических показателей экспериментального рыхлителя с роторными рабочими органами на послепоживной обработке почвы;
- определение экономической эффективности использования исследуемого рыхлителя с роторными рабочими органами на послепож-

нивной обработке почвы.

Макетные образцы рыхлителей почвы разрабатывались в навесном варианте с шириной захвата 1,2 и 2,0 м, а экспериментальный образец рыхлителя - в прицепном варианте с шириной захвата 7,2 м.

В лабораторных условиях почвенного канала исследовались роторные рабочие органы, установленные на экспериментальной установке.

В лабораторно-полевых условиях исследовались роторные рабочие органы, установленные на макетных образцах.

В хозяйственных условиях исследовались роторные рабочие органы в составе экспериментального рыхлителя почвы РРР-7,0.

Показатели качества работы роторных рабочих органов макетного образца захватом 1,2 м исследовались в сравнении с серийно выпускаемыми машинами-орудиями (ЛДГ-5, БДТ-3,0 и ППЛ-5-25) на послепожнивной обработке почвы в соответствии с ГОСТом 20915-75 "Методы определения условий испытания" и ОСТом 70.4.2-80 "Программа и методы испытаний".

Энергетическая оценка испытываемых машин-орудий на послепожнивной обработке почвы проводилась по их тяговому сопротивлению методом тензометрирования и динамометрирования.

Влияние основных параметров роторных рабочих органов (радиуса и угла атаки) на процесс рыхления почвы и измельчение корне-пожнивные остатки определялось по общепринятой методике (ОСТ 70.4.2-80 и ГОСТ 20915-75).

При подборе измерительной аппаратуры, приборов и инструментов исходили из требований, обеспечивающих установленную точность результатов измерений. В основном, в пределах до 5%.

Результаты агротехнической и энергетической оценки исследуемых рабочих органов, а также показания твердости и влажности почвы обрабатывались методом математической статистики. При этом определялись характеристики случайных процессов: математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации.

При исследовании влияния параметров ножа роторного рабочего органа на зону (площадь) скалывания (рыхления) почвы с целью поиска экстремальных значений параметра оптимизации при минимизации общего числа опытов, использовался метод планирования эксперимента.

В четвертой главе "Результаты и анализ экспериментальных

исследованиях приводятся результаты лабораторных и полевых исследований.

В результате выполнения экспериментов по исследованию показателей работы различных машин-орудий при послепоживной обработке почвы (ЛДГ-5, ППЛ-5-25 и БДТ-3,0) в сравнении с экспериментальным образцом рыхлителя нами установлено, что по большинству показателей качества технологического процесса разработанный экспериментальный роторный рабочий орган имеет преимущества.

Степень рыхления почвы (крошение) и измельчение корне-поживных остатков зависят от некоторых параметров роторного рабочего органа. При этом установлено, что наилучшие указанные показатели соответствуют углу атаки $35...40^\circ$ при радиусе ротора 200...220 мм.

Исследованием энергетических показателей установлено, что тяговое сопротивление исследуемых машин-орудий в некоторой степени зависит от скорости движения. В диапазоне скорости движения 6...9 км/ч удельное тяговое сопротивление машин-орудий составляет для лемешного лущильника ППЛ-5-25 - 6,69...8,45 кН/м, для борны дисковой тяжелой БДТ-3,0 - 3,88...4,34 кН/м и для экспериментального рыхлителя почвы РПР-7 - 3,23...3,89 кН/м.

В результате экспериментальных исследований по определению влияния параметров ножа роторного рабочего органа, угла его поворота в почве и глубины рыхления на зону скалывания почвы (с целью нахождения оптимальных параметров исследуемых факторов) было получено уравнение регрессии второго порядка, адекватно описывающее изучаемый процесс:

$$Y = 363,0 + 13,3X_1 + 102,9X_2 + 6,7X_3 - 105X_2^2 - 6,2X_3^2 + 5,4X_2X_3.$$

Оптимизация уравнения показывает, что максимальное значение зоны рыхления (391,7 кв. см) при заданной глубине равной 100 мм достигается при оптимальных значений факторов: ширине ножа - 86...89 мм и оптимальном угле наклона его в почве - $25,5...31,5^\circ$.

Исследование глубины рыхления в зависимости от вертикальной нагрузки прикладываемой к ножу и влияния ее на тяговое сопротивление показало, что заглубляемость роторного рабочего органа в почву зависит от величины вертикальной нагрузки, прикладываемой к ножу и от твердости почвы. Установлено, что для заглубления одного ножа на глубину 100 мм вертикальная нагрузка должна находиться в пределах 8,5...11,5 кН для твердости почвы в слое 0...5 см 0,92

... 1,23 МПа и в слое 5...10 см 1,23...2,05 МПа. Также установлено, что глубина обработки и твердость почвы влияют на тяговое сопротивление агрегата. Так, при глубине обработки 100 мм тяговое сопротивление, приходящееся на один нож, при продольном его перемещении составляет 140...240 Н для твердости почвы в слое 0...5 см 0,92...1,23 МПа и в слое 5...10 см 1,59...2,05 МПа.

При исследовании зависимости силы давления воспринимаемой боковой поверхностью ножа при его угловом отклонении в функции глубины обработки установлено, что с увеличением глубины обработки от 2 см до 10 см эта сила изменяется от 360 до 500Н для твердости почвы в слое 0...5 см 0,92...1,23 МПа и слое 5...10 см 1,59...2,05 МПа (при ширине ножа 88 мм и угле наклона 28,5°).

Результаты испытаний роторного рабочего органа согласуются с теоретическими исследованиями, а значения основных агротехнических, эксплуатационных и энергетических показателей соответствуют агротехническим требованиям и техническим условиям на разработку рыхлителя почвы.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований роторного рабочего органа использованы ТГАТА (в соответствии с контрактом № 2.52/318) при разработке опытных образцов рыхлителя почвы, который успешно прошел заводские испытания.

В пятой главе "Технико-экономическая эффективность применения рыхлителя РПР-7 с роторными рабочими органами на послепожнивной обработке почвы" приведена сравнительная технико-экономическая оценка эффективности использования опытного рыхлителя РПР-7 с роторными рабочими органами на послепожнивной обработке почвы. Показатели технико-экономической оценки свидетельствуют, что разработанный рыхлитель в сравнении с лущильником ЛДГ-10 более эффективен и дает снижение эксплуатационных издержек на 16,8%, удельной материалоемкости на 26,2%, при годовой экономии трудозатрат 78 чел.-ч. Учитывая, что рыхлитель почвы с роторными рабочими органами имеет преимущество также по показателям улучшающим противэрозионные свойства почвы общая его эффективность значительно больше указанной.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ приемов и технологий обработки почвы в степной и лесостепной зонах Украины показал, что пожнивное поверхностное

рыхление, особенно в системе почвозащитного земледелия, является одним из факторов, обеспечивающих эффективную борьбу с сорной растительностью, накопление и сохранение влаги, создание мульчирующего слоя, что в конечном счете способствует накоплению плодородия почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

2. Обзор конструкции существующих машин-орудий для поверхностной послепожнивной обработки почвы позволил сделать вывод о наличии большого разнообразия типов рабочих органов активного и пассивного привода. Из-за отсутствия рабочих органов пассивного привода, обеспечивающих требуемое качество послепожнивной обработки почвы, используются машины-орудия с дисковыми сферическими рабочими органами и, как правило, данная технологическая операция выполняется за 2...3 прохода МТА.

3. Установлены математические зависимости функционирования рабочих органов учитывающие основные их параметры, показатели условий работы и внешние действующие факторы. Данные зависимости позволяют определить оптимальные параметры роторного рабочего органа для конкретных условий работы.

4. Теоретическими исследованиями обоснованы основные параметры роторного рабочего органа: диаметр ротора; расстояние между дисками ножей по оси ротора; угол смещения ножей дисков относительно друг друга; угол атаки роторного рабочего органа; высота, ширина и толщина ножа; угол заострения ножа; угол наклона лезвия ножа по отношению к оси ротора.

5. Полевые исследования, проведенные на основе математического планирования экспериментальных исследований, позволили уточнить геометрические параметры ножа роторного рабочего органа (ширина и угол наклона ножа в почве), обеспечивающие рыхление почвы в соответствии с требованиями агротехники. Так, на основе корреляционной зависимости установлено, что наибольшая зона рыхления образуется при ширине ножа 86...89 мм и угле его наклона в почве 25,5...31,5°.

6. Рекомендации автора по разработке рабочих органов использовались ТГАТА для создания конструкции рыхлителя почвы к трактору класса 3, который обеспечивает ширину захвата 7,2 м, производительность за час эксплуатационного времени 5,38 га и расход топлива 4,43 кг/га.

7. Экспериментальный рыхлитель почвы с роторными рабочими ор-

ганами при поверхностной послепожнивной обработке почвы за один проход обеспечивает: глубину рыхления до 10 см; крошение почвы (содержание фракций диаметром менее 50 мм) в пределах 94...83% при твердости почв в слоях 0...5 см и 5...10 см соответственно 0,39...1,88 МПа и 1,07...2,13 МПа; измельчение корне-пожнивных и растительных остатков (по длине до 15 см) в пределах 87...90%.

8. Удельное тяговое сопротивление экспериментального рыхлителя с роторными рабочими органами на послепожнивную обработку почвы составляет 3,23...3,89 кН/м.

9. Применение рыхлителя с роторными рабочими органами на послепожнивную обработку почвы в сравнении с ЛДГ-10 даёт снижение эксплуатационных издержек на 16,3%, удельной материалоемкости на 26,2%, при годовой экономии трудозатрат 78 чел.-ч.

10. Заводские испытания рыхлителя почвы, с разработанными автором рабочими органами, в хозяйственных условиях подтвердили его работоспособность и результаты лабораторно-полевых исследований по качественным и энергетическим показателям.

11. Рыхлитель почвы с роторными рабочими органами обеспечивает качество выполнения технологической операции на послепожнивную обработку почвы и эффективнее лущильников.

12. В результате образования рыхлителем с роторными рабочими органами мелкокомковатого, мульчирующего слоя из измельченных корне-пожнивных и растительных остатков следует, что он может быть использован в борьбе с дефляцией и эрозией почвы при почвозащитной системе земледелия.

Основные положения диссертационной работы изложены в следующих опубликованных работах:

1. Жиган С. В. Сравнительные агротехнические показатели работы почвообрабатывающих машин-орудий для послепожнивной обработки почвы в условиях северо-востока Украины // Механизация работ в полеводстве: Сб. науч. тр. / МИИСП. М., 1986.

2. Пслушкин А. В., Жиган С. В. К обоснованию основных параметров почвообрабатывающего орудия для пожнивной обработки почвы под сахарную свеклу // Интенсификация и автоматизация технологических процессов работы комплексов машин для сахарной свёклы и кукурузы: Сб. науч. тр. / УкрНИСХОМ. - М.: ВИСХОМ, 1988.

3. Жиган В. И., Жиган С. В. Эффективность работы пассивно-вра-

шающегося почвообрабатывающего рабочего органа для поверхностной обработки почвы. Сообщ. / Всесоюзная научно-техническая конференция "Современные проблемы земледельческой механики". Мелитополь, МИМСУ. 1989.

4. Информационный листок. Розпушувач ґрунту з роторними робочими органами пасивного приводу. Жиган В. И., Жиган С. В., Манькова М. А. ТГАТА. 1984.

5. А. с. № 1435166 А 01 В 7/00. Почвообрабатывающее орудие. Жиган С. В. ХИМЗСХ. 1988.

6. А. с. № 1817956 А 01 В 31/00, 49/02. Почвообрабатывающее орудие. Полушкин А. В., Жиган С. В., Миргород К. Я., Либинсон И. Е. УкрНИИСХОМ. 1990.

Zhigan S. V. Rotor tool passive drive parameter basis for surface poststubble bursters.

This thesis is for technical sciences Candidate scientific degree, speciality 05.20.01 - mechanization of agricultural production. Kharkov State Technical University of Agriculture, 1995.

This thesis contains theoretical researches of optimal parameter basis of passive drive tool and its influence on agricultural technical and energy indicators and also research experimental results. The mathematical dependence of rotor tool functioning which takes into account its basic parameters, work condition indicators and external working factors has been determined. The dependence data make it possible to determine optimal rotor tool parameters for definite working conditions.

The recommended optimal rotor tool parameters have been used by TSATA (Tavria State Agrrotechnical Academy, Melitopol) while creating the soil loosener, which provides the quality of technological operation on poststubble soil cultivation and is more effective than stubble breaker.

Key words: rotor tool, poststubble bursters, optimal parameters, functional dependences, soil loosener.

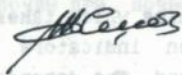
Жиган С. В. Обґрунтування параметрів роторного робочого органу пасивного приводу для поверхневого післяпозивного розпушення ґрунту.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.20.01 - механізація сільськогосподарського виробництва. Харківський державний технічний університет сільського господарства. 1995.

Захищається дисертаційна робота, яка вмістить в собі теоретичні дослідження по обґрунтуванню оптимальних параметрів роторного робочого органу пасивного приводу та впливу їх на агротехнічні і енергетичні показники, а також результати експериментальних досліджень. Встановлені математичні залежності функціонування роторних робочих органів, ураховуючи основні їх параметри, показники умов роботи та зовнішні діючі фактори. Дані залежності дозволяють визначити оптимальні параметри роторного робочого органу для конкретних умов роботи.

Рекомендовані оптимальні параметри роторного робочого органу використані ТДАТА (Таврійська державна агротехнічна академія, м. Мелітополь) при створенні розпушувача ґрунту, який забезпечує якість виконання технологічної операції на післяпозитивній обробці ґрунту і ефективніше лущильників.

Ключові слова: роторний робочий орган, післяпозитивне розпушування ґрунту, оптимальні параметри, функціональні залежності, розпушувач.



Підп. до друку 15.12.95. Формат 60 x 84 1/16
Обсяг: 1,0 ум.-друк.арк., обл.-вид.арк. 1,0.
Тираж 100. Замовлення 266.

Редакційно-видавничий відділ Харківського державного аграрного університету ім.В.В.Докучаєва. 312131, м.Харків, п/в "Комуніст-1"

Дільниця оперативного друку ХДАУ.

457476

AB 33.945

AB 33.945