

**УЗБЕКСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (УзМЭИ)**

**На правах рукописи**

**УДК 631.312.544**

**ХАМРАКУЛОВ АБДУЛЛАЖОН КАДИРОВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВУХЪЯРУСНОГО  
ПЛУГА К ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМ  
КОЛЕСНЫМ ТРАКТОРАМ**

**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**

**Янвюль - 2004**

Работа выполнена в Узбекском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства и Андижанском сельскохозяйственном институте

**Научный руководитель** - доктор технических наук, профессор  
ТУХТАКУЗИЕВ А.

**Официальные оппоненты:** - доктор технических наук, профессор  
МАМАТОВ Ф.М.  
- кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
СУЛТАНОВ С.Т.

**Ведущая организация** - ОАО «БМКБ-Агромаш»

Защита состоится "9" февраля 2005 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета К.020.01.01 при Узбекском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства по адресу: 702841, Ташкентский вилоят, Янгиюльский туман, п/о Гульбахор-1, УзМЭИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УзМЭИ.

Автореферат разослан "27" декабря 2004 г.

**Ученый секретарь**  
специализированного совета  Ш.А.ШААБИДОВ

Библиотека

а-13 989

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** Известно, что в условиях поливного земледелия требованиям, предъявляемым к основной обработке почвы, наиболее полно отвечает двухъярусная вспашка. В сравнении с обычной, т.е. вспашкой, осуществляемой плугами общего назначения, двухъярусная вспашка значительно активизирует микробиологические процессы в почве, улучшает условия питания растений, обеспечивает полный оборот пласта почвы, глубокую заделку растительных остатков, семян и корневищ сорняков, способствует получению более высокого урожая сельскохозяйственных культур.

В последние годы в сельхозпроизводстве нашей Республики широко применяются современные энергонасыщенные колесные пахотные тракторы «Магnum». В настоящее время в МТП Республики их около 2000 шт. Для работы с тракторами «Магnum» у зарубежных фирм закуплены плуги 165 и LD-100, но они являются плугами общего назначения и не могут обеспечить двухъярусную вспашку, а существующие в хозяйствах двухъярусные плуги (ПЯ-3-35, ПД-3-35 и др.) из-за малой ширины захвата не обеспечивают полную загрузку тракторов «Магnum», т.к. они предназначены для агрегатирования с тракторами класса 3 и 4. Кроме того, из-за неувязки общей ширины захвата и ширины захвата корпусов с принятой в хлопководстве шириной междурядий (60 и 90 см) существующие двухъярусные плуги не обеспечивают требуемой равномерности глубины вспашки, на полях с неубранными стеблями хлопчатника и высокорослыми сорняками часто забиваются, металлоемки и энергоемки. Следовательно исследования, направленные на разработку и обоснование параметров двухъярусного плуга для агрегатирования с тракторами «Магnum», являются актуальными и имеют большое народнохозяйственное значение.

**Степень изученности проблемы.** Ранее были проведены исследования по обоснованию параметров двухъярусных плугов, предназначенных для агрегатирования с тракторами класса 3...4. Однако во-первых эти плуги, как выше отмечалось, имеют ряд существенных недостатков, приводящих к снижению качества вспашки и повышению ее энергоемкости, и во-вторых они не обеспечивают полную загрузку тракторов «Магnum» и не агрегатируются с ними из-за несоответствия схемы и параметров навески.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Работа выполнена по темам «Разработка, обоснование параметров и проведение испытаний почвообрабатывающих машин, обеспечивающих повышение качества и снижение энергоемкости обработки почвы» (№ госрегистрации 01.980007083) и «Механико-технологические основы и обоснование параметров комбинированных и высокопроизводительных

почвообрабатывающих машин и орудий» (№ госрегистрации 01.200009195) заданий 4.1.2 и 2.7.2 ГНТП 4.1 и 2.7 РУз.

**Цель исследований.** Разработка конструктивной схемы и обоснование параметров двухъярусного плуга для агрегатирования с тракторами «Магнум».

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

- разработать конструктивную схему плуга и выбрать ширину его захвата;

- разработать математические модели взаимодействия корпусов верхнего и нижнего яруса плуга с пластом почвы, а также полевых досок со стенкой борозды и вывести аналитические зависимости, позволяющие определить рациональные значения параметров плуга;

- провести экспериментальные исследования по изучению влияния схемы расстановки корпусов верхнего и нижнего ярусов, а также параметров полевых досок на качественные и энергетические показатели работы плуга;

- провести исследования по выбору схемы присоединения плуга к трактору;

- разработать опытный образец плуга и провести его испытания в сравнении с базовым;

- определить экономическую эффективность применения разработанного плуга в сравнении с базовым.

**Научная новизна.** Выведены уточненные аналитические зависимости для определения величины поперечного смещения корпусов верхнего яруса относительно нижнего, продольных расстояний между одноименными корпусами, корпусом нижнего яруса и следующим за ним корпусом верхнего яруса, корпусом нижнего яруса и расположенным перед ним корпусом верхнего яруса, ширины и длины полевых досок, обоснована схема присоединения плуга к трактору, установлены закономерности изменения качественных и энергетических показателей его работы в зависимости от перечисленных параметров и скорости движения агрегата.

**Научная и практическая значимость результатов исследований** заключается в разработке конструктивной схемы и обосновании параметров двухъярусного плуга для агрегатирования с тракторами "Магнум".

Применение двухъярусного плуга с рекомендуемыми параметрами в агрегате с трактором «Магнум» 8940 в сравнении с базовым позволяет снизить затраты труда и прямые эксплуатационные затраты при вспашке полей соответственно на 4,86 и 25,07%.

**Реализация результатов.** Результаты исследований использованы ОАО "БМКБ-Агромаш" при разработке конструкции опытных образцов двухъярусных плугов ПД-4-45 и МР-2/3-45. Двухъярусный плуг ПД-4-45 в настоящее время выпускается ОАО "Чирчиксельмаш".

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на заседаниях ученых советов АСХИ и УзМЭИ (1998...2002 гг.), Республиканской конференции "Қишлоқ ва сув ҳўжалиги соҳасида фан ва таълим муаммолари" (Ташкент, 1999 г.), посвященной 65-летию ТИИМСХ, научно-технической конференции "Республика қишлоқ ҳўжалиги ишлаб чиқаришида замонавий технология ва техникадан фойдаланиш самарасини ошириш йўллари" (Гульбахор, 2000 г.), Республиканских научно-практических конференциях "Қишлоқ ҳўжалигида илғор технологиялар: Андижон тажрибаси" (Андижан, 2002 г.) и «Перспективы развития механизации возделывания сельскохозяйственных культур хлопкового севооборота» (Гульбахор, 2002 г.), а в полном объеме докладывались на объединённом научном семинаре ИМ и СС АН РУз и научно-технических советах АСХИ, ТИИМСХ и УзМЭИ.

**Публикации.** Основные положения диссертации изложены в 10-опубликованных научных работах, в том числе в 4 журнальных статьях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Содержание диссертации изложено на 128 страницах машинописного текста, включающего 32 рисунок, 15 таблиц, списка использованной литературы из 120 наименований и 5 приложений.

## Основное содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследований» изложены особенности технологии основной обработки почвы под хлопчатник и другие культуры, результаты агротехнических опытов по изучению эффективности двухъярусной вспашки, дан обзор и анализ конструкций плугов для ее осуществления, а также ранее проведенных исследований по повышению их качественных показателей работы и снижению энергоемкости.

Исследования, проведенные институтом хлопководства и УзМЭИ, показывают, что в условиях орошаемого земледелия двухъярусная вспашка на глубину от 30 до 40 см является основным приемом создания мощного окультуренного и высокоплодородного слоя почвы.

По результатам исследований, проведенных Г.М.Рудаковым, Р.И.Байметовым, М.Мурадовым, Р.И.Ибраимовым, В.П.Жидовиновым, Б.М.Варламовым, А.Т.Имандосовым и другими, для осуществления двухъярусной вспашки к тракторам класса 3 и 4 были разработаны и поставлены на производство двухъярусные плуги ПЯ-3-35, ПД-3-35 и

ПДН-3-30. Однако, эти плуги не обеспечивают полную загрузку тракторов «Магnum» и требуемую равномерность глубины обработки из-за неувязки их общей ширины захвата и ширины захвата корпусов с принятой в хлопководстве нашей страны шириной междурядий (60 и 90 см.), имеют высокую металлоемкость и энергоемкость. Исходя из этого была поставлена задача разработать конструктивную схему и обосновать параметры двухъярусного плуга к тракторам «Магnum».

Во второй главе «Теоретические предпосылки к обоснованию параметров плуга» приведены результаты теоретических исследований по выбору ширины захвата плуга и его корпусов, определению поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно нижнего, продольных расстояний между корпусами, ширины и длины полевых досок, а также обоснованию схемы присоединения плуга к трактору.

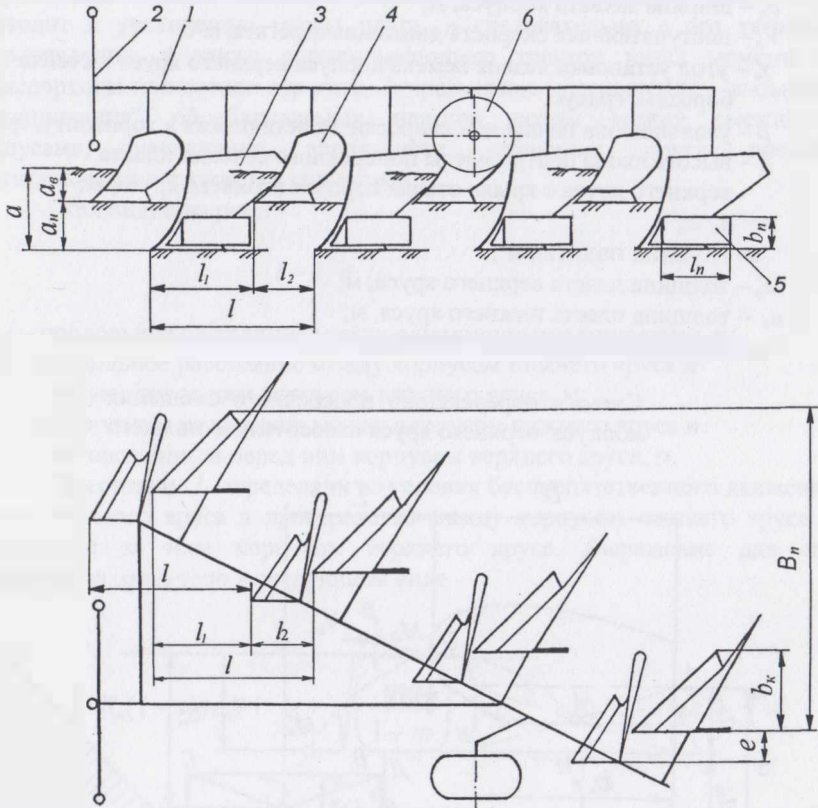
**Ширина захвата плуга и его корпусов.** Как показывают исследования, проведенные Ф.М.Маматовым, И.Т.Эргашевым, А.Т.Имандосовым, Б.М.Варламовым и другими, для обеспечения равномерности глубины вспашки, а также слитности поверхности пашни ширина захвата плуга должна быть кратной ширине междурядий 60 и 90 см, принятых в хлопководстве, а ширина захвата его корпусов должна быть равна половине ширины междурядий. Исходя из этого и проведенных расчетов установлено, что двухъярусный плуг к трактору «Магnum» должен быть четырехкорпусным с шириной захвата каждого корпуса по 45 см. Такой плуг при вспашке хлопковых полей с междурядьями шириной 60 и 90 см захватывает соответственно три и четыре междурядья.

На рис.1 показана схема плуга с основными исследуемыми параметрами.

Поперечное смещение « $e$ » корпуса верхнего яруса относительно нижнего определяли из условия обеспечения укладки пластов верхнего яруса на дно борозды корпуса нижнего яруса (рис.2). Величину « $e$ », при которой выполняется это условие, определяем по формуле

$$e = b - 1,5b_k + V_n \cos(0,5\gamma_s) \sqrt{2(1 - \cos \gamma_s)} \times \\ \times \left\{ V_n \sin \beta \cos(0,5\gamma_s) \sqrt{2(1 - \cos \gamma_s)} + \sqrt{2V_n^2 \cos^2(0,5\gamma_s)} \times \right. \\ \left. \times \sin^2 \beta (1 - \cos \gamma_s) + 2g[h + (1 - 0,5m)a/(1 + m)] \right\} \cdot g^{-1} \cos \beta, \quad (1)$$

Схема плуга с основными исследуемыми параметрами



$a_n$ ,  $a_n'$  - толщина пласта верхнего и нижнего ярусов;  $a$  - глубина пахоты;  $B_n$ ,  $b_k$  - ширина захвата плуга и его корпуса;  $e$  - поперечное смещение корпуса верхнего яруса относительно нижнего;  $b_n$ ,  $l_n$  - ширина и длина полевой доски;  $l$  - продольное расстояние между одноименными корпусами;  $l_1$  - продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и следующим за ним корпусом верхнего яруса;  $l_2$  - продольное расстояние между корпусом нижнего и расположенным перед ним корпусом верхнего яруса; 1-рама; 2-навеска; 3-корпус нижнего яруса; 4-корпус верхнего яруса; 5-полевая доска; 6-опорное колесо

Рис.1.

где  $b$  – расстояние по горизонтали от плоскости полевых обрезов корпуса верхнего яруса до точки схода пласта, м;  
 $b_x$  – ширина захвата корпуса, м;  
 $V_0$  – поступательная скорость движения агрегата, м/с;  
 $\gamma_0$  – угол установки лезвия лемеха корпуса верхнего яруса к стенке борозды, градус;  
 $\beta$  – угол наклона начальной скорости полета пласта к горизонту, градус;  
 $h$  – высота схода центра массы поперечного сечения пласта верхнего яруса с крыла отвала корпуса верхнего яруса, м;  
 $m = a_f / a_n$   
 $a$  – глубина пахоты, м;  
 $a_0$  – толщина пласта верхнего яруса, м;  
 $a_n$  – толщина пласта нижнего яруса, м;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с.

Схема к определению поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно нижнего

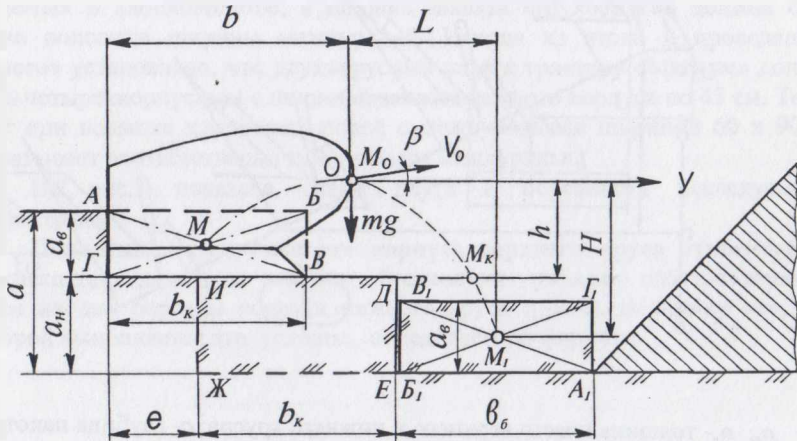


Рис.2.

Расчеты, проведенные по формуле (1), при  $\gamma_0 = 40^\circ$ ;  $\beta = 5^\circ$ ;  $a = 35$  см;  $m = 0,75$ ,  $b_x = 45$  см и  $b = 48$  см показали, что при работе на скоростях движения 6...9 км/ч для обеспечения укладки пласта верхнего яруса на открытую часть дна борозды корпуса нижнего яруса поперечное смещение корпуса верхнего яруса относительно нижнего должно быть в пределах 16,5..26,7 см.

Продольное расстояние между корпусами плуга оказывает влияние на его металлоемкость, габариты, навесоспособность и тяговое сопротивление. Необоснованное увеличение межкорпусного расстояния приводит к увеличению массы плуга, а следовательно и его тягового сопротивления, а также опрокидывающего трактор назад момента в транспортном положении агрегата. А чрезмерное уменьшение – вызывает “заклинивание” обрабатываемых пластов почвы между смежными корпусами, увеличение вероятности забивания плуга почвой, растительными остатками и сорняками.

Как видно из рис. 1

$$l = l_1 + l_2, \quad (2)$$

где  $l$  – продольное расстояние между одноименными корпусами, м;

$l_1$  – продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и следующим за ним корпусом верхнего яруса, м;

$l_2$  – продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и расположенным перед ним корпусом верхнего яруса, м.

Расстояние  $l_1$  определяли из условия беспрепятственного движения пласта верхнего яруса в пространстве между корпусом нижнего яруса и следующим за ним корпусом верхнего яруса. Выражение для его определения получено в следующем виде

$$l_1 \geq \left[ R_n(1 - \sin \varepsilon_n) + l_0 + \sqrt{\left(\frac{ma}{1+m}\right)^2 + b_k^2} - R_n(1 - \sin \varepsilon_n) \right] \times \\ \times \sin^{-1} \gamma_n - (b_k + e) \operatorname{ctg} \gamma_n, \quad (3)$$

где  $R_n, R_0$  – радиусы направляющей кривой лемешно-отвальной поверхности корпусов нижнего и верхнего ярусов, м;

$\varepsilon_n, \varepsilon_0$  – углы установки лемехов корпусов нижнего и верхнего ярусов ко дну борозды, градус;

$l_0$  – размер выступающей назад за отвал части башмака корпуса нижнего яруса, м;

$\gamma_n$  – угол установки лемеха корпуса нижнего яруса к стенке борозды, градус.

Расстояние  $l_2$  определяли из условия, чтобы до укладки пласта верхнего яруса на открытую часть дна борозды корпуса нижнего яруса пласт нижнего яруса должен оставаться неподвижным. Выражение для определения  $l_2$  имеет вид

$$l_2 = \left\{ \left( b + V_n \cos\left(\frac{1}{2}\gamma_a\right) \sqrt{2(1 - \cos\gamma_a)} \left[ V_n \cos\left(\frac{1}{2}\gamma_a\right) \sqrt{2(1 - \cos\gamma_a)} \times \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \times \sin\beta + \sqrt{2V_n^2 \cos^2\left(\frac{1}{2}\gamma_a\right) \sin^2\beta (1 - \cos\gamma_a) + 2gh} \right] g^{-1} \cos\beta \right) \cos\gamma_a + \right. \\ \left. + R_n (1 - \sin\varepsilon_a) - 0,5 \frac{ma}{1+m} \right\} / \sin\gamma_a - \Delta l, \quad (4)$$

где  $\Delta l$  – расстояние проходящее носком лемеха нижнего корпуса до момента начала подъема пласта, м.

Из анализа (3) и (4) следует, что продольное расстояние между корпусами зависит от их параметров, ширины захвата, глубины вспашки и скорости движения пахотного агрегата.

Расчеты, проведенные по выражениям (2)...(4) при  $R_n = 0,35$  м;  $\varepsilon_n = 30^\circ$ ;  $l_0 = 0,28$  м,  $a = 0,35$  м,  $m = 0,75$ ;  $b_n = 0,45$  м,  $R_n = 0,3$  м,  $\varepsilon_n = 30^\circ$ ,  $\gamma_n = 40^\circ$ ,  $\beta_n = 40^\circ$  и  $\beta = 5^\circ$ , показали, что при работе на скоростях движения 6...9 км/ч для обеспечения свободного движения пластов почвы верхнего яруса и их укладки в открытую часть дна борозды нижнего яруса расстояния  $l_1$  и  $l_2$  должны быть соответственно в пределах 0,45...0,55 и 0,50...0,60 м, а расстояние  $l$  - не менее 1,05 м.

**Ширина  $b_n$  и длина  $l_n$  полевых досок плуга.** У двухъярусных плугов полевые доски устанавливаются только на корпусах нижнего яруса, т.к. корпуса верхнего яруса работают в верхнем слое почвы, неспособным эффективно воспринимать давление полевой доски из-за наличия неровностей поверхности поля и рыхлости почвы. Поэтому

$$b_n = a_n = \frac{a}{1+m}. \quad (5)$$

Длину полевой доски можно определить, по следующему выражению, выведенному из условия, чтобы ее давление на стенку борозды не превышало допустимую величину

$$l_n \geq \frac{K\eta b_n (1+m) \sin(\alpha + \beta_n) \cos\varphi}{[p] \cos\beta_n \cos(\alpha + \varphi)}, \quad (6)$$

где  $K$  - удельное сопротивление почвы при двухъярусной вспашке, Па;

$\eta$  - к.п.д. плуга;

$\alpha$  - угол отклонения линии тяги плуга в горизонтальной плоскости от направления поступательного движения плуга, градус;

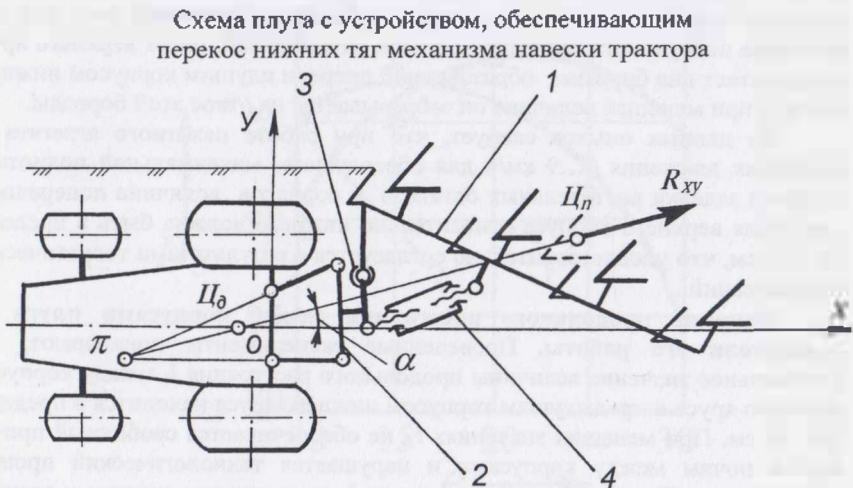
$\beta_n$  - угол между направлениями поступательного движения плуга и равнодействующей сил, действующих на рабочую поверхность корпусов плуга в горизонтальной плоскости, градус;

$[p]$  - допустимая величина давления полевой доски на стенку борозды, Па;

$\varphi$  - угол трения почвы о полевую доску, градус.

Проведенные расчеты показали, что при вспашке на глубину  $a = 35$  см,  $m = 0,75$ ;  $b_n = 20$  см и  $l_n \geq 40$  см.

Схема присоединения плуга к трактору в горизонтальной плоскости. На основе анализа силового воздействия плуга на трактор в горизонтальной плоскости установлено, что для обеспечения прямолинейности движения пахотного агрегата, состоящего из трактора «Магnum» и двухъярусного плуга, последний должен быть снабжен устройством для регулируемого перекоса нижних тяг механизма навески трактора (рис.3). Это устройство позволит обеспечить прохождение линии тяги плуга через центр давления трактора при работе в различных условиях и вспашке на различную глубину. При укорачивании регулировочного винта 4 рама 1 плуга поворачивается относительно навески 2 в сторону не вспаханного поля, а при удлинении – в сторону вспаханного поля. После заглупления плуга его рама под воздействием силы реакции почвы, действующей на лемешно-отвальную поверхность корпусов, займет исходное положение, а нижние тяги механизма навески трактора окажутся перекошенными в сторону вспаханного поля при укорачивании регулировочного винта и в сторону не вспаханного поля – при его удлинении. В результате обеспечивается совмещение мгновенного центра вращения плуга с линией, проходящей через его центр сопротивления « $\Pi_n$ » и центр давления « $\Pi_\theta$ » трактора, а следовательно прямолинейность движения пахотного агрегата.



1-рама плуга; 2-навеска плуга; 3-вертикальный шарнир;  
4-регулируемый винт

Рис.3

В третьей главе «Методика и результаты экспериментальных исследований» приведены программа, условия и методика проведения экспериментальных исследований и оптимизации параметров плуга, изложены результаты проведенных экспериментов.

Экспериментальные исследования проводились в период зяблевой пахоты полей из-под пшеницы и хлопчатника с использованием полевой динамометрической установки, позволяющей определить тензометрическим путем тяговое сопротивление корпусов верхнего и нижнего ярусов по отдельности.

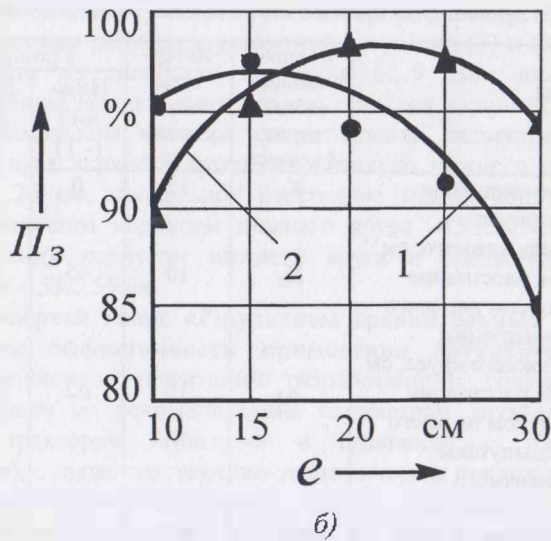
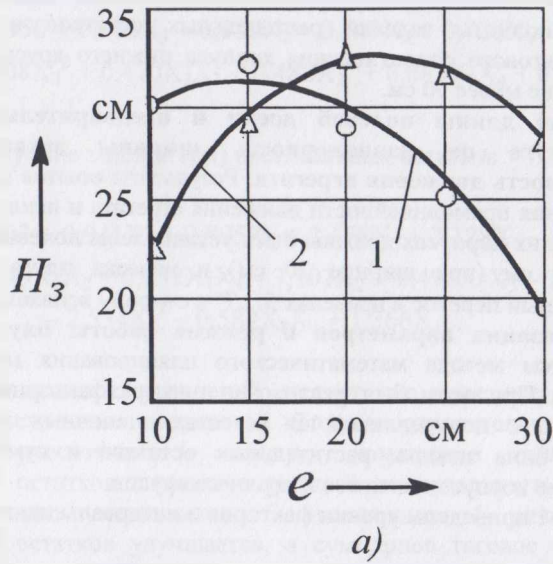
**Выбор типа корпусов верхнего яруса.** С целью выбора рационального типа корпусов верхнего яруса, обеспечивающего наиболее глубокую заделку растительных остатков и сорняков, были проведены сравнительные испытания корпусов фирмы «Лемкен» с лемешно-отвальной поверхностью культурного и полувинтового типов, а также корпуса плуга ПД-3-35 с лемешно-отвальной поверхностью полувинтового типа. При этом по глубине и полноте заделки растительных остатков и сорняков лучшие результаты получены при использовании корпусов верхнего яруса плуга ПД-3-35.

**Влияние величины поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно нижнего на полноту и глубину заделки растительных остатков.** Установлено, что (рис.4) для каждой скорости движения существует своя оптимальная величина поперечного смещения корпуса верхнего яруса, при которой обеспечивается максимальная полнота и глубина заделки растительных остатков. Как уменьшение, так и увеличение поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно этой величины приводит к уменьшению этих показателей. Это объясняется тем, что при величине поперечного смещения больше оптимальной, пласт верхнего яруса не достигает дна борозды, образованной впереди идущим корпусом нижнего яруса, а при меньшей величине он забрасывается на откос этой борозды.

Из данных опытов следует, что при работе пахотного агрегата на скоростях движения 6...9 км/ч для обеспечения максимальной полноты и глубины заделки растительных остатков и сорняков величина поперечного смещения верхнего корпуса относительно нижнего должна быть в пределах 15...22 см, что удовлетворительно согласуется с результатами теоретических исследований.

**Влияние продольного расстояния между корпусами плуга на показатели его работы.** Проведенные эксперименты показывают, что оптимальное значение величины продольного расстояния  $l_1$  между корпусом верхнего яруса и предыдущим корпусом нижнего яруса находится в пределах 50...60 см. При меньших значениях  $l_1$ , не обеспечивается свободный проход пласта почвы между корпусами и нарушается технологический процесс работы плуга. При больших же значениях  $l_1$  растительные остатки и сорняки попадают на слой почвы, осыпавшейся на дно борозды с откоса, образованного идущим впереди корпусом нижнего яруса, в результате глубина и полнота заделки растительных остатков уменьшается.

Зависимость глубины  $H$ , (а) и полноты  $\Pi$ , (б) заделки растительных остатков от величины поперечного смещения верхнего корпуса



1 и 2 — соответственно при скоростях движения 6 и 9 км/ч  
Рис. 4.

Величина продольного расстояния  $l_2$  между корпусом нижнего яруса и предыдущим корпусом верхнего яруса, как установлено экспериментами, оказывает влияние как на качество заделки растительных остатков, так и тяговое сопротивление корпуса нижнего яруса. Для достижения наибольшей глубины и полноты заделки растительных остатков и сорняков без увеличения тягового сопротивления корпуса нижнего яруса расстояние  $l_2$  должно быть не менее 50 см.

**Влияние длины полевой доски и предварительного перекоса навески плуга на равномерность ширины захвата плуга и прямолинейность движения агрегата.** Результаты опытов показывают, что для обеспечения прямолинейности движения агрегата и исключения бочения плуга на нижних корпусах должны быть установлены полевые доски длиной не менее 45 см (при ширине 20 см) и навеска плуга должна иметь предварительный перекося в пределах  $5...7^\circ$  в сторону вспаханного поля.

**Оптимизация параметров и режима работы плуга** проведена с использованием метода математического планирования многофакторного эксперимента. При этом был реализован четырехфакторный эксперимент по плану  $Na_4$  с полурепликой. В качестве оценочных критериев были выбраны глубина заделки растительных остатков и суммарное тяговое сопротивление корпусов нижнего и верхнего ярусов.

В табл. 1 приведены уровни факторов и интервалы их варьирования.

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы их варьирования

Факторы	Кодированное обозначение факторов	Интервалы варьирования	Уровни факторов		
			Нижний (-1)	Базовый (0)	Верхний (+1)
1. Поперечное смещение верхнего корпуса относительно нижнего, см	$X_1$	15	0	15	30
2. Продольное расстояние между корпусом верхнего яруса и предыдущим корпусом нижнего яруса, см	$X_2$	10	45	55	65
3. Продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и предыдущим корпусом верхнего яруса, см	$X_3$	10	35	45	55
4. Скорость движения пахотного агрегата, км/ч	$X_4$	1,5	6,0	7,5	9,0

После обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс по:

- суммарному тяговому сопротивлению корпусов ( $kH$ )

$$Y_p = 11,450 + 0,068X_1 - 0,080X_2 - 0,749X_3 + 0,728X_4 - 0,440X_1^2 - 0,308X_2^2 + 0,470X_2X_3 + 0,488X_3^2 + 0,085X_3X_4 + 0,883X_4^2; \quad (7)$$

- глубине заделки (см) растительных остатков

$$Y_r = 24,703 + 0,941X_1 + 0,995X_2 + 2,478X_3 + 2,128X_4 - 4,701X_1^2 + 0,345X_1X_2 + 0,232X_1X_4 - 3,107X_2^2 - 2,496X_2X_3 - 1,241X_2X_4 - 2,534X_3^2 - 0,582X_3X_4 + 1,366X_4^2. \quad (8)$$

Из анализа этих уравнений следует, что с увеличением величины поперечного смещения верхнего корпуса относительно нижнего и продольного расстояния  $l_1$  между корпусами глубина заделки растительных остатков сначала возрастает до локального максимума, а затем интенсивно уменьшается. С увеличением  $l_2$  качество заделки растительных остатков улучшается, а суммарное тяговое сопротивление корпусов уменьшается. С увеличением скорости движения глубина заделки растительных остатков и суммарное тяговое сопротивление возрастают.

Совместным решением уравнений регрессии (7) и (8) установлено, что при работе на скоростях движения 6...9 км/ч для обеспечения требуемой глубины заделки растительных остатков и сорняков (не менее 25 см) при минимальном тяговом сопротивлении величина поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно нижнего должна быть в пределах 16...26 см, продольное расстояние между корпусом верхнего яруса и предыдущим корпусом нижнего яруса - 45...51 см, продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и предыдущим корпусом верхнего яруса - 53...55 см.

В четвертой главе «Результаты сравнительных испытаний и экономическая эффективность применения двухъярусного плуга» приведены результаты испытаний разработанного совместно с ОАО «БМКБ-Агромаш» по рекомендуемым параметрам двухъярусного плуга ПД-4-45 к тракторам «Магнум» в сравнении с плугом ЛД-100 («Квернеланд»), а также его технико-экономические показатели.

Сравнительные испытания плугов проводились на полях экспериментального хозяйства УзМЭИ в период зяблевой вспашки хлопковых полей с измельченными стеблями хлопчатника.

Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Агротехнические показатели работы сравниваемых плугов

Наименование показателей	Значение показателей	
	базовый	новый
1. Марка трактора	«Магnum» 8940	«Магnum» 8940
2. Скорость движения, км/ч	7,4	7,8
3. Глубина обработки, см:		
$M_{cp}$	36,5	36,6
$\pm\sigma$	1,2	1,4
4. Ширина захвата, см:		
$M_{cp}$	180,5	180,9
$\pm\sigma$	3,8	2,6
5. Глубина заделки растительных остатков, см:		
$M_{cp}$	12,7	24,7
$\pm\sigma$	2,0	2,1
6. Полнота заделки растительных остатков, %	89,7	98,5
7. Качество крошения почвы, %:		
фракции размерами (мм)		
свыше 100	20,0	9,4
100...50	10,6	12,5
менее 50	69,4	78,1
8. Гребнистость поверхности пашни, см	10,9	8,9
9. Производительность за час основной работы, га	1,34	1,41

Из данных табл.2 следует, что плуг ПД-4-45 по основным качественным показателям работы, т.е. степени заделки растительных остатков и сорняков, а также качеству крошения почвы значительно превосходит плуг ЛД-100, а также имеет большую производительность.

Плуг ПД-4-45 успешно прошел приемочные испытания в УзГЦИТТ и в настоящее время выпускается ОАО «Чирчиксельмаш».

Проведенные технико-экономические расчеты показали, что применение плуга ПД-4-45 по сравнению с базовым (ЛД-100) снижает затраты труда и прямые эксплуатационные затраты на вспашку полей соответственно на 4,86 и 25,07%.

Годовой экономический эффект от его использования в агрегате с трактором «Магnum» составляет 4776993 сум.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для обеспечения равномерности глубины вспашки и слитности поверхности пашни, а также номинальной загрузки трактора двухъярусный плуг к тракторам «Магнум» должен быть четырехкорпусным с шириной захвата каждого корпуса по 45 см.

2. При работе на скоростях движения 6...9 км/ч для обеспечения укладки пласта верхнего яруса на дно борозды, образуемой корпусом нижнего яруса, корпус верхнего яруса относительно нижнего должен быть установлен с поперечным смещением в сторону невспаханного поля на величину 16...26 см.

3. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что в целях обеспечения свободного движения пластов почвы верхнего яруса и укладки их в открытую часть дна борозды нижнего яруса:

- продольное расстояние между одноименными корпусами должно быть не менее 105 см;
- продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и следующим за ним корпусом верхнего яруса – 45...51 см;
- продольное расстояние между корпусом нижнего яруса и расположенным перед ним корпусом верхнего яруса – 53...55 см.

4. Для обеспечения работы плуга без бочения и требуемой равномерности ширины его захвата на корпусах нижнего яруса должны быть установлены полевые доски шириной и длиной соответственно не менее 20 и 45 см.

5. С целью устранения увода трактора в сторону и обеспечения прямолинейности движения агрегата двухъярусный плуг к тракторам «Магнум» должен быть снабжен устройством, обеспечивающим искусственный перекокс нижних тяг механизма навески трактора в сторону вспаханного поля в пределах 5...7°.

6. Проведенные хозяйственные и приемочные испытания показали, что разработанный на основании проведенных исследований двухъярусный плуг ПД-4-45 в агрегате с трактором «Магнум» надежно выполняет заданный технологический процесс и показатели его работы полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Применение его взамен плуга LD-100 («Квернеланд») позволяет снизить затраты труда и прямые эксплуатационные затраты при вспашке соответственно

на 4,86 и 25,07%. Годовой экономический эффект от использования плуга в агрегате с трактором «Магnum» составляет 4776993 сум.

Результаты исследований использованы ОАО "БМКБ-Агромаш" (г. Ташкент) при разработке конструкции двухъярусных плугов ПД-4-45 и МР-2/3-45 к тракторам «Магnum» и МХ-135. Плуг ПД-4-45 в настоящее время выпускается ОАО "Чирчиксельмаш".

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Б.В.Хушвақтов, А.Ҳамрақулов. Икки ярусли плуг юкорги ярус корпуслари типини танлаш //«Республика қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида замонавий технология ва техникалардан фойдаланиш самарасини ошириш йўллари» мавзусидаги илмий-техник конференция маърузаларининг тезислари.-Гульбахор, 2000.-С.27...28.
2. Б.В.Хушвақтов, А.Ҳамрақулов. 5...6 синфларга мансуб гилдиракли тракторларга («Магnum») икки ярусли плуг //«Республика қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида замонавий технология ва техникалардан фойдаланиш самарасини ошириш йўллари» мавзусидаги илмий-техник конференция маърузаларининг тезислари.-Гульбахор, 2000.-С.64...65.
3. А.Тухтақузиёв, Б.Хушвақтов, А.Ҳамроқулов, Б.Дехқонов. «Магnum» тракторларига икки ярусли плуг //Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги.-2001.-№3.-С.56.
4. Б.Хушвақтов, А.Ҳамрақулов. Захват корпусов-45 см //Сельский механизатор.-2001.-№9.-С.17 (Москва).
5. Тухтақузиёв А., Хушвақтов Б.В., Ҳамрақулов А.К., Дехканов Б. Обоснование параметров двухъярусного плуга к энергонасыщенным тракторам //Сборник научных докладов международной научно-практической конференции «Земледельческая механика в растениеводстве» – Москва: ВИМ, 2001.-Т.3, Часть 2.-С.115...119.
6. Ҳамрақулов А.К. Двухъярусный плуг для вспашки полей под хлопчатник //“Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар: Андижон тажрибаси” мавзусидаги илмий-амалий конференциянинг илмий мақолалар тўплами (2-китоб). -Андижан, 2002. –С.92...94.
7. Ҳамрақулов А.К. Определение ширины и длины полевых досок двухъярусного плуга //“Қишлоқ хўжалигида илғор технологиялар: Андижон тажрибаси” мавзусидаги илмий-амалий конференциянинг илмий мақолалар тўплами (2-китоб). - Андижан, 2002. –С.94...98.

8. Б.Хушвақтов, С.И.Пулатов, А.Хамракулов. Теоретическое определение поперечного смещения корпуса верхнего яруса относительно нижнего при двухъярусной вспашке // "Қишлоқ хужалигида илғор технологиялар: Андижон таҷрибаси" мазусидаги илмий-амалий конференциянинг илмий мақолалар туплами (2-китоб). - Андижан, 2002. - С.98...100.

9. А.Хамракулов. Обоснование параметров и режима работы двухъярусного плуга // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. - 2003.-№4.-С.39...41.

10. Б.Хушвақтов, А.Хамракулов. Теоретические предпосылки к обоснованию параметров двухъярусного плуга к энергонасыщенным тракторам // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. - 2004.-№1.-С.14...18.

---

Соискатель

Валиев

А - 13987

**Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор А.К.Хамракуловнинг 05.20.01-қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини механизациялаш ихтисослиги бўйича “Юқори қувватли гилдиракли тракторларга икки ярусли плуг параметрларини асослаш” мавзусидаги диссертациясининг**

## **РЕЗЮМЕ СИ**

**Таянч (энг муҳим) сўзлар:** икки ярусли плуг, гилдиракли ҳайдов трактори, қамров кенглиги, корпусни кўндаланг силжиши, корпуслар орасидаги буйлама масофа, дала тахтасининг узунлиги ва кенглиги, плугни тракторга уланиш схемаси, ҳайдов чуқурлиги, кўмиш тулиқлилиги ва чуқурлиги, тортишга бўлган қаршилиқ.

**Тадқиқот объекти:** “Магнум” тракторларига икки ярусли плуг ва у бажараётган технологик жараён.

**Ишнинг мақсади:** “Магнум” тракторларига икки ярусли плугни конструктив схемасини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш.

**Тадқиқот усули:** назарий тадқиқотлар плугни пастки ва юқориги корпуслари ҳамда унинг дала тахталарини тупроқ билан ўзаро таъсирини математик моделлаштириш йули билан, тажрибавий тадқиқотлар эса тензометрик қурилмадан фойдаланган ҳолда стандарт усулларни қўллаб утказилди.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгиллиги:** “Магнум” тракторига мўлжалланган икки ярусли плуг тўрт корпусли бўлиб, ҳар бир корпуснинг қамров кенглиги 45 см бўлиши керак, бунда юқориги ярус корпусининг пастки ярус корпусига нисбатан кўндаланг силжиши 16...26 см оралиғида бўлиши, бир хил номланган корпуслар орасидаги буйлама масофа – 105 см дан кам бўлмаслиги, пастки ярус корпуси билан ўздан олдин жойлашган юқориги ярус корпуси орасидаги буйлама масофа – 53...55 см, дала тахтасининг кенглиги ва узунлиги эса мос равишда 20 ва 45 см дан кам бўлмаслиги керак.

**Амалий аҳамияти:** тавсия этилаётган параметрларга эга бўлган икки ярусли плугни “Магнум” трактори билан ишлатиш мавжуд LD-100 плугига нисбатан ҳайдовга сарфланадиган харажатларни 25,07 фоизга камайтириш имконини беради.

**Тадбиқ этилиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** тадқиқотлар натижалари “БМКБ-Агротех” ОАЖ (Тошкент ш.) томонидан ҳозирда “Чирчиққишлоқмаш” ОАЖда чиқарилаётган ПД-4-45 ҳамда МР-2/3-45 плуг-ларининг тажриба намунаси конструкциясини ишлаб чиқишда қўлланилган.

ПД-4-45 плуги “Магнум” трактори билан ишлатилганда йиллик иқтисодий самара 4776993 сумни ташкил этади.

**Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси:** қишлоқ хўжалиги машинасозлиги, қишлоқ хўжалиги.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Хамракулова А.К. на тему «Обоснование параметров двухъярусного плуга к энергонасыщенным колесным тракторам» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01-механизация сельскохозяйственного производства

**Ключевые слова:** двухъярусный плуг, колесный пахотный трактор, ширина захвата, поперечное смещение корпуса, продольное расстояние между корпусами, ширина и длина полевой доски, схема присоединения плуга к трактору, глубина вспашки, полнота и глубина заделки, тяговое сопротивление.

**Объекты исследования:** двухъярусный плуг к тракторам «Магнум» и технологический процесс, осуществляемый им.

**Цель работы:** разработка конструктивной схемы и обоснование параметров двухъярусного плуга к тракторам «Магнум».

**Метод исследования:** теоретические исследования проводились путем математического моделирования взаимодействия с почвой корпусов нижнего и верхнего ярусов плуга и его полевых досок, а экспериментальные исследования по стандартным методикам с применением тензометрической установки.

**Полученные результаты и их новизна:** двухъярусный плуг к трактору «Магнум» должен быть четырехкорпусным с шириной захвата каждого корпуса по 45 см, при этом поперечное смещение корпуса верхнего яруса относительно нижнего должен быть в пределах 16...26 см, продольное расстояние: между одноименными корпусами – не менее 105 см, между корпусом нижнего яруса и расположенным перед ним корпусом верхнего яруса – 53...55 см, ширина и длина полевых досок – соответственно не менее 20 и 45 см.

**Практическая значимость:** применение двухъярусного плуга с рекомендуемыми параметрами в агрегате с трактором «Магнум» 8940 в сравнении с плугом LD-100 позволяет снизить прямые затраты при вспашке на 25,07 %.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** результаты исследований использованы ОАО «БМКБ-Агромаш» (г. Ташкент) при разработке конструкции опытного образца плуга ПД-4-45, выпускаемого в настоящее время ОАО «Чирчиксельмаш», и плуги МР-2/3-45. Годовой экономический эффект от использования плуга в агрегате с трактором «Магнум» составляет 4776993 сум.

**Область применения:** сельскохозяйственное машиностроение, сельское хозяйство.

## RESUME

**Thesis of Hamrakulov A.K. on a the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technics speciality 05.20.01 - mechanization of agricultural production subject: "The Substantiation of Parameters of the Bi-layer plough to High-power Wheel Tractors"**

**Key words:** the bi-layer plough, wheel ploughing tractor, width of claw, cross displacement of cases, distance between cases, width and length of the field board, scheme of connection of the plough to the tractor, depth of ploughing, completeness and depth of closing up, resistance of traction.

**Subjects of the inquiry:** the bi-layer plough to "Magnum" tractors and technological process carried out by it.

**Aim of the inquiry:** development of the constructive scheme and substantiation of parameters of the bi-layer plough to "Magnum" tractors.

**Method of inquiry:** the theoretical researches were spent by mathematical modeling of interaction with soil of the bottom and top cases of a plough and their field boards, and experimental researches on standard techniques with application of the installation for measuring of tensivity.

**The results achieved and their novelty:** the bi-layer plough to "Magnum" tractor should be four-case with width of claw of each case on 45 cm, thus cross displacement of the case of the top case concerning bottom one should be within the limits of 16...26 cm, longitudinal distance: between the same cases - not less than 105 cm, between the case of the bottom layer and located forward case of the top layer - 53...55 cm, width and length of field boards - accordingly 20 and 45 cm.

**Practical value:** application of the bi-layer plough with recommended parameters in the unit with the "Magnum-8940" tractor in comparison with a plough LD-100 allows to lower direct operational expenditures for ploughing on 25,07 %.

**Degree of embed and economical effectivity:** the results of researches are used SV "BMKB-Agromash" (Tashkent) by development of a design of a skilled sample of a ploughs PD-4-45 and MP-2/3-45, let out in the present time SV "Chirchikselmash. The annual economic benefit of use of the plough in the unit with the "Magnum" tractor makes 4776993 sums.

**Sphere of usage:** agricultural engineering industry, agriculture.