

УДК 631.316.022: 631.512

UDC 631.316.022: 631.512

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ БЕЗОТВАЛЬНОГО РАЗРЫХЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ СТРУКТУР ВЕРХНЕГО ГОРИЗОНТА

EXPERIMENT FOR DEFINITION OF OPTIMAL PARAMETERS OF TOOL CONSTRUCTION-TECHNOLOGIC IDEA FOR CHISEL TILLAGE OF UPPER LAYER

Тарасенко Борис Фёдорович
к.т.н., доцент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Tarasenko Boris Fedorovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Представлены анализ механизированных процессов обработки почвы и эксперименты по оптимизации рабочего органа универсального чизельного плуга для разрыхления почвенных структур верхнего горизонта

Analysis of mechanize processes of bursting and experiments for definition of optimal parameters of universal plow for chisel tillage of upper soil layer are presented

Ключевые слова: РЫХЛЕНИЕ ЧИЗЕЛЬНОЕ, НОВЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ (СТОЙКИ С ПРЯМОУГОЛЬНЫМИ ЛАПАМИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ), ЭКСПЕРИМЕНТ, ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Keywords: CHISEL, NEW TOOLS (STANDARDS AND SHOVELS FOR SEEDBED RIFINING), EXPERIMENT, OPTIMAL PARAMETERS

Низкое качество разрыхления почвенных структур верхнего горизонта не обеспечивает условий эффективного накопления и использования почвенной влаги, не способствует получению гарантированных урожаев зерновых, а несовершенные технологические приёмы и технические средства обработки почвы способствуют наращиванию затрат энергии.

Для решения экологической и энергетической проблем, связанных с качеством обработки почвы в условиях рискованного засушливого земледелия в степной зоне Северного Кавказа (Краснодарском крае, Ростовской области и Ставропольском крае), являющейся основной зерносеющей зоной России [1], а также с несовершенством механизированных процессов, нами разработан и защищен патентом РФ универсальный плуг «Рыхлитель чизельный» [2]. Новые рабочие органы данного безотвального конструктивно-технологического решения предназначены для создания мелкокомковатой структуры верхнего горизонта и ровного ложа при предпосевной обработке почвы, и для основной обработки почвы.

Однако для его рабочих органов, необходимо обоснование технологических и конструктивных параметров и их влияние на качество обработки.

Для выхода из сложившейся ситуации нами поставлены следующие **задачи исследований.**

1. Оптимизировать конструктивные параметры рабочего органа «Рыхлителя чизельного» при основной обработке почвы и разрыхлении почвенных структур верхнего горизонта

2. Экспериментально проверить качество обработки почвы.

Реализация задач исследований осуществлена следующим образом.

1. Оптимизация параметров выполнена при помощи спроектированного и изготовленного нами в учебных мастерских Кубанского госагроуниверситета экспериментального «Рыхлителя чизельного» для безотвального разрыхления почвенных структур верхнего горизонта. На раме 1 рыхлителя (рисунок 1), навешенного на трактор 2, на кронштейнах 3

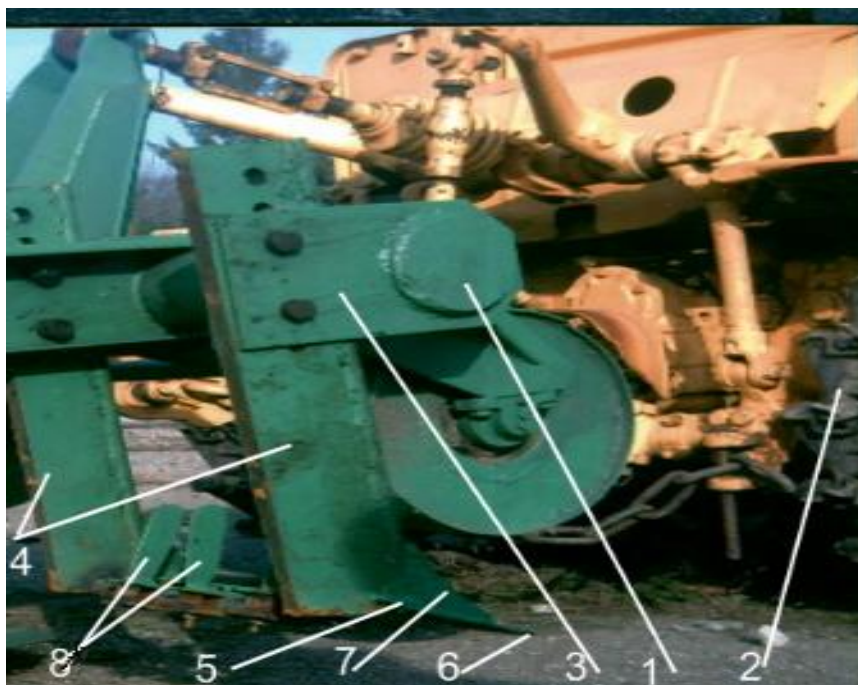
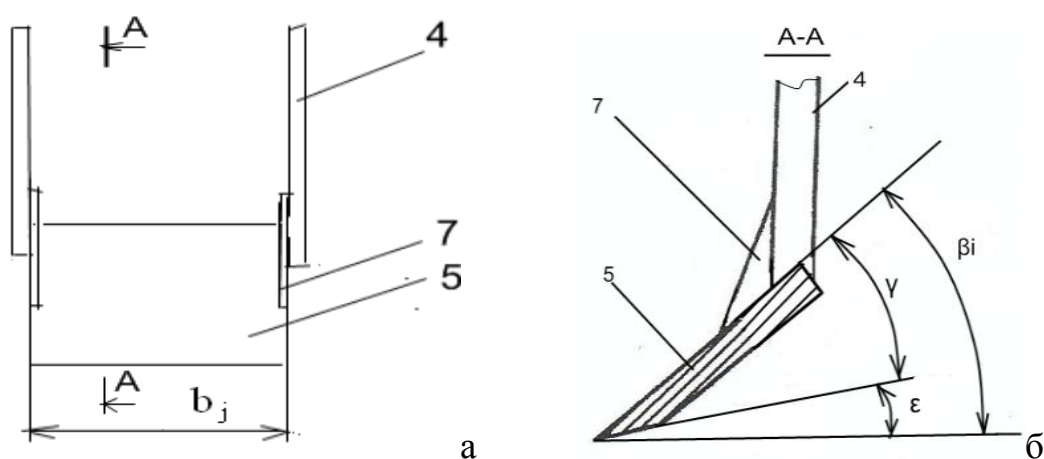


Рисунок 1 – Рыхлитель чизельный (экспериментальный образец) закреплены рабочие органы, выполненные в виде двух прямоугольных

стоек 4 с наклонно установленными к направлению движения лапами 5, снабженными спереди заточенной режущей кромкой 6. При этом кромка 6 образована нижней заточкой. Лапы 5 имеют прямоугольную форму и консольно закреплены при помощи косынок 7 к передней части стоек 4. Сзади лапа 5 оснащена сменными ворошителями 8.

Исследования по оптимизации выполнены с использованием методов планирования экспериментов по симметричному композиционному плану типа V_k (звёздные точки равны ± 1) согласно разработанной нами программе для ЭВМ в системе Mathcad [3]. При этом при анализе факторов определено, что существенными (переменными) факторами, влияющими на величину тягового сопротивления, являются ширина лапы b_i и угол крошения β_i (рисунок 2). При этом часть конструктивных параметров лапы приняты такими, как у плуга чизельного навесного типа ПЧН [4] (задний угол $\varepsilon=10-13^\circ$, угол заточки $\gamma=25^\circ$), а технологические факторы глубина обработки, скорость обработки были приняты близкими к первичным требованиям 15 ± 1 см, до-9 км/ч соответственно.



а – вид прямо; сечение А-А
Рисунок 2 – Схема рабочих органов

Остальные факторы (полевая влажность, полная влагоёмкость, объёмная масса почвы, удельная масса почвы, пористость, плотность почвы, значе-

ние средней твёрдости) существенных отклонений не имели. Они проверялись при помощи однофакторных экспериментов, согласно методикам Н.А. Качинского (ГОСТ 20915-75).

Уровни факторов (таблица 1) выбраны «стандартным образом» т.е. так, чтобы их оптимальные значения попадали в центр варьирования.

Таблица – 1 Факторы, интервалы и уровни варьирования

Переменные факторы	Кодированные обозначения, X_i	Интервал Варьирования, Δ_i	Уровни факторов		
			+1	0	-1
Ширина лапы X_1 (b_j), м	x_1	0,215	0,5	0,285	0,07
Угол крошения X_2 (β_i), град.	x_2	5	40	35	30

x_1 – кодированные обозначения ширины лапы, которая имеет интервал варьирования от $b_{\min}=0,07$ м до $b_{\max}=0,5$, а за середину интервала принята ширина лапы $b_0=0,285$ м;

x_2 – кодированные обозначения угла крошения с интервалом варьирования от $\beta_{\min}=30^\circ$ до $\beta_{\max}=40^\circ$, а за середину интервала принят угол крошения $\beta_0=35^\circ$.

Перевод значений действительных в кодированные значения осуществлён согласно формуле

$$x_i = \frac{X_i + X_{i0}}{\Delta_i}, \tag{1}$$

где, X_i – значение действительного i -го фактора;

X_{i0} – значение i -го фактора в середине интервала;

Δ_i – интервал варьирования.

В таблице 2 представлена матрица планирования двухфакторного эксперимента по программе МНК типа В_к, который проведен рандомизировано во времени, то есть в случайной последовательности для исключения влияния систематических ошибок, вызванных внешними факторами (например, неточный контроль и т.д.).

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента по определению зависимости тягового сопротивления лапы с нижней заточкой от ширины лапы b и угла крошения β

п/№	Натуральные значения факторов		Кодированные значения факторов		Отклик, Н
	b_i , мм	β_i , град.	x_1	x_2	
1	500	40	+	+	4000
2	500	30	+	-	3200
3	70	40	-	+	1800
4	70	30	-	-	1060
5	500	35	+	0	2200
6	70	35	-	0	1800
7	285	40	0	+	3000
8	285	30	0	-	1880
9	285	35	0	0	3000
10	285	35	0	0	3100
11	285	35	0	0	3050
12	285	35	0	0	2800

В результате математической обработки экспериментальных данных определены коэффициенты, и получено следующее уравнение регрессии в каноническом виде

$$Y(x) = -62651,20 + 23,99x_1 + 3496,14x_2 - 0,04x_1^2 - 48,68x_2^2 \quad (2)$$

где Y – величина тягового сопротивления рабочего органа, Н.

Причём коэффициенты проверены по критерию Стьюдента, а уравнение – по критерию Фишера.

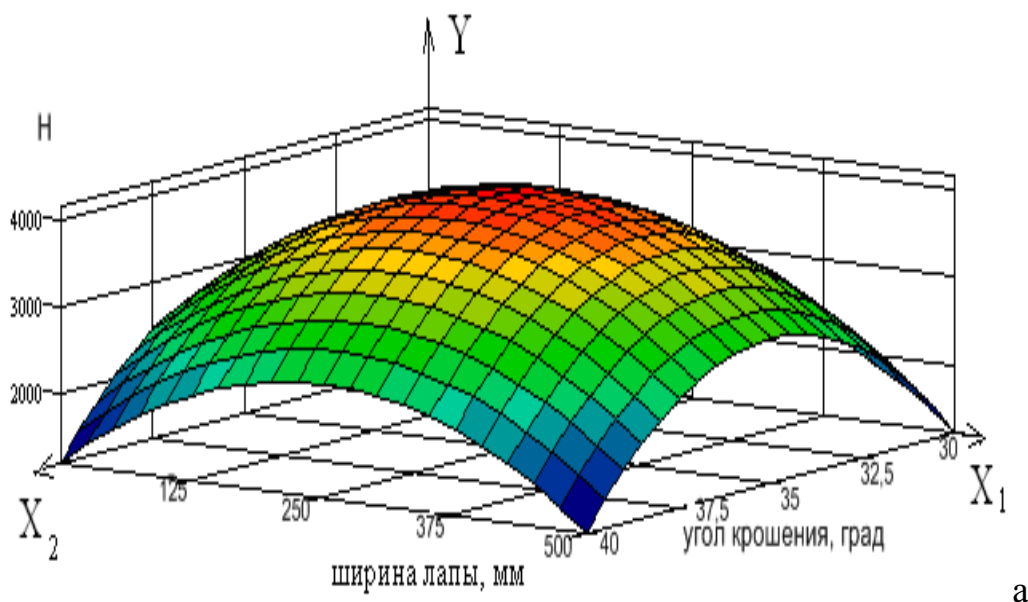
Дифференцируя уравнение, по каждой из переменных и приравнивая производные нулю, получаем систему линейных уравнений. Решив полученную систему, находим координаты центра отклика: в кодированных значениях $x_1=0,24$ и $x_2=0,04$, что соответствует в действительных значениях $X_1=336,4\text{мм}$, $X_2=35,2^\circ$. Найденные значения подставляем в исходное уравнение (1) и находим значение параметра в центре поверхности отклика. Значение оптимальной величины тягового сопротивления рабочего органа $Y_s = 4157,06\text{Н}$.

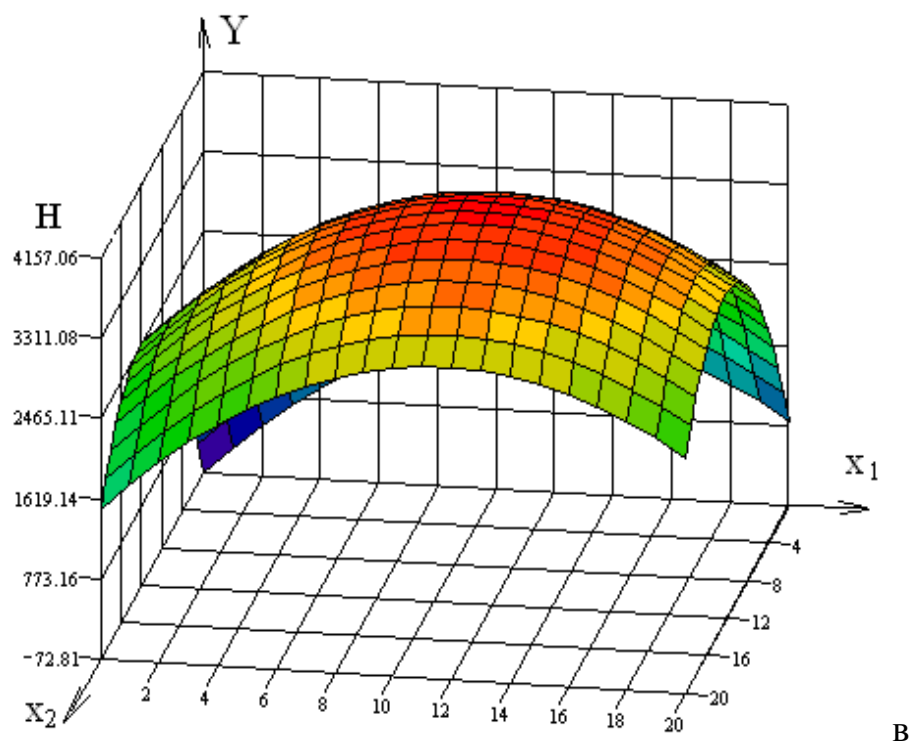
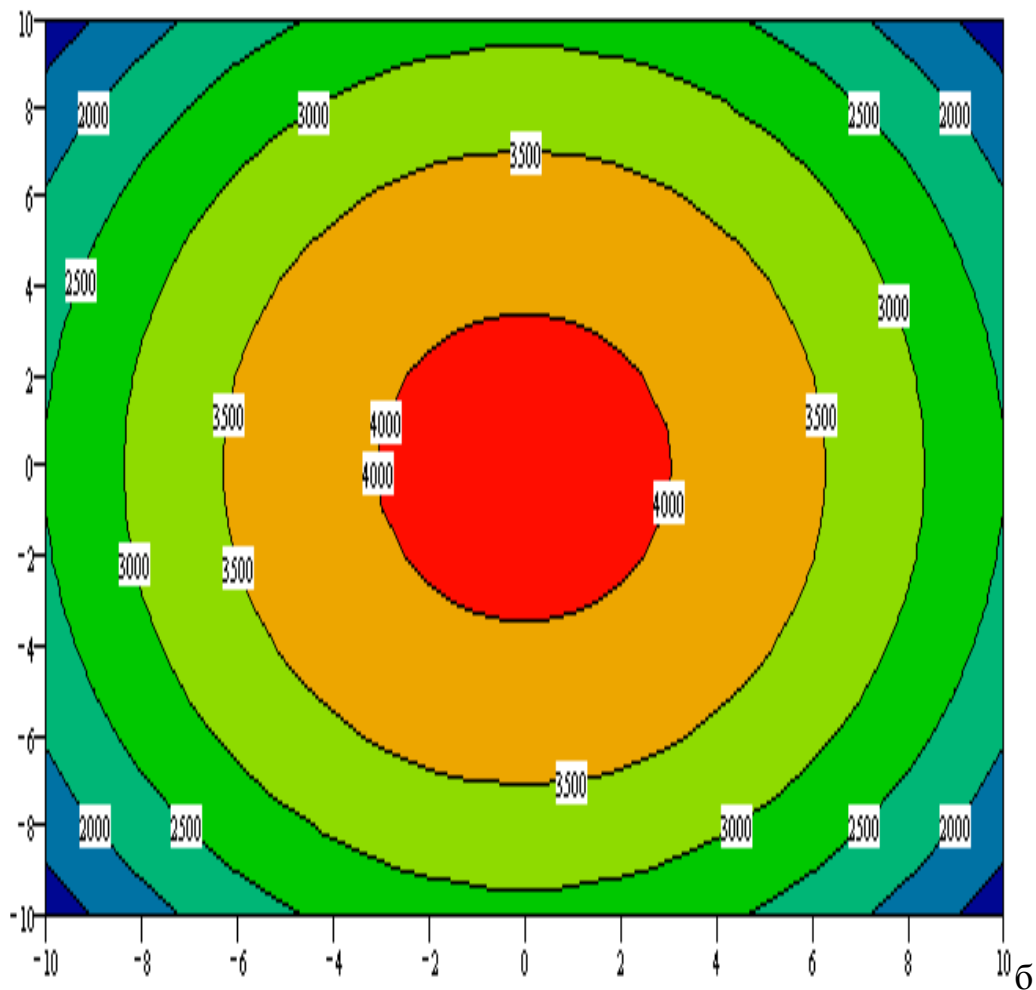
Для анализа факторов после канонического преобразования получаем уравнение

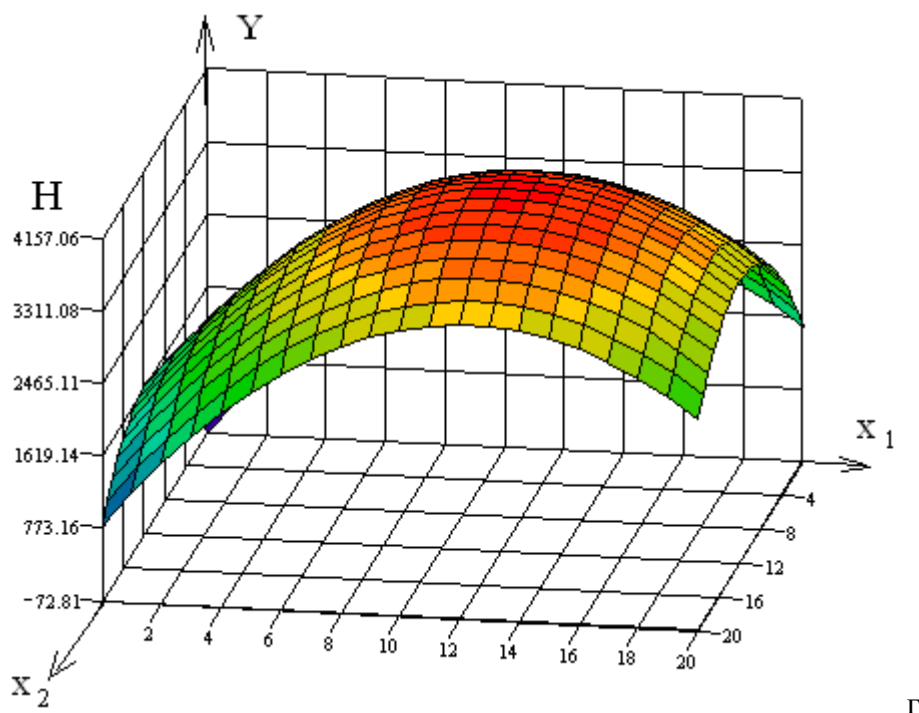
$$Y - Y_s = -0,04x_1^2 - 48,68x_2^2 \quad (3)$$

Где Y_s – оптимальная величина тягового сопротивления рабочего органа, Н.

Согласно уравнению (3) поверхность отклика тягового сопротивления рабочего органа от ширины лапы b и угла крошения β , поверхность отклика в изолиниях и графики имеют следующие виды (рисунок 3).

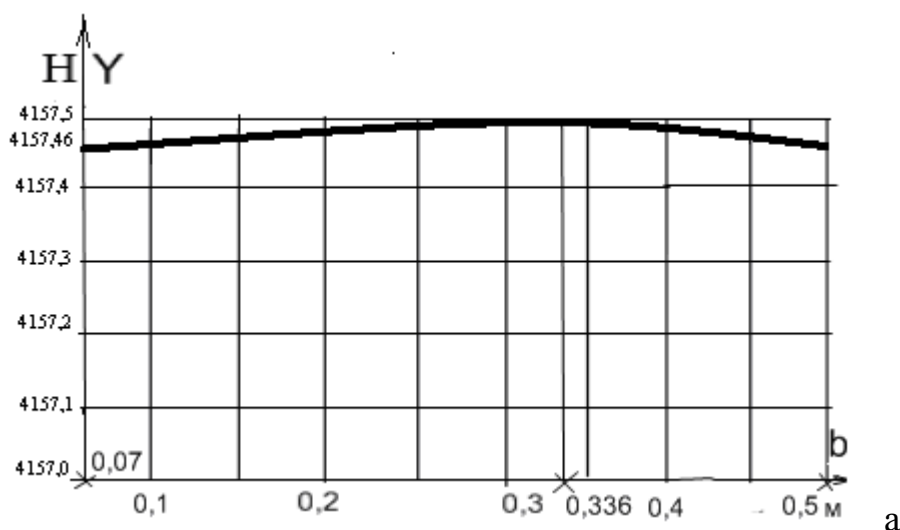


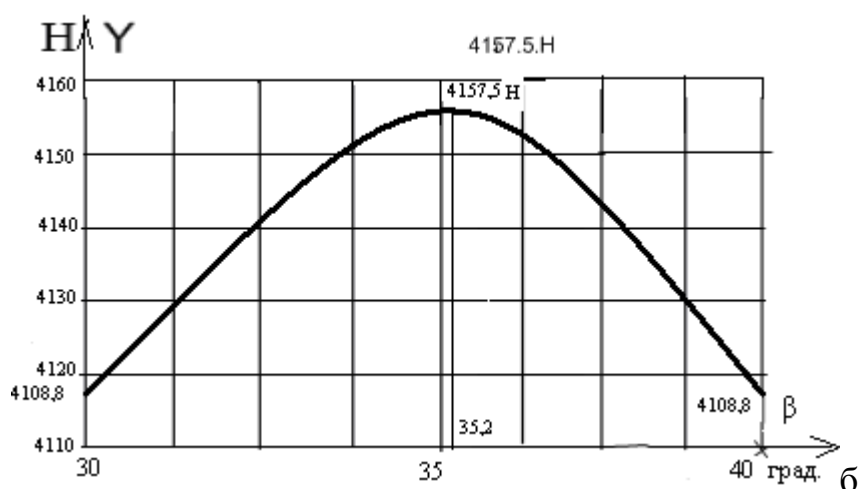




а – поверхности отклика; б – двухмерное сечение; в,г – графики
 Рисунок 3 – Поверхности зависимости тягового сопротивления от угла крошения и ширины лапы

При фиксированном значении конструктивного параметра X_1 или параметра X_2 (находящихся в центре плана) величина тягового сопротивления рабочего органа Y определяемая из уравнения (3) максимальна и равна 4157,5Н, а для ширины лапы $b=0,07\text{м}$, $b=0,5\text{м}$, или угле крошения $\beta=30^\circ$, $\beta=40^\circ$, величины (Y) равны соответственно 4157,46 и 4108,8Н (рисунок 4).





а – при фиксированном параметре X_1 ;

б – при фиксированном параметре X_2 ;

Рисунок 4 – Зависимость тягового сопротивления рабочего органа от b_i и β_j

Исследования качества плоскорезной обработки почвы универсальным плугом показали соответствие качеству обработки плугом ПЧН, так как также обеспечивается гладкий и ровный рельеф без заделки стерни и вынос корней сорняков в верхние слои почвы. Исследованиями также выявлено, что новыми рабочими органами обеспечивается получение уплотнённого ровного ложа, а их равномерно расставленными ворошителями, производящими крошение почвы, обеспечивается, кроме сказанного выше, создание мелкокомковатого агрегатного состава почвы над ложем.

Выводы. Поставленные задачи выполнены.

1. Оптимизированы методом планирования эксперимента с использованием V_k плана параметры управляемых факторов экспериментального рабочего органа. Их результаты: ширина лапы, $b=336,4$ мм; угол крошения, $\beta=35,2^\circ$; тяговое сопротивление, $Y_s=4157,5$ Н.

2. Экспериментами подтверждено получение уплотнённого ровного ложа, а также мелкокомковатого агрегатного состава почвы над ним.

Список использованной литературы

1. Рыков, В.Б. Механико-технологическое обоснование технических средств и агрегатов для обработки почвы в условиях засушливого земледелия юга России: Автореферат диссертации на соискании учёной степени доктора технических наук. Краснодар: ВНИПТИМЭСХ. 2001. 40с.
2. Патент РФ №2316921. 2008. МКИ А01В49/02. Рыхлитель чизельный
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009613305, дата регистрации – 25 июня 2009г. Определение оптимальных параметров чизельной лапы с нижней заточкой.
4. Рис: Новые сорта и энергосберегающие технологии его возделывания в Краснодарском крае (научно-методическая разработка). / Зеленский Г.Л., Чеботарёв М.И., Трубилин Е.И. и др. Краснодар: КубГАУ. 1997. 96с.