

УДК 631.331.5

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТКА-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

*В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор  
тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: vik@ugsha.ru*

*И.А. Шаронов, кандидат технических наук, доцент  
тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: ivanshar2009@yandex.ru*

*Е.С. Зыкин, кандидат технических наук, доцент  
тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: evg-zykin@yandex.ru*

*В.В. Мартынов, аспирант  
тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: martynov-ugsha@yandex.com*

*Г.Л. Татаров, аспирант*

*тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: martynov-ugsha@yandex.com*

**Ключевые слова:** гребневая технология посева, комбинированный посевной агрегат, каток-гребнеобразователь, гребень почвы, сферические диски, уплотняющие кольца.

Предложен способ посева пропашных культур, применение которого позволит увеличить их урожайность до 25 %. Обоснованы основные конструктивные параметры катка-гребнеобразователя и режимы его работы. Применение такого катка позволяет формировать гребни требуемых размеров и с требуемой плотностью почвы в зоне расположения семян.

**Введение.** Совершенствование средств механизации и автоматизации агропромышленного комплекса позволяет повысить их производительность и, вместе с тем, конкурентоспособность. Поэтому совершенствование существующих и создание принципиально новых технических решений является важнейшей задачей для развития страны. Процесс модернизации сельскохозяйственного производства предусматривает внедрение инновационных энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

**Материалы и методы исследований.** Анализ технологий и средств механизации гребневого возделывания пропашных культур позволил выявить наиболее перспективную гребневую технологию посева пропашных культур [1], при которой одновременно с высевом семян над ними формируют гребни комбинированным посевным агрегатом.

Для повышения качества возделывания культур по гребневой технологии нами разработан каток-гребнеобразователь [2, 5], который позволяет одновременно с посевом пропашных культур формировать гребень почвы требуемой плотности и геометрических размеров. Каток-гребнеобразователь (рисунок 1) включает в себя раму, состоящую из боковых балок 1, продольных балок 2 и поперечных балок 3 и 4. На боковых балках 1 закреплены пластины 5 с поперечными прорезями. В прорези вставлены полуоси 6, которые можно перемещать в вертикальной плоскости и фиксировать в заданном положении. На полуосях 6 установлены сферические диски 7. На продольных балках 2 в подшипниках установлена ось с прикатывающими кольцами 8. Конструкция катка позволяет изменять положение прикатывающих колец вместе с осью в горизонтальной плоскости. Посредством кронштейна 9 каток-гребнеобразователь агрегируют с требуемой машиной. К кронштейну присоединена штанга 10. На штанге установлена пружина 11 для регулировки давления катка на почву.

Для оптимизации конструктивно-режимных параметров катка [6] выполнены экспериментальные исследования процесса формирования гребня почвы катком-гребнеобразователем.

Совместную оценку влияния независимых факторов на процесс формирования гребня почвы осуществляли с помощью параметра оптимизации – коэффициента соответствия эталону  $k_{\text{эс}}$ , характеризующего соответствие плотности почвы в зоне расположения семян агротехническим требованиям:

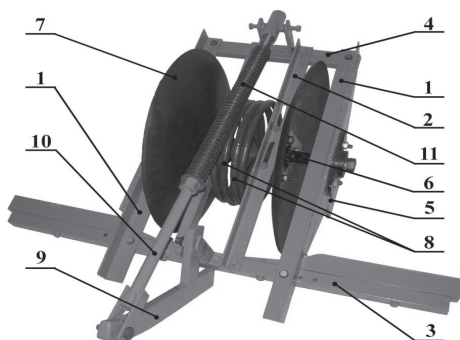
$$k_{\text{эс}} = [1 - (|\rho_{\text{опт}} - \rho_z| / \rho_{\text{опт}})], \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{опт}}$  – оптимальная плотность почвы на глубине заделки семян, регламентируемая агротребованиями к возделыванию пропашных культур,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_z$  – плотность почвы в гребне, полученная после проведения эксперимента,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

При полном соответствии плотности почвы в гребне агротехническим требованиям ( $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) коэффициент  $k_{\text{эс}} = 1$ . Критерий является универсальным и позволяет оценить качество обработки почвы катками любого типа [7].

Основными независимыми факторами, оказывающими наибольшее влияние на процесс формирования гребня почвы, являются:  $x_1$  ( $v$ ) – скорость движения агрегата;  $x_2$  ( $F_{\text{пр}}$ ) – усилие сжатия пружины;  $x_3$  ( $\alpha$ ) – угол атаки сферических дисков;  $x_4$  ( $\lambda$ ) – смещение прикатывающих колец.

В процессе экспериментальных исследований при различных сочетаниях независимых факторов определяли плотность почвы  $\rho_3$  в цен-



**Рисунок 1 – Каток-гребнеобразователь:**

- 1 – боковые балки; 2 – продольные балки; 3 – передняя балка;  
4 – задняя балка; 5 – пластина с прорезьями; 6 – полуось; 7 – сферические диски; 8 – прикатывающие кольца; 9 – кронштейн;  
10 – штанга; 11 – пружина

тральной части гребня на глубине залегания семян [3, 4]. Далее определяли  $k_{\text{сз}}$ . Результаты экспериментальных исследований обрабатывали, применяя методы математической статистики, с помощью программ «Excel», «Statistica» и «Derive». Особое внимание при этом уделяли критериям, которые подтверждают достоверность и значимость результатов исследований, а также адекватность полученных математических моделей.

Обработка результатов проведенных опытов позволила получить уравнение регрессии в натуральных значениях факторов, которое характеризует влияние скорости агрегата  $v$  и угла  $\alpha$  на коэффициент соответствия эталону:

$$k_{\text{сз}} = 0,8786 + 0,1121v + 0,0042\alpha - 0,0378v^2 - 0,0005v\alpha - 0,0002\alpha^2 \quad (2)$$

Уравнение (2) в кодированных значениях факторов имеет вид:

$$Y = 0,9731 - 0,0022x_1 + 0,0028x_3 - 0,0197x_1^2 - 0,0046x_1x_3 - 0,0163x_3^2 \quad (3)$$

где  $Y$  – коэффициент соответствия эталону.

Графическое изображение поверхности отклика от взаимодействия скорости движения агрегата и угла атаки дисков  $\alpha$  и их совместное влияние на коэффициент соответствия эталону представлено на рисунке 2, а.

Уравнения регрессии в натуральных и кодированных значениях факторов, характеризующие влияние угла атаки сферических дисков и

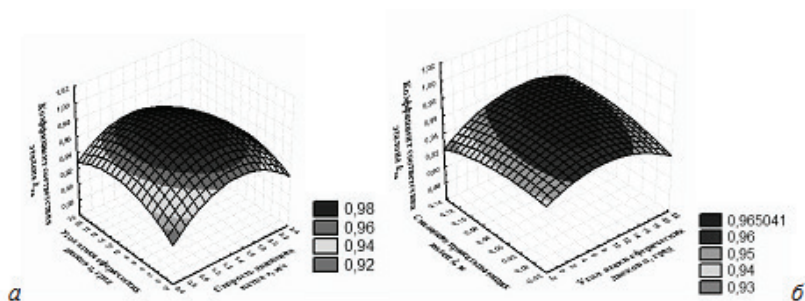


Рисунок 2 – Поверхности отклика от взаимодействия независимых факторов

смещения прикатывающих колец на коэффициент соответствия эталону, имеют вид:

$$k_{сз} = 0,9456 + 0,003\alpha + 0,0829\lambda - 0,0002\alpha^2 + 0,0095\alpha\lambda - 1,3524\lambda^2, \quad (4)$$

$$Y = 0,9649 - 0,0028x_3 + 0,0009x_4 - 0,0163x_3^2 - 0,0057x_3x_4 - 0,0049x_4^2. \quad (5)$$

Графическое изображение поверхности отклика от взаимодействия угла атаки сферических дисков и смещения прикатывающих колец и их совместного влияния на коэффициент соответствия эталону представлено на рисунке 2, б.

Таким же образом были получены уравнения регрессии и соответствующие им поверхности отклика от взаимодействия скорости движения катка и усилия сжатия пружины, скорости движения катка и смещения прикатывающих колец, усилия сжатия пружины и смещения прикатывающих колец, усилия сжатия пружины и угла атаки сферических дисков.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Определив виды поверхностей отклика, выполняли их анализ при помощи двухмерных сечений, характеризующих совместное влияния основных независимых факторов на  $k_{сз}$ . Анализ полученных двухмерных сечений позволил выявить, что максимальное значение коэффициента соответствия эталону (в локальном максимуме)  $k_{сз \max} = 0,98$  достигается при скорости движения катка  $v = 5,1$  км/ч, усилия сжатия пружины  $F = 635$  Н, смещении прикатывающих колец  $\lambda = 7$  см и угле атаки дисков  $\alpha = 11^\circ$ .

**Закключение.** Использование предлагаемого катка-гребнеобразователя с оптимизированными конструктивно-режимными параметрами позволяет сформировать гребень почвы в полном соответствии

с агротехническими требованиями, что, в свою очередь, способствует увеличению урожайности пропашных культур.

### *Библиографический список*

1. Курдюмов В.И. Способ посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. Патент RU № 2265305. - Оpubл. 10.12.2005 г., Бюл. № 34.
2. Курдюмов В.И. Катор-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов. Патент RU № 2347338. - Оpubл. 10.10.2011, Бюл. № 28.
3. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Шаронов И.А., Курушин В.В., Прошкин В.Е., Егоров А.С. Устройство для определения плотности почвы. Патент на полезную модель RU № 149064. Оpubл. 20.12.2014 г. Бюл. № 35.
4. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Шаронов И.А., Курушин В.В., Мартынов В.В., Ерощкин А.В. Устройство для определения плотности почвы. Патент на полезную модель RU № 149065. Оpubл. 20.12.2014 г. Бюл. № 35.
5. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Шаронов И.А., Мартынов В.В., Курушин В.В. Катор-гребнеобразователь. Патент RU № 2558262. Оpubл. 27.07.2015 г. Бюл. № 21.
6. Курушин В.В., Шаронов И.А., Курдюмов В.И. Определение конструктивных параметров катка-гребнеобразователя. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 131-135.
7. Курдюмов В.И., Курушин В.В. Исследование рабочих органов зерновой сеялки в лабораторных условиях. Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения» - Ульяновск: ГСХА, 2012, т. II. – С. 84-89.

## **EXPERIMENTAL RESEARCH ROLLERS- RIDGER**

*Kurdyumov V.I., Sharonov I.A., Zykin E.S., Martynov V.V., Tatarov G.L.*

**Keywords:** ridge sowing technology, combined seeders, roller-ridger, ridge soil, spherical wheels, sealing rings.

A method for planting row crops, the use of which will increase their productivity by 25%. Showing and proved the main design parameters of the roller-grebneobrazovatelya and modes of operation. The use of means of mechanization of planting allows forming ridges desired height and the desired density of the soil.