

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КАТКА

**В.И. Курдюмов**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
тел. 89020052321, e-mail: vik@ugsha.ru

**И.А. Шаронов**, кандидат технических наук, доцент  
тел. 89278166772, e-mail: ivanshar2009@yandex.ru

**Е.Н. Прошкин**, кандидат технических наук, доцент  
тел. 89020052321, e-mail: demon731993@rambler.ru

**В.Е. Прошкин**, студент 5 курса инженерного факультета  
тел. 89020052321, e-mail: demon731993@rambler.ru  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

**Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-1955.2014.8**

**Ключевые слова:** прикатывание, плотность почвы, волновой рельеф, почвообрабатывающий каток.

*Разработан почвообрабатывающий каток, который позволяет обеспечить требуемое качество обработки почвы, снизить эксплуатационные затраты и повысить урожайность возделываемых культур. Определены факторы, оказывающие влияние на процесс обработки почвы разработанным катком, из которых выявлены наиболее значимые. Выбран критерий оптимизации, характеризующий качество процесса поверхностной обработки почвы.*

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве всё большее распространение получают комбинированные агрегаты, выполняющие за один проход несколько операций. Совмещение операций создаёт более благоприятные условия для развития культурных растений, повышает их урожайность, позволяет сократить число проходов машин по полю, что устраняет вредное влияние уплотненной колеи на развитие растений [1]. В связи с этим важной и актуальной задачей является разработка и внедрение в производство комбинированных средств механизации поверхностной обработки почвы, в состав которых входят устройства для прикатывания почвы, способные обеспечить требуемое качество поверхностной обработки, сократить эксплуатационные затраты, а также повысить урожайность возделываемых культур [2].

Для обеспечения требуемого качества поверхностной обработки почвы и необходимых условий развития растений разработан каток (рисунок 1), выполненный в виде пустотелого цилиндра с равномерно расположенными по окружности планками 1. Планки 1 расположены по винтовой линии и соединяют вертикальные диски 2. Вертикальные диски 2

снабжены креплениями 3 для соединения катка с почвообрабатывающим агрегатом.

Внутри пустотелого цилиндра установлен гладкий цилиндр 4, диаметр которого меньше радиуса пустотелого цилиндра. Оси цилиндров расположены параллельно друг другу. Поверхность гладкого цилиндра соприкасается с внутренней поверхностью планок 1 пустотелого цилиндра. Ось гладкого цилиндра 4 закреплена на оси пустотелого цилиндра. Гладкий цилиндр 4 установлен с зазорами между его основаниями и вертикальными дисками 2 и с возможностями свободного вращения вокруг своей оси и оси пустотелого цилиндра.

При движении почвообрабатывающего катка по полю комки почвы, лежащие на поверхности, интенсивно крошатся планками. Комки, не попавшие в зону действия планок, попадают между ребрами во внутреннее пространство пустотелого цилиндра, где разрушаются под воздействием гладкого цилиндра. При перекачивании по поверхности почвы каток уплотняет её и обеспечивает поверхностное рыхление. Ребра пустотелого цилиндра расположены по винтовой линии для уменьшения смещения почвенных частиц перед рёбрами, что исключает пере-

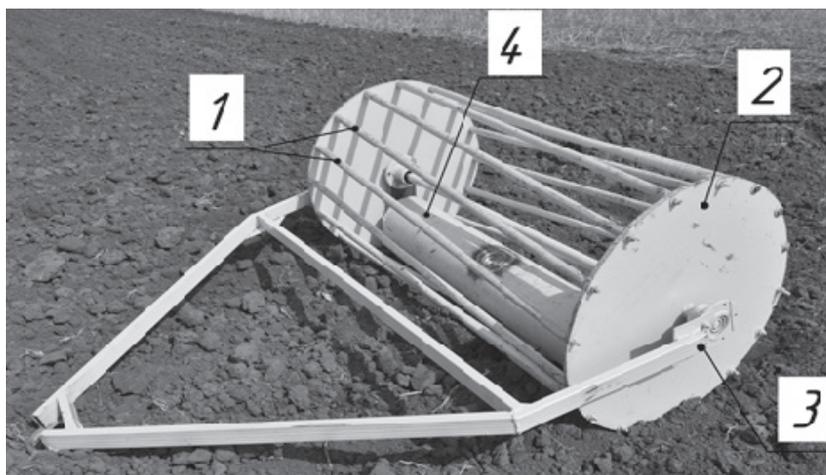


Рисунок 1 – Почвообрабатывающий каток (обозначения в тексте)

уплотнение почвы и интенсивное испарение влаги с ее поверхности.

Разработанный почвообрабатывающий каток выравшивает и мульчирует поверхность почвы, качественно уплотняет ее, а также интенсивно крошит комки почвы, обеспечивая ее требуемый фракционный состав, полностью удовлетворяющий агротехническим требованиям к прикатыванию. При этом удельная металлоемкость предлагаемого катка не превышает 120 кг на 1 м ширины захвата, что в 2,36 раза меньше, чем у выпускаемого серийно кольчатощповорного катка 3 ККШ-6 (283,6 кг/м).

На процесс прикатывания почвы предложенным катком влияет множество различных факторов, которые могут быть контролируемыми и управляемыми; контролируемыми, но не управляемыми; не контролируемыми и не управляемыми. Исследование общего влияния большого количества факторов, сочетающихся в произвольных соотношениях, часто приводит к неясным закономерностям и ошибочным выводам. В связи с этим необходимо выбрать основные независимые факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс прикатывания почвы [3].

К контролируемым и управляемым факторам процесса прикатывания почвы можно отнести: скорость движения почвообрабатывающего катка, расстояние от планки до гладкого цилиндра, массу балласта в гладком цилиндре, количество планок, диаметр пустотелого цилиндра, диаметр планок, угол наклона планок относительно оси катка, диаметры гладкого и пустотелого цилиндров, геометрическую форму планок [4].

Такие факторы как плотность почвы и ее гранулометрический состав до прохода почвообрабатывающего катка, влажность почвы и другие являются контролируемыми, но не управляемыми. К не контролируемым и не управляемым факторам для данного процесса можно отнести параметры окружающей среды и другие. [5] При проведении исследу-

ований и обработке результатов экспериментов для выбора оптимальных режимов работы почвообрабатывающего катка учитывают только контролируемые факторы [6].

Применяя метод формализации априорной информации, а также учитывая такие требования к факторам, как управляемость, однородность и отсутствие корреляции между ними, определяем те из них, которые оказывают наибольшее влияние на процесс прикатывания почвы почвообрабатывающим катком. В результате из всех выше указанных факторов были выбраны:  $v$  – скорость движения почвообрабатывающего катка;  $m$  – масса балласта в гладком цилиндре;  $l$  – расстояние между гладким цилиндром и ближайшей к нему точкой расположенной радиально планки катка.

Анализ способов оценки качества обработки поверхностного слоя почвы катками, а также показателей, характеризующих процесс работы катков, показал необходимость дальнейшего совершенствования методики определения критериев качества прикатывания почвы. В качестве такого критерия примем коэффициент соответствия эталону  $k_{\text{ср}}$ , который характеризует соответствие плотности и структуры почвы после прикатывания почвы эталонным значениям, установленным агротехническими требованиями. Этот критерий является универсальным и позволяет оценить качество обработки почвы катками такого типа.

Коэффициент соответствия эталону

$$k_{\text{ср}} = [1 - ((\rho_{\text{факт}} - \rho_{\text{опт}}) / \rho_{\text{опт}})] C k_{\text{ср}},$$

где  $\rho_{\text{опт}}$  – оптимальная плотность почвы на глубине заделки семян, установленная агротребованиями,

кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{факт}}$  – фактическая плотность почвы после обработки катком, кг/м<sup>3</sup>;  $C$  – содержание частиц почвы

размером 0,25...50 мм после обработки катком, %;

$k_{\text{пер}}$  – коэффициент перевода,  $k_{\text{пер}} = 0,01$ .  
Наилучшее качество поверхностной обработ-

ки почвы обеспечивается при эталону  $k_{\text{сэ}} = 1$ .

После реализации плана экспериментальных исследований были обоснованы оптимальные параметры и режимы работы предложенного катка, при которых обеспечивается требуемое качество обработки: скорость движения почвообрабатывающего катка  $v = 9,4$  км/ч; масса балласта в гладком цилиндре  $m = 13$  кг; расстояние между гладким цилиндром и ближайшей к нему точкой расположенной радиально планки катка  $l = 0,5$  мм. Коэффициент соответствия эталону при оптимизированных параметрах и режимах работы катка равен 0,8, что характеризует хорошее качество его работы.

Необходимо отметить, что предложенный критерий оценки качества поверхностной обработки почвы является довольно жестким и достичь значения

$k_{\text{сэ}} = 1$  практически невозможно вследствие постоянного наличия в почве фракции с размерами частиц менее 0,25 мм. Этот факт подтверждает проведенная нами оценка качества поверхностной обработки почвы после применения наиболее распространенных в сельскохозяйственных предприятиях кольчато-шпоровых катков, в результате которой выявлено, что после обработки почвы такими катками коэффициент соответствия эталону не превышает 0,53.

Таким образом, применение разработанного почвообрабатывающего катка обеспечивает повышение качества поверхностной обработки почвы в 1,5 раза по сравнению с кольчато-шпоровым катком ЗККШ-6.

С учетом сказанного выше можно сделать вывод о правильности выбора основных независимых факторов процесса поверхностной обработки почвы, а также критерия оптимизации этого процесса. Применение предложенного нами катка с оптимизированными параметрами позволяет улучшить качество поверхностной обработки почвы не менее, чем на 50 процентов.

### **Библиографический список:**

1. Курдюмов В.И. Орудие для междурядной обработки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.В. Мартынов, Е.Н. Прошкин // Сельский механизатор. - 2013. - № 12 (58). - С. 16-17.
2. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования гребневой сеялки, оснащенной комбинированными сошниками / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, И.В. Бирюков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2012. - № 11. - С. 55-59.
3. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования универсального катка-гребнеобразователя / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.П. Зайцев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 4. - С. 107-112.
4. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования устройства для формирования гребней почвы / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.В. Мартынов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2013. - № 17. - С. 63-67.
5. Патент RU № 124110. Почвообрабатывающий каток / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.Н. Прошкин, В.Е. Прошкин. - Оpubл. 20.01.2013; Бюл. № 2.
6. Патент RU № 2347338. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов. - Оpubл. 20.03.2007; Бюл. № 6.

## **METHODOLOGICAL ASPECTS OF PLANNING EXPERIMENTAL RESEARCH TILLAGE ROLLERS**

**Kurdiumov V., Sharonov I., Proshkin E., Proshkin V.**

**Keywords:** *compacting, soil density, wave patterns, Soil rink.*

*Designed Soil rink, which provides the required quality of the soil, reduce operating costs and increase yields of crops. The factors influencing the processing of soil developed rink, of which the most important are revealed. Selected optimization criterion characterizing the quality of the process of surface treatment of the soil.*