

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАТКА-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор

Е.С. Зыкин, кандидат технических наук, доцент

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

В настоящее время в нашей стране и за рубежом актуальны вопросы возделывания пропашных культур по гребневой технологии.

Гребни формируют фрезерным культиватором-гребнеобразователем, с активными или пассивными рабочими органами, а семена пропашных культур высевают сеялкой, оборудованной специальным приспособлением, которым срезают верхнюю часть гребня. К посеву пропашных культур приступают после того, как верхний десятисантиметровый слой почвы в гребнях прогреется до 10...12 °С.

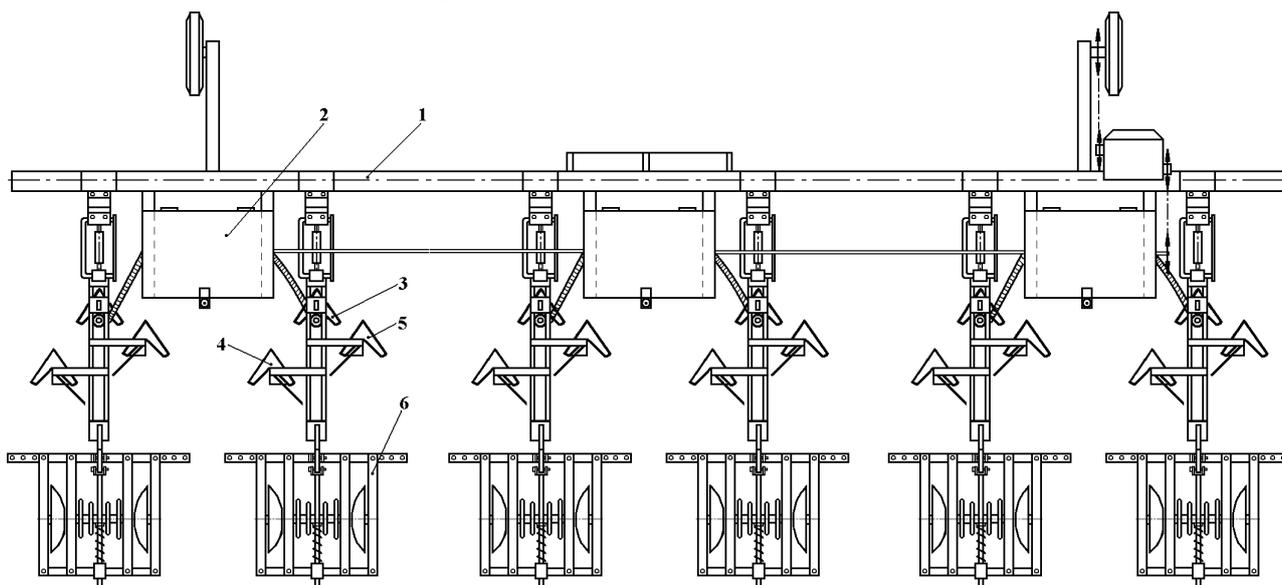
Если гребни были сформированы осенью, то весной их поправляют фрезерным культиватором-гребнеобразователем. Многолетние сорняки подавляют при помощи гербицидов.

Средства механизации для вышеуказанной технологии, образующие на поверхности гребнистый профиль почвы, имеют исключительно сложные технические решения, что

существенно ограничивает их применение. Кроме того, как указано выше, использование многих из этих средств связано с повышенными затратами энергии и труда. Применение ряда средств механизации требует использования гербицидов, что наносит существенный вред окружающей среде и может вызывать ухудшение состояния здоровья механизаторов.

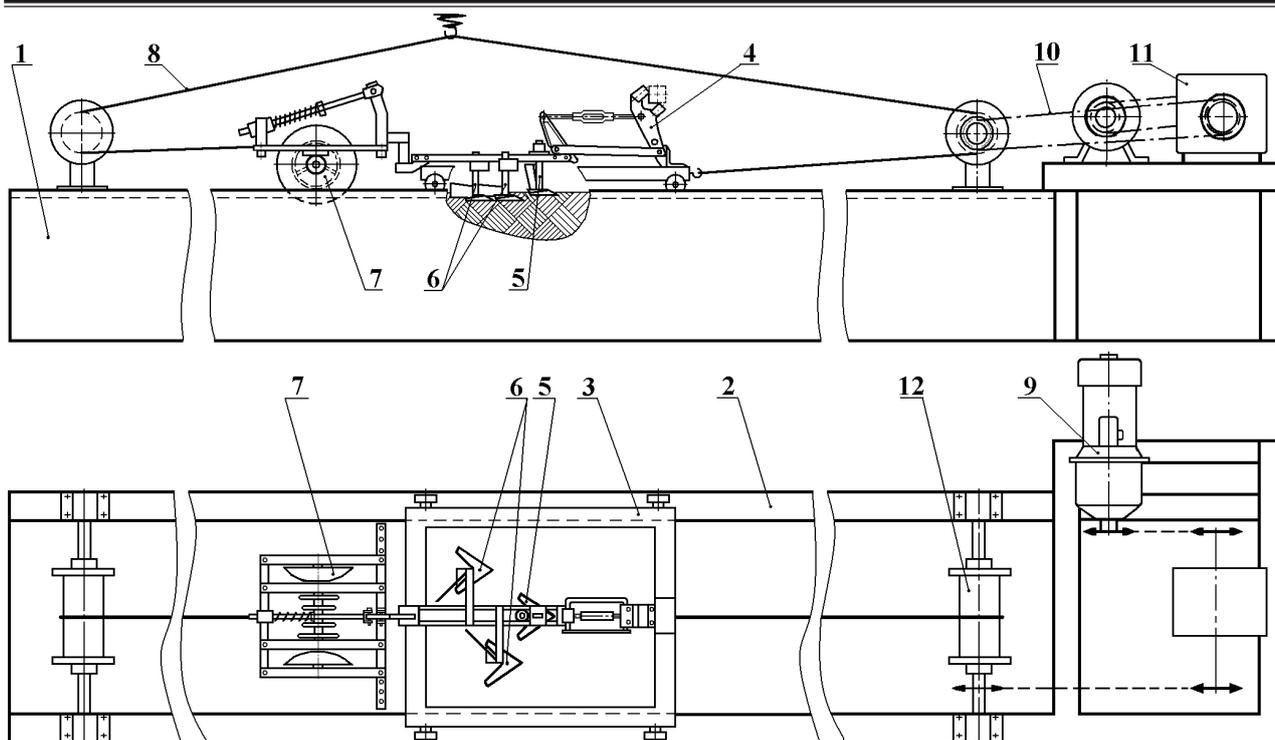
Для исключения вышеперечисленных недостатков, нами предлагается гребневой способ посева пропашных культур, при котором предпосевная культивация, высеv семян на влажное уплотненное ложе, образование над ними гребня почвы и прикатывание гребней выполняют за один проход комбинированной сеялкой-культиватором, оснащенной катками-гребнеобразователями [1-5] (рисунок 1).

Посев пропашных культур с использованием предлагаемой конструкции катка-гребнеобразователя осуществляют следующим



1 – рама; 2 – семенной ящик; 3 – лапа-сошник; 4, 5 – стрельчатые лапы с правым и левым приваливающими перьями; 6 – каток-гребнеобразователь

**Рис. 1. Схема сеялки-культиватора, оснащенной катками-гребнеобразователями**



1 – почвенный канал; 2 – рельсовая дорожка; 3 – тележка; 4 – секция сеялки-культиватора; 5 – лапа-сошник; 6 – стрелчатые лапы с приваливающими перьями; 7 – каток-гребнеобразователь; 8 – трос; 9 – мотор-редуктор; 10 – цепная передача; 11 – коробка перемены передач; 12 – барабан

**Рис. 2. Схема лабораторного комплекса**

щим образом. При движении посевного агрегата лапы-сошники 1 и лапы с приваливающими перьями 2, установленные с перекрытием 3...5 см, рыхлят почву и подрезают сорняки. При этом лапы-сошники высевают семена на глубину 1,5...2 см. Стрелчатые лапы с приваливающими перьями присыпают семена рыхлым и прогретым слоем почвы, сдвигаемой из междурядий, образуя над семенами бугорок почвы, а следом идущий каток-гребнеобразователь 3 уплотняет бугорок почвы с трех сторон. При этом прикатывающие кольца катка-гребнеобразователя уплотняют вершину бугорка почвы, а сферические диски, установленные выпуклой стороной внутрь рамы катка уплотняют боковые стороны бугорка и окончательно формируют гребень высотой 6...8 см. Высота гребня компенсирует уменьшение глубины заделки семян от уровня поверхности почвы.

Плотность почвы в гребне, которая по агротехническим требованиям должна составлять 1200 кг/м<sup>3</sup>, можно регулировать как изменением усилия сжатия пружины катка-гребнеобразователя, так и установкой сферических дисков к направлению движения агре-

гата.

При выполнении лабораторных исследований использовали комплекс (рисунок 2), состоящий из почвенного канала, приводной станции, тележки с закрепленными на ней рабочими органами и комплекта измерительных приборов.

Лабораторные исследования катка-гребнеобразователя выполняли при влажности почвы в канале 19...23 % по стандартной методике согласно ОСТ 102.3-2002.

В ходе лабораторных исследований были определены диапазоны варьирования основных независимых факторов процесса уплотнения почвы. Скорость движения агрегата изменяли от 1,2 до 2 м/с с интервалом 0,4 м/с. Усилие сжатия пружины катка-гребнеобразователя – от 0 до 240 Н с интервалом 80 Н. Угол установки сферических дисков к направлению движения агрегата (угол атаки) – от 0 до 30 градусов с интервалом 5 градусов. В качестве критерия оптимизации принята плотность почвы в центральной части гребня.

После реализации опытов и обработки их результатов с помощью программ для

ПЭВМ «Statistica-6» и «Derive-5» были получены математические зависимости процесса уплотнения почвы в гребне.

Уравнение поверхности отклика от взаимодействия скорости движения агрегата и усилия сжатия пружины катка при угле атаки сферических дисков  $\alpha = 10^\circ$  имеет следующий вид:

$$\rho = 984,6613 + 258,109v + 0,3982F_{\text{пр}} - 79,8874v^2 - 0,1696 v F_{\text{пр}} - 0,0004F_{\text{пр}}^2 \quad (1)$$

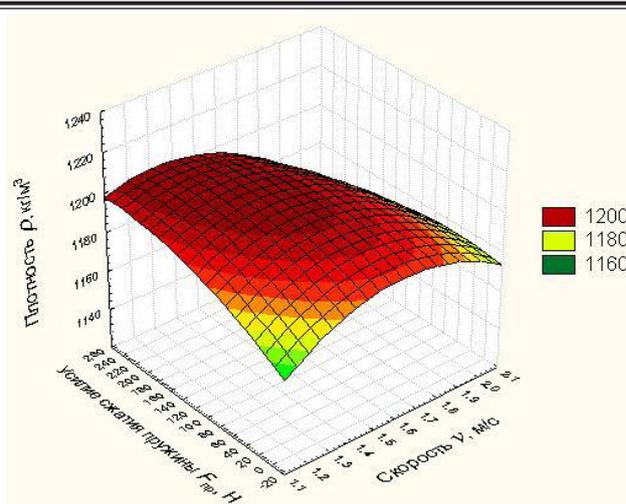
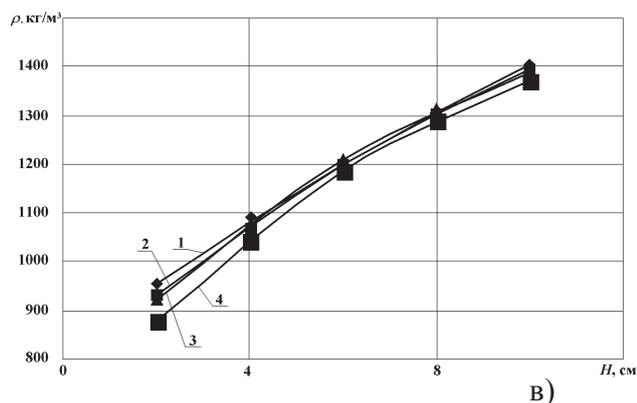
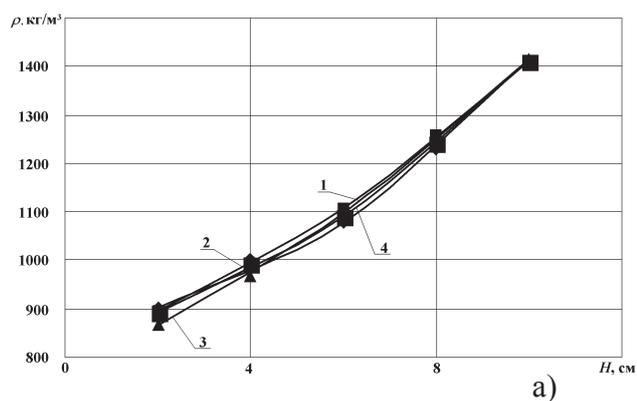
где  $\rho$  – плотность почвы в гребне, кг/м<sup>3</sup>;  $v$  – скорость движения агрегата, м/с;  $F_{\text{пр}}$  – усилие сжатия пружины катка, Н.

Поверхность отклика, соответствующая уравнению (1), представлена на рисунке 3.

Дифференцированием полученного уравнения определили координаты экстремума:  $v = 1,4$  м/с и  $F_{\text{пр}} = 200,4$  Н, при которых достигается максимальное значение параметра оптимизации  $\rho_{\text{max}} = 1205,6$  кг/м<sup>3</sup>.

Графические изображения полученных зависимостей плотности почвы по высоте гребня при оптимальной скорости движения агрегата представлены на рисунке 4.

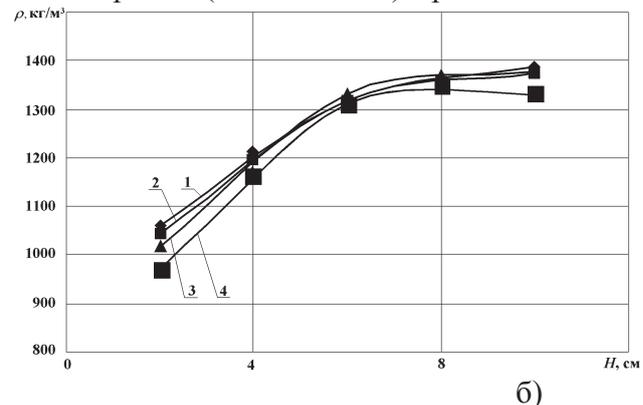
Анализируя рисунок 4, можно сделать вывод, что при определенной скорости движения катка-гребнеобразователя плотность почвы вершины гребня ( $H = 0 \dots 4$  см) уменьшается с увеличением усилия сжатия пружины катка-гребнеобразователя и несколько возрастает с увеличением угла атаки сферических дисков.



**Рис. 3.** Поверхность отклика от взаимодействия скорости движения агрегата и усилия сжатия пружины катка-гребнеобразователя

тает с увеличением угла атаки сферических дисков. Это связано с увеличением смятия почвы прикатывающими кольцами, вследствие чего больший объем почвы пересыпается между ними, дополнительно разрыхляясь. Плотность почвы вершины гребня находилась пределах 832...1065 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к поверхности почвы после прохода по ней почвообрабатывающих катков.

На плотность почвы в центральной части гребня ( $H = 4 \dots 8$  см) при  $\alpha = 0^\circ$



1 –  $F_{\text{пр}} = 0$  Н; 2 –  $F_{\text{пр}} = 80$  Н; 3 –  $F_{\text{пр}} = 160$  Н; 4 –  $F_{\text{пр}} = 240$  Н  
 а – угол атаки  $0^\circ$ ; б – угол атаки  $10^\circ$ ; в – угол атаки  $20^\circ$

**Рис. 4.** Зависимости плотности почвы по высоте гребня при скорости движения агрегата  $v = 1,6$  м/с

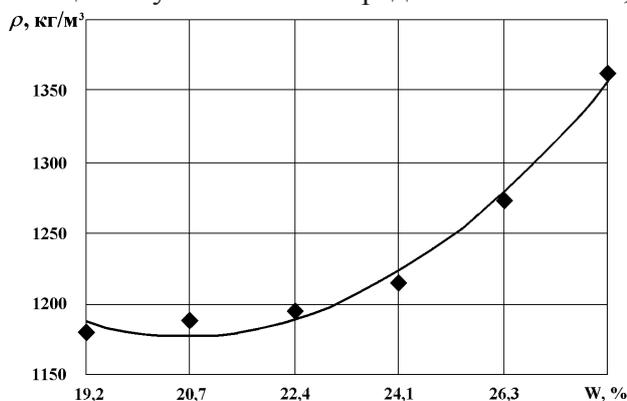
основное действие оказывают прикатывающие кольца. Однако с увеличением угла атаки сферических дисков плотность почвы возрастает интенсивнее, так как в этом случае они играют, по сравнению с кольцами, большую роль в увеличении плотности почвы. При прочих равных условиях с увеличением скорости движения катка плотность почвы также увеличивается, но в данном случае скорость оказывает на плотность меньшее влияние, чем сферические диски и прикатывающие кольца.

Плотность почвы семенного ложа ( $H = 8...12$  см) практически не изменяется и находится в пределах  $1336...1450$  кг/м<sup>3</sup>, так как такая плотность задается при предварительной (основной и предпосевной) обработке почвы и окончательно формируется при проходе лапы-сошника сеялки-культиватора. Изменение конструктивно-режимных параметров катка-гребнеобразователя на плотность почвы семенного ложа влияния не оказывает.

Кроме того, анализ полученных зависимостей также показал, что при прочих равных условиях с увеличением скорости движения катка-гребнеобразователя плотность почвы в вершине гребня несколько увеличивается, но особенно интенсивно почва уплотняется в центральной части гребня.

Таким образом, для создания оптимальной плотности почвы в гребне необходимо обеспечить скорость агрегата  $5,1$  км/ч, а пружину катка-гребнеобразователя сжать с усилием  $184$  Н.

Наряду с изучением влияния влажности почвы на качество работы катков-гребнеобразователей, исследования проводили с целью установления пределов влажности,



**Рис. 5. Зависимость плотности почвы от влажности при угле атаки сферических дисков  $\alpha = 10^\circ$ ,  $v = 1,6$  м/с и  $F_{np} = 185$  Н**

при которых возможно прикатывание гребня почвы.

При этом следует различать пределы возможности и целесообразности выполнения любой технологической операции, которые определяются работоспособностью рабочих органов машин и агротехническими требованиями, предъявляемыми к той или иной сельскохозяйственной операции.

Проведение таких технологических операций, как посев пропашных культур с одновременным образованием рыхлого бугорка почвы над высевными семенами – гребня и одновременным его прикатыванием, желательнее выполнять при влажности, соответствующей спелости почвы [6]. Но это не всегда возможно, так как посев необходимо провести в более короткие и сжатые сроки, а на одном поле влажность почвы может колебаться в значительных пределах в течение всего дня.

Влияние влажности почвы на качество работы катков-гребнеобразователей изучали при ее относительной влажности, равной 19,2; 20,7; 22,4; 24,1; 26,3 и 35,2 % (рисунок 5).

Как видно из рисунка 5, с увеличением влажности плотность почвы возрастает по всей высоте гребня, что происходит вследствие уменьшения сопротивления почвы деформации при ее увлажнении, кроме того, гребень почвы высотой  $6...8$  см расположен в зоне прямого действия катка-гребнеобразователя.

С увеличением влажности до 22,4 %, когда уменьшается сыпучесть почвы, и усиливаются внутренние силы связи между ее частицами, плотность почвы несколько увеличивается на всех глубинах.

Выявлено, что оптимальная влажность для черноземных почв должна находиться в пределах 20...24 %. При этом качество работы почвообрабатывающих орудий остается практически неизменным.

С увеличением влажности почвы до 30 %, качество работы катка-гребнеобразователя становится неудовлетворительным. Почва налипает на прикатывающие кольца и выпуклые стороны сферических дисков, вследствие чего боковые стенки уплотненного гребня становятся «рваными».

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что показатели качества работы катка-гребнеобразователя снижают-

ся при влажности почвы свыше 24 %. Оптимальная влажность черноземных почв при посеве пропашных культур с использованием катка-гребнеобразователя должна находиться в пределах 20...24 %. С увеличением влажности показатели качества работы катка-гребнеобразователя снижаются.

Производственные исследования предложенного нами способа посева, осуществляемого с помощью сеялки-культиватора, оснащенной катками-гребнеобразователями, подтвердили его высокую эффективность. Гребневой посев обеспечивает лучшую всхожесть высеянных семян. Культурные растения на гребнях развиваются быстрее, что обе-

спечивает повышение урожайности, которая превышает контрольную до 24 % на посевах бобовых культур и 35 % на посевах кукурузы и подсолнечника. Кроме того, при данном способе посева исключаются дополнительные проходы агрегата, необходимые при гладком способе посева семян, что позволяет сэкономить топливо-смазочные материалы.

Таким образом, реализация предлагаемого способа посева с использованием сеялки-культиватора, оснащенной предложенными катками-гребнеобразователями, позволяет повысить урожайность пропашных культур и кроме того снизить эксплуатационные затраты на их возделывание.

#### Литература:

1. Курдюмов, В.И. Патент 2265305 РФ. Способ посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 34, 2005.
2. Курдюмов, В.И. Патент 2255451 РФ. Прикатывающий каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, Ф.Ф. Мурзаев. – Оpubл. в Б.И. № 19, 2005.
3. Курдюмов, В.И. Патент 2281632 РФ. Прикатывающий каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 23, 2006.
4. Курдюмов, В.И. Патент 55244 РФ. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, А.П. Романов. – Оpubл. в Б.И. № 22, 2006.
5. Курдюмов, В.И. Патент 2296445 РФ. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 10, 2007.
6. Гребневые технологии возделывания кукурузы на зерно. Рекомендации. – М., 1991. – 41 с.

#### УДК 621.941:539.3

### АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПАР ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

В.И. Жиганов, к.т.н., доцент

Р.Ш. Халимов, аспирант

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

При проектировании узлов металлорежущих станков необходимо четко представлять чувствительность системы и степень влияния каждого рассматриваемого параметра или протекающего в них процесса на величину, характеризующую выбранный критерий качества. От их правильного выбора зависит точность расчетной модели при компьютерном моделировании [2]. Основной задачей анализа чувствительности является в установление эффективных соотношений между переменными проектирования конструкции и изменениями ее функциональных характе-

ристик [1]. Наиболее точную информацию о чувствительности критерия качества модели к изменению ее параметров передают регрессионные модели, полученные методами планирования эксперимента.

По результатам проведенных исследований [3] был проведен анализ математической модели трения для различных пар скольжения при варьировании нагрузки и скорости скольжения.

При задании математической модели процесса в узле функцией ряда параметров