

родной конференции, ИННОВАТИКА-2010. Ульяновск, ГОУ ВПО УлГУ, 2010. - С. 162...163.  
12. Карпенко, М.А. Выбор и обоснование методики экспериментальных исследо-

ваний износа деталей при вводе присадочных материалов М.А. Карпенко // Вестник УГСХА. Ульяновск, 2002, №7. – С. 16...18.

УДК 631.316

## ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА

**Курдюмов Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

**Зайцев Василий Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины»

**Стрельцов Сергей Викторович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел. 8-906-394-60-46 vik@ugsha.ru

**Ключевые слова:** пропашные культуры, междурядная обработка, культиватор, лабораторные и производственные исследования, комбинированный рабочий орган.

В статье описан комбинированный рабочий орган культиватора, который позволяет обрабатывать полные междурядья пропашных культур, включая и защитные зоны растений. Определено влияние основных независимых факторов процесса междурядной обработки на его качественные показатели. Представлены результаты его лабораторных и производственных исследований.

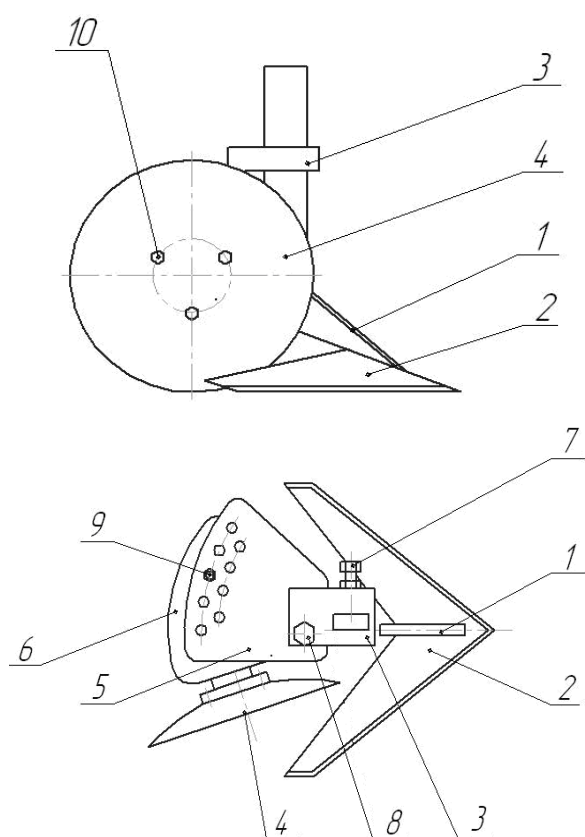
В вегетационный период пропашные культуры нуждаются в хорошем уходе за ними. Одной из важных операций по уходу является междурядная обработка, которая имеет большое значение, так как ее проводят не только с целью рыхления почвы, но и для борьбы с сорной растительностью.

При существующей технологии возделывания пропашных культур серийные рабочие органы культиваторов рыхлят почву и уничтожают сорную растительность в междурядьях лишь до защитных зон растений. Обработка защитных зон, которые составляют примерно 30 % площади междурядий, практически остается невыполнимой операцией.

Эффективность борьбы с сорняками в защитной зоне значительно повышается при сдвиге почвы в зону ряда культурных растений. Кроме подавления сорняков, в

защитной зоне происходит мульчирование почвы и подокучивание растений, что приводит к развитию их дополнительной корневой системы, а в конечном итоге, способствует повышению урожайности [1, 2].

Для обработки защитных зон в Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии разработан комбинированный рабочий орган культиватора [3]. Он состоит из стойки 1, стрелчатой лапы 2 и кронштейна 3. На кронштейне 3 установлена пластина 5, к которой прикреплен дополнительный кронштейн 6. На дополнительном кронштейне 6 установлен сферический приваливающий диск 4 с возможностями его перемещения вдоль стойки 1 и регулирования углового положения относительно направления движения (рисунок 1).



**Рис. 1 - Комбинированный рабочий орган культиватора:**

1 – стойка; 2 – лапа стрелчатая; 3 – кронштейн; 4 – приваливающий диск; 5 – пластина; 6 – кронштейн дополнительный; 9 – отверстия; 7, 8, 10 – болты

Комбинированный рабочий орган работает следующим образом. Стрелчатая лапа 2 подрезает пласт почвы, сорняки и рыхлит его. Слой почвы, сходящий с лапы 2, поступает на рабочую поверхность приваливающего диска 4 и сдвигается в зону ряда растений.

Требуемую толщину сдвигаемого слоя почвы в защитные зоны растений приваливающим диском 4 в зависимости от вида культуры и периода вегетации растений обеспечивают изменением следующих параметров: угла установки приваливающего диска, глубины обработки почвы и скорости агрегата.

Угол установки приваливающего диска 4 регулируют в пределах  $5...25^\circ$ , для чего на пластине 5 и в дополнительном кронштейне 6 просверлены отверстия 9. Глубину хода диска 4 изменяют путем перемещения

кронштейна 3 по стойке 1 таким образом, чтобы толщина слоя почвы, сдвигаемого в защитную зону, находилась в пределах 3...6 см.

За один проход культиватора, оборудованного предлагаемыми комбинированными рабочими органами, проводится одновременно рыхление почвы и уничтожение сорняков до защитных зон, а также подавление сорной растительности в защитных зонах путем засыпания ее слоем почвы, сдвигаемым приваливающим диском.

Лабораторные исследования описанного выше комбинированного рабочего органа проводили в почвенном канале с размещенными в нем имитаторами защитных зон и культурных растений. В качестве варьируемых факторов были приняты: глубина обработки почвы  $H$ , скорость движения агрегата  $v$  и угол установки приваливающего диска  $\theta$ .

Предварительно с помощью поисковых опытов и с учетом агротехнических требований к междурядной обработке пропашных культур были определены диапазоны варьирования факторов. Глубину обработки почвы изменяли от 3 см до 8 см с шагом 1 см, скорость движения комбинированного рабочего органа - в пределах 1,2...2,4 м/с с шагом 0,4 м/с, угол установки приваливающего диска - в диапазоне  $5...25^\circ$  с шагом  $5^\circ$ . При различных сочетаниях  $H$ ,  $v$  и  $\theta$  с помощью профиломера определяли толщину присыпаемого слоя почвы  $d$  по пяти контрольным точкам, находящимся на равном расстоянии друг от друга по ширине почвенного канала в границах обработанной зоны. Затем вычисляли среднюю арифметическую толщину присыпаемого слоя почвы  $d$ . Опыты проводили с комбинированным рабочим органом, оснащенным приваливающим сферическим диском диаметром 250 мм.

В результате проведенных опытов были получены значения толщины присыпаемого слоя почвы комбинированным рабочим органом культиватора для ширины защитных зон 10 см и 16 см на различных скоростных режимах работы.

После обработки результатов экспери-

ментов было получены уравнения регрессии в натуральных значениях факторов, описывающие влияние на толщину присыпаемого слоя почвы  $d$  основных независимых факторов процесса междурядной обработки.

Для комбинированного рабочего органа, оснащенного приваливающим диском диаметром 250 мм, при глубине обработки почвы 4 см, уравнение имеет следующий вид:

$$\delta = 0,817 + 0,137\theta + 0,812v - 0,002\theta^2 - 0,172v^2, (1)$$

где  $d$  – толщина присыпаемого слоя почвы, см;  $q$  – угол установки приваливающего диска, град.;  $v$  – скорость движения агрегата (рабочего органа) м/с.

Для уравнения (1) корреляционное отношение  $R = 0,961$ , что свидетельствует о сильной функциональной зависимости толщины присыпаемого слоя почвы от указанных выше факторов технологического процесса.

Достоверность полученной модели оценивали с помощью F-критерия Фишера. Рассчитанный критерий Фишера равен  $3 \cdot 10^{-8} < 0,05$ , что свидетельствует об адекватности полученной модели. Множественный коэффициент детерминации  $R^2$  составил 0,923. Следовательно, изменение толщины присыпаемого слоя почвы на 92,3% зависит от выбранных независимых факторов (угла установки приваливающего диска и скорости движения агрегата), остальные же 6,7% вариации признака обусловлены влиянием переменных, не включенных в полученную модель процесса.

Рассчитанные критерии Стьюдента для коэффициентов уравнения регрессии меньше табличных значений этого критерия при числе степеней свободы  $n = n - 2 = 18$  на 1%-ном уровне значимости ( $\gamma_d = 0,99$ ), следовательно, все коэффициенты математической модели  $b_i$  значимы.

Для комбинированного рабочего органа, оснащенного приваливающим диском диаметром 250 мм, при глубине обработки почвы 6 см, получено следующее уравнение регрессии:

$$\delta = 1,230 + 0,172\theta + 1,485v - 0,026\theta^2 - 0,341v^2. (2)$$

Для уравнения (2) корреляционное отношение  $R = 0,919$ . При доверительной

вероятности  $g_d = 0,99$  все коэффициенты математической модели  $b_i$  также признаны значимыми.

Расчетное значение критерия Фишера равно  $6,4 \cdot 10^{-6} < 0,05$ , что свидетельствует об адекватности полученной математической модели.

Для случая, когда использовался комбинированный рабочий орган, оснащенный

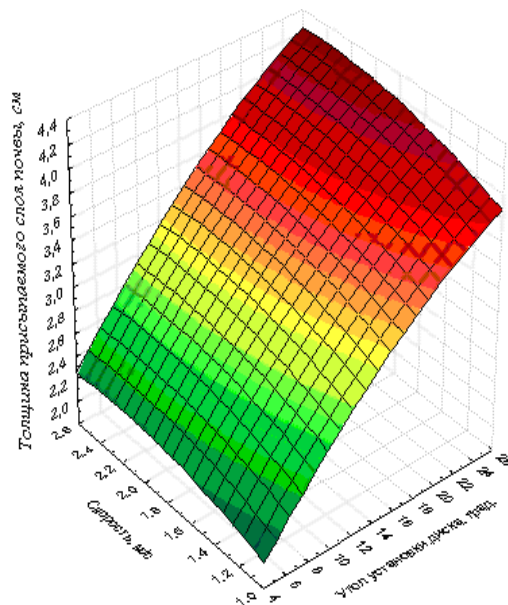


Рис. 2 – Изменение толщины присыпаемого слоя почвы  $d$  в зависимости от  $v$  и  $q$  при глубине обработки почвы  $H = 4$  см

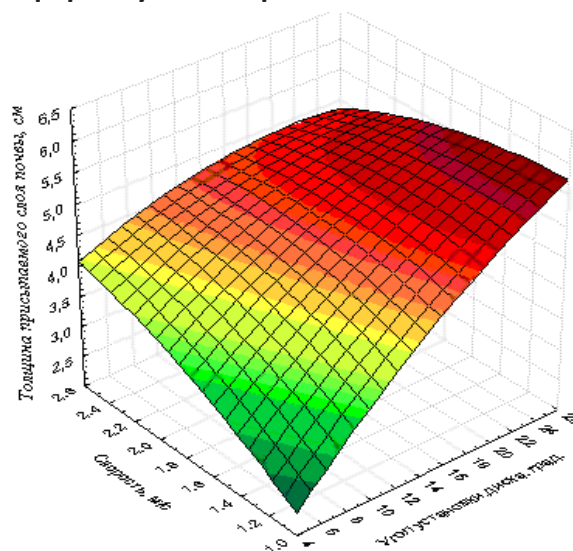
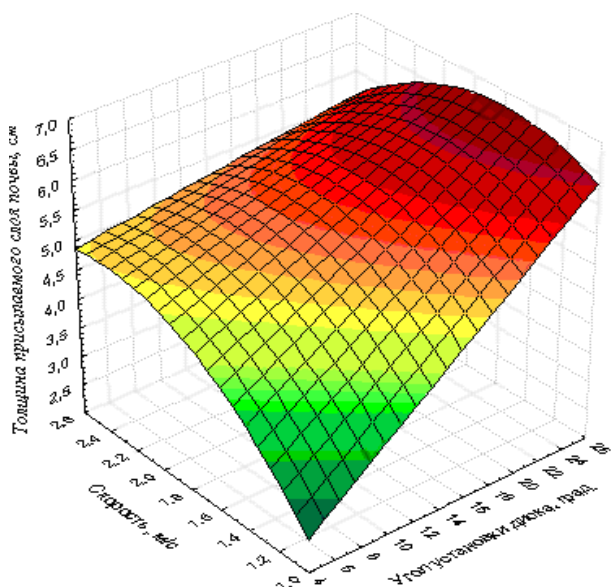


Рис. 3 – Изменение толщины присыпаемого слоя почвы  $d$  в зависимости от  $v$  и  $q$  при глубине обработки почвы  $H = 6$  см



**Рис. 4 – Изменение толщины присыпаемого слоя почвы  $d$  в зависимости от  $v$  и  $q$  при глубине обработки почвы  $H = 8$  см**

ный приваливающим диском диаметром 250 мм, при глубине обработки почвы 8 см, уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$d = -0,608 + 0,105v + 4,691v - 0,0001\theta^2 - 1,117v^2. \quad (3)$$

Геометрическое изображение поверхностей отклика, соответствующим уравнениям (1 – 3) при глубинах обработки почвы  $H = 4$  см, 6 см и 8 см, представлено на рисунках 2, 3 и 4. Приведенные зависимости свидетельствуют о том, что при одинаковой глубине обработки  $H$  толщина присыпаемого слоя почвы  $d$  растет интенсивнее при увеличении угла установки приваливающего диска  $q$ , тогда как скорость движения комбинированного рабочего органа  $v$  оказывает на  $d$  значительно меньшее влияние.

В результате проведенных исследований установлено, что при ширине защитной зоны 10 см оптимальным является режим эксплуатации, при котором скорость движения рабочего органа  $v = 1,2$  м/с, угол установки приваливающего диска  $q = 10^\circ$ , а глубина обработки почвы  $H = 4$  см. При ширине защитной зоны 16 см оптимальным является режим, при котором скорость движения рабочего органа  $v = 1,6$  м/с, угол установки приваливающего диска  $q = 20^\circ$  и глубина обработки почвы  $H = 7$  см.

Для проведения производственных исследований на культиватор КРН-4,2 устанавливали по два комбинированных рабочих органа на каждой секции: один с правым, а другой - с левым приваливающим диском. На крайних секциях устанавливали по одному рабочему органу: на правой - с левым приваливающим диском, а на левой - с правым (рисунок 5). Расстановку рабочих органов на секциях культиватора осуществляли согласно технологическим и агротехническим требованиям.

При первой и второй междурядных обработках ширину защитных зон устанавливали стандартной, равной соответственно 10 см и 16 см. Зона перекрытия рабочих органов составляла при этом соответственно 4 см и 10 см. Глубину первой обработки принимали равной 4 см, а второй – 7 см.

Приваливающие диски комбинированных рабочих органов устанавливали со следующими углами к направлению движения агрегата: для первой обработки -  $10^\circ$ , для второй -  $20^\circ$ . Скорость движения агрегата составляла 1,2...1,6 м/с при всех обработках.

Производственные исследования предложенного комбинированного рабочего органа пропашного культиватора, проведенные на междурядной обработке подсолнечника и кукурузы, подтвердили результаты лабораторных исследований.

При оценке качества междурядной обработки определяли: глубину обработки, качество рыхления почвы, количество уничтоженных сорняков, в том числе через 3 дня после обработки, число поврежденных культурных растений, толщину и равномерность присыпаемого слоя почвы в защитной зоне ряда растений.

Сравнительные показатели производственных исследований при обработке междурядий подсолнечника предлагаемыми и серийными рабочими органами приведены в таблице.

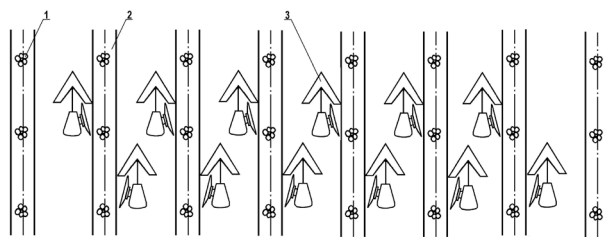
Установлено, что предлагаемые комбинированные рабочие органы культиватора способны рыхлить почву, уничтожать сорняки до защитных зон на 97...100 % и подавлять сорную растительность в защит-

ных зонах на 94...97 % за счет сдвига почвы в рядки, что не оказывает вредного влияния на развитие культурных растений.

Присыпанные слоем почвы 2,5...3 см при первой обработке и 5,5...6,5 см при второй однолетние сорняки уже через три дня вянут, а в дальнейшем – погибают. Всходы многолетних сорняков таким образом уничтожить невозможно, но они задерживаются в росте.

Серийные рабочие органы, в отличие от предлагаемых, не обеспечивают уничтожение сорняков в защитных зонах рядка культурных растений.

Урожайность подсолнечника после обработки предлагаемыми комбинированными рабочими органами повысилась в среднем на 10,6 %. Таким образом, предла-



**Рис. 5 – Схема расстановки экспериментальных рабочих органов:**

1 – рядки растений; 2 – защитные зоны; 3 – рабочие органы

гаемые комбинированные рабочие органы на оптимальных режимах работы обеспечивают лучшее качество обработки междурядий по сравнению с серийными рабочими органами.

Следовательно, использование пред-

**Таблица**

**Результаты сравнительных исследований рабочих органов при первой и второй обработках междурядий подсолнечника**

| Оценочные показатели                                                      | Рабочие органы |          |                |          |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|----------------|----------|
|                                                                           | предлагаемые   | серийные | предлагаемые   | серийные |
|                                                                           | 1-ая обработка |          | 2-ая обработка |          |
| Число сорняков, шт./м <sup>2</sup> , до обработки: всего                  | 186            | 192      | 211,9          | 228,2    |
| в т.ч. в междурядьях:                                                     |                |          |                |          |
| до защитных зон                                                           | 141            | 146      | 148,7          | 147,1    |
| в защитных зонах                                                          | 45             | 46       | 63,2           | 80,8     |
| Число сорняков, шт./м <sup>2</sup> , после обработки: всего               | 3,4            | 44       | 4,96           | 79,8     |
| в т.ч. в междурядьях:                                                     |                |          |                |          |
| до защитных зон                                                           | 1              | 1,2      | 1,6            | 1,5      |
| в защитных зонах                                                          | 2,4            | 42,8     | 3,36           | 78,3     |
| Соотношение фракций почвы, %:                                             | -              | -        | -              | -        |
| глыбы свыше 100 мм                                                        |                |          |                |          |
| комки 50...100 мм                                                         | 9,03           | 10,1     | 1,4            | 3,5      |
| 50...25 мм                                                                | 11,06          | 15,3     | 6,6            | 10,5     |
| фракции 25...10 мм                                                        | 21,26          | 25,4     | 27,9           | 27,1     |
| 10...1 мм                                                                 | 56,8           | 46,7     | 60,4           | 44,2     |
| менее 1 мм                                                                | 1,87           | 1,3      | 3,7            | 3,2      |
| Толщина присыпаемого слоя почвы, см                                       | 2,56           | -        | 5,84           | -        |
| Число выживших сорняков через три дня после обработки, шт./м <sup>2</sup> | 1,8            | 46,5     | 2,5            | 81,1     |

ложенных рабочих органов культиватора с обоснованными в результате лабораторных и производственных исследований оптимальными параметрами улучшает качество междурядной обработки пропашных культур и повышает их урожайность.

#### **Библиографический список**

1. Абдрахманов Р.К. Машины и орудия для междурядной обработки почвы. / (Конструкция, теория, расчет, эксплуатация) /

Р.К. Абдрахманов. — Казань: Издательство Казанского университета, 2001. - 147 с.

2. Смольский Я.В. Механизированный уход за пропашными культурами без гербицидов / Я.В. Смольский / Земледелие – 1991 г. - № 7. - с. 50-51.

3. Патент № 2245007 Российская Федерация. Рабочий орган культиватора / Курдюмов В.И., Нестеров В.М., Зайцев В.П., Нестеров А.Н. - Опубл. 27.01.2005 г. Бюл. № 3.

УДК 631.331.5

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ГРЕБНЕВОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР**

**Курдюмов Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

**Зыкин Евгений Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

Тел.: 8-905-348-65-14; e-mail: evg-zykin@yandex.ru

**Ключевые слова:** энергетика, энергосберегающие средства механизации, пропашные культуры, гребневая сеялка, посев, сошник, рабочие органы, каток, комбинированные агрегаты, гребень почвы.

Предложены энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур, позволяющие за один проход агрегата выполнить предпосевную культивацию, посев, образование гребней почвы над высеванными семенами и их прикатывание. Применение предлагаемых средств механизации позволяет с высоким качеством выполнить уход за посевами без применения экологически небезопасных гербицидов.

Перспективным направлением возделывания пропашных культур является гребневой способ [1]. Такой способ может быть реализован предлагаемыми средствами механизации возделывания пропашных культур (рис. 1) [2-7]. Главный эффект от такого способа заключается в значительном сокращении энергозатрат и гарантированном повышении урожайности возделываемых культур в сравнении с традиционными технологиями. Уменьшение количества проходов агрегатов по полю снижает отрицательное воздействие движителей тракторов и сельскохозяйственных машин на почву и количество образующихся эрозионно-опас-

ных пылевидных частиц.

Для реализации гребневого способа посева применяют комбинированный посевной агрегат, на каждой секции которого устанавливают лапу-сошник, рабочие органы с плоскими дисками (рис. 2) [8-10] и каток (рис. 3) [11, 12].

Рабочие органы устанавливают таким образом, чтобы плоские диски под острым углом были направлены в сторону продольной оси симметрии гряды для образования гребней почвы над высеванными семенами. Перемещением боковых балок катка по передней балке в разные стороны от продольной оси симметрии катка установ-