

УДК 631.34

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор,
Софронов Евгений Викторович, инженер
ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»
Мударисов Салават Гумерович, доктор технических наук, доцент,
ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»
432063, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1
Тел.: 8-9278237371 E-mail: Sofronov173@yandex.ru

Ключевые слова: междурядная обработка, лабораторный комплекс, уравнение регрессии, поверхности отклика

Предложен комбинированный рабочий орган пропашного культиватора, позволяющий обрабатывать междурядья механическим способом, а защитные зоны - путем присыпания в них слоя почвы. Приведено описание лабораторного комплекса для исследований комбинированного рабочего органа. Получены уравнение регрессии, характеризующие влияние различных факторов на процесс междурядной обработки. Построены соответствующие этим уравнениям поверхности отклика.

В последнее время многие сельскохозяйственные предприятия при уходе за пропашными культурами применяют гербициды. Использование гербицидов имеет ряд недостатков:

- отдельные сорняки практически адаптировались к некоторым группам гербицидов;
- ряд ранее применявшихся эффективных пестицидов был запрещен из-за их негативного влияния на здоровье человека;
- высокая стоимость гербицидов;
- загрязнение окружающей среды;
- при использовании гербицидов свойства почвы не улучшаются (газообмен, наличие капилляров, состояние поверхности и др.).

Существующие технологии междурядной обработки заключаются, как правило, в

том, чтобы разрыхлить почву и уничтожить сорняки до защитных зон культурных растений. Практически невыполнимой до настоящего времени операцией является обработка защитных зон, которые составляют от 30 % до 50 % площади междурядья. Поэтому в необработанных защитных зонах быстро развиваются сорняки.

На обработку защитных зон, причём неоднократно, предполагающую уничтожение сорняков, иногда требуется ручной труд. Его затраты на прополку защитных зон культурных растений могут достигать 10 чел.-ч/га. Также используют механический способ обработки защитных зон, но для его реализации на культиватор необходимо устанавливать от 5 до 7 различных рабочих органов. Кроме того, в связи с плохим материальным и финансовым положением

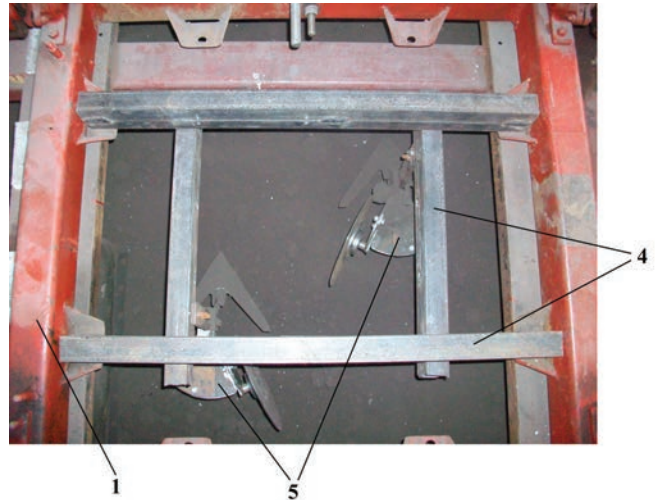


Рис. 1. Вторая секция тележки лабораторного комплекса
(обозначения в тексте)

многие сельскохозяйственные предприятия не проводят междурядную обработку в соответствии с агротехническими требованиями, так как это требует больших эксплуатационных затрат.

Из-за низкого качества работ по уходу за пропашными культурами их урожайность может снизиться до 15 %, производительность труда – до 12 %, а расход топлива увеличиться на 8...10 %.

Поэтому задача совершенствования технологии междурядной обработки пропашных культур и средств механизации для их осуществления является актуальной и имеет большое значение для экономики.

Нами предложен новый рабочий орган пропашного культиватора [1, 2], который позволяет качественно выполнять междурядную обработку с низкими эксплуатационными затратами. Для оптимизации его конструктивно-режимных параметров были проведены его исследования в лабораторных условиях.

При проведении лабораторных исследований использовали специальный комплекс, включающий почвенный канал, приводное устройство, тележку, рабочий орган и контрольно-измерительные приборы.

Почвенный канал состоит из каркаса, в верхней части которого имеются рельсы. На рельсы установлена двухсекционная тележка. Одна из секций тележки состоит из навесного устройства трактора с гидравлическим подъемником. Вторая секция вклю-

чает квадратную рамку 1, которая через подшипники 2 подвешена на растяжках 3 (рис. 1).

На рамке 1 второй секции тележки при помощи дополнительных швеллеров 4 устанавливали два рабочих органа 5 с лево- и правосторонними приваливающими дисками.

Данная конструкция позволяет получить значения сопротивления перемещению рабочих органов в почве без учета сопротивления, создаваемого вспомогательным оборудованием (опорными колесами). Усилие рамке передается через тензодатчик. Тележка приводится в движение от электродвигателя через четырехступенчатую коробку передач.

Для анализа процесса перемещения рабочих органов культиватора в почве и измерения их тягового сопротивления использовали универсальный мобильный многоканальный измерительный комплекс MIC-400D (рисунок 2). Он предназначен для построения многоканальных автоматических и автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования и управления производственными процессами, технологическими линиями и агрегатами, а также может быть использован в простых системах типа «комплекс - объект» и в сложных многоуровневых системах на нижнем уровне измерений и управления.

Комплекс выполняет следующие функции:



Рис. 2. Универсально мобильный многоканальный измерительный комплекс MIC-400D

- прием и обработку в реальном времени разнородных аналоговых сигналов;
- прием/формирование и обработку дискретных сигналов;
- отображение и контроль значений измеряемых величин или преобразованных параметров;
- самодиагностику;
- архивацию результатов измерения и их преобразование с возможностью просмотра и анализа;
- оформление протоколов результатов измерений;
- связь с другими системами (подключение в ЛВС «Ethernet»).

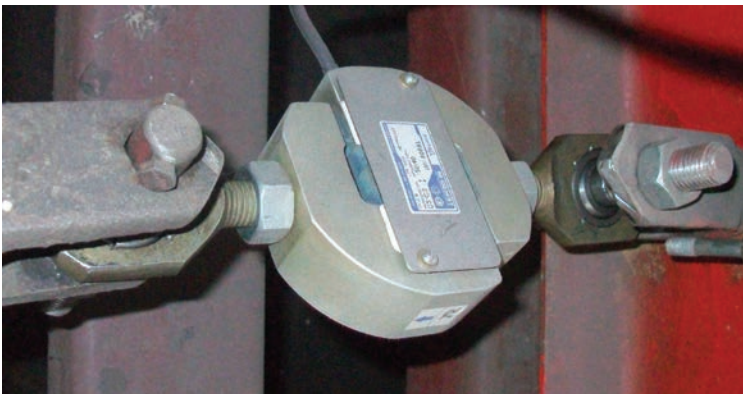


Рис. 3. S-образный тензодатчик растяжения/сжатия «ТЕНЗО-М»

Для обработки полученных данных в комплексе установлено программное обеспечение WinПОС. Используемая программа позволяет исследовать динамические и медленно меняющиеся процессы, графически представлять полученные данные (в виде двумерных, трехмерных, параметрических графиков или графиков в полярных координатах) и оформить отчет.

Для определения тягового усилия использовали S-образный тензодатчик растяжения/сжатия «ТЕНЗО-М» (рисунок 3). Основными техническими характеристиками тензодатчика являются: наибольший предел измерения (НПИ) = 500 кг; наименьший предел измерения (НмПИ) = 3,33 кг; класс точности - С2 – С3; рабочий диапазон температур -20...40 °С; максимальное напряжение питания постоянного тока - 10 В.

При исследовании рабочего органа были определены факторы, влияющие на его тяговое сопротивление [3]: v – скорость движения; h – глубина обработки; α – угол атаки диска; l - перемещение диска в горизонтальной плоскости.

На основе агротехнических требований, конструктивных особенностей рабочих органов нами были выбраны диапазоны варьирования факторов. Глубину обработки выбрали в соответствии с агротехническими требованиями: при первой междурядной обработке она составляла 60 мм, при второй - 100 мм. Скорость рабочего органа культиватора изменяли в пределах от 3 км/ч до 10 км/ч. Угол атаки диска изменяли от 0° до 25° с интервалом 5°. Диск в горизонтальной плоскости перемещали относительно стрельчатой лапы на расстояние от 0 до 120 мм.

Расстояние между рабочими органами выбирали в соответствии с агротехническими требованиями к междурядной обработке, которое

соответствует ширине двух защитных зон (0,2 м).

После проведения лабораторных исследований, полученные данные были обработаны с помощью программы «Statistica 6.0». В результате были получены уравнение регрессии, характеризующие влияние на тяговое сопротивление: скорости рабочего органа и перемещения диска; угла атаки и перемещения диска; скорости рабочего органа и угла атаки диска.

Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов, характеризующие влияние скорости движения рабочего органа и перемещения диска на тяговое сопротивление, выглядит следующим образом:

$$P = 142,622 - 32,608v + 0,234l + 5,209v^2 + 0,002vl + 0,0002l^2, \quad (1)$$

где P - тяговое сопротивление рабочего органа, Н; v - скорость движения рабочего органа, км/ч; l - перемещение диска в горизонтальной плоскости, мм.

Уравнение регрессии (1) в кодированных значениях факторов:

$$Z = 164,846 + 123,277x_1 + 13,367x_2 + 63,79x_1^2 + 63,79x_2^2 + 0,362x_1x_2 - 0,69x_3^2, \quad (2)$$

где Z - тяговое сопротивление рабочего органа, Н; x_1 - скорость движения рабочего органа; x_2 - перемещение диска в горизонтальной плоскости.

На основе анализа уравнения (2) было выявлено, что на сопротивление перемещению рабочего органа значительно большее влияние оказывает скорость, при этом перемещение диска оказывает гораздо меньшее влияние.

Из графического представления поверхности отклика, характеризующей влияние скорости и перемещения диска в горизонтальной плоскости на тяговое сопротивление рабочего органа (рисунок 4), следует, что сопротивление на скоростях от 3 км/ч до 6,5 км/ч растет незначительно, а дальнейшее увеличение скорости ведет резкому увеличению сопротивления.

Уравнение регрессии в натуральных значениях факторов, характеризующее влияние угла атаки диска и перемещения диска

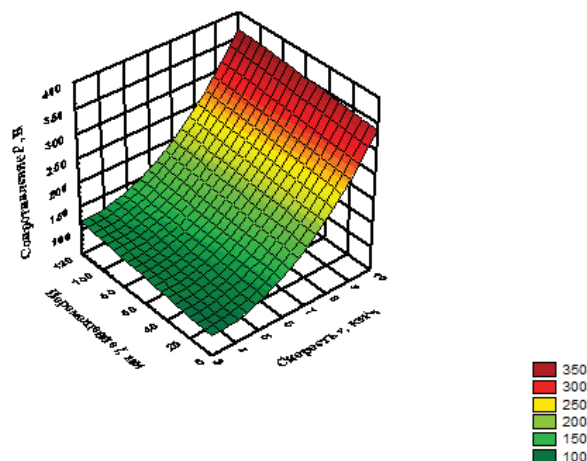


Рис. 4. Поверхность отклика от взаимодействия скорости рабочего органа и перемещения диска в горизонтальной плоскости

на тяговое сопротивление, имеет следующий вид:

$$P = 114,564 - 0,411\alpha + 0,004l + 0,059\alpha^2 + 0,013\alpha l + 0,0007l^2, \quad (3)$$

где α - угол атаки диска, град.

Ниже представлено уравнение (3) в кодированных значениях факторов:

$$Z = 130,583 + 22,543x_2 + 14,427x_3 + 9,138x_2^2 + 9,411x_2x_3 + 2,402x_3^2, \quad (4)$$

где x_2 - угол атаки диска.

На основе анализа уравнения (4) выявлено, что на сопротивление перемещению рабочего органа большее влияние оказывает угол атаки диска, а перемещение диска оказывает меньшее влияние.

Из графического представления поверхности отклика, характеризующей влияние угла атаки и перемещения диска в горизонтальной плоскости на тяговое сопротивление рабочего органа (рисунок 5), следует, что сопротивление при углах атаки диска от 0° до 10° и его перемещении от 0 до 60 мм практически не изменяется, а дальнейшее увеличение угла α и перемещения диска ведет резкому увеличению тягового сопротивления рабочего органа.

Ниже представлено уравнение регрессии, характеризующие влияние на тяговое сопротивление скорости рабочего органа и угла атаки диска:

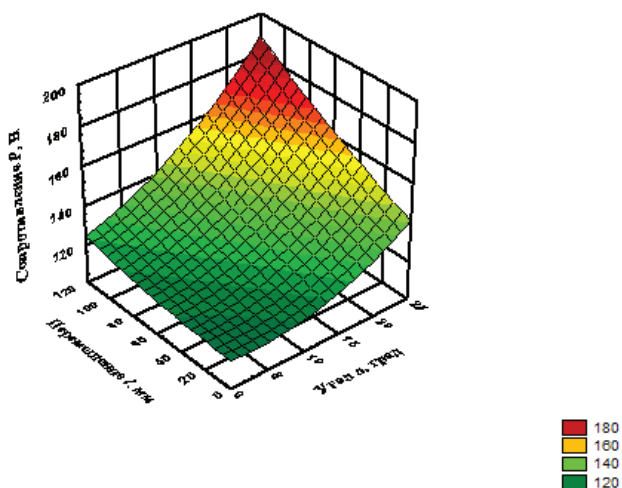


Рис. 5. Поверхность отклика от взаимодействия угла атаки и перемещения диска в горизонтальной плоскости

$$P = 114,425 - 30,466v + 16,22\alpha + 5,21v^2 - 0,139v\alpha + 0,064\alpha^2, \quad (5)$$

Уравнение (5) в кодированных значениях факторов имеет следующий вид:

$$Z = 155,475 + 124,323x_1 + 28,913x_2 + 63,79x_1^2 - 6,086x_1x_2 + 9,966x_2^2, \quad (6)$$

Анализ уравнения (6) показал, что на сопротивление рабочего органа скорость оказывает большее влияние, чем угол атаки диска.

УДК 631.363, УДК 621.646.7

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАСТНОЙ МЕШАЛКИ

Новиков Владимир Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Механизация и технология животноводства»

446442, Самарская область, Кинельский район, г. Кинель, ул. Первомайская, д. 1А, кв. 3. Тел. 89272023187

Симченкова Светлана Павловна, аспирант кафедры «Механизация и технология животноводства»

446442, Самарская область, Кинельский район, г. Кинель, ул. Украинская, 83, кв. 66. Тел. 8 9272023187

E-mail: kondrachina-c@mail.ru

Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и энергетика» ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

432063, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, 8(8422)55-95-96, E-mail: vik@ugsha.ru

Изучение графического представления поверхности отклика, характеризующей влияние скорости и угла атаки на тяговое сопротивление рабочего органа, показало, что сопротивление на малых углах атаки (до 10°) и скоростях до 6,5 км/ч практически не изменяется, а дальнейшее увеличение скорости до 10 км/ч ведет резкому увеличению тягового сопротивления.

Проанализировав зависимости тягового сопротивления рабочего органа от основных значимых факторов процесса междурядной обработки, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на тяговое сопротивление оказывает скорость движения агрегата.

Библиографический список

1. Курдюмов В.И., Зайцев В.П., Софронов Е.В. Рабочий орган культиватора. Патент РФ на полезную модель № 82983. Оpubл. 20.05.2009г., Бюл. № 14.
2. Курдюмов В.И., Софронов Е.В. Рабочий орган культиватора. Патент РФ на изобретение № 2406283. Оpubл. 20.12.2010г., Бюл. № 35.
3. Курдюмов В.И. Разработка и исследование машин для механизации животноводства и их рабочих органов. Ульяновск. 2002. - 159 с.