

УДК 631.17:635.2

РОТАЦИОННАЯ БОРОНА ДЛЯ ГРЯДОВЫХ ОБРАБОТОК ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ*

КЕМ А.А.¹,
канд. техн. наук,

ЧЕКУСОВ М.С.²,
канд. техн. наук,

ЧЕРЕМИСИН А.И.¹,
канд. с.-х. наук

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация, e-mail: sibniish@bk.ru

²Омский экспериментальный завод, просп. Королева, 32, Омск, 644012, Российская Федерация

Установили, что качество довсходовой обработки гряд зависит от возможности копирования поверхности рабочими органами ротационной бороны вследствие создания ими поперечных колебаний. Предложили конструкцию ротационной бороны с демпфирующими устройствами и зубом V-образной формы. Исследовали зависимость энергоемкости бороны от скорости ее движения, сопротивления почвы, режимов работы и конструктивных параметров рабочих органов. Выявили оптимальный диапазон натяжения цепи бороны (100-120 Н). При этом удельное тяговое сопротивление разработанной бороны составило 200-210 Н/м, или на 20 процентов ниже, чем у серийной. Привели данные полевых опытов, характеризующие влияние бороны на качество обработки гряды и урожайность картофеля. Показали возможность создания более благоприятных условий для развития и роста картофеля с помощью использования новой бороны, что повысило урожайность, в сравнении с серийной бороной, на 1,2-1,5 т/га, или на 4-6 процентов. Экономия топлива составила 12 процентов.

Ключевые слова: обработка почвы, картофель, бороны, ротационные рабочие органы, урожайность.

Для уничтожения сорняков и создания рационального водно-воздушного баланса в почве при выращивании картофеля в условиях южной лесостепи Западной-Сибири необходимы технические средства для довсходовой обработки поверхности гряд [1-5].

В начальном периоде механизации возделывания картофеля с целью довсходового боронования применяли зубовые и сетчатые бороны. Зубовые бороны не копируют поверхность гряды, имеют высокое тяговое сопротивление и зачастую повреждают клубни, разрушая поверхность гряд. Сетчатые бороны, хотя и огибают поверхность гряды, но также имеют большое тяговое сопротивление, забиваются сорной растительностью, разрушают вершину гряды, плохо обрабатывают ее боковую поверхность, неудобны при транспортировке.

Качественное выполнение агротехнических показателей технологических процессов довсходовой обработки гряд может быть достигнуто при условии копирования поверхности гряды рабочими органами ротационной бороны. В настоящее время находят применение ротационные машины с вращающимися рабочими органами. Их достоинство заключается в том, что проникновение игл в почву можно осуществить прокалыванием, а деформацию – отрывом, то есть растяжением почвы. Наи-

более подходящую форму для этого имеет зуб [6-10].

Основная причина низкого качества рыхления почвы ротационными боронами связана с тем, что под воздействием неровностей профиля гряды опорные диски совершают колебания относительно поверхности почвы, и бороны изменяют свое положение в вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению движения.

Так как рабочие органы ротационной бороны жестко связаны с опорными дисками, то они совершают колебания вместе с бороной, что существенно снижает качество и глубину обработки и увеличивает площадь необработанной поверхности.

Цель исследований – разработка ротационной бороны для грядовых обработок посадок картофеля. Проведение исследований и теоретическое обоснование параметров бороны и кинематического режима ее работы.

Материалы и методы. С целью устранения указанных недостатков ротационных борон предположили, что качество обработки поверхности гряд можно повысить за счет создания поперечных колебаний рабочими органами бороны путем применения в конструкции ротационной бороны демпфирующих устройств, дающих возможность копировать профиль гряды.

Геометрическая форма гряды, обрабатываемая

*Статья подготовлена в рамках выполнения Программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» (Государственный контракт № 243/19 от 18 февраля 2014 года. Договор № 15/03-2014 от 17 марта 2014 года)

ротационной бороной, представлена на *рисунке 1*.

Гряда формируется при помощи рабочих органов культиватора КРН-5,6 путем насыпки почвы трехъярусными окунниками, боковые грани гряды располагаются под углом естественного откоса почвы в зависимости от ее физико-механических свойств.

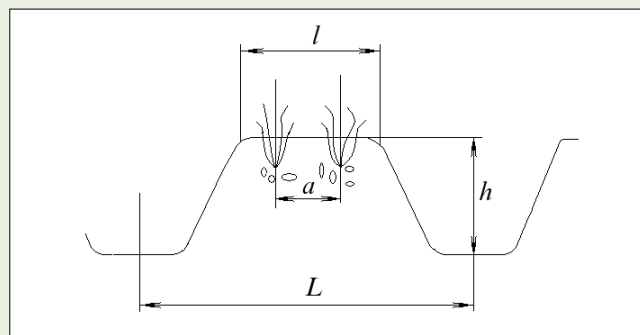


Рис. 1. Форма гряды: a – расстояние между клубнями; L – ширина междурядий; l – ширина вершины гряды; h – высота гряды

Исходя из сформированного профиля гряды можно определить:

- форму ротационной бороны, обеспечивающую плотное прилегание рабочих органов к поверхности гряды и, как следствие, качественное рыхление почвы;
- диаметры опорных и промежуточных дисков;
- количество цепей и расстояния между рабочими органами в окружном направлении;
- расстояние между зубьями в пределах одной цепи, обеспечивающее сплошное рыхление поверхности гряды.

Принципиальная схема разрабатываемой бороны представлена на *рисунке 2*.

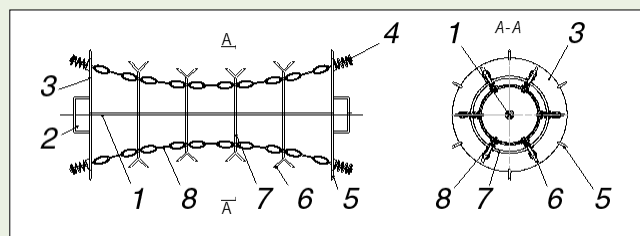


Рис. 2. Схема модернизированной ротационной бороны для обработки гряд:

1 – вал; 2 – опора вала; 3 – диск опорный; 4 – цилиндрическая пружина; 5 – почвозацеп; 6 – зуб; 7 – промежуточное кольцо; 8 – цепь

Опорные диски, перекатываясь по почве, вращают цепи с установленными в них промежуточными кольцами. Промежуточные кольца отличаются внутренним диаметром, что позволяет копировать профиль гряды и обеспечивает плотный контакт зубьев с поверхностью почвы.

При движении ротационной бороны по профилю гряды борона совершает поступательные движения совместно с агрегатом вдоль гряды, а почвозацепы, установленные на опорных дисках, погружаясь в почву, обеспечивают вращение бороны под действием силы тяжести и тягового усилия трактора. Использование цилиндрических пружин в конструкции бороны в зависимости от неровностей гряды задает рабочим органам колебательное движение, что повышает качество рыхления почвы [9].

Результаты и обсуждение. Исследования модернизированной ротационной бороны на макетных образцах показали ее высокую эффективность при обработке гряд. В то же время для внедрения ее в сельскохозяйственное производство необходимо теоретически обосновать геометрические параметры бороны, формы зубьев, их количество на промежуточных кольцах, количество колец, определить наилучший кинематический режим ее работы.

Важнейший параметр работы ротационной бороны – ее энергоемкость, которая зависит от скорости движения бороны и сопротивления этому движению. Снизить этот показатель можно благодаря оптимальным режимам работы и конструктивным параметрам рабочих органов в зависимости от конкретных почвенных условий.

На основании теоретических и экспериментальных исследований по площади обработки и сопротивлению зубьев было решено при изготовлении экспериментального образца ротационной бороны использовать зуб V-образной формы.

Согласно проведенным в полевых условиях экспериментам, с помощью методов планирования и анализа получено уравнение тягового сопротивления разработанной ротационной бороны.

Для анализа влияния факторов на тяговое сопротивление бороны была построена поверхность отклика.

Анализ показывает, что оптимальный диапазон изменения натяжения цепи бороны находится в пределах 100-120 Н, что подтверждает результаты полученных ранее теоретических и экспериментальных исследований. При этом удельное тяговое сопротивление разработанной бороны составило 200-210 Н/м. В процентном отношении тяговое сопротивление разработанной бороны на 20% ниже, чем у серийной. Экономия топлива составила 12%.

Полевые испытания проводили на полях ООО «Тепличное», ФГУП «Омское», где с помощью трактора МТЗ-80 в агрегате с культиватором КРН-5,6 выполняли дождевальное боронование на скорости 2,6 м/с.

Опыты закладывали при трехкратной повторности вариантов согласно утвержденной программе и методике. Проводили агротехническую оценку работы серийного и опытного образцов рота-

Таблица 1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТИВАТОРА С СЕРИЙНОЙ И РАЗРАБОТАННОЙ БОРОНАМИ

Показатели	Без ротационных борон	Серийная борона БРУ-0,7	Разработанная борона
Удельный расход топлива, кг/га	2,00	2,36	2,30
Тяговое сопротивление машины, Н	5540	6143	5033
Тяговая мощность, кВт	11,4	16,6	15,8
Удельное тяговое сопротивление, Н/м	1490	1660	1600

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ ТИПА БОРОНЫ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ГРЯДЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Тип бороны	Количество сорняков, шт./м²		Гибель сорняков, %	Площадь обработанной поверхности гряды, %	Урожайность, т/га
	до боронования	после боронования			
Скорость движения агрегата – 2,12 м/с					
Серийная БРУ 0,7	41	11	73	81	25,0
Разработанная	55	6	89	100	26,2
Скорость движения агрегата – 2,66 м/с					
Серийная БРУ 0,7	71	14	80	83	28,5
Разработанная	78	3	96	100	30,1

ционной бороны с определением качества рыхления поверхности гряды, уничтожения сорной растительности, энергетических показателей и урожайности картофеля. Результаты топливно-энергетической оценки приведены в *таблице 1*.

На культиваторе устанавливали по 3 ротационные бороны каждого типа поочередно, поскольку КРН-5,6 обрабатывает 3 гряды одновременно.

Сравнительные результаты производственных опытов по изучению эффективности применения разработанной конструкции бороны с использованием демпфирующих устройств и серийной бороны БРУ-0,7 с жестким креплением рабочих органов

- диаметр опорного диска для данных параметров обрабатываемой гряды равен 0,35 м;
 - диаметры промежуточных колец: трех центральных – 0,150 м, двух боковых – 0,165 и 0,176 м;
 - количество зубьев на центральном кольце – 6 шт., на боковых кольцах – 7 шт.;
 - зуб имеет V-образную форму с углом раствора 90°, высотой 0,04 м и диаметром 0,008 м;
 - амплитуда колебаний зуба в поперечном направлении не более = 0,02 м.

3. Применение разработанной бороны повысило урожайность картофеля на 1,2-1,5 т/га, или 4-6%, по сравнению с использованием серийной бороны.

к опорным дискам приведены в *таблице 2*.

Применение разработанной бороны вследствие более качественной обработки позволило создать благоприятные условия для развития и роста картофеля, что повысило урожайность, в сравнении с серийной бороней, с 1,2 до 1,5 т/га, или на 4-6%.

Выводы

1. Анализ показал, что максимальная площадь рыхления, независимо от формы зуба, соответствует натяжению пружины 100–125 Н. Площадь обработки поверхности гряды зубом V-образной формы, в сравнении с зубом прямой формы, увеличивается в 3,3 раза.

2. Определены основные конструктивные параметры рабочих органов ротационной бороны:

Литература

1. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Грядковая технология возделывания картофеля: Науч. тр. ВИМ. Т. 141, Ч. 1. – М., 2002. – С. 175–181.
2. Измайлов А.Ю., Колчин Н.Н., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. Современные технологии и специальная техника для картофелеводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 2. – С. 45–48.
3. Измайлов А.Ю., Колчин Н.Н., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. Современные технологии и специальная техника для картофелеводства //

Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 3. – С. 43–47.

4. Колчин Н.Н., Пономарев А.Г. Система машинных технологий и машин для картофелеводства // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – Ч. 1. – М.: ВИМ, 2013. – С. 271–276.

5. Прогноз использования почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами. Шаров В., Лобачевский Я. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. № 1-2. С. 41–43.

6. Подолько П.М. Повышение качества предпосадочной обработки почвы под картофель // Вестник Челябинского государственного аграрного университета. – 2009. – № 55. – С. 101-104.

7. Первушин В.Ф., Салимзянов М.З., Касимов Н.Г. Теоретические предпосылки к обоснованию конструкции ротационной бороны для ухода за посадками картофеля // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 1. – С.4-6.

8. Жук А.Ф. Обоснование параметров двух-

дисковых секций борон // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 4. – С. 4.

9. Латыпов Р.М. Машины для предпосадочной обработки почвы под картофель // Вестник Челябинского государственного аграрного университета – 2005. – Т. 45. – С. 126-130.

10. Пат. 118824 РФ Ротационная боронка / М.С.Чекусов, Д.А.Голованов, А.А.Кем // Бюл. 2011. № 22.

ROTARY HARROW FOR RIDGE CULTIVATION OF THE POTATO CROPS

A.A.Kem¹, M.S.Chekusov², A.I.Chermisin¹

¹Siberian Research Institute of Agriculture, Korolev av., 26, Omsk, 644012, Russian Federation, e-mail: sibniish@bk.ru

²Omsk Experimental Plant, Korolev av., 32, Omsk, 644012, Russian Federation

It was established that quality pre-emergence cultivation of potato ridges depends on possibility of surface copying by working tools of a rotary harrow because of their vibrations. Rotary harrow design having damping devices and V-shaped spike tooth was suggested. Energy consumption evaluation depending on its speed, soil drag, operating modes and design parameters of working tools were researched. The optimal chain changing tension range was founded (100-120 H). Thus, the specific traction resistance of the newly developed harrow equaled 200-210 H/m, or 20 percent lower than that of a serial one. Data of field experiments characterizing influence of a harrow on quality of ridge cultivation and yield of potatoes were presented. It was showed that it is possible to create more favorable conditions for development and growth of potato due to use new harrow. As result potatoes yield increased by 1.2 -1.5 t/ha, or 4-6 percent. Fuel savings amounted to 12 percent.

Keywords: Soil cultivation; Potatoes; Harrow; Rotary working tools; Yield.

Reference

1. Starovoytov V.I., Pavlova O.A. Gryadovaya tekhnologiya vozdeystviya kartofelya [Ridge technology of potato growing]. Nauch. tr. VIM. T. 141. Ch. 1. Moscow, 2002. pp. 175-181 (Russian).

2. Izmaylov A.Yu., Kolchin N.N., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. Sovremennye tekhnologii i spetsial'naya tekhnika dlya kartofelevodstva [Modern technologies and special machinery for potato growing]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2015. No. 2. pp. 45-48 (Russian).

3. Izmaylov A.Yu., Kolchin N.N., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. Sovremennye tekhnologii i spetsial'naya tekhnika dlya kartofelevodstva [Modern technologies and special machinery for potato growing]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2015. No. 3. pp. 43-47 (Russian).

4. Kolchin N.N., Ponomarev A.G. Sistema mashinnykh tekhnologii i mashin dlya kartofelevodstva [System of machine technologies and machinery for potato production]. Sistema tekhnologii i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. nauch. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2013. pp. 271-277 (Russian).

5. Sharov V., Lobachevskiy Ya.P. Prognoz ispol'zovaniya pochvoobrabatyvayushchikh mashin s aktivnymi rabochimi organami [Forecast of use of soil-

cultivating machines with active working tools]. Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont. 2009. No. 1-2. pp. 41-43 (Russian).

6. Podol'ko P.M. Povyshenie kachestva predposadochnoy obrabotki pochvy pod kartofel' [Improving the quality of preplanting soil cultivating for potato]. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universitet. – 2009. No. 55. pp. 101-104 (Russian).

7. Pervushin V.F., Salimzyanov M.Z., Kasimov N.G. Teoreticheskie predposylki k obosnovaniyu konstruktivnoy rotatsionnoy borony dlya ukhoda za posadkami kartofelya [Theoretical prerequisites to justification of a design of a rotary harrow for potato cultivation]. Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2006. No. 1. pp. 4-6 (Russian).

8. Zhuk A.F. Obosnovanie parametrov dvukhdiskovykh sektsiy boron [Justification of parameters of harrows two-disk sections]. Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2011. No. 4. pp. 4 (Russian).

9. Latypov R.M. Mashiny dlya predposadochnoy obrabotki pochvy pod kartofel' [Machines for preplanting soil cultivation for potato]. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – 2005. T. 45. pp. 126-130 (Russian).

10. Patent 118824 RF. Rotatsionnaya boronka [Rotary harrow]. M.S.Chekusov, D.A.Golovanov, A.A.Kem. Byul. 2011. No. 22 (Russian).