

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМБИНИРОВАННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ

Юнусов Р.Г

Реферат. Основным направлением развития машин для минимальной обработки почвы является интенсификация технологического процесса путём совмещения нескольких операций. При этом наиболее целесообразным приёмом повышения производительности, снижения энергоёмкости и улучшения качества работы следует считать использование в них эффекта скользящего резания, а также выполнения условия гарантированного перемещения пласта почвы относительно их рабочей поверхности. В статье представлены результаты исследований показателей комбинированных рабочих органов почвообрабатывающего орудия. По результатам лабораторных исследований и полевых опытов определены степень крошения почвы, выравненность поверхности поля, дальность отбрасывания почвы и др. Производственные испытания комбинированного почвообрабатывающего орудия с предлагаемыми рабочими органами подтвердили выводы о том, что оно заметно улучшает качество минимальной обработки почвы и обеспечивает превышение урожая возделывания культур в среднем на 13,5% (по сравнению с существующим агрегатом КПС-4+РР).

Ключевые слова: обработка почвы, спирально-пластинчатый рабочий орган, режимы работы.

Введение. Анализ состояния исследований и конструкций машин для минимальной обработки почвы показал, что основным направлением их развития является интенсификация технологического процесса путём совмещения нескольких операций, осуществляемых комбинированными агрегатами или отдельной машиной с принципиально новыми комбинированными рабочими органами. Наиболее целесообразным приёмом повышения производительности, снижения энергоёмкости и улучшения качества работы следует считать использование в них эффекта скользящего резания, а также выполнения условия гарантированного перемещения пласта почвы относительно их рабочей поверхности [4,7,10,12,14].

Условия, материалы и методы исследований. На основании вышеизложенного анализа разработана конструктивная схема спирально-пластинчатого рабочего органа почвообрабатывающего орудия для минимальной обработки почвы (рисунок 1 и 2), рабочая винтовая поверхность которого выполнена рифлёной в виде поверхности турбодисков, где её форма образована движением прямой по волнистым кривым: с одним концом прямой по контуру режущей кромки, а с другим концом – по образующей, расположенной в зоне её вершины. При этом контур режущей кромки рабочего органа выполнен зубчатым, причём передняя кромка каждого зуба выполнена по участку логарифмической спирали, выпуклостью вверх кривизны к горизонтальной плоскости и размещена радиально по контуру, а тыльная кромка каждого зуба выполнена прямолинейной и расположена перпендикулярно к касательной, соответствующей точке контура. Кроме того, рабочий орган закреплён на

концах несущего вала посредством упругих элементов, радиально установленных на фланцах и имеет средства для ограничения его заглубления с возможностью изменения своих положений по высоте [2,3,9,11].

Лабораторные эксперименты проводились в почвенном канале Казанского ГАУ, а полевые опыты – в ООО «Закамье-Агро» Чистопольского района РТ и в Учебном хозяйстве КГСХА с применением специально разработанной опытной установки [9,11]. В дерново-подзолистой почве среднесуглинистого механического состава, исследовались различные



Рисунок 1 – Комбинированная почвообрабатывающая машина



Рисунок 2 – Агрегат МТЗ-82+(КПС-4М+РР) в работе

образцы рабочих органов почвообрабатывающей машины на скоростях её движения от 1,3 до 3,36 м/с. При этом влажность в слое 0...11 см составляла в пределах от 17% до 18,5% и плотностью от 1,10 г/см³ до 1,21 г/см³.

Анализ и обсуждение результатов. Целью данной работы является получение результатов по обоснованию (определению) основных размеров (параметров) рабочего органа, обеспечивающих качественные агротехнические и энергетические показатели его работы и контроля теоретических зависимостей. Для реализации поставленной цели проводились лабораторные исследования. Целью полевых опытов является проверка результатов лабораторных исследований и теоретических выводов по установлению его энергетических и агротехнических показателей работы.

В результате выполненных теоретических исследований: - получены зависимости, которые позволили обосновать форму и выбор рациональных значений основных конструктивных параметров спирально-пластинчатого рабочего органа: диаметр рабочего элемента - $D=330$ мм, количество зубьев на его поперечном сечении - 12 шт., глубина (высота) вырезов - C' 30 мм, расстояние между соседними (смежными) зубьями (или шаг зуба) - 85 мм, длина передней режущей кромки зуба - 41 мм, длина тыльной кромки зуба - 25 мм, шаг винта - 100...120 мм, ширина рабочего элемента - $H = 80$...120 мм, ширина зуба у ее вершины - 68 мм, расстояние от вершины до носка зуба - 71 мм, высота выступа (рифа);

- а также вскрыть пути улучшения его качества работы и снижения тягового сопротивления [2,13];

- произведён теоретический анализ процесса взаимодействия рабочих элементов спирально-пластинчатого рабочего органа с почвой, выявлены особенности воздействия лезвия зуба на почву и процесс перемещения почвы рифлёной рабочей поверхностью спирально-пластинчатого рабочего органа;

- выведены аналитически зависимости определения основных конструктивных параметров зубчатых спирально-пластинчатых рабочих органов почвообрабатывающего орудия, образуемой борозды и их удельного сопротивления;

- получены уравнения движения спирально-пластинчатых рабочих органов в почве, которые использованы как при обосновании конструктивных размеров, так и при установлении рациональных режимов их работы.

Лабораторными исследованиями процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающего орудия с почвой установлено, что:

- наилучшими энергетическими и технологическими показателями работы обладает спирально-пластинчатый рабочий орган с зубьями, выполненными по участку логарифмической спирали и имеющий рифлёную (волнистую) рабочую поверхность в виде поверхности турбодисков (по патенту РФ № 2395183);

- увеличение глубины обработки почвы и повышение скорости поступательного движения спирально-пластинчатых рабочих органов приводит к росту их сопротивления. Также выявлено значительное снижение вертикальных усилий зубчатых пластинчатых органов с рифлёной рабочей поверхностью в сравнении со сплошным (гладкими), что оценивается как положительное явление, способствующее повышению равномерности их хода [9,13];

- для снижения энергоёмкости технологического процесса диаметр спирально-пластинчатого рабочего элемента необходимо принимать в пределах 0,30...0,35 м, количество зубьев, равным 12 (на его поперечном сечении), а жёсткость упругого элемента - 30...35 Нм/град.;

- рабочий орган культиватора (орудия) по патенту РФ № 2494586 при увеличении глубины хода, с ростом ширины захвата лапы и скорости поступательного движения характеризуется лучшими показателями работы. При этом горизонтальная составляющая тягового сопротивления у такого рабочего органа по сравнению с серийной лапой ниже на 29,8%, а вертикальное же усилие, возникающее со стороны почвы, практически не меняется, что показывает на устойчивость его хода по глубине [8].

Кроме того, проведёнными полевыми исследованиями выявлено, что:

- оснащение спирально-пластинчатых рабочих органов зубьями, выполненными по участку логарифмической спирали, даёт возможность соблюдения условия скользкого резания, дополнительного измельчения комков в посевном слое и сепарирования мелкой фракции почвы в зону залегания семян, а их рифлёная рабочая поверхность в виде поверхности турбодисков - соблюдения условия гарантированного перемещения почвы и сорняков относительно неё со скольжением и дополнительного интенсивного крошения почвы [1,5,6,7,10];

- степень крошения почвы при обработке экспериментальным почвообрабатывающим орудием на всех режимах работы выше, чем у контрольного агрегата на 11,05...14% [4,10];

- при обработке почвы орудием с разработанными рабочими органами показатель глыбистости почвы ниже, чем у контрольного орудия на 23,9 ... 27,8%, а показатель вспущённости почвы выше на 3,3 ... 5,2% раза,

гребнистость поверхности поля не превышает 6,1%, степень выравненности поверхности поля с ростом скорости движения увеличивается до 86,4...90,7%, также экспериментальный рабочий орган обеспечивает наименьшее поперечное перемещение пласта, причём продольное перемещение почвы на 0,14...0,20 м меньше, чем контрольный;

- степень уничтожения сорняков в среднем на 30,2% больше по сравнению с контрольным почвообрабатывающим орудием;

- интенсивность появления всходов семян после обработки почвы экспериментальным орудием с предлагаемыми рабочими органами выше, чем на контроле на 64,8...71,8%, а полное появление всходов завершилось на три

дня раньше;

- тяговое сопротивление почвообрабатывающего орудия экспериментального рабочего органа ниже, чем у контрольного орудия на 9,7...14,8%.

Выводы. Производственные испытания комбинированного почвообрабатывающего орудия с предлагаемыми рабочими органами подтвердили выводы о том, что оно заметно улучшает качество минимальной обработки почвы и обеспечивает превышение урожая возделывания культур в среднем на 13,5% (по сравнению с существующим агрегатом КПС-4+РР). При этом годовой экономический эффект от использования экспериментального орудия по расчётам составляет 26650 рублей (по ценам 2016 года).

Литература

1. Булгариев, Г.Г. К обоснованию и определению колебательного процесса спирально-пластинчатого рабочего органа / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Р.Г. Юнусов // Научный журнал «Вестник Казанского ГАУ». – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014. – №2.
2. Булгариев, Г.Г. Обоснование и определение основных параметров спирально-пластинчатого рабочего органа. / Г.Г.Булгариев, Р.Г.Юнусов // Научный журнал «Вестник Казанского государственного аграрного университета». – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2013. – №.3(29) – С.57-63.
3. Булгариев, Г.Г. Уравнения движения лезвия зуба спирально-пластинчатого рабочего органа в пространстве / Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, Р.Г. Юнусов, Р.Р. Шириязданов // Вестник Казанского ГАУ. – Казань. – 2016. – №1.(39) – С.66...69
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416с.
- 5 Ермолко, Е.В. Разработка и обоснование параметров рабочего органа геликоидального типа для поверхностной обработки почв. Автореф. дис. к.т.н.: 05.20.01 /Е.В. Ермолко. – Рязань, 1989. – 24с.
6. Желиговский, В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.-х. материалов / В.А. Желиговский// - Тбилиси: Изд-во Грузинского СХИ, 1960. - 146с.
7. Козырев, Б.М. Почвообрабатывающие машины с коноидальными ротационными рабочими органами / Б.М.Козырев. – Казань: Изд-во Казан.ун-та,2001г.-328с.
8. Мазитов, Н.К. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты / Н.К. Мазитов//. – Казань, 1984. - 141с.
9. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях с.-х. процессов. /С.В.Мельников и др. – П.: Колос, 1980. - 168с.
10. Орманджи, К.С. Контроль качества полевых работ / К.С. Орманджи. – М.: Росагропромиздат, 1991.
11. ОСТ 10218-2001. Испытание сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки.- М.: Минсельхоз России, 2001. – 36с.
12. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М.Панов// - М.: Машиностроение, 1977. - 328с.
13. Юнусов, Р.Г. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы./ Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Патент РФ на изобретение № 2494589, 2013.
14. Юнусов, Р.Г. Почвообрабатывающее орудие с комбинированными рабочими органами / Р.Г. Юнусов, Г.Г. Булгариев, Г.В. Пикмуллин, В.П. Данилов // Научно-практический журнал «Сахарная свекла». – Москва: Изд-во ОАО «Подольская фабрика офсетной печати», 2013.-№2.- С.42-44.

Сведения об авторе:

Юнусов Р.Г. – аспирант, e-mail: rafail.yunusov.82@mail.ru
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

RESULTS OF STUDIES OF THE COMBINED WORKING UNITS' INDICATORS OF SOIL CULTIVATION IMPLEMENT

Yunusov R.G.

Abstract. The main direction of development of machines for minimal soil cultivation is the intensification of the technological process by combining several operations. In this case, the most appropriate way to increase productivity, reduce energy consumption and improve the quality of work should be considered the use of the sliding cutting effect in them, as well as the fulfillment of the condition for guaranteed movement of the soil layer relative to their working surface. The article presents the results of studies of combined working units indicators of a

tillage. Based on the results of laboratory studies and field experiments, the degree of soil crumbling, the leveling of field surface, the range of soil discarding, etc. have been determined. The production tests of combined tillage tools with the proposed working units confirmed the conclusions that it significantly improves the quality of minimal tillage and ensures a higher crop yield on average by 13.5% (compared to the existing unit KPS-4 + PP).

Key words: soil cultivation, spiral-plate working element, operating modes.

References

1. Bulgariyev G.G. Justification and definition the oscillatory process of spiral-plate like working unit. [K obosnovaniyu i opredeleniyu kolebatelnogo protsessa spiralno-plastinchatogo rabocheho organa]. / G.G. Bulgariyev, G.V. Pikhmullin, R.G. Yunusov // *Nauchnyy zhurnal "Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Scientific journal "Herald of Kazan State Agrarian University"*. – Kazan: Izd-vo Kazanskogo GAU, 2014. – №2.
2. Bulgariyev G.G. Justification and definition the basic parameters of the spiral-plate like working units. [Obosnovanie i opredelenie osnovnykh parametrov spiralno-plastinchatogo rabocheho organa]. / G.G. Bulgariyev, R.G. Yunusov // *Nauchnyy zhurnal "Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Scientific journal "Herald of Kazan State Agrarian University"*, 2013. - №3 (29). – P. 57-63.
3. Bulgariyev G.G. *Pochvoobrabatyvayushee orudie*. // *Patent RF na poleznuyu model pod №141035*. (Soil-cultivating tools. / G.G. Bulgariyev, R.G. Yunusov, V.P. Danilov // Patent of the Russian Federation for the utility model №141035). - BI №15, 2014
4. Bulgariyev G.G. Equations of tooth blade motion of the spiral-plate working unit in the space. [Uravneniya dvizheniya lezviya zuba spiralno-plastinchatogo rabocheho organa v prostranstve]. / G.G. Bulgariyev, G.V. Pikhmullin, R.G. Yunusov, R.R. Shiriyazdanov // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. – Kazan. – 2016. – №1.(39) – P. 66...69
5. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methodology of field experience]. / B.A. Dospekhov // - M.: Kolos, 1979. – P. 416.
6. Ormandzhi K.S. *Kontrol kachestva polevykh rabot*. [Quality control of field works]. / K.S. Ormandzhi // - M.: Rosagropromizdat, 1991.
7. Pikhmullin G.V. The interaction process of blade cog of disk-shaped spring with the soil. [Protsess vzaimodeystviya lezviya zuba plastinchatoy pruzhiny s pochvoy]. / G.V. Pikhmullin, G.G. Bulgariyev, R.G. Yunusov, R.R. Shiriyazdanov // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. – Kazan. – 2016. – №2(40) – P. 83...86
8. Yunusov R.G. *Rabochiy organ orudiya dlya bezotvalnoy obrabotki pochvy*. // *Patent RF na izobretenie №2494589, 2013*. (The tool working unit for soil-free tillage. / R.G. Yunusov, G.G. Bulgariyev, G.V. Pikhmullin, V.P. Danilov // Patent of the Russian Federation for invention №2494589, 2013).
9. Yunusov R.G. The justification of furrow parameters and resistivity of gear spiral-plate tools. [Obosnovanie parametrov borozdy i udelnogo soprotivleniya zubchatykh spiralno-plastinchatykh rabochikh organov]. Yunusov R.G., Bulgariyev G.G., Pikhmullin G.V., Danilov V.P. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2012. № 2. – P. 76-79.
10. Yunusov R.G. *Pochvoobrabatyvayushee orudie*. / Patent RF na izobretenie №2395183. (Tillage implement / R.G. Yunusov, G.V. Pikhmullin, G.G. Bulgariyev / Russian Federation Patent №2395183). - Published in BI, 2010.
11. Yunusov R.G. Soil tillage equipment with working units. [Pochvoobrabatyvayushee orudie s kombinirovannymi rabochimi organami. / R.G. Yunusov, G.G. Bulgariyev, G.V. Pikhmullin, V.P. Danilov]. // *Nauchno-prakticheskiy zhurnal "Sakharnaya svekla"*. - *Scientific journal "Sugar beet"*. – Moskva: Izd-vo OAO "Podolskaya fabrika ofsetnoy pechati", 2013. - №2. - P. 42-44.
12. Yunusov R.G. Equations of motion of the rotary (screw) working units in the soil. [Uravneniya dvizheniya rotatsionnykh (vintovykh) rabochikh organov v pochve]. / R.G. Yunusov, G.G. Bulgariyev, G.V. Pikhmullin // *Nauchnyy zhurnal "Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Scientific journal "Herald of Kazan State Agrarian University"*, 2012. – №4. – P. 88-90.

Autor:

Yunusov R.G. – post-graduate student, e-mail: rafail.yunusov.82@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia