

УДК 631.313.6

UDC 631.313.6

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**АНАЛИЗ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ С ЧЕТЫРЕХ-
РЯДНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ СФЕРИЧЕСКИХ
ДИСКОВ****ANALYSIS OF CIRCULAR INSTRUMENTS
WITH FOUR IN-LINE ARRANGEMENT OF
THE SPHERICAL DISKS**

Припоров Евгений Владимирович
к.т.н., доцент
SPIN код автора: 9965-6360
e-mail: epriporov@bk.ru

Priporov Evgeny Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
SPIN code of the author: 9965-6360
e-mail: epriporov@bk.ru

Юдт Виктор Юрьевич
студент
e-mail: vitek_udt@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный университет,
Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13*

Yudt Victor Yurievich.
student
e-mail: vitek_udt@mail.ru
*Kuban State Agrarian University,
Krasnodar, Russia*

Основное направление снижения затрат на обработку почвы по ресурсосберегающей технологии – переход на поверхностную обработку почвы дисковыми орудиями. Выпускаются двухрядные и четырехрядные дисковые орудия. Четырехрядные значительно увеличивают интенсивность обработки почвы. В дисковых орудиях сферический диск установлен на индивидуальной стойке. Дискаторы снабжены жестким креплением индивидуальной стойки к раме. Рабочая скорость движения рекомендуется до 12 км/ч. Достоинство дискатора перед дисковой бороной – исключается наматывание растительных остатков на ось. Дисковые мульчировщики оснащены спиралевидной стойкой, на которой установлен сферический диск. Наличие упругого элемента позволяет совершать рабочему органу низкочастотные колебания во время движения. Результат обработки – образование мульчи в слое почвы представляющей собой смесь растительных остатков и частиц почвы диаметром до 25 мм. Для оценки эффективности дискового мульчировщика и дискатора составлен агрегат. Исходные данные к расчету: трактор ХТЗ-150К, удельное сопротивление почвы 6 кН/м, рабочая ширина захвата дискового орудия 4 м., рабочая скорость движения дискатора 12 км/ч, дискового мульчировщика 15 км/ч. Определены технико-экономические показатели этих агрегатов при проведении дискования почвы. Выбор энергосберегающего режима работы проводился по известной методике. Теоретическая величина буксования ведущего аппарата трактора у дискового мульчировщика составила 6%, против 9% у дискатора. Рабочая скорость движения мульчировщика составила 14,07 км/ч, против 10,89 у дискатора. Производительность агрегата с мульчировщиком составила 16,21 га, у дискатора – 12,54 га. Удельный массовый расход топлива у мульчировщика снизился на 29% и составил 9,68 кг/га. Использование мульчировщика для поверхностной обработки почвы позволяет снизить затраты энергии на обработку почвы по ресурсосберегающей технологии

The main direction of reducing the cost of soil treatment based on resource-saving technologies is the transition to surface treatment of soil with disk tools. Double-row and four-row disc tools are manufactured. Four-row tools significantly increase tillage intensity. In the disk tools, the spherical disc is fixed on the individual pole. Disc headers are equipped with a rigid adjustment fixing the standalone pole to the frame. Recommended operating speed is up to 12 km/h. The advantage of a disc header over the disc harrow is as follows: winding plant residues on the axis are excluded. Disc mulchers are equipped with a spiral bar on which a spherical disk is mounted. The presence of the elastic element allows the working unit to do low-frequency oscillations during movement. The result of processing is the formation of mulch in the layer of soil, which is a mixture of plant residues and soil particles with a diameter of up to 25 mm. To assess the effectiveness of the disc mulcher and the disc header a unit is composed. The initial data for calculation are as follows: tractor HTZ-150K, the resistivity of the soil is 6 kN/m, disk tool working width is 4 m, operating speed of the disc header is 12 km/h, operating speed of the disc mulcher is 15 km/h. Technical and economic performance of these units is defined during disking the soil. The choice of energy-saving operating regime was made in a well-known manner. Theoretical value of slippage of the leading tractor with disk mulcher was 6%, against 9% with the disc header. Working speed of the mulcher made up 14.07 km/h against 10.89 of the disc header. The performance of the unit with the mulcher made up 16.21 hectares, disc harrow performance is 12.54 ha. Fuel mass flow of mulcher decreased by 29% and made 9.68 kg/ha. Using mulcher for surface treatment of the soil allows to reduce the tillage energy costs thanks to resource-conserving technologies

Ключевые слова: СФЕРИЧЕСКИЙ ДИСК, ИНДИВИДУАЛЬНАЯ СТОЙКА, СПИРАЛЕВИДНАЯ СТОЙКА, МУЛЬЧИРОВЩИК, ДИСКАТОР, СИЛА ТЯГИ, РАБОЧАЯ СКОРОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, РАСХОД ТОПЛИВА

Keyword: CONCAVE DISCS, INDIVIDUAL POLE, SPIRAL RACKS, MULCH, HARROW, TRACTION FORCE, WORKING SPEED, PERFORMANCE, FUEL CONSUMPTION

Основным направлением ресурсосбережения при возделывании культур – переход на технологию минимальной обработки почвы. Такая технология не должна приводить к снижению урожайности возделываемой культуры с одной стороны, а с другой – способствовать снижению энергозатрат на предпосевную обработку почвы. В последнее время довольно широкое распространение получили дисковые орудия, имеющие сферический диск, закрепленный на индивидуальной стойке. К числу таких орудий относятся дискаторы и дисковые мульчировщики. Эти дисковые орудия предназначены для работы на почвах с различными физико-механическими свойствами с уклоном поверхности поля до 10° , ровным и волнистым микрорельефом, влажностью почвы до 28%, твердостью почвы в обрабатываемом слое до 3,5 МПа, высотой растительных остатков до 25 см.

Отсутствие единой оси для нескольких дисков исключает наматывание растительных остатков, и отпадает необходимость установки чистика на каждом сферическом диске. В дискаторах сферический диск установлен на индивидуальной оси с подшипниковым узлом. Каждая такая ось крепится к раме. Индивидуальные стойки крепят на раме параллельными рядами. Количество параллельных рядов сферических дисков может составлять от двух до четырех. Увеличение количества рядов увеличивает пропорционально и интенсивность обработки почвы. Четырехрядное расположение сферических дисков дискатора позволяет совместить до трех-пяти технологических операций. Дискатор комплектуется спиралевидным или кольчато-шпоровым катком. За один проход дискатора производится измельчение, заделка растительных остатков в почву, создание взрыхленного

слоя почвы, заделка минеральных удобрений, уплотнение и выравнивание слоя почвы. Крепление сферического диска на индивидуальной стойке обеспечивает независимое рядное регулирование угла атаки, что повышает качество обработки почвы. Сферический зубчатый диск дискатора на индивидуальной стойке представлен на рисунке 1.



Рисунок 1- Сферический зубчатый диск на индивидуальной оси
Сферический диск установлен на индивидуальной оси с двухрядным необслуживаемым подшипником.

Техническая характеристика дискаторов с четырехрядным расположением дисков представлена в таблице 1

Таблица 1- Техническая характеристика дискаторов с четырехрядным расположением сферических дисков

Показатель	Марки дискаторов					
	БДМ-2,4×4	БДМ-3,2×4	БДМ-4×4	БДМ-5×4	БДМ-6×4	БДМ-8×4
1	2	3	4	5	6	7
Ширина захвата, м	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0
Рабочая скорость, км/ч	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
Диаметр диска, мм	560-570	560-570	560-570	560-570	560-570	560-570
Мощность двигателя трактора, кВт	88,32	110,4	132,48	161,92	191,36	206,08
Расстояние между следами дисков, мм	100	100	100	100	100	100
Расстояние между рядами дисков	700	900	900	900	900	700
Общее количество дисков	24	32	40	48	56	82
Масса конструкционная со спиралевидным катком, кг	2675	3780	3645	4500	5303	7250

Дисковый мульчировщик предназначен для традиционной и минимальной основной и предпосевной обработки почвы под зерновые культуры. Каждый сферических диск дискового мульчировщика установлен на спиралевидной стойке. Для выравнивания поверхности почвы после прохода мульчировщика в состав орудия входит прикатывающий каток. Рабочий орган дискового мульчировщика представлен на рисунке 2.



Рисунок 2- Сферический зубчатый диск на спиралевидной стойке

Во время работы дискового мульчировщика на скорости до 15 км/ч в зоне вращения дисков происходит интенсивное дробление отрезанного пласта почвы и его перемешивание с измельченными растительными остатками. Результат перемешивания частиц почвы с растительными остатками - образование мульчи состоящей из комков почвы диаметром 25 мм с включенными растительными остатками. Благодаря спиралевидной стойке сферический диск совершает низкочастотные колебания в трех плоскостях. Результат колебаний диска - образование мульчи по всей глубине обработки, которая состоит из комков почвы диаметром 25 мм с включением растительных остатков. Такой характер обработки с включением растительных остатков позволяет улучшить качество предпосевной обработки почвы.

Четырехрядные дисковые мульчировщики выпускает ОАО «Белагромаш - Сервис имени В.М. Рязанова» и включает три модификации. Техническая характеристика четырехрядных дисковых мульчировщиков представлена в таблице 2

Таблица 2- Техническая характеристика дисковых мульчировщиков

Показатель	Марка дискового мульчировщика		
	ДМ-3,2	ДМ-4	ДМ-5,2
1	2	3	4
Ширина захвата захвата, м.	3,2	4,0	5,0
Глубина обработки, см.	до 12	до 12	до 12
Масса конструкционная, кг.	3402	3821	5100
Угол атаки дисков, град	20	20	20
Диаметр сферических дисков	560-570	560-570	560-570
Количество рабочих дисков в ряду, шт.	8	10	13
всего	32	40	52
Мощность двигателя трактора, кВт	110,4	147,2	176,64
Расстояние между следами дисков в плане, мм	100	100	100
Расстояние между рядами дисков, мм	900	900	900

Завод- изготовитель гарантирует наработку за сезон не менее 1000 га.

Для оценки использования дискаторов и дисковых мульчировщиков в составе агрегата были определены показатели их работы. Один агрегат включает дискатор БДМ-4×4, а второй – мульчировщик ДМ-4. В качестве энергосредства принят трактор ХТЗ-150К. Исходные данные: удельное сопротивление почвы 6, кН/м, скорость движения дискатора 12 км/ч, дискового мульчировщика 15 км/ч, агрофон стерня. Методика комплектования современных агрегатов нами проводится по известной методике [2,3].

Для принятого значения скорости движения определяется передаточное число трансмиссии

$$i_v \geq \frac{22,6 \cdot r_k \cdot n_n}{v_{ao}}, \quad (1)$$

где r_k – динамический радиус качения ведущего колеса, м;

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, c^{-1} .

Из условия оптимальной загрузки двигателя трактора передаточное число трансмиссии не должно превышать значения, определяемого по формуле [2,3]

$$i_{TR} \geq \frac{(R_a + \eta_{\text{опт}} \cdot f \cdot G_3) \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{\text{ен}} \cdot \eta_{\text{мг}} \cdot \eta_{\text{опт}}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{опт}}$ – оптимальная нагрузка двигателя, 0,9 [3 с. 22];

f – коэффициент сопротивления перекачивания;

$N_{\text{ен}}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

R_a – тяговое сопротивление агрегата, кН;

G_3 – эксплуатационный вес трактора, кН.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по известной формуле [3]

$$R_a = \nu (k_1 + k_2), \quad (3)$$

где ν – ширина захвата машины, м

k_1, k_2 – удельное тяговое сопротивление приходящееся на метр ширины захвата рабочих органов машины, кН/м.

Достаточность сцепления ходового аппарата трактора с почвой обеспечивается на передаче, для которой передаточное число трансмиссии составляет [2,3]

$$i_{TF} \leq \frac{\mu \cdot G_3 \cdot \lambda \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{\text{ен}} \cdot \eta_{\text{мг}}}, \quad (4)$$

где μ – коэффициент сцепления ведущего аппарата трактора с почвой;

λ – коэффициент распределения веса трактора, [3];

r_k – динамический радиус качения ведущего колеса или звездочки, м;

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹;

$\eta_{\text{мг}}$ – механический КПД трансмиссии;

G_3 – эксплуатационный вес трактора, кН.

Передаточное число трансмиссии для передачи, на которой обеспечивается энергосберегающий режим работы, выбирается большим из двух значений – по скорости движения i_{TV} и по загрузки двигателя i_{TR} , но не

превышающим значение которое определено из условия достаточного сцепления ходового аппарата трактора с почвой $i_{тФ}$.

Для выбранного значения передаточного числа трансмиссии i_T определяется величина касательной силы тяги по известной формуле [3]

$$P_k = \frac{0,159 \cdot N_{ен} \cdot i_T \cdot \eta_{тр}}{r_k \cdot n_n} \quad (5)$$

Сила тяги на крюке определяется из уравнения тягового баланса [3]

$$P_{кр} = P_k - P_f - P_\alpha,$$

где P_f – сила сопротивления на перекатывание трактора, кН;

P_α – сила сопротивления на преодоление подъема, кН.

Силы сопротивления на преодоление вредных сопротивлений определяются по известным выражениям [3]

$$P_f = G_3 f, \quad (6)$$

$$P_\alpha = G_3 \cdot \frac{i}{100},$$

где i – величина уклона, проц.

Величина коэффициента использования веса трактора определяется по выражению [3]

$$\Phi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G} \quad (7)$$

Допустимая величина коэффициента использования сцепного веса [1]

$$\Phi_{крд} = \frac{v \cdot \delta_d}{a + \delta_d}, \quad (8)$$

где a, v – эмпирические коэффициенты [3].

Допустимая величина буксования составляет для гусеничных тракторов 5%, колесных тракторов с одной ведущей осью 18%, с двумя ведущими осями 15%.

Достаточность сцепления ходового аппарата трактора с почвой обеспечивается при условии

$$\Phi_{кр} \leq \Phi_{крд}. \quad (9)$$

Если условие не выполняется, то сцепные свойства трактора повышаются за счет увеличения эксплуатационной массы трактора установкой балластных грузов.

Величина буксования при условии достаточного сцепления определяется по эмпирической формуле [3]

$$\delta = \frac{a\varphi_{кр}}{b - \varphi_{кр}}, \quad (10)$$

Теоретическая скорость движения определяется по формуле [2,3]

$$v_T = \frac{22,6r_{\kappa}n_n}{i_T}. \quad (11)$$

Рабочая скорость движения определяется по формуле [2,3]

$$v_p = v_T (1 - \delta). \quad (12)$$

Техническая производительность агрегата определяется по известной формуле

$$W = \frac{0,36R_a v_p \varepsilon_N \eta_{Tp} \tau}{k},$$

где ε_N – коэффициент загрузки двигателя, 0,9;

τ – коэффициент использования времени смены, принят равным 0,8.

Удельный массовый расход топлива на единицу работы определяли по известной формуле [3]

$$q_p = \frac{q_e N_{eH} \varepsilon_N \eta_{mp}}{W}$$

где q_e – удельный массовый расход топлива при номинальной мощности двигателя, кг/кВтч, для трактора ХТЗ-150К составляет 0,22 кг/кВтч.

Сравнительные показатели агрегатов для дискования почвы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительные параметры агрегатов для дискования почвы

Показатель	Состав агрегата	
	ХТЗ-150К+ БДМ-3,2×4	ХТЗ-150К+ ДМ-3,2
1	2	3
Тяговое сопротивление, кН	24	24
Рабочая скорость движения, км/ч	12	15
Передаточное число трансмиссии из условия оптимальной загрузки	38,51	38,51
Передаточное число из условия скорости движения по агротребованиям	49,8	39,76
Касательная сила тяги, кН	33,91	27,83
Сила сопротивления на перекачивание, кН	5,6	5,6
Сила тяги на крюке, кН	28,31	22,23
Оптимальное значение коэффициента использования эксплуатационного веса	0,45	0,45
Оптимальное значение коэффициента использования эксплуатационного веса	0,35	0,28
Величина буксования ведущего аппарата трактора, проц.	9,0	6,0
Рабочая скорость движения, км/ч	10,89	14,07
Производительность агрегата, га	12,54	16,21
Удельный расход топлива, кг/га	12,52	9,68

Анализ представленной таблицы свидетельствует, что дисковый мульчировщик обеспечивает ресурсосберегающий режим обработки почвы. Ресурсосбережение обеспечивается за счет установки сферических дисков на спиралевидной стойке. Во время движения мульчировщика сферический диск совершает низкочастотные колебания. В результате колебаний диска на поверхности почвы по всей глубине обработки образуется мульча, состоящая из комков земли диаметром 25 мм с включением растительных остатков.

Рабочий орган дисковых орудий представляет сферический диск на индивидуальной стойке. Четырехрядное расположение сферических дисков обеспечивает высокую интенсивность обработки почвы. Дискаторы

имеют сферический диск, установленный на стойки. Дисковый мульчировщик снабжен сферическим диском, закрепленным на упругой спиралевидной стойке. Во время движения мульчировщика сферический диск измельчает растительные остатки. Измельченные растительные остатки перемешиваются с комочками почвы, образуя мульчу, что улучшает качество подготовки почвы к посеву по минимальной технологии. Анализ энергетических затрат показал, что дисковый мульчировщик обеспечивает энерго-сберегающий режим движения, что способствует росту производительности агрегата и повышению качеств.

Известно, что качественное внесение минеральных удобрений способствует повышению плодородия почвы и урожайности культур. Разработана конструкция рассеивающего рабочего органа для качественного внесения гранулированных минеральных удобрений [4]. Предложенные технические решения однодискового центробежного аппарата позволяют снизить неравномерность поверхностного распределения [5,6,7]. Настройка на качественное распределение минеральных удобрений, как показали исследования, достигается за счет включения в состав машины штатного прибора [8]. Исследованиями ряда авторов доказана перспективность минимальной обработки почвы под посев зерновых. Выполнен анализ и доказана перспективная конструкция сошника зерновой сеялки, обеспечивающая качественное распределение семян по ресурсосберегающей технологии [9]. Известно, что мульчирование почвы растительными остатками позволяет снизить расход минеральных удобрений. Предложена конструкция измельчителя позволяющая повысить качество обработки грубых кормов вдоль волокон [10].

Повысить продольную устойчивость навесных посевных агрегатов возможно за счет установки балластных грузов, масса которых определяется по формулам, предложенным автором [11]. Качество посева зависит не только от соблюдения требований агротехники, но и качества семенно-

го материала. Исследованиями доказано, что получить чистоту семенного материала не ниже 96% путем выбора технологии послеуборочной обработки семян [12,13,14,15]. Исследованиями ряда авторов доказана необходимость изучения закономерностей функционирования подсистем зерноочистительной машины [16,17,18,19]. Эти закономерности позволяют оптимизировать основные конструктивные элементы, от которых зависит качество очистки семенного материала [20,21,22,23]. Исследованиями доказано, что чистоту семенного материала 99,9% возможно обеспечить за счет включения в состав поточной линии фотосепараторов отечественного производства [24,25,26].

Литература

1. Припоров Е.В., Кудря Д.Н. Обоснование энергосберегающего режима работы машинно-тракторного агрегата Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 47. С. 174-176.
2. Припоров Е.В. Определение энергосберегающего режима работы тягового агрегата Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 92-95.
3. Зангиев А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, А.В. Шпилько, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008 г. – 320с,
4. Параметры процесса распределения гранулированных минеральных удобрений и семян риса горизонтальным однодисковым центробежным аппаратом. Припоров Е.В. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар, 2003.
5. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. Патент на изобретение RUS 2177216 14.03.2000
6. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. Патент на изобретение RUS 2177217 14.03.2000.
7. Центробежный разбрасыватель сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. Патент на изобретение RUS 2197807 20.04.2001
8. Прибор для исследования центробежных аппаратов разбрасывателей сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Карабаницкий А.П., Ткаченко В.Т., Якушев А.А. Патент на изобретение RUS 2201059 20.04.2001
9. Анализ сошников сеялок ресурсосберегающих технологий посева зерновых культур. Припоров Е.В., Левченко Д.С. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. С. 379-391.
10. Измельчитель грубых кормов. Маслов Г.Г., Артемов В.Е., Припоров Е.В., Небавский В.А. Патент на изобретение RUS 2222175 11.06.2002

11. Повышение продольной устойчивости навесных агрегатов. Припоров Е.В. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2015. № 5 (15). С. 115-119.
12. Эффективная очистка семян подсолнечника. Припоров Е.В., Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. *Сельский механизатор*. 2014. № 1(59). С. 15.
13. Припоров И.Е., Шафоростов В.Д. Технология послеуборочной обработки семян масличных культур. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2014. № 5 (10). С. 10-14.
14. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Усовершенствование универсального семяочистительного комплекса. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014. № 8-1 (27). С. 71-73.
15. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения. В сборнике: *Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции в 2-х частях*. Редакционная коллегия: Хлыстунов В.Ф. ответственный редактор, Рыков В.Б., Бурьянов А.И., Беспамятнова Н.М., Камбулов С.И., Кушнарев А.П. ответственный секретарь. 2014. С. 162-167.
16. Ермольев Ю.И., Шафоростов В.Д., Бутовченко А.В., Припоров И.Е. Оценка основных закономерностей функционирования подсистемы «решетный ярус - пневмо-сепаратор воздушно-решетной зерноочистительной машины». *Вестник Донского государственного технического университета*. 2011. Т. 11. № 4 (55). С. 480-488.
17. Припоров И.Е., Кривогузов Д.Д. Повышение процесса разделения семян подсолнечника в универсальном семяочистительном комплексе на базе ЗАВ-20. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2015. № 3 (35). С. 72-76.
18. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Технология послеуборочной обработки семян сои с использованием машин отечественного производства. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 4 (12). С. 119-122.
19. Припоров Е.В., Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Эффективная очистка семян подсолнечника. *Сельский механизатор*. 2014. № 1 (59). С. 15.
20. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Оптимизация конструктивных параметров подающего устройства воздушно-решетной зерноочистительной машины МВУ-1500. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2012. № 1. С. 106-109.
21. Припоров И.Е., Лазебных Д.В. Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015. № 112. С. 1475-1485.
22. Припоров И.Е. Параметры усовершенствованного процесса разделения компонентов вороха семян крупноплодного подсолнечника в воздушно-решетных зерноочистительных машинах. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2012.
23. Припоров И.Е. Параметры усовершенствованного процесса разделения компонентов вороха семян крупноплодного подсолнечника в воздушно-решетных зерноочистительных машинах. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2012.
24. Припоров И.Е., Садыкова М.А. Усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015. № 112. С. 1486-1498.

25. Припоров И.Е., Шафоростов В.Д. Классификация оптических фотосепараторов для сортирования семян подсолнечника. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 1. С. 68-70.

26. Припоров И.Е. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса. В сборнике: Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур Сборник материалов 8-й международной конференции молодых учёных и специалистов. 2015. С. 138-141.

References

1. Priporov E.V., Kudrja D.N. Obosnovanie jenergosberegajushhego rezhima raboty mashinno-traktornogo agregata Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 47. S. 174-176.

2. Priporov E.V. Opredelenie jenergosberegajushhego rezhima raboty tjavogogo agregata Innovacii v sel'skom hozjajstve. 2015. № 5 (15). S. 92-95.

3. Zangiev A.A. Jekspluatacija mashinno-traktornogo parka / A.A. Zangiev, A.V. Shpil'ko, A.G. Levshin. – M.: KolosS, 2008 g. – 320s.

4. Parametry processa raspredelenija granulirovannyh mineral'nyh udobrenij i semjan risa gorizonta'nym odnodiskovym centrobezhnym apparatom. Priporov E.V. dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskix nauk. Krasnodar, 2003.

5. Ustrojstvo dlja poverhnostnogo rasseva mineral'nyh udobrenij i drugih sypuchih materialov . Jakimov Ju.I., Ivanov V.P., Priporov E.V., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. Patent na izobrenie RUS 2177216 14.03.2000

6. Centrobezhnyj rabochij organ dlja rasseva sypuchego materiala. Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Ivanov V.P., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. Patent na izobrenie RUS 2177217 14.03.2000.

7. Centrobezhnyj razbrasyvatel' sypuchih materialov. Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. Patent na izobrenie RUS 2197807 20.04.2001

8. Pribor dlja issledovanija centrobezhnyh apparatov razbrasyvatelej sypuchih materialov. Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Karabanickij A.P., Tkachenko V.T., Jakushev A.A. Patent na izobrenie RUS 2201059 20.04.2001

9. Analiz soshnikov sejalok resursoberegajushhix tehnologij poseva zernovyh kul'tur. Priporov E.V., Levchenko D.S. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 109. S. 379-391.

10. Izmel'chitel' grubyh kormov. Maslov G.G., Artemov V.E., Priporov E.V., Nebavskij V.A. Patent na izobrenie RUS 2222175 11.06.2002

11. Povysenie prodol'noj ustojchivosti navesnyh agregatov. Priporov E.V. Innovacii v sel'skom hozjajstve. 2015. № 5 (15). S. 115-119.

12. Jeffektivnaja ochistka semjan podsolnechnika. Priporov E.V., Shaforostov V.D., Priporov I.E. Sel'skij mehanizator. 2014. № 1(59). S. 15.

13. Priporov I.E., Shaforostov V.D. Tehnologija posleuborochnoj obrabotki semjan maslichnyh kul'tur. Innovacii v sel'skom hozjajstve. 2014. № 5 (10). S. 10-14.

14. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Uovershenstvovanie universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 8-1 (27). S. 71-73.

15. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Kachestvennye pokazateli raboty universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa na baze otechestvennyh semjaochistitel'nyh mashin novogo

pokolenija. V sbornike: Razrabotka innovacionnyh tehnologij i tehniceskikh sredstv dlja APK Sbornik nauchnyh trudov 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 2-h chastjah. Redakcionnaja kollegija: Hlystunov V.F. otvetstvennyj redaktor, Rykov V.B., Bur'janov A.I., Bepamjatnova N.M., Kambulov S.I., Kushnarev A.P. otvetstvennyj sekretar'. 2014. S. 162-167.

16. Ermol'ev Ju.I., Shaforostov V.D., Butovchenko A.V., Priporov I.E. Ocenka osnovnyh zakonomernostej funkcionirovanija podsystemy «reshetnyj jarus - pnevmoseparator vozdušno-reshetnoj zernoochistitel'noj mashiny». Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. 2011. T. 11. № 4 (55). S. 480-488.

17. Priporov I.E., Krivoguzov D.D. Povyshenie processa razdelenija semjan podsolnechnika v universal'nom semjaochistitel'nom komplekse na baze ZAV-20. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 3 (35). S. 72-76.

18. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Tehnologija posleuborochnoj obrabotki semjan soi s ispol'zovaniem mashin otechestvennogo proizvodstva. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2014. № 4 (12). S. 119-122.

19. Priporov E.V., Shaforostov V.D., Priporov I.E. Jeffektivnaja ochistka semjan podsolnechnika. Sel'skij mehanizator. 2014. № 1 (59). S. 15.

20. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Optimizacija konstruktivnyh parametrov podajushhego ustrojstva vozdušno-reshjotnoj zernoochistitel'noj mashiny MVU-1500. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehniceskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2012. № 1. S. 106-109.

21. Priporov I.E., Lazebnyh D.V. Racional'naja tehnologija posleuborochnoj obrabotki semjan podsolnechnika. Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 1475-1485.

22. Priporov I.E. Parametry usovershenstvovannogo processa razdelenija komponentov voroha semjan krupnoplodnogo podsolnechnika v vozdušno-reshetnyh zernoochistitel'nyh mashinah. dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk / Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Krasnodar, 2012.

23. Priporov I.E. Parametry usovershenstvovannogo processa razdelenija komponentov voroha semjan krupnoplodnogo podsolnechnika v vozdušno-reshetnyh zernoochistitel'nyh mashinah. avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk / Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Krasnodar, 2012.

24. Priporov I.E., Sadykova M.A. Usovershenstvovanie raboty fotojelektronnogo separatora pri razdelenii semjan podsolnechnika. Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 1486-1498.

25. Priporov I.E., Shaforostov V.D. Klassifikacija opticheskikh fotoseparatorov dlja sortirovanija semjan podsolnechnika. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. T. 10. № 1. S. 68-70.

26. Priporov I.E. Obosnovanie primenenija opticheskogo fotojelektronnogo separatora v sostave universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa. V sbornike: Konkurentnaja sposobnost' otechestvennyh gibridov, sortov i tehnologij vozdeľvanija maslichnyh kul'tur Sbornik materialov 8-j mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov. 2015. S. 138-141.