

УДК 631.313.6

UDC 631.313.6

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

АНАЛИЗ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**ANALYSIS OF DISK WORKING BODIES FOR MINIMUM TILLAGE**

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: 9965-6360
e-mail: epriporov@bk.ru.

Большат Анастасия Игоревна
студентка
e-mail: bulbik_130693@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Bolbat Anastasiy Igorevna
Student
e-mail: bulbik_130693@mail.ru
Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Технология минимальной обработки почвы (mini till) основывается на подготовке почвы к посеву дисковыми рабочими органами. Сферический диск выполняет функции лемеха, отвала и обеспечивает крошение почвы. Различают два варианта размещения дисков – батарейное на X-образной оси с индивидуальной стойкой. Глубина обработки регулируется изменением угла атаки батареи. Расстояние между следами сферических дисков на общей оси составляет 220 мм. Во время обработки почвы с растительными остатками происходит наматывание стеблей на ось, что приводит к заклиниванию диска. Лишена отмеченного недостатка конструктивная схема размещения сферического диска на индивидуальной оси с индивидуальной стойкой. Сферические диски на индивидуальной стойке размещают на раме параллельными рядами. Глубина обработки регулируется изменением угла атаки каждого ряда. Количество рядов дискатора составляет от двух до четырех. В трехрядном дискаторе передний ряд разделен на две равные части, рабочие органы которого установлены с противоположным направлением выпуклости. Рабочая скорость дискатора рекомендуется до 12 км/ч. Нестандартное расположение диска мульчировщика на спиралевидной стойке обеспечивает выполнение операций: измельчение и заделка растительных остатков, мульчирование почвы. Количество рядов мульчировщика составляет два или четыре, а скорость движения 15 – 18 км/ч. Выполнен анализ данных технических характеристик дискаторов и мульчировщиков с разным количеством рядов и различной потребной мощностью двигателя трактора. Установлены эмпирические зависимости общего количества дисков от ширины захвата дискатора и мульчировщика. Установлена зависимость минимальной мощности трактора от ширины захвата при разном количестве рядов дискатора и мульчировщика. Установлено, что при одинаковой ширине захвата, наименьшее значение минимальной мощности имеет двухрядный дискатор. Наибольшее значение минимальной мощности, при фиксированной ширине захвата, имеет двухрядный мульчировщик

Minimum tillage technology (mini till) is based on soil preparation for sowing by disk working organs. The spherical disc serves as a ploughshare and a blade and provides soil crumbling. There are two options for placement discs: a battery one on the X-axis with an individual bar. The working depth is adjusted by changing the angle of the battery attack. The distance between the tracks of the spherical discs on the common axis is 220 mm. In processing the soil with plant residues there is winding of stems on the axis which causes the disc jamming. The structural layout of the spherical disk on the individual axis with individual counter has none of these shortcomings. Spherical discs on the individual pole are placed on the frame in parallel rows. The working depth is adjusted by changing the angle of attack of each series. The number of rows on the harrow ranges from two to four. In the three-row harrow the front row is divided into two equal parts, with the working bodies being installed with the opposite direction of the bulge. The recommended working speed of the harrow is up to 12 km / h. The non-standard location of the disk of the mulcher on the spiral rack makes it possible to perform the following functions: crushing and incorporation of crop residues into soil, mulching. The number of rows of the mulcher is two or four, and the speed is of 15 - 18 km / h. The analysis of the data specifications of the harrows and mulchers with a different number of rows and different needs for the engine power of the tractor has been made. There has been determined the empirical dependence of the total number of disks upon the working width of the harrow and the mulcher. Dependence of the minimum power of the tractor upon the working width with different number of rows of the harrow and the mulcher was determined. It was found that at the same working widths, the double row harrow has the smallest value of the minimum power. At the fixed width, the double row mulcher has the highest value of the minimum power

Ключевые слова: СФЕРИЧЕСКИЙ ДИСК, ИНДИВИ-

Keywords: CONCAVE DISCS, INDIVIDUAL, SPI-

ДУАЛЬНАЯ, СПИРАЛЕВИДНАЯ СТОЙКА,
МИНИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ, КОЛИЧЕСТВО ДИСКОВ,
ШИРИНА ЗАХВАТА, ДВУХРЯДНЫЙ ДИСКАТОР,
ДВУХРЯДНЫЙ МУЛЬЧИРОВЩИК

RAL RACKS, MINIMUM CAPACITY, NUMBER
OF DISKS, WIDTH, DOUBLE ROW HARROW,
DOUBLE ROW MULCH

Doi: 10.21515/1990-4665-123-115

Современные ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур предусматривают поверхностную обработку почвы дисковыми орудиями. Основное достоинство этого рабочего органа – низкие затраты энергии на технологическую операцию и сравнительно большая глубина обработки превышающая глубину заделки семян. Диаметр сферического диска составляет 510 мм, 560 мм, 610 мм и 660 мм и толщиной 6 мм. Диски выполняют сплошными или вырезными по периметру. Сплошной диск используется для обработки почвы на глубину до 8-10 см., а зубчатый диск обрабатывает почву на глубину до 15 см.

По способу крепления сферического диска к раме различают установку на X – образной оси и установка на индивидуальной стойке. Сферические диски собранные в батарею на X-образной оси устанавливаются с углом атаки 20° ... 30° . Расстояние между соседними дисками на оси 220 мм. Эти дисковые орудия получили название дисковой бороны. Основной недостаток дисковой бороны – наматывание растительных остатков на ось батареи, что приводит к заклиниванию диска и потери работоспособности. Глубина обработки изменяется углом атаки дисковой батареи и составляет до 16 см.

В последние годы появились дисковые орудия, имеющие сферический диск, установленный на индивидуальной стойки с подшипниковым узлом. Стойка крепится к балке, а диск крепится к корпусу подшипникового узла. Установка диска на индивидуальной стойке исключает забивание междискового пространства растительными остатками и отпадает необходимость применения чистиков. Расположение подшипникового узла с наружной стороны ступицы снижает осевые нагрузки на крепление диска.

Диск выполняет функции лемеха и отвала, что способствует лучшему отрезанию пласта, его крошению и снижению тягового сопротивления дискового орудия. Расстояние между следами дисков составляет 100 мм или 125 мм, расстояние между рядами дисков 700 мм, 900 мм или 1020 мм. Диаметр сферического диска составляет 560 мм, толщина диска 4-8 мм, твердость 40 ...50 HRC. Глубина обработки диска и ширина захвата изменяется с изменением угла атаки ряда и составляет до 14 см.

Это выполнено с целью выравнивания микрорельефа поверхности почвы после прохода дисковой бороны и снижению нагрузок влияющих на курсовую устойчивость агрегата. При этом один ряд дисковой батареи обрабатывает почву по типу всвал, а другой вразвал. Для выравнивания почвы после прохода дискового орудия устанавливают катки разной конструкции.

Такие дисковые орудия производителями стали называть дискаторами, дисковыми мульчировщиками, дискокатами, фронтальными дисковыми боронами и т.д. В данных технической характеристики этих дисковых орудий ограничивается рабочая скорость движения. Производством дисковых орудий занимается большое число предприятий, в их числе – ОАО «Белагромаш-сервис», ООО «ДИАС», ОАО РТП «Петровское» и ряд других. Большинство предприятий-производителей не приводят в данных технической характеристики агротехнические показатели работы по итогам испытаний на МИС.

Количество горизонтальных рядов сферических дисков установленных на индивидуальной стойке – два, три- и четыре. Двухрядный дискатор выполняется в навесном, а трех- и четырехрядный – в прицепном вариантах агрегатирования с трактором. В дискаторах сферические диски установлены на индивидуальной стойке, которая перемещается вертикально совместно с рамой. Скорость движения дискатора рекомендуется до 12 км/ч.

Дисковые мульчировщики предназначены для традиционной, минимальной и предпосевной обработки почвы под зерновые и технические культуры. Особенность установки крепление рабочего органа дискового мульчировщика – установка сферического диска на спиралевидной стойке [1]. За один проход проводится измельчение и заделка растительных остатков толстостебельных предшественников, сорной растительности и удобрений в почву, создает взрыхленный и выровненный слой. Диск выполняет функции лемеха и отвала, что способствует обороту отрезаемого пласта, его крошению. Скорость движения мульчировщика составляет от 15 до 18 км/ч. В процессе движения с высокой скоростью в зоне вращения дисков происходит интенсивное дробление отрезанного пласта почвы и его перемешивание с измельченными растительными остатками. В междисковом пространстве создается эффект воздушного переноса пласта земли при котором частицы почвы подвергаются постоянным ударным нагрузкам о вращающийся диск. После прохода мульчировщика образуется мульча – смесь измельченных растительных остатков с почвой.

При четном количестве рядов сферических дисков дискового орудия количество рядов с разным направлением выпуклости одинаково. Такая расстановка рабочих органов создает симметричную нагрузку, что стабилизирует курсовую устойчивость агрегата.

Нечетное количество рядов сферических дисков приводит к разному количеству рядов имеющих противоположную выпуклость. Это влияет на курсовую устойчивость агрегата. Техническое решение проблемы предложенной фирмой «ДИАС» – передний ряд дисков разделен на две равные части с противоположным направлением выпуклости сферических дисков.

Достоинство трехрядных дисковых орудий – снижение тягового сопротивления рабочих органов по сравнению с четырехрядным. Схема трехрядного дискатора фирмы ДИАС представлена на рисунке 1.

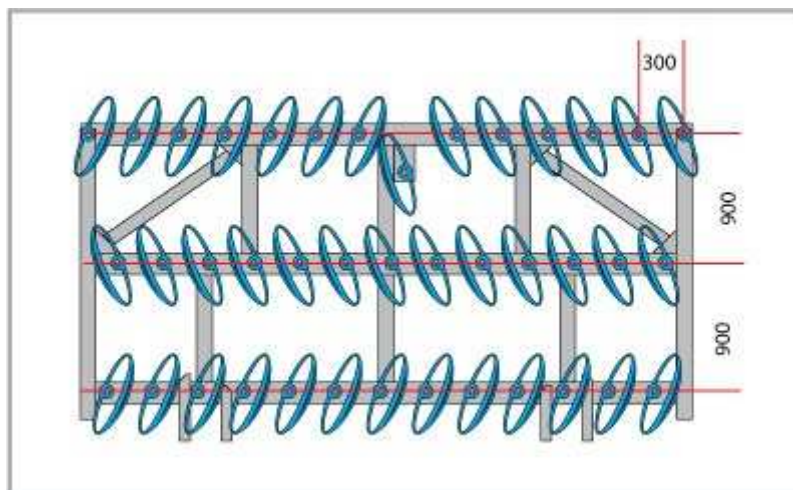


Рисунок 1 – Схема рабочих органов на 3-х рядном дискаторе

Фирма «ДИАС» предлагает комплектовать дискаторы помимо сплошного сферического диска и сферическим диском с вырезами внутренней поверхности. В этом случае сферический диск работает по принципу плоскореза обеспечивает подрезание пласта без его оборота. [2]. Такая форма диска позволяет снизить тяговое сопротивление агрегата.

Проведен анализ данных технической характеристики двухрядных дискаторов с одинаковыми технологическими параметрами - расстояние между следами дисков 100 см, диаметр сферического диска 560 мм, расстояние между рядами дисков 30 см. На основе обработки данных различных фирм были получены ряд зависимостей характеризующих технологические и энергетические параметры дискаторов. Зависимость количества дисков от ширины захвата двухрядного дискатора

$$n = 6,54v - 0,11. \quad (1)$$

Зависимость мощности двигателя трактора от ширины захвата навесного двухрядного дискатора

$$N = 31,93v + 7,09. \quad (2)$$

где v – ширина захвата дискатора, м;

N – мощность двигателя трактора, л.с.

Были проанализированы данные технической характеристики дисков и мульчировщиков имеющих одинаковые технологические и конструктивные параметры, но разную ширину захвата. На основе выполненного анализа и обработки полученных данных получены эмпирические зависимости связывающие конструктивные и энергетические показатели работы дисковых орудий.

Зависимость потребной мощности двигателя трактора от ширины захвата трехрядного прицепного дискатора имеет вид

$$N = 40,95 v - 1,322. \quad (3)$$

Зависимость количества дисков от ширины захвата трехрядного прицепного дискатора

$$n = 8,7v - 0,56. \quad (4)$$

Зависимость количества дисков от ширины захвата четырехрядного прицепного дискатора

$$n = 9,3v + 0,64. \quad (5)$$

Зависимость мощности двигателя трактора от ширины захвата четырехрядного прицепного дискатора

$$N = 43,71v - 2,24. \quad (7)$$

Зависимость мощности двигателя от ширины захвата четырехрядного прицепного мульчировщика

$$n = 10v. \quad (8)$$

Зависимость мощности двигателя от ширины захвата четырехрядного прицепного мульчировщика

$$N = 45,39 v + 2,36. \quad (9)$$

Зависимость количество дисков от ширины захвата двухрядного навесного мульчировщика

$$n = 8,4\epsilon - 0,4. \tag{10}$$

Зависимость мощности двигателя трактора от ширины захвата двухрядного навесного мульчировщика

$$N = 44\epsilon + 14. \tag{11}$$

На основе полученных выше эмпирических формул построим график зависимости количества дисков от ширина захвата дисковых орудий, который представлен на рисунке 2.

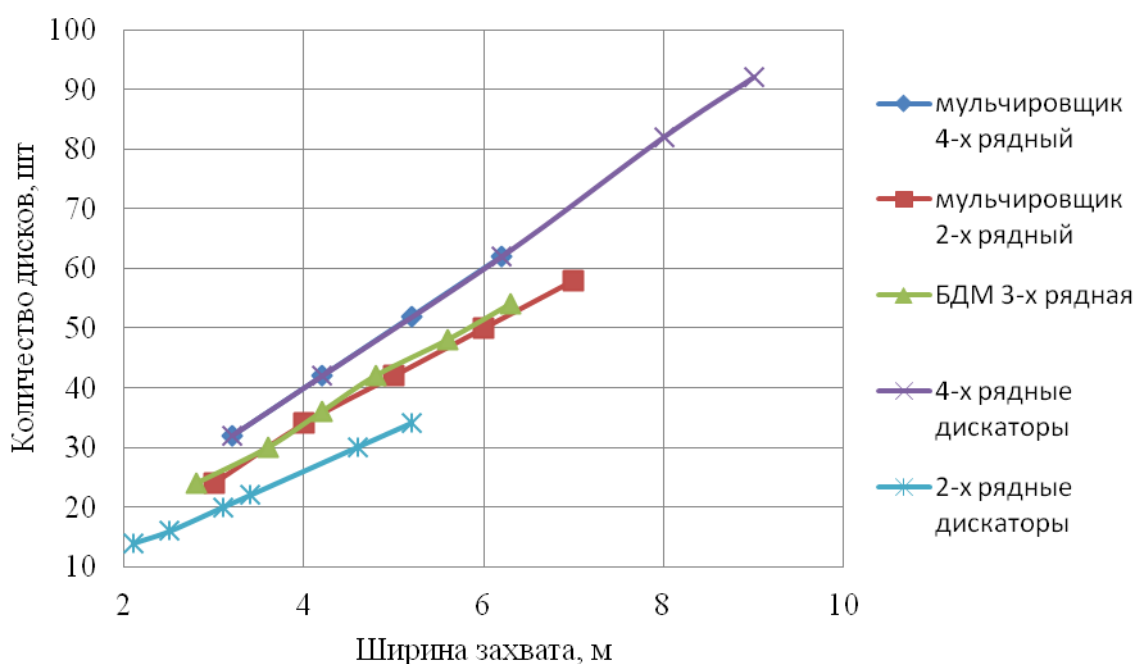


Рисунок 2– Зависимость количество дисков от ширины захвата дискового орудия

Потребное количество дисков двухрядного мульчировщика и трехрядного дискатора практически одинаково при одинаковой ширине захвата, как видно из рисунка 2.

В таблице 1 представлено потребное количество дисков при ширине захвата дискового орудия равной 3 м, 4 м и 5 м.

Таблица 1 – Зависимость количество дисков от ширины захвата дисковых орудий

Название дискового орудия	Количество дисков, шт		
	ширина захвата, м		
	3	4	5
Двухрядный дискатор	19,5	26,0	32,0
Двухрядный мульчировщик	24,8	33,0	41,6
Трехрядный дискатор	25,3	34,0	42,0
Четырехрядный дискатор	28,6	37,8	47,1
Четырехрядный мульчировщик	30	40	50

Из таблицы 1 следует, что практически не отличается количество дисков у двухрядного мульчировщика и трехрядного дискатора при ширине захвата равной 3 м, 4 м и 5 м. Одинаковое количество рабочих органов создает одинаковое тяговое сопротивление .

В таблице 2 представлены значения мощности двигателя трактора при ширине захвата равной 3 м, 4 м и 5 м для разных дисковых орудий.

Таблица 2 – Зависимость мощности двигателя от ширины захвата дискового орудия

Наименование дискового орудия	Мощность двигателя, л.с.		
	ширина захвата, м		
	3	4	5
двухрядный дискатор	102,8	134,8	166,7
двухрядный мульчировщик	146	190	234
Трехрядный дискатор	121,5	162,48	203,4
Четырехрядный дискатор	128,9	172,6	216,3
Четырехрядный мульчировщик	138,0	183,9	229,3

Для работы мульчировщика требуется большая мощность двигателя трактора в сравнении с аналогичным количеством рядов дискатора. Причина – наклон сферического диска в вертикальной плоскости и высокая

скорость движения до 15 км/ч, что вызывает увеличение протребной мощности.

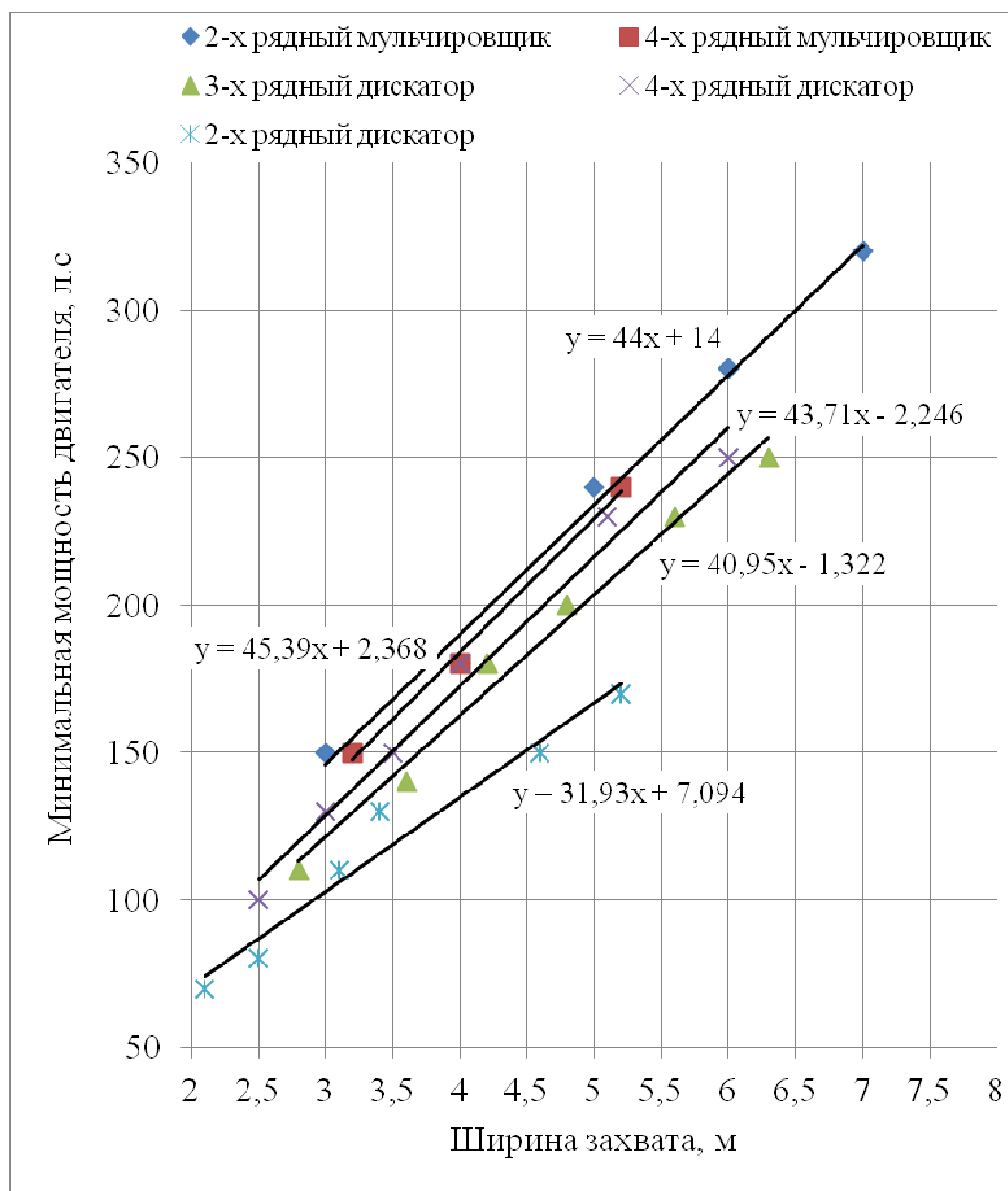


Рисунок 3 – Зависимость потребной мощности двигателя трактора от ширины захвата дискового орудия

Таким образом, основной недостаток дисковой бороны - наматывание растительных остатков на ось. Лишено отмеченного недостатка дисковое орудие, в котором сферический диск установлен на индивидуальной стойке. Получены зависимости количества дисков от ширины захвата и

зависимость потребной мощности двигателя трактора от ширины захвата для различных вариантов дисковых орудий.

Установлены эмпирические зависимости общего числа дисков от ширины захвата дискатора и мульчировщика при разном числе рядов размещения сферических дисков на индивидуальной стойке.

Для проведения обработки почвы используется агрегаты, в состав которого входит трактор, режим работы которого должен отвечать требованиям ресурсосбережения [3]. При выборе зерновой сеялки следует учитывать технология посева [4]. Повысить плодородие почвы и урожайность культур обеспечивается за счет своевременного и качественного внесения минеральных удобрений [5,6,7,8, 9]. Авторами доказано, что снизить потребность минеральных удобрений возможно за счет использования мульчи [10]. Авторами разработана технология приготовления концентрированных кормов с использованием соевого белка [11]. Урожайность этой масличной культуры зависит от качества семенного материала, которое определяется выбором технологии послеуборочной обработки семян [12]. Применение фракционной технологии на фотоэлектронном сепараторе позволяет уменьшить травмирование семенного материала и содержание семян основной культуры в отходе [13,14,15,16,17,18,19].

Список литературы

1. Электронный ресурс www.belagromash.ru
2. Электронный ресурс www.dias-agro.ru
3. Определение энергосберегающего режима работы тягового агрегата Припоров Е.В. // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 92-95.
4. Сошники зерновых сеялок ресурсосберегающих технологий Припоров Е.В. // В сборнике: Связь теории и практики научных исследований Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 201
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 аппарат с подачей материала вдоль лопаток Припоров Е.В., Картохин С.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1499-1511.

7. 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

8. Патент на изобретение RUS 2197807. Центробежный разбрасыватель сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 20.04.2001.

9. 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

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. Технологии и технические средства приготовления концентрированных кормов с использованием соевого белка. *Фролов В.Ю., Сысов Д.П., Припоров И.Е., Горб С.С.*// International Scientific and Practical Conference World science. 2016. Т. 1. № 3 (7). С. 53-58.

12. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения *Шафоростов В.Д., Припоров И.Е.*// 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., Беспмятнова Н.М., Камбулов С.И., Кушнарев А.П. ответственный секретарь. 2014. С. 162-167.

13. Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника *Припоров И.Е., Лазебных Д.В.*// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1475-1485.

14. Влияние толщины, ширины и индивидуальной массы семян подсолнечника на скорость их витания. *Шафоростов В.Д., Припоров И.Е.*// Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. № 1 (142-143). С. 76-80.

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

16. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса. *Припоров И.Е.*// 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.

17. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро-решетных зерноочистительных машин. *Шафоростов В.Д., Припоров И.Е.*// Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 1 (146-147). С. 113-118.

18. Усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника. *Припоров И.Е., Садыкова М.А.*// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1486-1498.

19. Повышение процесса разделения семян подсолнечника в универсальном семяочистительном комплексе на базе ЗАВ-20. *Припоров И.Е., Кривогузов Д.Д.* // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (35). С. 72-76.

References

1. Jelektronnyj resurs www.belaqromash.ru
2. Jelektronnyj resurs www.dias-aqro.ru
3. Opredelenie jenergosberegajushhego rezhima raboty tjagovogo agregata Priporov E.V. // *Innovacii v sel'skom hozjajstve*. 2015. № 5 (15). S. 92-95.
4. Soshniki zernovyh sejalok resursosberegajushhijh tehnologij Priporov E.V. // V sbornike: *Svjaz' teorii i praktiki nauchnyh issledovanij Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Otvetstvennyj redaktor: Sukiasjan Asatur Al'bertovich. 201
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 izobretenie RUS 2177216 14.03.2000
6. Centrobezhnyj apparat s podachej materiala vdol' lopatok Priporov E.V., Kartohin S.N. // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 112. S. 1499-1511.
7. 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 izobretenie RUS 2177217 14.03.2000
8. Patent na izobretenie RUS 2197807. Centrobezhnyj razbrasyvatel' sypuchih materialov. Jakimov Ju.I., Priporov E.V., Zajarskij V.P., Volkov G.I., Selivanovskij O.B. zjav. 20.04.2001.
9. 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 izobretenie RUS 2201059 20.04.2001
10. Izmel'chitel' grubych kormov Maslov G.G., Artemov V.E., Priporov E.V., Nebavskij V.A. patent na izobretenie RUS 2222175 11.06.2002
11. Tehnologii i tehničeskie sredstva prigotovlenija koncentrirovannyh kormov s ispol'zovaniem soevogo belka. Frolov V.Ju., Sysoev D.P., Priporov I.E., Gorb S.S. // *International Scientific and Practical Conference World science*. 2016. T. 1. № 3 (7). S. 53-58.
12. Kachestvennye pokazateli raboty universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa na baze otechestvennyh semjaochistitel'nyh mashin novogo pokolenija Shaforostov V.D., Priporov I.E. // V sbornike: *Razrabotka innovacionnyh tehnologij i tehničeskijh 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.
13. Racional'naja tehnologija posleuboročnoj obrabotki semjan podsolnechnika Priporov I.E., Lazebnyh D.V. // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 112. S. 1475-1485.
14. Vlijanie tolshhiny, shiriny i individual'noj massy semjan podsolnechnika na skorost' ih vitanija. Shaforostov V.D., Priporov I.E. // *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehničeskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur*. 2010. № 1 (142-143). S. 76-80.
15. Klassifikacija optičeskijh fotoseparatorov dlja sortirovanija semjan podsolnechnika Priporov I.E., Shaforostov V.D. // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. T. 10. № 1. S. 68-70.
16. Obosnovanie primenenija optičeskogo fotojelektronnogo separatora v sostave universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa. Priporov I.E. // V sbornike: *Konkurentnaja sposobnost' otechestvennyh gibridov, sortov i tehnologij vozdeľyvanija maslichnyh kul'tur*

Sbornik materialov 8-j mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov. 2015. S. 138-141.

17. Modelirovanie processa separirovaniya semjan podsolnechnika v vertikal'nom pnevmokanale vetro-reshetnyh zernoochistitel'nyh mashin. Shaforostov V.D., Priporov I.E.// Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2011. № 1 (146-147). S. 113-118.

18. Usovershenstvovanie raboty fotoelektronного separatora pri razdelenii semjan podsolnechnika. Priporov I.E., Sadykova M.A.// Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 1486-1498.

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