

УДК 631.558.3

UDC 631.558.3

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ И МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР

AGROBIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL BASES FOR REDUCING CROP LOSSES OF CEREALS, LEGUMES AND SMALL-SEEDED CROPS

Труфляк Евгений Владимирович
д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188716454
РИНЦ SPIN – код: 2502-0340

Truflyak Evgeny Vladimirovich
Doctor of Technical Sciences, Professor
Scopus Author ID: 57188716454
RSCI SPIN code: 2502-0340

Карпенко Владимир Денисович
к.т.н., старший научный сотрудник
РИНЦ SPIN – код: 3442-3663

Karpenko Vladimir Denisovich
Cand.Tech.Sci., Senior Researcher
RSCI SPIN code: 3442-3663

Дробот Виктор Александрович
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN – код: 7889-3176

Drobot Viktor Aleksandrovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
RSCI SPIN code: 7889-3176

Коваленко Любовь Владимировна
инженер
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kovalenko Lyubov Vladimirovna
engineer
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Снижение потерь зерна при комбайновой уборке и транспортировке его к местам хранения или складирования является крупным резервом производства зерна, превышающим те прибавки, которые достигаются применением в условиях производства различных агротехнических приемов. Существует множество причин, вызывающих большие потери урожая зерновых культур в предуборочный момент, в период уборки и транспортировки зерна. Этот период характеризуется сложными условиями работы и быстрыми изменениями агробиологического состояния культуры. В статье рассматриваются проблемные вопросы, непосредственно связанные с подготовкой, настройкой и организацией работы технических устройств для сбора урожая зерновых, зернобобовых и мелкосемянных культур. Объектом исследования является процесс производственной и технической эксплуатации устройств для сбора урожая зерновых, зернобобовых и мелкосемянных культур. Задачей наших исследований является определение мест утечки зерна при работе зерноуборочного комбайна. Производственные исследования показали, что выпускаемые зерноуборочные комбайны из-за недостаточной герметизации теряют зерно через зазоры в местах прилегания смотровых люков к корпусу комбайна, всевозможные щели между подвижными поверхностями рабочих органов и через другие

Reducing grain losses during combine harvesting and transporting it to storage or warehousing sites is a major reserve for grain production, exceeding the gains achieved by using various agrotechnical techniques in production conditions. There are many reasons that cause large crop losses in the pre-harvest period, during harvesting and grain transportation. This period is characterized by difficult working conditions and rapid changes in the agrobiological state of the crop. The article discusses problematic issues directly related to the preparation, configuration and organization of technical devices for harvesting grain, leguminous and small-seeded crops. The object of the research is the process of production and technical operation of devices for harvesting grain, leguminous and small-seeded crops. The objective of our research is to identify the places of grain leakage during the operation of the combine harvester. Production studies have shown that manufactured combine harvesters, due to insufficient sealing, lose grain through gaps in the places where the inspection hatches fit to the combine body, all kinds of gaps between the moving surfaces of the working bodies and through other channels. The current issues related to the methodology of grain leakage research are investigated, and the existing methods of sealing combine harvesters are considered. A new method of sealing and harvesting dead crops is proposed

каналы. Исследованы актуальные вопросы, связанные с методикой исследования утечек зерна, рассмотрены существующие способы герметизации зерноуборочных комбайнов. Предложены новый способ герметизации и уборки полеглых культур

Ключевые слова: СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА, ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН, ТЕХНОЛОГИЯ, ПЕНОПОЛИУРЕТАН, ДИСКОВЫЕ НОЖИ

Keywords: REDUCING GRAIN LOSSES, COMBINE HARVESTER, TECHNOLOGY, POLYURETHANE FOAM, DISC KNIVES

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-013>

Увеличение производства зерна является важнейшей задачей в агроландшафтных условиях Краснодарского края. Это позволит создать необходимые государственные ресурсы (запасы), а также реализовать продукцию на мировом рынке.

В настоящее время существует много различных способов увеличения объема растениеводческой продукции с единицы площади. Основными из них являются: расширение посевных площадей, создание селекционным путем высокопродуктивных сортов гибридов, применение различных эффективных агротехнических приемов в процессе вегетации и уборки растений, внесение сбалансированных оптимальных доз минеральных и органических удобрений с учетом наличия питательных веществ в почве, оптимальные сроки и способы выполнения технологических операций, устранение потерь урожая при уборке, применение передовых автоматизированных процессов производства растениеводческой продукции [1].

Следует отметить, что снижение количественных и качественных потерь урожая зерновых колосовых, зернобобовых и мелкосеменных культур при их комбайновой уборке [2] и транспортировке к местам хранения, является крупным резервом увеличения производства зерна, семян гороха и люцерны. Причем прибавки урожая, полученные за счет снижения потерь, нередко превышают прибавки, которые достигаются применением отдельных агротехнических приемов.

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/13.pdf>

Самые большие трудности устранения потерь биологического урожая зерновых, зернобобовых и мелкосеменных культур, имеют место в период их уборки, поскольку он характеризуется сложными условиями работы машин и быстрыми изменениями агробиологического состояния культур (влажность, засоренность и т.д.).

Объектами наших исследований были технологические процессы машинной технологии уборки зерновых, зернобобовых и мелкосеменных культур при различном агробиологическом состоянии посевов [3].

Задача исследований заключалась в разработке конструктивных и технологических решений, обеспечивающих снижение количественных и качественных потерь урожая зерновых колосовых, зернобобовых и мелкосеменных культур при их комбайновой уборке и транспортировке к местам хранения [4, 5].

Методики исследований места утечки зерна в корпусе зерноуборочного комбайна определялись визуально. Урожай убираемых культур и его потери определяли методом контрольных обмолов на определенных участках полей.

Проводили контрольные обмоловы опытные комбайнеры. Перед началом работы они тщательно готовили комбайны и регулировали их рабочие органы в соответствии с агробиологическим состоянием посевов. При этом использовались два однотипных комбайна, что позволило устранить влияние конструктивных особенностей машин на качество работы. За каждым комбайном закреплялись транспортные срезыватели для транспортировки собранного урожая к местам его хранения. Базовый комбайн, работающий в условиях рядовой эксплуатации, был контрольным, а модернизированный комбайн – опытным [6].

После обмолота определенных участков поля контрольным комбайном, собранный урожай транспортировался к местам хранения и взвешивался.

Затем определялась эффективность модернизированного опытного зерноуборочного комбайна по сравнению с контрольным зерноуборочным комбайном, работающим в условиях рядовой эксплуатации.

Проведенные нами исследования эксплуатации зерноуборочных комбайнов [7] показали, что низкая их производительность, большие потери зерна, семян гороха и люцерны за жаткой, подборщиком, молотилкой объясняются, главным образом, неправильным использованием машин, несоответствием применяемых технологических регулировок, условиями уборки, недостаточным агротехническим контролем и др.

Расчеты показывают, что увеличение дневной выработки комбайна на 1 гектар равносильно приобретению Краснодарским краем свыше 3,5 тысяч машин, а снижение потерь урожая при уборке только на 1% равнозначно дополнительному сбору зерна озимой пшеницы около 70 тысяч тонн.

Нами установлено, что существующий способ герметизации зерноуборочных комбайнов, транспортных средств и других сельскохозяйственных машин при помощи резиновых лент, прорезиненных ремней, брезента, металлических и деревянных накладок и других материалов недостаточно эффективен. Кроме того, он очень трудоемок, так как требует значительного объема подгоночных работ.

В связи с этим нами предложен более эффективный способ герметизации зерноуборочных комбайнов и другой уборочной техники эластичным пенополиуретаном. Он позволяет надежно герметизировать комбайны, транспортные средства и другую сельскохозяйственную технику в условиях вибрации и тряски. Его получают путем смешивания при помощи сжатого воздуха двух компонентов, которые обозначим как компоненты «А» и «Б».

Компонент «А» гидроксилсодержащий и служит для создания полимерной основы при соединении с полиизоцианатом. Он невзрывоопасен, включает амины, которые оказывают негативное влияние при попадании на кожу, что требует соблюдения правил техники безопасности.

Компонент «Б» является смесью дифенилметандиизоцианата и полиизоцианата. По внешнему виду это темная жидкость со специфическим запахом. При температуре ниже +10 начинает кристаллизироваться (становится непригодным к употреблению). Под воздействием влаги разлагается с выделением углекислого газа. Этот компонент токсичен. При непосредственном контакте с дифенилметандиизоцианатом возможно поражение кожи (дерматит).

Пенополиуретан напыляют на герметизируемые узлы и детали с помощью установок «Пена-1», «Пена-2СЭ», «Пена-9» или «SN-6-12».

Выпускаемая отечественным заводом «Энерго» установка «PROton» (рисунок 1) обеспечивает при соответствующей регулировке оптимальное соотношение компонентов «А» и «Б», устойчивое протекание технологического процесса напыления пенополиуретана в условиях непрерывного режима работы, когда обрабатывают значительные поверхности или щели.

Работает установка «PROton» следующим образом. Сначала включают подачу воздуха от компрессора к пистолету-распылителю. Затем компоненты «А» и «Б» питающими насосами подаются из емкостей в установку, а затем по шлангам поступают в смесительную камеру пистолета-распылителя, где они интенсивно перемешиваются воздухом.

Компрессор обязательно комплектуется ресивером, который стабилизирует давление воздуха в пневмомагистрали. При падении давления воздуха пневмошланг забивается пенополиуретаном, поэтому нужна замена пневмошланга.

При забивании пистолета-распылителя его разбирают, а детали механически очищают от пенополиуретана или прокаливают горелкой газосварочного аппарата (до легкого покраснения металла), в результате чего пенополиуретан выгорает.

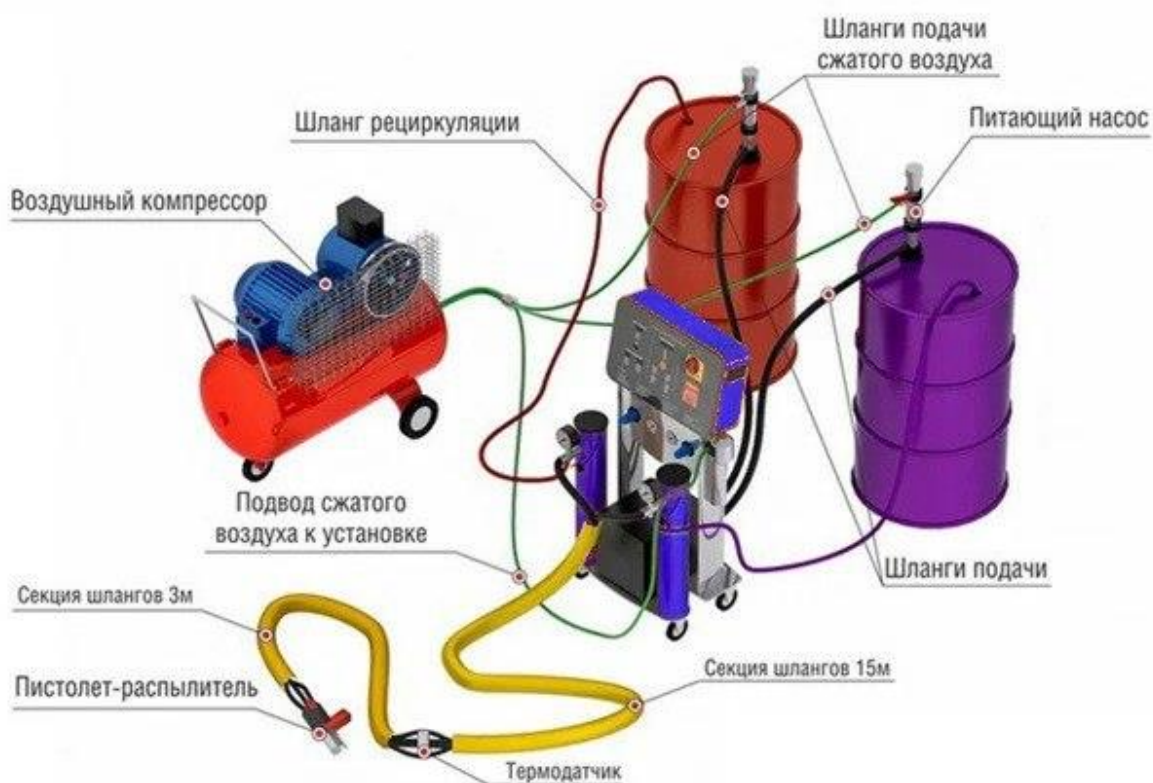


Рисунок 1. Принципиальная схема установки «Энерго PROton»

Для обеспечения непрерывного технологического процесса герметизации комбайна или транспортного средства пенополиуретаном используют следующее вспомогательное оборудование: металлические ёмкости на 30–40 л для растаривания бочек с компонентами «А» и «Б» (лучше для этой цели использовать алюминиевые фляги для молока); стаканы или кружки фарфоровые вместимостью 1–2 л; три емкости объемом по 10 л; секундомер; взвешивающее устройство; спецодежду (комбинезон хлопчатобумажный, сапоги резиновые, очки защитные,

перчатки резиновые, противогаз марки «БКФ»); термометр; остро заточенный нож.

Технологический процесс герметизации пенополиуретаном зерноуборочного комбайна, транспортного средства или другой сельскохозяйственной машины включает следующие стадии: подготовка мест утечки зерна для напыления пенополиуретана; подготовка составляющих пенополиуретана; наладка устройства для напыления пенополиуретаном; пробное напыление; герметизация пенополиуретаном мест утечки зерна; обработка мест напыления.

Обычно надо уплотнять места соединения узлов и агрегатов, участвующих в срезе растительной массы, ее транспортировки к элементам обмолота и местам накопления зерна; зазоры между заслонками и кожухами элеваторов, крышками люков шнеков и их кожухами, крышками смотровых люков и корпусом молотилки; пазы в панелях молотилки для подвесок подбарабанья; место разъёма выгрузного шнека; зазоры между крышками головок элеваторов и их кожухами; пробойны в бункерах и корпусе комбайна, полученные в процессе его эксплуатации.

В процессе подготовки поверхностей комбайна для напыления очищают герметизируемые участки от пыли, масла, жира и вытирают насухо, чтобы пенополиуретан имел хорошую адгезию. Люки и крышки снимают и укладывают напыляемой поверхностью вверх на листы картона или полиэтиленовую плёнку. Картон предохраняет от поднятия пыли в рабочей зоне и облегчает удаление остатков пенополиуретана. Наибольшие отверстия в корпусе комбайна перекрывают изнутри картоном для предотвращения попадания пенополиуретана на рабочие органы (картон можно прикрепить пластилином).

Места, требующие уплотнения, выделяют мелом и помечают очерённость их обработки. Наиболее рационально проводить напыление в такой последовательности: вдоль боковой стенки комбайна – спереди

(жатка, наклонная камера), вдоль другой боковой стенки – снизу, а затем сверху.

Для проверки готовности установки «Энерго PROton» к работе и оценки качества пенополиуретана проводят контрольное напыление на лист фанеры или полиэтиленовую плёнку. Отладка установки считается законченной, когда пенополиуретан вспенивается и не оседает после напыления, образуя однородную структуру. При неудовлетворительном результате напыление повторяют и в случае повторной неудачи сырьё подвергают проверке на соответствие ТУ, ГОСТ.

Прежде чем начать напыление, массу, выходящую из пистолета-распылителя, в течение первых 3–5 сек сбрасывают в бумажный мешок, чтобы убедиться в её однородности и равномерной вспененности.

В процессе напыления пистолет-распылитель следует перемещать равномерно, без остановок, на расстоянии 200–300 мм от обрабатываемой поверхности. На толщину напыляемого слоя влияет производительность установки и скорость перемещения пистолета-распылителя.

Производственный опыт показал, что отличное качество напыления достигается при следующих параметрах технологического процесса: температура воздуха в зоне напыления $+25$ ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), давление воздуха в пневмошланге 0,3–0,5 МПа; расстояние от пистолета-распылителя до обрабатываемой поверхности 200–300 мм; первоначальная толщина напылённой массы 2–5 мм; расход пенящейся массы 1–2 кг/мин.

При напылении следует соблюдать правила техники безопасности: всем работающим надеть спецодежду, резиновые перчатки и защитные очки, а аппаратчику – противогаз марки «БКФ».

По окончании процесса напыления факел необходимо направить в бумажный мешок, прекратить подачу компонентов, промыть пистолет-распылитель растворителем и продуть воздухом в течение 1–2 мин, затем отключить воздух.

Время прилипания пенополиуретана составляет 30 мин, а полного затвердения – 24 час.

Через час после напыления острым ножом счищают лишний материал, а в местах герметизации швов и зазоров подвижных деталей на напылённой массе делают разрезы.

Недопустимо напыление во время дождя и при сильном ветре. Не рекомендуется проводить напыление при температуре ниже +15°C, так как в этих условиях происходит отслоение пенополиуретана.

Производственный опыт показал, что герметизация зерноуборочных комбайнов пенополиуретаном позволяет практически полностью устранить утечку зерна пшеницы, семян люцерны и гороха.

Проведенные нами контрольные обмолоты посевов люцерны показали, что дополнительный сбор семян составил 1,41 т/га.

Исследования технологического процесса уборки семян гороха зерноуборочными комбайнами с фронтальными жатками позволили установить уровень и причины больших потерь урожая. Так, контрольные обмолоты показали, что потери семян конечного гороха находятся на уровне 50 % от биологического урожая, а в отдельные годы и выше, когда биологическая масса полностью лежит на поверхности почвы, пересохла и проросла сорной растительностью.

Обусловлено это тем, что фронтальные жатки даже при низком срезе оставляют часть стеблей с бобами на поверхности почвы несрезанными. Кроме того, пересохшие и перепутанные стебли биомассой гороха не разделяются прутковыми или торпедными делителями и обмолачиваются ими за пределами транспортёра жатки. Расположенные стебли гороха сбоку жатки наматываются на прикладные механизмы жатки, а семена падают на поверхность почвы. При этом уборочный агрегат останавливается для очистки прикладных механизмов.

В процессе наблюдения за технологическим процессом комбайновой уборки семян гороха нами выявлена одна из важных особенностей полёглого гороха. Она заключается в том, что стебли и корневая система растений связана между собой мацерированной (размягчённой) корневой шейкой, а все растения ценоза перепутаны между собой. Это даёт возможность отделять растения от поверхности почвы без усилий, а корни при этом остаются в почве.

Учитывая это, нами разработан новый способ уборки полёглого гороха прямым комбайнированием и устройства для его осуществления.

Суть этого метода заключается в том, что на зерноуборочный комбайн вместо фронтальной жатки навешивается платформа-подборщик, на которой снимаются опорные колёса. Вместо них устанавливаются вертикальные (правый и левый) дисковые ножи [8] с ребортами, вынесенные вперёд по ходу движения комбайна относительно подборщика и ленточным транспортёром с пружинными пальцами-граблинами.

Дисковые ножи, установленные перед подборщиком, имеют возможность регулирования в вертикальной плоскости. Технологическая схема установки правого и левого дискового ножа показана на рисунке 2.

При работе уборочного агрегата дисковые ножи с ребортами отрезают ленту биомассы гороха от общего массива ценоза и пальцами подборщика отрывают стебли от почвы и транспортёром подаются в молотилку комбайна.

Контрольные обмолоты и хронометражные наблюдения показали, что зерноуборочный комбайн “ДОН-1500” с фронтальной жаткой с шириной захвата 6 м намлачивал 1,44 т семян гороха с одного гектара [2, 9, 10]. Расход дизельного топлива у этого агрегата составлял 9,3 кг/га. Этот же комбайн в агрегате с платформой-подборщиком, оборудованным вертикальными дисковыми ножами с ребортами намлачивал 2,46 т семян гороха с одного гектара, а расход дизельного топлива составлял 5,9 кг/га.

Производственный опыт показал, что уборка полёгло́го горо́ха прямым комбайнированием с модернизированным платформой-подборщиком обеспечивал снижение потерь урожая семян горо́ха в 5...10 раз, при этом расход дизельного топлива 30...40%. При этом дополнительный сбор семян горо́ха за счёт снижения потерь в среднем составляет 3...5 т/га.

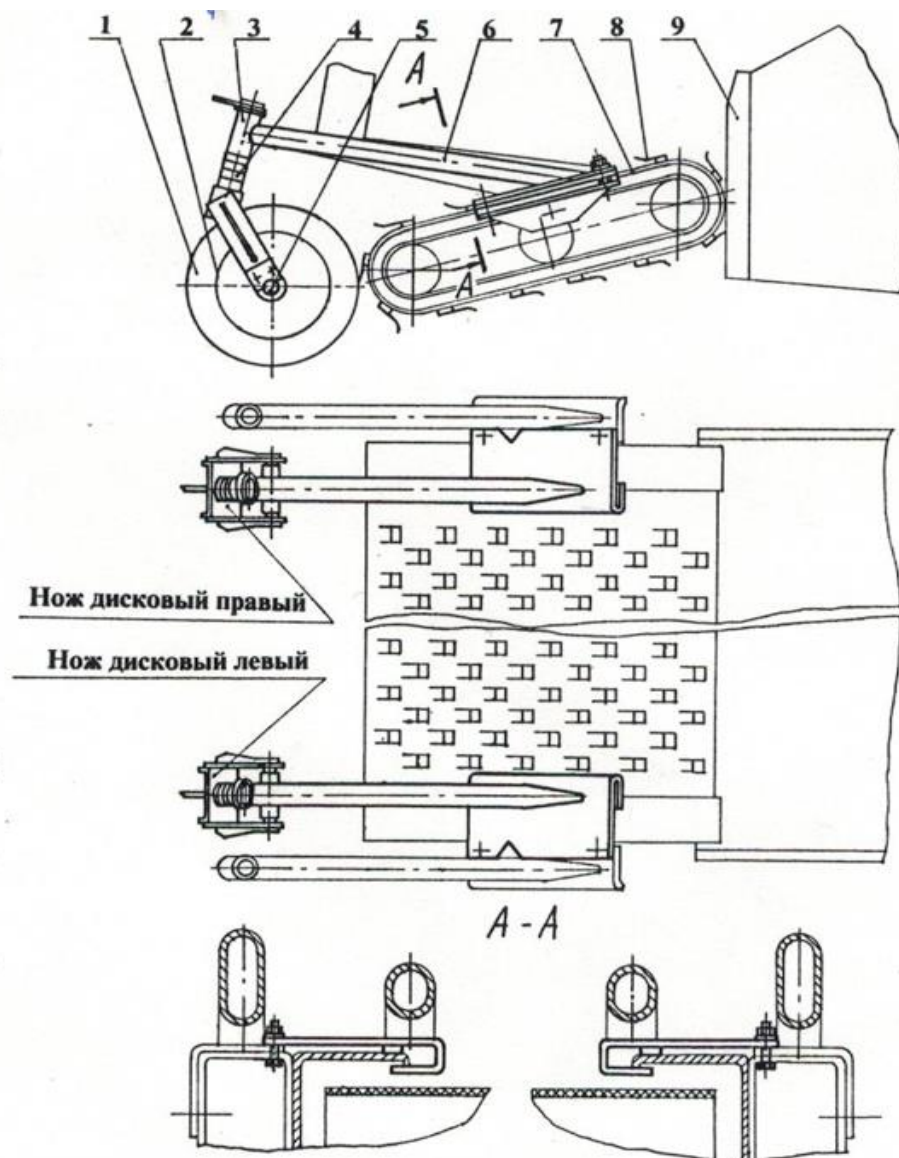


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки дисковых ножей на платформе-подборщике:

1–диск режущий; 2–реборда; 3–вилка самоустанавливающаяся; 4–втулки регулировочные; 5–ось; 6–кронштейн; 7–лента транспортера платформы-подборщика; 8–пальцы-граблины ленточного транспортера; 9–платформа-подборщик

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко, В. Д. Снижение потерь урожая и расхода топлива на уборке полеглого гороха / В. Д. Карпенко // Исследования и реализация новых технологий и технических средств в сельскохозяйственном производстве : Сборник научных трудов / Российская академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ). – зерноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ), 2001. – С. 358-364.
2. Липкович Э.И. и др. Уборка урожая комбайна “Дон”. – М.: Росагропромиздат, 1989.
3. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания гороха. – М.: Агропромиздат, 1986.
4. Орманджи К.С., Стефановский В.В. и др. Операционная технология возделывания и уборки зернобобовых культур. – М.: Россельхозиздат, 1987.
5. Руководство по интенсивной технологии возделывания ярового гороха на зерно в Краснодарском крае. – Краснодар, 1987.
6. Патент Н 2096942 РФ. Способ уборки гороха прямым комбайнированием и устройство для его осуществления. / В.Д. Карпенко и др.
7. Оценка надежности комбайнов «ДОН-1500» в эксплуатационных условиях / Храмцов Л.Д., Сорваниди Ю.Г., Гараев П.И., Карпенко В.Д. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1991. № 12. С. 44.
8. Дробот, В. А. Обоснование параметров горизонтального дискового рабочего органа / В. А. Дробот // Сельский механизатор. – 2015. – № 3. – С. 14-15.
9. Дробот, В. А. Новая полевая установка для динамометрирования и результаты оценки тяговых сопротивлений почвообрабатывающего рабочего органа / В. А. Дробот, Б. Ф. Тарасенко // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 12. – С. 10-12.
10. Дробот, В. А. Новая полевая установка для инженерной оценки почвообрабатывающих рабочих органов / В. А. Дробот, В. Ф. Tarasenko // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 712-720.

References

1. Karpenko, V. D. Snizhenie poter` urozhaya i rasxoda topliva na uborke poleglogo goroxa / V. D. Karpenko // Issledovaniya i realizaciya novy`x texnologij i texnicheskix sredstv v sel`skoxozyajstvennom proizvodstve : Sbornik nauchny`x trudov / Rossijskaya akademiya sel`skoxozyajstvenny`x nauk; Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij i proektno-texnologicheskij institut mexanizacii i e`lektrifikacii sel`skogo xozyajstva (VNIPTIME`SX). – Zernograd : Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij i proektno-texnologicheskij institut mexanizacii i e`lektrifikacii sel`skogo xozyajstva (VNIPTIME`SX), 2001. – S. 358-364.
2. Lipkovich E`.I. i dr. Uborka urozhaya kombajna “Don”. – M.: Rosagropromizdat, 1989.
3. Prakticheskoe rukovodstvo po osvoeniyu intensivnoj texnologii vozdel`vaniya goroxa. – M.: Agropromizdat, 1986.
4. Ormandzhi K.S., Stefanovskij V.V. i dr. Operacionnaya texnologiya vozdel`vaniya i uborki zernobobovy`x kul`tur. – M.: Rossel`xozizdat, 1987.
5. Rukovodstvo po intensivnoj texnologii vozdel`vaniya yarovogo goroxa na zerno v Krasnodarskom krae. – Krasnodar, 1987.

6. Patent N 2096942 RF. Sposob uborki goroxa pryamy`m kombajnirovaniem i ustrojstvo dlya ego osushhestvleniya. / V.D. Karpenko i dr.
7. Ocenka nadezhnosti kombajnov «DON-1500» v e`kspluatacionny`x usloviyax / Xramczov L.D., Sorvanidi Yu.G., Garaev P.I., Karpenko V.D. // Traktory` i sel`skoxozyajstvenny`e mashiny`. 1991. № 12. S. 44.
8. Drobot, V. A. Obosnovanie parametrov gorizontal`nogo diskovogo rabochego organa / V. A. Drobot // Sel`skij mexanizator. – 2015. – № 3. – S. 14-15.
9. Drobot, V. A. Novaya polevaya ustanovka dlya dinamometrirovaniya i rezul`taty` ocenki tyagovy`x soprotivlenij pochvoobrabaty`vayushhego rabochego organa / V. A. Drobot, B. F. Tarasenko // Traktory` i sel`xozmashiny`. – 2014. – № 12. – S. 10-12.
10. Drobot, V. A. Novaya polevaya ustanovka dlya inzhenernoj ocenki pochvoobrabaty`vayushhix rabochix organov / V. A. Drobot, B. F. Tarasenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 91. – S. 712-720.