

2. Нагорский, И.С. Эффективность механизации производства зерна и льна: состояние и перспективы / И.С. Нагорский, С.М. Карташевич, П.П. Казакевич // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 6. – С. 32–34.
3. Климчук, В.М. Теоретические основы формирования рулонов льнотресты прессами с камерами переменного и постоянного объема / В.М. Климчук // Механизация и электрификация с. х. – Глеваха: ННЦ «ИМЭСХ» УААН, 2007. – Вып. 91. – С. 148–156 (на укр. языке).
4. Климчук, В.М. Сравнение технологических параметров и товарных качеств рулонов льнотресты, сформированных прессами с камерами переменного и постоянного объема / В.М. Климчук, В.В. Любченко, В.И. Каминский, Г.И. Карпека // Механизация и электрификация с. х. – Глеваха: ННЦ «ИМЭСХ» УААН, 2008. – Вып. 92. – С. 493–500 (на укр. языке).
5. Дударев, И.М. Исследование влияния параметров слоя льносырья на интенсивность вентилирования / И.М. Дударев // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010. – № 1 (16). – С. 69–72.

УДК 631.361.6

А.Н. Перепечаев

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь);*

М.Н. Трибуналов

*(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ СЕПАРАЦИИ СЫРОГО ЛЬНОВОРОХА

Введение

Важная роль в АПК Республики Беларусь принадлежит льноводству, для развития которого на территории нашей страны есть все необходимые природно-климатические условия. Среди возделываемых в настоящее время в республике сельскохозяйственных культур лен-долгунец занимает одно из первых мест по рентабельности производства. Лен и изделия из него практически без ограничений могут быть востребованы на международном рынке. Все больший интерес вызывают производство растительного масла из семян льна, а также получение больших объемов отходов его производства в виде жмыха и шрота. Использование последних в комбикормовой промышленности растет ежегодно, без чего невозможно дальнейшее интенсивное развитие молочного и мясного животноводства. Все вышеперечисленное позволяет назвать лен одной из перспективных культур для АПК нашей страны, а успешное решение проблем его семеноводства требует особого внимания разработчиков сельскохозяйственной техники.

Несмотря на все преимущества, льноводство в республике в течение последних лет отставало в своем развитии. Это обусловлено значи-

тельной трудоемкостью возделывания льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов, а также нехваткой семян высоких посевных кондиций, которые приходится закупать за рубежом. Анализ динамики производства машин для послеуборочной обработки семян за последние 30 лет показывает, что есть проблема их нехватки в семеноводческой отрасли. Обеспеченность данной техникой составляет всего 10–12 % от требуемого объема.

В технологической схеме послеуборочной обработки льновороха самым ответственным звеном является досушивание, так как прежде всего от влажности материала зависят сохранность и изменение семенных свойств досушиваемого материала. Высокая влажность приводит к большим энергозатратам на досушивание. Это связано как с энергоемкостью самого процесса, так и с несовершенством технологии и конструкции значительной части действующих сушилок. В сельскохозяйственных предприятиях преобладают устаревшие (срок службы 17–18 лет, КПД топков не превышает 56 %) энерго- и металлоемкие конструкции (удельный расход топлива – 11...14 кг на плановую тонну, удельная металлоемкость – до 2000 кг на плановую тонну и выше). Начиная с 1990 г. произошел резкий спад производства сушильной техники, и дефицит сушильного оборудования сегодня оценивается в 30 % к потребности.

Следует также отметить, что в Республике Беларусь, которая не имеет собственных крупных запасов энергоносителей и испытывает большой дефицит энергетических ресурсов, энергозатраты на производство сельскохозяйственной продукции удовлетворяются за счет собственных источников только на 13 %. Поэтому экономия топливно-энергетических ресурсов в процессе досушивания льновороха (они составляют около 90 % всех энергетических затрат) и получение высококачественных семян за счет выбора рационального режима досушивания, а также изыскания новых рабочих органов для переработки льновороха является актуальной народнохозяйственной задачей [1].

Основная часть

В настоящее время практически все посева льна убирают льнокомбайнами. Существует три основных способа уборки льна: сноповой, комбайновый и раздельный. При сноповом способе обмолот льна производят после сушки снопов в поле, при раздельном – после сушки льна в лентах, при комбайновом – одновременно с терблением льна. Каждый способ уборки возможен со сдачей льнопродукции на льнозаводы третьей и соломкой.

Уборку льна при комбайновом способе производят льнокомбайнами «Русь» или ЛКВ-4А с вязкой в снопы и ЛК-4А – в расстил. Сушку вороха производят в напольных, конвейерных и карусельных сушилках с помощью воздухоподогревателей ВПТ-600, ТАУ-0,75 и других. Сухой

ворох с целью выделения из него семян льна перерабатывают на льномолотилке МВ-2,5А [2] или на льномолотилке-сепараторе МЛВ-2,0.

При нехватке сушильной техники отдельные хозяйства для переработки влажного льняного вороха используют переоборудованные зерноуборочные комбайны «Дон-1500» и СК-5 «Нива» [3]. В этом случае льноворох обмолачивают в поле в фазе полной спелости, а на пунктах производится досушивание льносемян. Однако в процессе сепарации сырого вороха в отходы вместе с путаниной идет до 30 % семян.

Раздельная уборка включает теребление льна теребилками ТЛН-1,5А в расстил на льнице с последующим (после подсыхания) одновременным подбором, обмолотом коробочек и оборачиванием ленты льноподборщиком-молотилкой ЛМН-1 или ПОЛ-1, или подборщиком-очесывателем-оборачивателем ПОО-1.

Ворох после обмолота ленты льноподборщиком-молотилкой ЛМН-1 состоит из неразрушенных коробочек (около 1 %), свободных семян (46...61 %) и мякины (36...53 %) [4]. Поэтому его рекомендуют предварительно очистить на веялке, отделив семена от мякины и полных коробочек. Семена затем поступают на очистку, как и после льномолотилки, а полные коробочки обмолачивают молотилкой МВ-2,5А или переоборудованным зерноуборочным комбайном. Такая технология имеет следующие недостатки: повышенную энергоемкость, большие потери семян из-за травмирования и недомолота, нерациональное использование зерноуборочного комбайна для обмолота льновороха во время уборки зерновых культур.

Наиболее прогрессивна и эффективна комбайновая технология уборки. После комбайновой уборки льна получают льняной ворох влажностью от 25 до 80 % с содержанием длинностебельных примесей в виде путанины и стеблей сорняков от 12 до 45 % [2].

Обмолот сырого вороха не нашел широкого распространения из-за следующих недостатков: обмолот сырого льновороха затруднен, велики потери семян от дробления и микроповреждений, часть семян не вымолачивается и выводится вместе с путаниной в отходы. При обмолоте сырого вороха зерноуборочным комбайном с путаниной может теряться до 24 % семян [5].

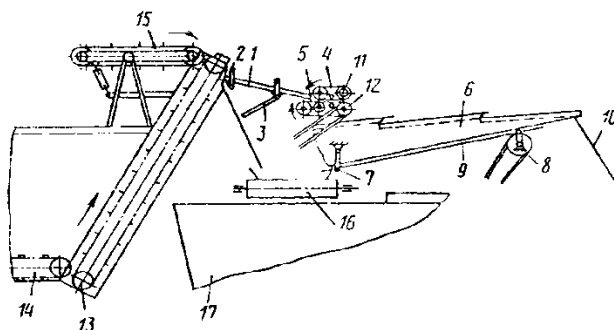
Обмолот на стационарном пункте применяется для сокращения сроков уборки и снижения расходов на сушку путем выделения из сырого вороха путанины. Сепарация может производиться следующими способами: вручную, тракторным погрузчиком ПЭ-0,8Б, переоборудованным зерноуборочным комбайном, переоборудованной молотилкой МВ-2,5А и прочими разделителями вороха [3].

В настоящее время для разделения влажного льновороха широко используют переоборудованную молотилку МВ-2,5А [6].

Наиболее приемлемой является технология переработки льновороха с обмолотом после сушки. При этой технологии переработки снижаются затраты труда, а также потери семян при обмолоте. Однако ни одна из технологий не позволяет в полной мере решить поставленных задач. Основная причина – в несовершенстве молотильных устройств для обработки вороха, что требует разработки и исследования новых, более эффективных конструкций.

Сравнительно эффективным способом является применение для сепарации вороха питателя-дозатора, состоящего из платформы и гребенчатого транспортера. После гребенчатого транспортера устанавливаются два параллельно работающих клавишных соломотряса зерноуборочного комбайна СК-5М «Нива». Угол наклона соломотрясов составляет 16° , а их ширина – 2,5 метра. Недостатками такого устройства являются повышенный расход электроэнергии на привод соломотряса, имеющего большую массу и габаритные размеры, а также потери семян с неочесанными головками, которые достигают 5...10 %.

Известно устройство для загрузки и сепарации льновороха к сушилкам (патент SU 1727662) [7] (рисунок 13), содержащее сепарирующую решетку 1, установленную на подвесках 2, которая приводится в колебательное движение от привода через коромысло 3. Имеются перетирающий рабочий орган, состоящий из ленточных транспортеров 4 и 5, расположенный под ним клавишный соломотряс 6, установленный на подвесках 7 и на ведущем валу 8, лоток 9 схода семян и лоток схода пуханины 10. Транспортеры 4 и 5 кинематически связаны с приводным устройством через ведущую звездочку 11 и блок-звездочку-шкив 12.



- 1 – сепарирующая решетка; 2 – подвески; 3 – коромысло; 4, 5 – ленточные транспортеры; 6 – клавишный соломотряс; 7 – подвесы; 8 – ведущий вал; 9, 10 – лотки; 11 – ведущая звездочка; 12 – блок-звездочка-шкив; 13 – гребенчатый транспортер; 14 – приемный транспортер; 15 – транспортер-выравниватель; 16 – транспортер-питатель; 17 – сушилка

Рисунок 13 – Схема устройства для загрузки и сепарации льновороха к сушилкам

Перед сепарирующей решеткой 1 установлен гребенчатый транспортер 13, на который ворох подается с приемного транспортера 14. Над гребенчатым транспортером 13 размещен транспортер-выравниватель 15. Под сепарирующей решеткой 1 расположен транспортер-питатель 16, подающий свободные семена в сушилку 17.

Недостатком такого устройства является неполное разделение льняного вороха. В перетирающем устройстве происходит жгутообразование, из-за чего нераздавленные семенные коробочки льна сходят вместе с путаниной, что приводит к большим потерям семян.

Наиболее широко в настоящее время применяется обмолот сырого вороха зерноуборочным комбайном, хотя и сопровождается большими потерями семян от недомолота, дробления и микроповреждений. При этом с путаниной может теряться до 24 % семян. Кроме того, если не обеспечить надежной герметизации всех соединений, то потери по этой причине достигают 5 % семян.

Также широко для разделения влажного льновороха используют переоборудованную молотилку МВ-2,5А. Для обмолота вороха устанавливают минимальную частоту вращения барабана (400 мин^{-1}); увеличивают зазор между бичами барабана и декой: на входе – 20...22 мм, на выходе – 8...9 мм; отключают терочный аппарат и элеватор возврата, а транспортер возврата вынимают из кожуха; открывают люк нижней головки элеватора и направляют мелкий ворох, подаваемый шнеком возврата, в приемное окно пневмотранспортера, который подает его в сушилку. При этом отмечают высокую энергоемкость процесса, большие потери семян из-за травмирования и микроповреждений.

Известна также машина для отделения соломистой массы от вороха, состоящая из загрузочного окна, бильного барабана с декой, соломотряса и устройства для вывода соломистой массы и семян.

Улучшение отделения соломистой массы от семян при наименьшем их травмировании достигается тем, что соломотряс установлен под загрузочным окном, а бильный барабан с декой размещен между выходным концом соломотряса и устройством для вывода соломистой массы, выполненным в виде установленных друг за другом уплотнителя и измельчителя.

Ворох, поступающий от льноуборочных комбайнов, подается в приемный ковш. Жалюзийные клавиши, совершая круговое поступательное движение, протряхивают его, причем мелкие составляющие проваливаются на транспортер и выводятся через выгрузную воронку. Соломистые примеси, содержащие некоторое количество семян, по верху клавиш поступают в пространство между барабаном с декой и отбойным битером и обмолачиваются. Семена проваливаются сквозь деку, а соломистая масса уплотняется уплотнителем, измельчается барабаном измельчителя и выводится вентилятором.

Недостатком данного устройства является то, что семена в значительной степени повреждаются барабаном, причем семенные коробочки льна без надобности измельчаются, воздухопроницаемость вороха понижается, условия сушки становятся хуже.

Устройство для отделения грубых примесей (рисунок 14), установленное над конвейером 1 сушилки, содержит подающий транспортер 2, снабженный планками 3, транспортер-выравниватель 4, подпружиненный каток 5 с зубьями 6 конусообразной формы и загрузочный барабан 8 с серповидными зубьями 9. Ворох, проходя между планками транспортера 2 и катком 5, уплотняется, что способствует отделению коробочек при вытаскивании зубьями 9 стеблей из слоя с последующей подачей на грохот 10. Пружиной 7 регулируется необходимое усилие сжатия вороха.

Конусообразная форма зубьев 6 способствует очищению катка от намоток, так как при взаимодействии с зубьями барабана возникает сила, направленная от основания зуба по образующей конуса. Прижимной каток 5 и подающий транспортер 2 кинематически связаны и имеют одинаковые линейные скорости.

При вытаскивании стебля из сжатого слоя, образующего как бы объемную решетку, коробочка защемляется беспорядочно расположенными в массе стеблями, препятствующими ее перемещению, и, отрываясь, остается в слое, а стебель зубом 9 вытаскивается из слоя и под действием центробежной силы сбрасывается на грохот 10.

При малой подаче некоторые стебли подвергаются воздействию зубьев барабана неоднократно (при определенном положении их в слое). В этом случае коробочки от стеблей будут отделяться путем непосредственного контакта зубьев с коробочками.

Отделенные от стеблей свободные коробочки, семена и другая мелкая фракция по мере перемещения слоя просыпаются на грохот и, проходя через его отверстия, поступают на конвейер 1 сушилки. Длинностебельная масса барабаном также сбрасывается на грохот, имея большие размеры, чем семена и головки, не просеивается через его отверстия и перемещается за пределы сушилки. Недостатком данного устройства является то, что качественное отделение коробочек от стеблей в результате защемления их между стеблями маловероятно, что увеличит потери семян с неотделенными головками, воздухопроницаемость вороха понизится, следовательно, условия сушки станут хуже.

Устройство для сепарирования сырого вороха (патент РФ № 2292704 (рисунок 15) [8]) состоит из барабана 1 с бичами 2, охватывающей барабан 1 деки, выполненной из двух половинок – верхней 3 и нижней 4, загрузочного бункера 5 с транспортирующим устройством 6 и просеивающей решеткой 7, устройства выброса путанины 8 и ленточного транспортера 9 отсепарированных коробочек.

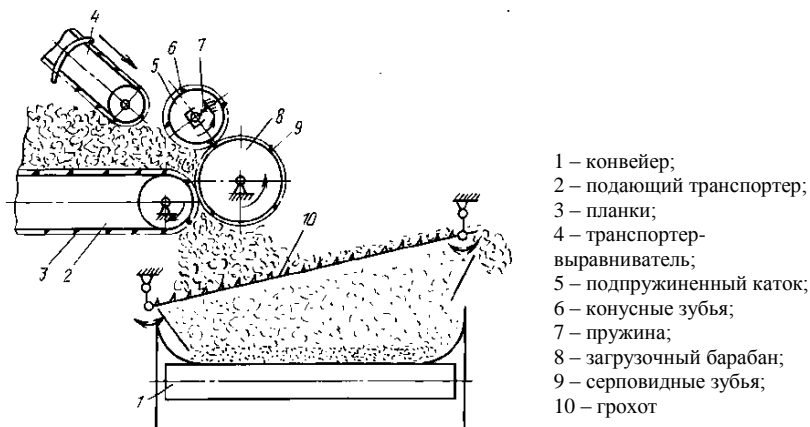
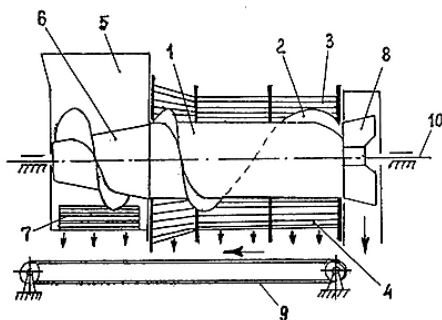


Рисунок 14 – Устройство для отделения грубых примесей

Основным недостатком данного устройства является неизбежность травмирования семян льна вследствие перетирания вороха бичами.

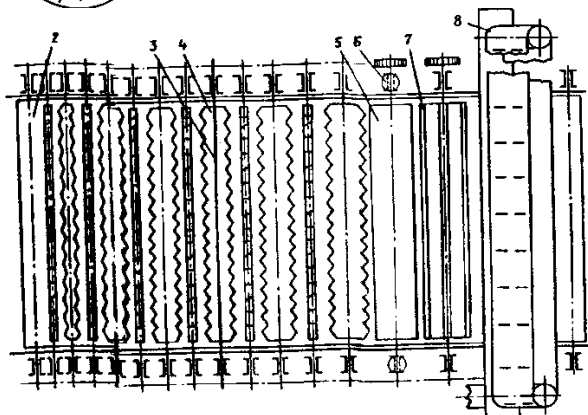
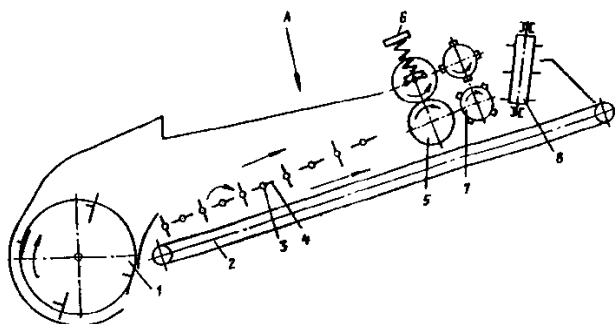
Известно еще одно устройство для разделения льняного вороха. Устройство установлено за очесывающим барабаном 1 (рисунок 16) над лентой транспортера 2 вороха. Оно содержит сепарирующий орган с активной рабочей поверхностью, образованной рядом параллельных валиков 3 с закрепленными на них пилообразными пластинами 4 различной ширины.

Пластины расположены последовательно в порядке увеличения их ширины. Оси вращения пластин расположены в одной плоскости. Каждая последующая пластина перпендикулярна предыдущей и сдвинута в осевом направлении на половину шага выступов.



- 1 – барабан;
- 2 – бичи;
- 3 – верхняя дека;
- 4 – нижняя дека;
- 5 – загрузочный бункер;
- 6 – конический шнек;
- 7 – просеивающая решетка;
- 8 – устройство выброса пухлятины;
- 9 – ленточный транспортер,
- 10 – вал

Рисунок 15 – Устройство для сепарирования сырого вороха



- 1 – очесывающий барабан;
- 2 – транспортер;
- 3 – валики;
- 4 – пилообразные пластины;
- 5 – плющильные вальцы;
- 6 – пружины;
- 7 – битеры;
- 8 – ленточный транспортер

Рисунок 16 – Устройство для разделения льняного вороха

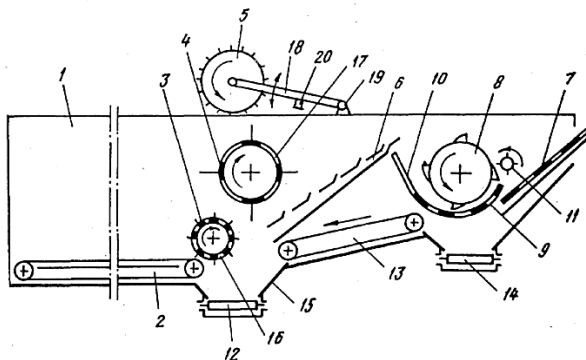
В устройство входят плющильные вальцы 5 с эластичной поверхностью, один из которых прижимается к другому посредством регулируемых пружин 6, битеры 7 с продольными выступами, установленные так, что выступы одного битера расположены между выступами другого, и приспособление для удаления пухлятины, выполненное, например, в виде ленточного транспортера 8 с конусными пальцами. Транспортер

установлен наклонно, под большим углом, чем угол трения коробочек льна о ленту транспортера.

В процессе перемещения путанины на нее воздействует несколько пластин с возрастающей линейной скоростью пилообразных выступов, в результате чего пучки стеблей прочесываются и растягиваются, а стебли ориентируются в направлении движения. При этом скользянию стеблей вдоль пластин препятствуют пилообразные выступы.

Недостатком указанного устройства является малая интенсивность сепарации, отход с путаниной семян, содержащихся в неотделенных от стеблей коробочках, что приводит к недостаточно качественному разделению вороха.

Молотильно-сепарирующее устройство вороха льна (патент SU 1209090 (рисунок 17) [9]) состоит из приемного бункера 1 с подающим транспортером 2, подающего барабана 3 с продольными выступами, очесывающего барабана 4, счесывающего барабана 5 с продольными выступами, соломотряса 6, грохота 7, бильного барабана 8, деки 9 со скатной доской 10, отбойного битера 11, а также выгрузных транспортеров 12–14 мелких фракций и скатной доски 15. В подающем и очесывающем барабанах имеются окна 16 и 17 для просеивания сквозь них мелких фракций льновороха.



1 – приемный бункер; 2 – подающий транспортер; 3 – подающий барабан; 4 – очесывающий барабан; 5 – счесывающий барабан; 6 – соломотряс; 7 – грохот; 8 – бильный барабан; 9 – дека; 10 – скатная доска; 11 – отбойный битер; 12–14 – выгрузные транспортеры мелких фракций; 15 – скатная доска; 16 и 17 – окна для просеивания мелких фракций льновороха; 18 – промежуточное звено; 19 – шарнир; 20 – ограничитель хода

Рисунок 17 – Молотильно-сепарирующее устройство вороха льна

Счесывающий барабан 5 установлен на промежуточном звене 18, которое соединено с корпусом устройства посредством шарнира 19 и снабжено ограничителем 20 хода.

При сравнении проанализированных сепараторов сырого вороха можно выделить основные их недостатки:

- ◆ большие потери семян с ворохом и с необорванными коробочками (до 20 %);
- ◆ низкое качество разделения вороха (содержание примесей в ворохе после сепарации – до 30 %);
- ◆ травмирование и микроповреждения семян – до 9 %;
- ◆ излишнее измельчение вороха, что приводит к низкой воздухопроницаемости при дальнейшей сушке;
- ◆ большие энергозатраты на привод сепаратора (до 6 кВт на тонну переработанного вороха).

Заклучение

Из проведенного анализа существующих технологий и машин для разделения сырого льновороха можно сделать вывод, что до настоящего времени практически нет эффективных машин и оборудования для разделения льновороха на путанину, семенные коробочки и свободные семена перед закладкой в сушилку.

При сравнении проанализированных сепараторов сырого вороха можно выделить основные их недостатки:

- большие потери семян с ворохом и с необорванными коробочками;
- низкое качество разделения вороха (содержание примесей в ворохе после сепарации);
- травмирование и микроповреждения семян.

Исходя из вышесказанного, необходимо провести исследования с целью разработки эффективной технологии и обоснования режимов для разделения сырого льновороха перед сушкой.

11.08.2014

Литература

1. Шимановский, А.Л. Обоснование необходимости перемешивания льновороха при досушивании / А.Л. Шимановский, А.С. Алексеенко // НИРС–2005: сборник тезисов докладов 10 респ. науч. конф. студентов и аспирантов высш. учеб. заведений Респ. Беларусь, Минск, 14–16 февр. 2006 г.: в 3 ч. / Мин-во образования Респ. Беларусь; в авт. ред. – Минск, 2005. – Ч. 3. – С. 108.
2. Шаршунов, В.А. Выбор режима работы двухъярусной карусельной сушилки / В.А. Шаршунов, В.Е. Круглень, А.С. Алексеенко, А.Н. Кудрявцев, В.И. Коцуба // *Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roslinnej: materialy 11 Miedzynar. symp., Warszawa, 13–14 wrzesn. 2005 г.* / In-t budownic.mech. i elektr. rolnictwa; Komitet Naukowy: J. Hama [i i.]. – Warszawa, 2005. – S. 163–168.
3. Круглень, В.Е. Анализ существующих установок для досушивания льновороха / В.Е. Круглень, А.Н. Кудрявцев, А.С. Алексеенко // *Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию образования фак. механизации сел. хоз-ва Белорус. гос. с.-х. акад., Горки, 5–7 дек. 2002 г.* / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: В.А. Шаршунов (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2005. – С. 129–134.

4. Кругленья, В.Е. Энергосберегающая технология и машины для досушивания и обмолота льновороха / В.Е. Кругленья, А.Н. Кудрявцев, А.С. Алексеенко // Актуальные проблемы механизации мелиоративного и водохозяйственного строительства: материалы респ. науч.-практ. конф., посвящ. 35-летию каф. мелиоративных и строительных машин БГСХА, Горки, 29–30 мая 2002 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А.Н. Карташевич (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2003. – С. 62–67.
5. Кругленья, В.Е. Обоснование конструктивных параметров рыхлителя вороха карусельной сушилки / В.Е. Кругленья, А.С. Алексеенко, В.И. Коцуба, С.В. Курзенков // Вестн. Беларус. гос. с.-х. акад. – 2008. – № 1. – С. 110–113.
6. Шаршунов, В.А. Определение продолжительности досушивания льновороха усовершенствованной карусельной сушилкой / В.А. Шаршунов, В.Е. Кругленья, А.С. Алексеенко, А.Н. Кудрявцев, В.И. Коцуба // Экологические аспекты механизации растениеводства: материалы 13 Междунар. симп., Горки, сент. 2007 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; Научный комитет: А. Шептыцкий [и др.]. – Горки, 2007. – С. 150–153.
7. Устройство для загрузки и сепарации сырого льновороха: пат. 1727662 (SU), МПК 5 А01D45/06 / Ю.И. Боярчук, М.М. Ковалев, В.И. Зеленко, А.И. Тогоев; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский институт льна. – № 4790430; заявл. 13.02.1990; опубл. 23.04.1992. – 1992. – Бюл. № 15.
8. Устройство для сепарирования сырого вороха: патент РФ № 2292704, А01F11/02 / А.Ф. Еругин, Д.Ю. Лачуга, Н.И. Кленин, М.М. Ковалев, Ю.А. Медведев, Г.Н. Цупрова, Н.А. Калашникова; заявитель ГНУ ВНИПТИМЛ Россельхозакадемии. – заявл. 29.06.2005; опубл. 10.02.2007 // Изобретения. Полезные модели / Официальный бюллетень ФГУ ФИПС.
9. Молотильно-сепарирующее устройство вороха льна: пат. 1209090 (SU), МПК 4 А01F11/02 / Н.Д. Шевчук, В.Е. Логинов, А.С. Смирнов, В.П. Акимова, В.В. Зайцев; заявитель Смоленский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства, завод «Бежецксельмаш». – № 3792578; заявл. 06.07.1984; опубл. 07.02.1986. – 1986. – Бюл. № 5.

УДК 631.363.284

А.Н. Перепечаев

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),
г. Минск, Республика Беларусь)*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГРУЖИВАНИЯ ЛЬНА

Введение

Уборка льна-долгунца – наиболее трудоемкая и ответственная работа, от которой во многом зависит не только сохранение выращенного урожая, но и качество льнопродукции. На уборку и первичную обработку льна приходится до 70 % всех затрат в льноводстве.

Своевременная уборка и возможность реализации тресты высокого качества уже немыслимы без использования пресс-подборщиков. В