

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ЛЬНОВОРОХА НА ФРАКЦИИ

В.П. Чеботарев,

профессор каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

Г.А. Радишевский,

доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Н.П. Гурнович,

доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

С.Р. Белый,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Д.А. Яновский,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Д.Н. Бондаренко,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

А.А. Зенов,

ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

В статье приведен анализ технологий послеуборочной обработки льновороха. Предложено устройство, устанавливаемое на льнокомбайн и позволяющее разделять ворох после очеса на две фракции. Ворох без путанины сушится с последующим обмолотом и выделением семян льна, а путанина сушится в естественных условиях с последующим выделением семян. Применение предлагаемой технологии обработки льновороха позволит повысить качество семян льна и снизить затраты на послеуборочную обработку.

Ключевые слова: лен, ворох, путанина, семена льна, технология, льноуборочный комбайн.

The article provides an analysis of the technologies of post-harvest processing of flax heap. A device installed on a flax combine is proposed, which allows dividing the flax heap after rippling flax into two fractions. The heap without tangle of the flax is dried with subsequent threshing and separation of the flax seeds. The tangle of the flax is dried under natural conditions with the subsequent separation of seeds. The application of the proposed flax seed processing technology will improve the quality of flax seeds and reduce the cost of post-harvest processing.

Key words: flax, flax heap, tangle of the flax, flax seeds, technology, flax harvester.

Введение

Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур, используемых в Республике Беларусь. В настоящее время значение льна как возобновляемого источника натурального текстильного сырья возросло из-за уменьшения поставок хлопка и в первую очередь диктуется необходимостью обеспечения текстильных предприятий конкурентоспособным отечественным сырьем.

Наиболее затратной операцией в технологии возделывания льна является уборка, на долю которой в зависимости от принятой технологии приходится 65...80 % затрат труда, 55...75 % денежных средств и до 40 % затрат энергии [1].

В Беларуси применяется технология, в соответствии с которой лен терется с отделением коробочек, поступающих в транспортное средство, а стебли

укладываются на поверхность поля. Её недостатком является невозможность получения качественного семенного материала, так как созревание семян и стеблей льна наступает в разный период времени. От качества выполнения этого процесса зависит величина потерь и последующая трудоемкость сушки и переработки льновороха на стационарных пунктах с целью получения семян льна [3].

Проблемам послеуборочной обработки льновороха уделяли большое внимание ученые – Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Батчаев А.Б., Шаршунов В.А. [2; 6-8] и другие.

Целью работы является разработка технологической схемы и устройства, обеспечивающего снижение количества примесей (путанины и сорняков) повышенной влажности в составе льновороха, поступающего на послеуборочную переработку, что способствует снижению затрат на сушку и получение семян льна.

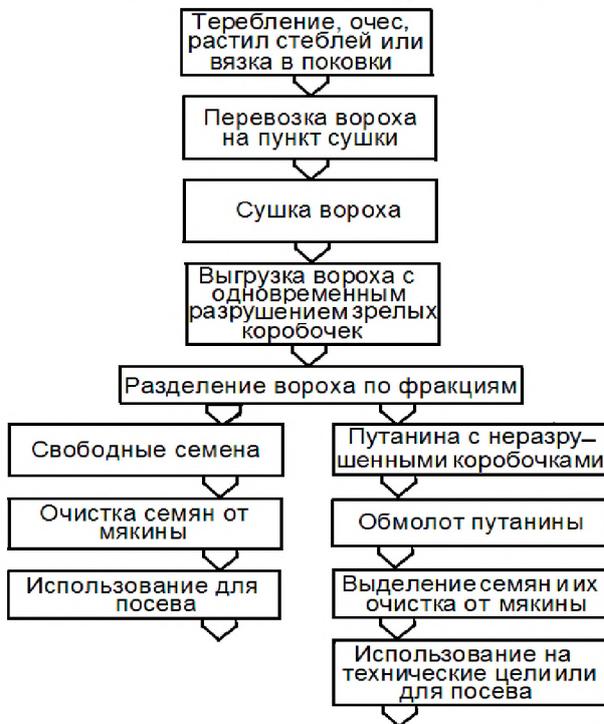
Основная часть

В настоящее время в Беларуси для отделения коробочек льна от стеблей получили распространение различные по конструктивному исполнению очесывающие аппараты, устанавливаемые на льнокомбайны, и подборщики-очесыватели. Достоинством гребневых очесывающих аппаратов является надежность выполнения технологического процесса отделения коробочек льна от стеблей. Недостаток заключается в том, что в ворохе после очеса коробочек содержится до 40...50 % путанины, в которой находится от 50 до 80 % семенных коробочек, и на сушку необходимо дополнительно затрачивать энергоресурсы [3, 4]. Кроме того, при уборке льна комбайнами в ворох отходит до 20...25 % от всей убираемой массы, что приводит к необоснованным затратам топлива на сушку (80... 120 кг/т) [5]. Это повышает себестоимость послеуборочной обработки вороха и снижает качество семенного материала.

Другим недостатком очесывающих аппаратов при отделении коробочек льна является повреждение стеблей в виде изломов и разрывов (рис. 1).

Наиболее затратным процессом в послеуборочной обработке льновороха, поступающего после очесывающего аппарата, является сушка.

Е.М. Земин и А.Б. Батчаев [5, 7] установили, что



а

в ворохе, который поступает на сушку, находится около 30 % путанины и в ней содержится более половины влаги. С целью снижения себестоимости послеуборочной сушки льновороха на стационарных пунктах, необходимо удалить путанину, в которой отсутствуют коробочки льна, т.е. балласт, содержащий повышенную влажность.

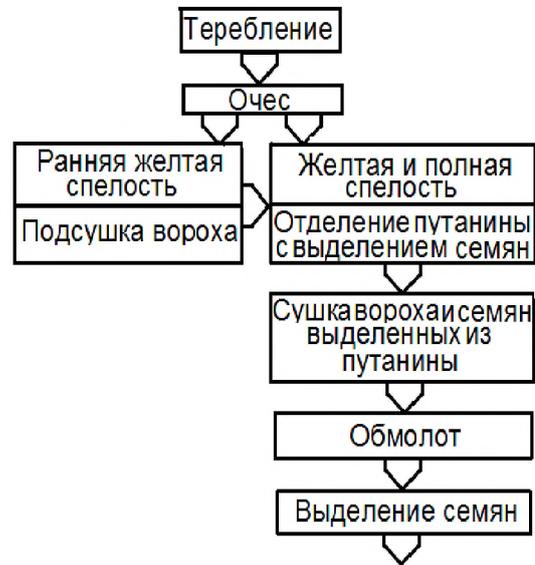
Перспективным направлением повышения эффективности сушки льновороха на стационаре является разделение его на фракции после очеса на льнокомбайне, т.е. выделение коробочек и семян льна.

Согласно технологии Всесоюзного научно-исследовательского института льна, одновременно с



Рисунок 1. Ворох после использования очесывающего аппарата

тереблением льна осуществляется отделение семенных коробочек, которые в составе вороха досушиваются на сушильном комплексе (рис. 2а). После достижения во-



б

Рисунок 2. Технологии уборки льна

рохом кондиционной влажности производится разрушение коробочек, и далее на ворохораздельвательной машине выделяются свободные семена [9].

Данная технология является энергозатратной, так как сушка семян происходит с балластом (путаниной, содержащей коробочки льна).

В технологии, представленной на рис. 2б, ворох транспортируется на площадку, где осуществляется сушка активным вентилированием в течение 3-4 дней, при которой влажность коробочек снижается до 35...40 %, а затем производится досушивание с выделением льносемян [10]. Достоинством предлагаемой технологии является то, что на сушку поступает подсушенный ворох после активного вентилирования, что снижает потребность в теплоносителе.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана технология [11], направленная на увеличение выхода полноценных семян льна и снижение энергозатрат на сушку (рис. 3).

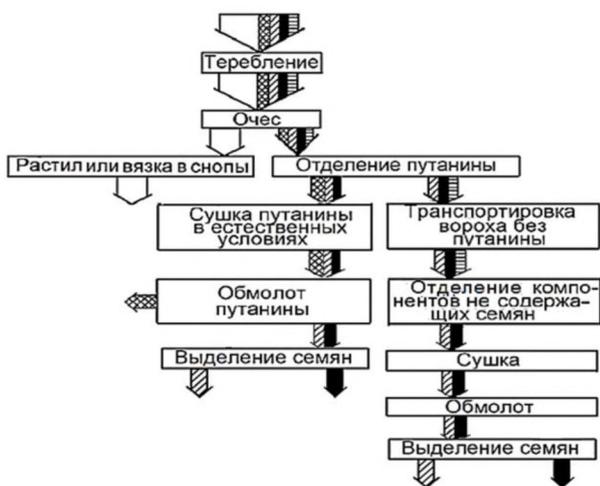


Рисунок 3. Разработанная технология уборки льна: □ – стебли льна; ▨ – семенные коробочки с семенами; ▣ – семена; ▤ – семенные коробочки; ▥ – путанина; ▦ – компоненты, не содержащие семян (балласт)

Это достигается за счет того, что после очеса ворох на льноуборочном комбайне разделяется на две фракции: ворох без путанины направляется на сушку с последующим выделением семян льна, а путанина сушится в естественных условиях, где затем осуществляется выделение семян.



а



б

Рисунок 5. Сход компонентов с устройства отделения вороха от путанины: а – отсепарированный ворох; б – путанина

Согласно разработанной технологии, предлагается вместо транспортера вороха установить на льнокомбайн ЛК-4Т устройство, обеспечивающее разделение вороха на путанину и без путанины.

Устройство (рис. 4) состоит из клавишного сепаратора 3, под которым установлено плоское решето 4, терочного аппарата 5, цилиндрического сепаратора 6, транспортера отсепарированной массы 11 и транспортера путанины 7 [12].

Технологический процесс [12] выполняется в следующей последовательности. Семенные коробочки льна вместе с путаниной поступают на клавишный сепаратор 3. Семенная часть вороха, часть стеблей,

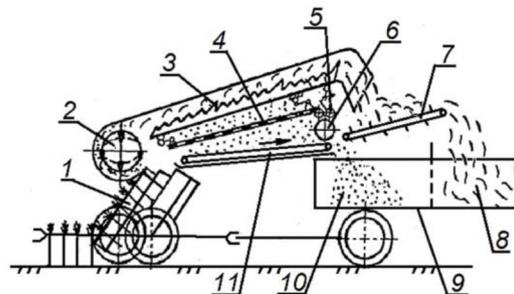


Рисунок 4. Льноуборочный комбайн с устройством отделения вороха от путанины: 1 – аппарат теробильный; 2 – аппарат очесывающий; 3 – сепаратор клавишный; 4 – решето плоское; 5 – терочный аппарат; 6 – сепаратор цилиндрический; 7 – транспортер путанины; 8 – путанина; 9 – транспортное средство; 10 – масса отсепарированная; 11 – транспортер отсепарированной массы

коробочки с цветоножками и мелкие примеси поступают через рабочую поверхность сепаратора на плоское решето 4, где происходит выделение семенных коробочек, семян и мелких примесей (рис. 5а). Три последних компонента подаются транспортером отсепарированной массы 11 в переднюю часть транспортного средства 9. Сошедшие с плоского решета крупные примеси (обрывки стеблей), часть из которых содержит неочесанные коробочки и коробочки с цветоножками, поступают в терочный аппарат 5, где происходит разрушение коробочек. Пройдя через отверстия цилиндрического сепаратора 6, выделенные из разрушенных коробочек семена поступают на транспортер отсепарированной массы 11, а непрошедшие через отверстия крупные примеси подаются

пальцами цилиндрического сепаратора, отогнутыми обратно направлению вращения (чтобы исключить затаскивание стеблей на транспортер 11), на транспортер пуганины 7 и далее в заднюю часть транспортного средства (рис. 5б).

Для оценки эффективности предлагаемой технологии и конструкции устройства для выделения пуганины из вороха льна исследования проводились в хозяйственных условиях.

В результате исследований установлено, что при использовании предлагаемой конструкции сепарирующего устройства, обеспечивающего выделение пуганины из вороха льна после очесывающего аппарата, на последующую обработку поступает 83,8...92,5 % отсепарированного вороха (табл. 1), из которого удалено от 7,5 до 16,2 % пуганины, на сушку которой необходимо было бы затратить от 80 до 120 кг/т топлива [13].

В массе поступающего на дальнейшую переработку отсепарированного вороха содержание семян льна составило от 45,6 до 49,4 %, а пуганины от 16,6 до 23,8 % (табл. 3), что снижает себестоимость семян льна [13].

Таблица 1. Соотношение отсепарированного вороха и пуганины после сепаратора [13]

Повторность	Отсепарированный ворох		Пуганина	
	т, г	%	т, г	%
1	9200	85,1	1615	14,9
2	12965	83,8	2505	16,2
3	10850	87,0	1615	13,0
4	91504	87,0	1375	13,0
5	7735	92,5	620	7,5
6	10090	91,5	935	8,5
Среднее значение	8597	87,7	1444	12,2

Таблица 2. Влажность компонентов льновороха, поступающего на сепаратор [13]

Показатели	Влажность, %			
	повторность 1	повторность 2	повторность 3	Среднее значение
Стебли льна	62,7	63,4	64,7	63,1
Семенные коробочки	42,5	37,8	38,6	40,2
Сорные растения	72,7	66,6	69,4	69,7
Отсепарированный ворох	45,8	58,8	52,3	52,3
Пуганина	72,2	65,7	69,8	68,9

Таблица 3. Содержание семян льна в отсепарированном ворохе и пуганине [13]

Повторность	Отсепарированный ворох			Пуганина		
	т, г	%	содержание семян, %	т, г	%	содержание семян, %
1	540	71,0	46,7	220	29,0	16,6
2	475	56,0	48,5	370	44,0	23,8
3	470	60,0	49,4	310	40,0	19,7
4	630	41,0	45,6	510	59,0	29,1
Среднее значение	529	57,0	47,5	352	43,0	22,3

Заключение

Предлагаемая технология уборки льна с применением сепарирующего устройства, устанавливаемо-

го на льноуборочный комбайн вместо транспортера вороха, позволит снизить себестоимость получения семян льна за счет уменьшения расхода топлива на сушку отсепарируемого вороха от 80 до 120 кг/т, так как на послеуборочную обработку поступает только 83,8...92,5 % отсепарированного вороха, в котором удалено от 6,2 до 7,5 % пуганины влажностью 68,9 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азаренко, В.А. Технические средства для уборки льна-долгунца в разрезе перспектив развития льноводческой отрасли / В.А. Азаренко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 3. – С. 136-139.
2. Ростовцев, Р.А. Повышение качества очеса стеблей льна путем совершенствования технологии и оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Р.А. Ростовцев; Тверская гос. сельскохоз. академия. – Тверь-Сахарово, 2003. – 28 с.
3. Цайц, М.В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М.В. Цайц, А.С. Алексеенко // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIII междунар. науч.-практич. конф.: в 2 кн., Барнаул, 15–16 февраля 2018 г. / ФГБОУ ВО «Алтайский гос. аграр. ун-т». – Барнаул: Алтайский гос. аграр. ун-т, 2018. – С. 202-203.
4. Шаршунов, В.А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В.А. Шаршунов, А.С. Алексеенко, М.В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267-271.
5. Земин, Е.М. Рабочий процесс, параметры и режим работы аэрожелобов для вентилирования и транспортирования влажного засоренного вороха: теория, конструкция и расчет: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01/ Е.М. Зимин; Ленинградский. с.-х. ин-т. – Ленинград, 1989. – 46 с.
6. Черников, В.Г. Очесывающие аппараты льноуборочных машин (теория, конструкция, расчет): монография / В.Г. Черников, С.Г. Порфиев, Р.А. Ростовцев. – М.: ВИМ, 2004. – 240 с.
7. Батчаев, А.Б. Переработка компонентов влажного вороха, получаемого при уборке льна комбайном с сепаратором: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Б. Батчаев; Белорус. с.-х. академия. – Горки, 1989. – 16 с.
8. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В.А. Шаршунов [и др.]. – Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137-141.
9. Способ уборки льна-долгунца и переработка вороха: а. с. 1540705 СССР: А 01 D 45/06/ В.И. Смирнов, А.И. Броцман, А.А. Линь [и др.]; Всесоюзный науч.-

исслед. институт льна. – № 4264471; опублик. 07.02.90 // Открытия. Изобретения. – 1990. – № 5. – С. 3.

10. Способ уборки льна-долгунца: а. с. 1678240 СССР: А 01 D 45/06 / Ю.И. Боярчук [и др.]; Всесоюзный науч.-исслед. институт льна. – № 47758831; опублик. 07.02.91 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 35. – С. 3.

11. Способ уборки льна: а. с. 1384257 СССР: А 01 D 45/06/ Т.П. Галимский, А.Б. Батчаев, Г.А. Радишевский; Белорусский институт механизации сельского хозяйства. – № 4161425; опублик. 30.03.88. // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 12. – С. 3.

12. Льноуборочный комбайн: а. с. 1443846 СССР, А 01 D 45/06/ Т.П. Галимский, А.Б. Батчаев, Г.А. Радишевский [и др.]; Белорусский институт механизации сельского хозяйства. – № 4249729; опублик. 15.12.88. // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 46. – С. 3.

13. Исследование средств и технологий уборки льна с сепарацией льновороха на комбайне: отчет о НИР (заключ.) / Белор. институт механизации сельского хозяйства; рук. темы Г.А. Радишевский. – Минск, 1982. – 47 с. – № ГР 01828058913.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.04.2024

УДК 631.372

<https://doi.org/10.56619/2078-7138-2024-163-3-11-16>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПОЧВЫ НА ДВИЖИТЕЛИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

В.А. Шкляревич,

ст. преподаватель каф. механики материалов и деталей машин БГАТУ

В статье получены зависимости, позволяющие определить нормальные реакции почвы на колесные и гусеничные движители трактора в зависимости от сил, действующих на почвообрабатывающий машинно-тракторный агрегат, а также его конструктивных и технологических параметров.

Ключевые слова: нормальная реакция почвы, почвообрабатывающий машинно-тракторный агрегат, колесный трактор, гусеничный трактор, сельскохозяйственная машина.

Dependencies that make it possible to determine normal soil reactions to wheeled and tracked tractor drives depending on the forces acting on the tillage machine-tractor unit, as well as its structural and technological parameters are obtained in the article.

Key words: normal soil reaction, tillage machine-tractor unit, wheeled tractor, caterpillar tractor, agricultural machine.

Введение

Большинство технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур выполняются почвообрабатывающими машинно-тракторными агрегатами (МТА), в состав которых входит трактор и сельскохозяйственная машина. И именно под воздействием ходовых систем тракторов, предназначенных для реализации тягово-сцепных свойств через их взаимодействие с опорным основанием, происходит чрезмерное уплотнение почвы, которое отрицательно сказывается на ее плодородии и приводит к росту затрат на производство продукции растениеводства [1, 2].

Уплотняющее воздействие ходовых систем почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов зависит от величин нормальных реакций почвы на движители трактора, которые, в свою очередь, влияют на тягово-сцепные свойства трактора.

Цель исследования – получение зависимостей, позволяющих определить нормальные реакции почвы на колесные и гусеничные движители трактора в зависимости от сил, действующих на почвообрабаты-

вающий машинно-тракторный агрегат, а также его конструктивных и технологических параметров.

Основная часть

Для того чтобы определить силы, возникающие при взаимодействии ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов с почвой и определяющие уплотняющее воздействие на почву, произведем тяговый расчет МТА, в состав которого входит трактор и сельскохозяйственная машина (рис. 1-4). Рассмотрим общий случай установившегося прямолинейного движения машинно-тракторного агрегата по горизонтальной поверхности поля, при котором силы инерции его движущихся масс и горизонтальные составляющие силы тяжести трактора и сельскохозяйственной машины равны нулю. Силы сопротивления остова трактора в ступицах его движителей, трения между элементами гусеничного движителя, сопротивления воздуха лобовой поверхности трактора, вследствие их малых значений, при расчетах также не учитываем.