

УДК 631.358: 633.521

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

В.А. Левчук,

ст. преподаватель каф. технического сервиса и общинженерных дисциплин БГСХА

*В статье представлена методика определения технологических параметров разработанного в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна с эластичным рабочим органом. Предложенная методика основывается на результатах теоретических и экспериментальных исследований. Применение разработанной номограммы позволяет в значительной мере облегчить задачу по выбору технологических режимов работы устройства. На основании результатов, полученных в ходе реализации сравнительных производственных испытаний, выполнено обоснование экономической эффективности применения разработанного обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна «Van Dommele».*

*Ключевые слова: лен, обмолачивающее устройство, производительность, лента стеблей льна, льнотреста, эластичный бич, методика расчета, экономический эффект.*

*The article presents a method for determining the technological parameters of the threshing device for the line of primary processing of flax with an elastic working body in the form of a nomogram developed at the Belarusian State Agricultural Academy. The proposed technique is based on the results of theoretical and experimental studies. The use of the developed nomogram makes it possible to greatly facilitate the task of choosing the technological modes of operation of the developed device. On the basis of the results obtained during the implementation of comparative production tests, a justification was made for the economic efficiency of using the developed threshing device in the Van Dommele flax primary processing line.*

*Key words: flax, threshing device, performance, flax stalks, flax straw, elastic scourge, calculation method, economic effect.*

### Введение

В последнее время наблюдается тенденция к локализации, регионализации и децентрализации глобальной производственной цепочки и цепочки поставок семян льна, поэтому необходимо реконструировать глобальную искусственную цепочку. Столкнувшись с серьезными промышленными изменениями в постэпидемиологический период, предприятия разных стран должны принимать профилактические меры. В такой ситуации возникает острая потребность в обеспечении льносеющих хозяйств Республики Беларусь семенами высоких посевных кондиций районированных сортов, наиболее полно отвечающих почвенно-климатическим условиям [1].

В обеспечении льносеющих хозяйств посевным материалом главная ставка делается на комбайновую технологию уборки. При этом доля применения комбайновой технологии от общего объема убираемых площадей в разных хозяйствах значительно различается [1]. Иногда некоторые льносеющие хозяйства вынуждены убирать посевы льна применяя раздельную технологию. Стремление снизить затраты топлива на сушку вороха также вынуждает сдвигать технологию комбайновой уборки льна на более поздние

сроки, что снижает временные рамки проведения уборочных работ. Вместе с тем, возникают риски потери части урожая, связанные с погодными условиями. И хотя в последние несколько лет погода способствовала проведению уборочных работ, опыт предыдущих лет показал, что применение одной технологии уборки грозит существенной потерей урожая [2]. В таком случае одним из резервов получения дополнительного семенного материала, пригодного для посева, может стать выделение его из льнотресты в процессе очеса (обмолота) в линии первичной переработки льна.

Под выделение семян в процессе первичной переработки льнотресты приспособлены линии первичной переработки льна иностранного производства, такие как «Van Dommele» или «Deoortere» [3]. Отделение семенного материала в данных линиях производится способом очеса устройствами колебательного типа с гребневым рабочим органом.

Особенность процесса отделения семян в линии заключается в том, что в очесывающий аппарат подается лента льнотресты высокой степени растянутости (1,3-1,4), с относительным перекосом стеблей в ленте, также наблюдаются скрутки стеблей.

Несмотря на то, что семенные коробочки льна вызревшие, сухие (влажностью 12-14 %), легко раз-

рушаются и отрываются от плодоножки, работа применяемых в данных линиях очесывающих аппаратов колебательного типа с одним гребневым рабочим органом сопровождается повреждением стеблей, отходом их в путанину (до 8 %), высокой повреждаемостью семян, намотками на рабочий орган [1; 3]. В отдельных случаях, при переработке льнотресты высокой степени растянутости и спутанности, предприятия вынуждены вовсе отключать очесывающее устройство от технологического процесса.

Для снижения негативного влияния серийного очесывающего аппарата была произведена его модернизация путем замены стального гребневого рабочего органа на полиуретановый бич, а в нижней части устройства установлена дека. Работа эластичного бича совместно с жестко установленной декой обеспечивает обмолот ленты льнотресты, находящейся в молотильном зазоре между бичом и декой. Подробное описание и принцип работы устройства приведены в источниках [3, 4].

Полученная в результате проведенных лабораторных исследований математическая модель позволила определить значения факторов, при которых достигается максимальная степень обмолота (скорость подачи ленты льна – 1,25 м/с; зазор между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) – 0,01 м; частота вращения рабочего органа – 3,09 об/с).

Для подтверждения теоретических и экспериментальных исследований были проведены производственные испытания обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна «Van Dommele» [5].

Целью работы является разработка методики выбора технологических параметров обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом и экономическое обоснование целесообразности применения предлагаемого обмолачивающего устройства.

### Основная часть

Процессы, выполняемые в линии первичной переработки льна, в производственных условиях строго регламентированы. Они нацелены на качественную работу мяльно-трепального механизма, а получение семян льна – процесс второго порядка. При этом изменяющимися параметрами для обмолачивающего устройства в линии переработки льна являются: скорость подаваемой ленты льнотресты, высота и плотность подаваемого слоя ленты, качество льнотресты. Исходя из экономической целесообразности, в линиях иностранного производства перерабатывают льнотресту номерностью не ниже 1,0.

Методика расчета технологических параметров обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом линии первичной переработки льна основывается на

результатах теоретических и экспериментальных исследований [6-9]. В зависимости от состояния льнотресты, поступающей на обмолот, целесообразно регулировать величину толщины подаваемого на обмолот слоя льнотресты. Для получения высокой степени обмолота, технологические параметры необходимо устанавливать на оптимальных значениях, поскольку первоочередной задачей линии первичной переработки льна является производство волокна высокого качества, а не семян, и ее рентабельность определяется производительностью по льнотресте. Поэтому в условиях производства следует ориентироваться на производительность всей линии первичной переработки льна по льнотресте.

В результате производственных испытаний была разработана номограмма (рис. 1), связывающая технологические параметры и производительность линии первичной переработки льна. Предложенная номограмма позволяет осуществлять настройки технологических параметров разработанного обмолачивающего устройства исходя из качества подаваемой на обмолот ленты льнотресты и заданной величины степени обмолота, не прибегая к сложным математическим зависимостям.

На рисунке 1 в первом квадрате номограммы представлены линии номерности льнотресты, поступающей в линию первичной переработки. Во втором – график изменения величины зазора между бичом и декой в зависимости от толщины слоя стеблей льна. В третьем квадрате представлены линии степени обмолота. В четвертом – график изменения скорости

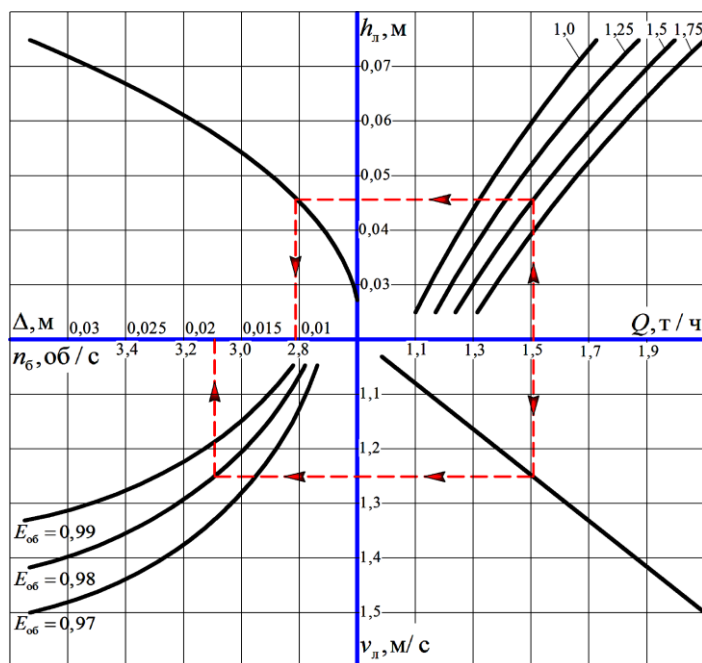


Рисунок 1. Номограмма для выбора технологических параметров разработанного обмолачивающего устройства:  $Q$  – производительность линии, т/ч;  $h_n$  – толщина слоя стеблей льна, м;  $\Delta$  – зазор между бичом и декой, м;  $n_6$  – частота вращения рабочего органа, об/с;  $E_{об}$  – степень обмолота;  $v_n$  – скорость ленты льна, м/с

ленты льна в зависимости от производительности линии первичной переработки.

Приведем пример использования номограммы. Исходные данные: производительность линии первичной переработки  $Q = 1,5$  т/ч; номерность льнотресты, поступающей в линию первичной переработки – 1,5; степень обмолота, соответствующая агротехническим требованиям – 0,98.

В первом квадрате номограммы (рис. 1) проводим перпендикуляр вверх от точки, соответствующей  $Q = 1,5$  т/ч, до пересечения с линией номерности льнотресты 1,5 и проводим горизонталь до оси  $h_{л}$ . Таким образом определяем величину толщины слоя стеблей льна  $h_{л} = 0,046$  м. Продолжив горизонталь до пересечения с графиком второго квадрата и опустив его на ось  $\Delta$ , получим значение зазора между бичом и декой  $\Delta = 0,011$  м. В четвертом квадрате от точки, соответствующей  $Q = 1,5$  т/ч, проводим перпендикуляр до пересечения с графиком зависимости скорости ленты льна от производительности линии и проводим горизонталь до оси  $v_{л}$ . Таким образом определяем скорость ленты льна  $v_{л} = 1,25$  м/с. Продолжив горизонталь до линии степени обмолота  $E_{об} = 0,98$  и проведя перпендикуляр до оси  $n_{б}$ , получим значение частоты вращения рабочего органа  $n_{б} = 3,09$  об/с.

Данная номограмма позволяет произвести настройки технологических параметров предложенного обмолачивающего устройства исходя из заданной производительности линии и номерности льнотресты, поступающей на обработку, обеспечивающие необходимую степень обмолота.

В результате проведенных производственных испытаний параметров и режимов работы обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommele» установлено, что в сравнении с серийным гребневым рабочим органом, увеличивается степень обмолота лент льна с 0,82 до 0,988, происходит снижение энергозатрат на дальнейшую переработку льновороха, а также снижение травмирования и микроповреждений семян с 1,5 % до 1,0 %, снижение общих потерь семян с 3,0 % до 0,9 %, повреждение стеблей, влияющее на выход длинного волокна, с 5,0 % до 1,9 % и отход стеблей в путанину с 4,0 % до 2,0 %.

Результаты проведенных сравнительных производственных испытаний легли в основу определения экономической эффективности разработанного обмолачивающего устройства.

Применение разработанного обмолачивающего устройства позволяет получать дополнительно (за счет снижения потерь) 3,85 тонн семян льна и 30,6 тонн льняной тресты при годовом объеме производства линии первичной переработки льна «Van Dommele» – 5100 тонн.

Для расчета экономической эффективности предлагаемого обмолачивающего устройства использовали стоимость льнопродукции по данным льнозаводов по состоянию на 1-й квартал 2022 года (табл. 1). Расчет проводили в соответствии с ТКП 151–2008 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей», где основным критерием является годовой приведенный экономический эффект [10].

**Таблица 1. Стоимость льнопродукции**

Показатели	Стоимость, руб.
Цена одной тонны семян	2500
Цена одной тонны льнотресты	120
Цена одной тонны льноволокна (длинного)	6132
Цена одной тонны льноволокна (короткого)	2550,2

При проведении расчетов были приняты: стоимость льнотресты номерностью 1,25, стоимость семян льна отечественного производства второй репродукции. Для длинного волокна была принята стоимость волокна 11-го номера, а короткого – стоимость 4-го номера.

Средняя производительность линии на льнотресте номерностью 1,25 – 1,5 т/ч, а нормативная годовая загрузка – 1020 часов. Мощность электродвигателя, используемого для привода механизмов обмолачивающего устройства, – 4,5 кВт. Для обслуживания обмолачивающего устройства требуется один работник.

Результаты расчета экономической эффективности обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом представлены в таблице 2.

Применение разработанного обмолачивающего

**Таблица 2. Показатели экономической эффективности применения разработанного обмолачивающего устройства**

Показатели	Устройство для отделения коробочек льна	
	серийное	предлагаемое
Сумма капиталовложений, руб.	22885,0	23364,30
Годовой объем льняной тресты, поступающей на обмолот, т	1530	
Эксплуатационные затраты, руб.	8199,30	8283,20
Приведенные затраты на обработку одной тонны льняной тресты, руб./т	6,36	6,44
Годовой экономический эффект, руб.	64161,0	
Экономический эффект в расчете на одну тонну переработанной льняной тресты, руб./т	41,94	
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	0,36	

устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна «Van Dommele» при годовом объеме переработки льняной тресты, поступающей на обмолот в количестве 1530 тонн, стоимости устройства 604,3 руб. и его установки в линию, позволит обеспечить годовой экономический эффект на уровне 64161 руб., что соответствует 41,94 руб./т. Срок окупаемости капитальных вложений при этом составит 4,5 месяца в масштабе цен первого квартала 2022 года. При этом предприятие получит дополнительно 2,8 тонн семян в год и снизит потери льнотресты, связанные с отходом в пуганину, на 30,6 тонн в год.

#### **Заключение**

Предложена методика выбора технологических параметров обмолачивающего устройства колебательного типа с эластичным рабочим органом, основанная на результатах научных исследований процесса обмолота. При выборе технологических параметров разработанного устройства в качестве исходных данных принимаются: производительность линии первичной переработки льна, номерность льнотресты, подаваемой на обмолот, и требуемая степень обмолота. Разработанное устройство рекомендуется применять в линиях первичной переработки льна с производительностью 1,1...2,0 т/ч, при номерности перерабатываемой льнотресты 1,0...1,75.

Годовой экономический эффект от внедрения обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом составляет 64161,0 руб., а экономический эффект в расчете на одну тонну переработанной льнотресты – 41,94 руб., в масштабе цен первого квартала 2022 года.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В.А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.

2. Почему лен поднимают руками – репортаж с завода, куда собирается Лукашенко [Электронный ресурс]: Sputnik. Режим доступа: <https://sputnik.by/20190823/Poka-zarplaty-slabenkie-kak-lnozavod-pod-Dyatlovo-pytaetsya-stat-uspeshnym-1042507591.html>. Дата доступа: 20.03.2022 г.

3. Шаршунов, В.А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В.А. Шаршунов [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 3. – С. 112-117.

4. Шаршунов, В.А. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки / В.А. Шаршунов, В.А. Левчук, М.В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 148-153.

5. Левчук, В.А. Результаты производственных испытаний обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна «Van Dommele» / В.А. Левчук, М.В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 172-177.

6. Курзенков, С.В. Обоснование скорости зажимного транспортера обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна / С.В. Курзенков, В.А. Левчук, М.В. Цайц // Агропанорама. – 2022. – № 1 (149). – С. 14-19.

7. Курзенков, С.В. Моделирование деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в процессе обмолота / С.В. Курзенков, В.А. Левчук, М.В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 142-147.

8. Шаршунов, В.А. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки / В.А. Шаршунов, В.А. Левчук, М.В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 148-153.

9. Курзенков, С.В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота / С.В. Курзенков, В.А. Левчук, М.В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 154-159.

10. Расчет экономической эффективности разработанного обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна «Van Dommele» / А.С. Алексеенко [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 186-191.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.05.2022