

Заключение. Представлена классификация картофелевысаживающих аппаратов и проанализированы их возможности качественной работы с посадочным материалом. Анализируя точность посадки современными аппаратами, можно сделать вывод, что наибольший разброс клубней, в зависимости от колебания их размеров, — у ленточно-транспортных аппаратов, однако вероятность повреждения ростков при сбросе клубней на твердую почву у этих аппаратов меньше, чем у ложечно-транспортных.

Наиболее перспективные картофелевысаживающие аппараты — транспортные типа, а также специальные для посадки яровизированного картофеля и аппараты с установленными на них датчиками для контроля технологии посадки картофеля и сигнализации как об отклонениях от операций технологии, так и о возможных неисправностях.

Список цитируемых источников

1. Настольная книга картофелевода / С. А. Турко [и др.]; под ред. С. А. Турко ; РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». — Минск, 2017. — 165 с.
2. Ключков, А. В. Механизация рационального картофелеводства / А. В. Ключков, В. А. Попов. — Горки : Агрокапиталконсалт, 2006. — 89 с.
3. Гудзенко, И. П. Машины для возделывания и уборки картофеля / И. П. Гудзенко. — 5-е изд. — М. : Колос, 2016. — 255 с.
4. Современные технологии и технические средства для возделывания, уборки и хранения картофеля : аналит. обзор / А. А. Павлович, А. Л. Рапичук, С. А. Банадысев. — Минск, 2020. — 52 с.
5. Справочник картофелевода / под ред. Н. А. Дорожкина, З. А. Дмитриевой, А. Ф. Богдановского. — Минск : Ураджай, 2019. — 304 с.

УДК 631.361.02

М. В. Цайц, В. И. Коцуба, А. В. Шик, А. А. Булаткин

Учреждение образования «Белорусская государственная орденом Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЛИНЕНИЯ СТЕБЛЕЙ В ЛЕНТЕ ЛЬНА ПРИ ОТДЕЛЕНИИ СЕМЕННОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ

Введение. Урожайность льнопродукции напрямую зависит от наличия качественного посевного материала [1; 2]. К проблемам семеноводства в Республике Беларусь относят отсутствие льносемянниц, нехватку и высокий процент некондиционных семян. Зачастую на практике используются семена массовых репродукций, что недопустимо, поскольку приводит к снижению урожайности и качества льнопродукции.

Важным этапом в получении посевного материала является уборка льна [2; 3]. Неоднократно доказано, что для получения семян с высокой всхожестью без искусственной сушки семенного вороха тербление льна и обмолот следует начинать не ранее наступления фазы жёлтой спелости [1; 4; 5]. В республике Беларусь для получения семян льна на посевные цели преимущественно используется комбайновая технология уборки [6].

Одной из проблем, существующих в настоящее время в льноводстве Беларуси, является отсутствие гарантированного обеспечения отрасли посевными семенами высокого качества [7]. Процесс отделения семенного материала от стеблей в льнокомбайнах осуществляется гребневыми очесывающими устройствами, главными и серьезными недостатками которых являются повышенные повреждения и отход стеблей в путанину, что снижает качество получаемого волокна. Работа самого гребневого аппарата сопряжена с частыми технологическими остановками на обслуживание.

Основная часть. Для отделения семенных коробочек со стеблей зажимной транспортер комбайна 1 направляет растения льна 2 под воздействие рабочих органов очесывающего (обмолачивающего) устройства 3 (рисунок 1). Основное требование к работе очесывающего (обмолачивающего) устройства — обеспечение полного отделения семенных коробочек со стеблей при минимально возможном повреждении семенных коробочек и стеблей. Для это необходимо обеспечить попадание участка стеблей льна $L_{ск}$ в активную зону a очесывающего (обмолачивающего) устройства. Если $L_{ск}$ будет больше величины a , то участок ленты стеблей льна выходящий за пределы активной зоны не будет обрабатываться (см. рисунок 1, a и b) [8; 9].

При проектировании целевого динамически-активного очесывающего аппарата (рисунок 1, b) К. В. Татарнищевым и Р. А. Ростовцевым длина участка $L_{об}$ учитывалась при определении параметров очесывающего барабана из условия не наматывания на барабан стеблей льна [10; 11].

Вместе с тем, анализ технологического процесса и схем устройств для отделения семенной части урожая от стеблей [12; 13] льна выявил характерную для большинства устройств особенность (рисунок 1) — работа устройств сопровождается действием продольных, вдоль стеблей льна, сил $F_{оч}$. Действие силы $F_{оч}$ непременно приводит к удлинению обрабатываемого участка стеблей льна $L_{об}$ на некоторую величину Δ_l .

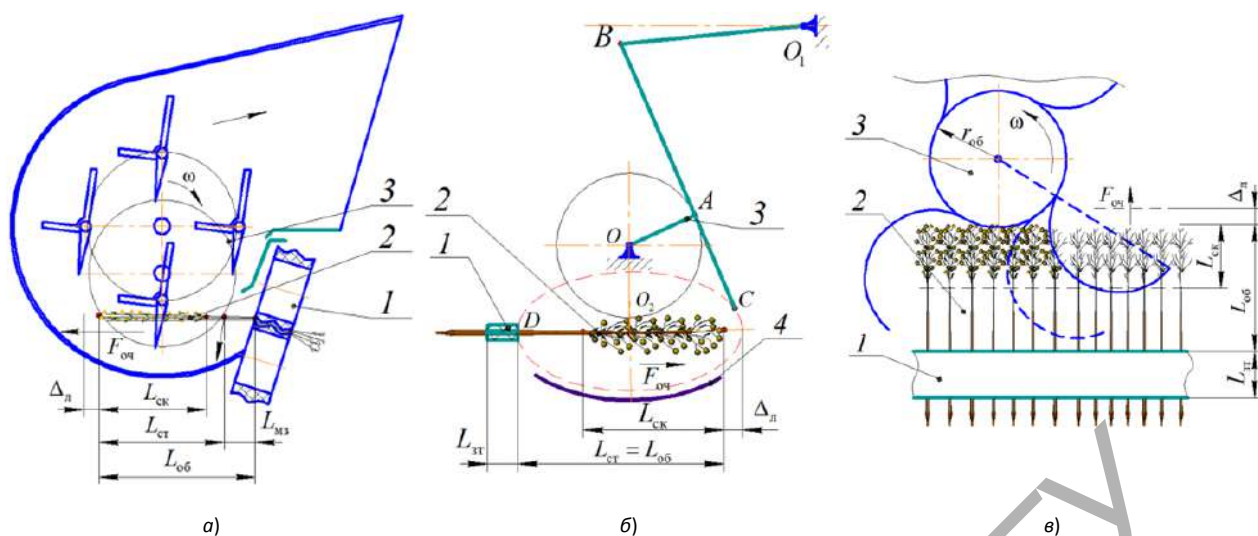


Рисунок 1 — Схемы устройств для отделения семенной часть льна-долгунца от стеблей: *a* — однобарабанный гребневый очесывающий аппарат; *б* — обмолачивающее устройство с кривошипно-шатунным механизмом и коромыслом; *в* — динамически-активное очесывающее устройство; 1 — зажимной транспортер; 2 — лента стеблей льна; 3 — очесывающее (обмолачивающее) устройство; 4 — дека; $L_{ст}$ — участок стебля в зажимном транспортере; $L_{мз}$ — участок стебля льна между участками $L_{ст}$ и $L_{ст}$ («мертвая» зона); $L_{ст}$ — участок стебля подверженный воздействию рабочего органа (бича) при обмолаоте; $L_{об}$ — длина обрабатываемого участка стебля льна

С целью определения удлинения стеблей Δ_l в ленте льна под действием рабочих органов очесывающего (обмолачивающего) устройства была изготовлена лабораторная установка, схема и общий вид которой представлены на рисунке 2. Установка представляет собой сплошную плиту 1, на которой закреплено устройство 3, имитирующее зажимной транспортер, в которое укладывалась лента льна 2. В нижней части плиты имеется линейная шкала 4, выполненная по ГОСТ 5094-74 с точностью до 1 мм. Плита устанавливалась в раму вертикальной конструкции шарнирно, с возможностью поворота на 90° . Для создания растягивающей силы использовали груз 5 с массой, исключаяй обрыв стеблей льна.

Опыты проводили следующим образом. На расположенную горизонтально плиту 1, в зажимное устройство 3 укладывали и фиксировали отрезок ленты льна 2 длиной 0,5 м, полученный при работе теребивильного аппарата льноуборочного комбайна «Двина 4М». Укладка отрезка ленты льна в зажимное устройство проводилась на расстоянии $1/3$ от комлевой части ленты. За верхнюю часть стебля ниже соцветия закрепляли с помощью зажима груз таким образом, чтобы зажатие было надежным, но без существенного повреждения растения. С помощью шкалы 4 фиксировалось начальное положение верхушки стебля, а затем плита плавно переводилась в вертикальное положение, стебель под действием груза вытягивался, после чего фиксировалось значение длины стебля в вытянутом состоянии. Разница между верхушкой вытянутого стебля и верхушками стеблей в ленте соответствовало удлинению Δ_l . Испытанию подвергалась лента стеблей льна шириной B_l 0,69, 0,82, 0,96 и 1,09 м.

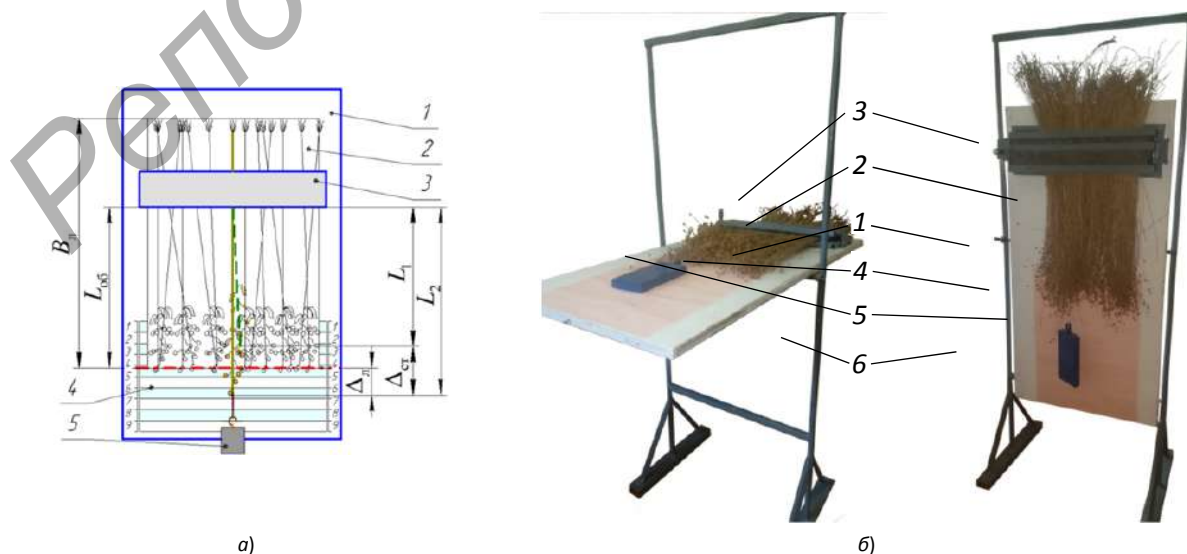


Рисунок 2. — Схема (а) и общий вид (б) лабораторной установки для определения параметров Δ_l и κ : 1 — плита; 2 — лента стеблей льна; 3 — зажимное устройство; 4 — линейная шкала; 5 — груз; 6 — рама

Коэффициент, учитывающий удлинение стеблей в ленте льна к определим из выражения

$$k = \frac{L_{об} + \Delta_l}{L_{об}} \quad (1)$$

где $L_{об}$ — длина стебля льна от места зажима до вершины, м;

Δ_l — величина, на которую вытянулся стебель льна под действием груза, м.

Для определения величины k были заготовлены опытные образцы свежесобранного льна на полях льнозавода ОАО «ГоркиЛён». Исследуемые образцы стеблей льна имели влажность 43—55 %, значения диаметров стеблей находились в пределах от 0,48 до 2,37 мм, а их средняя длина — 0,69—1,09 м.

В результате исследований получено 140 значений величины Δ_l и 140 расчетных значений k при различных значениях $L_{об}$. Практические наблюдения в процессе проведения эксперимента позволили установить основные факторы, влияющие на параметр Δ_l . К ним относятся перекос стеблей в ленте, кривизна самого стебля и относительное удлинение стебля под действием приложенной силы.

Влияние длины участка ленты льна $L_{об}$ на Δ_l и k обосновывается связью между перекосом стеблей в ленте и работой делителей, теребильного аппарата и скоростного режима льноуборочного комбайна [8, 14].

Статистическую обработку полученных данных проводили в Microsoft Excel с помощью надстройки «Анализ данных», «Однофакторный дисперсионный анализ» [15]. В результате оценки установлена доля влияния фактора (L_1) на величины Δ_l и $\Delta_{ст}$ соответственно: при величине $L_{об} = 0,46$ м — 33,07 и 68,98 %; $L_{об} = 0,55$ м — 48,62 и 35,40 %; $L_{об} = 0,64$ м — 76,99 и 17,72 %; $L_{об} = 0,73$ м — 90,01 и 2,67 %. Снижение доли влияния параметра L_1 на величины Δ_l и $\Delta_{ст}$ может объясняться наличием относительного сдвига стеблей в ленте льна.

Средние значения показателей величины Δ_l и коэффициента k для различных величин $L_{об}$ приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Результаты оценки влияния величины $L_{об}$ на Δ_l и k

Наименование параметра	Величина $L_{об}$, м			
	0,46	0,55	0,64	0,73
Среднее значение величины удлинения стебля льна Δ_l , м	0,020	0,030	0,039	0,047
Значение коэффициента удлинения стеблей в ленте льна k	1,053	1,063	1,069	1,071

Коэффициент корреляции между показателями $L_{об}$ и Δ_l составил 0,998, а между показателями $L_{об}$ и $\Delta_{ст}$ — 0,987, что свидетельствует о сильной прямой связи между ними, и при проведении расчетов можно воспользоваться одним из них. Также следует отметить, что изменение параметров k в зависимости от величины $L_{об}$ нелинейно.

Графики зависимостей длины участка Δ_l и k от длины участка стебля льна $L_{об}$ от места зажима до вершины приведены на рисунке 3.

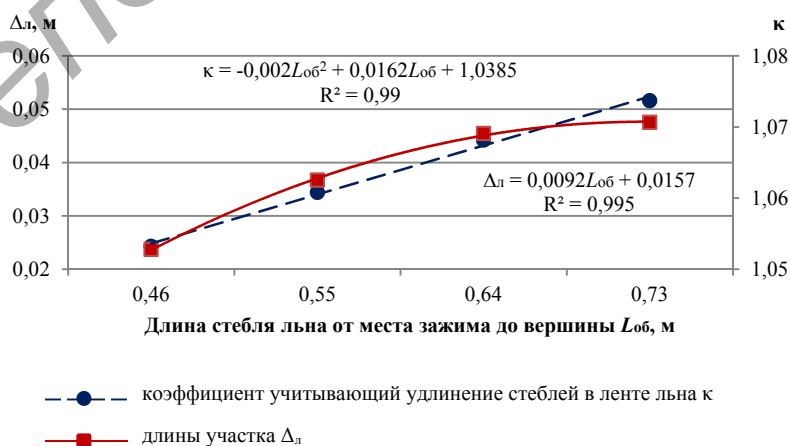


Рисунок 3 — Графики зависимости Δ_l и k от $L_{об}$

Из рисунка 3 видно, что параметр $\Delta_{\text{д}}$ хорошо подчиняется линейной зависимости от L_{06} вида

$$\Delta_{\text{д}} = 0,0092 \cdot L_{06} + 0,0157, \quad (2)$$

с коэффициентом детерминации равным 0,995.

Коэффициент k подчиняется квадратичной зависимости

$$k = -0,002 \cdot L_{06}^2 + 0,0162 \cdot L_{06} + 1,0385 \quad (3)$$

с коэффициентом детерминации равным 0,99.

Заключение. В результате исследований установлено, что в процессе воздействия рабочих органов устройств для отделения семенной части урожая от стеблей возникают силы, действующие вдоль стеблей приводящие к их удлинению. Удлинение стеблей льна в ленте требует уточнения длинна обрабатываемого участка стебля льна. С целью определения длинна обрабатываемого участка стебля льна с учетом действия сил, возникающих при обработке льна, введен показатель относительного удлинения k . Получены эмпирические закономерности изменения величины удлинения стебля льна $\Delta_{\text{д}}$ и коэффициента удлинения стеблей в ленте льна k от ширины участка стеблей льна, находящихся в зоне обмолота L_{06} .

Список цитируемых источников

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна : моногр. / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. Н. Кудрявцев [и др.]. — Горки : БГСХА, 2016. — 156 с.
2. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестн. БГСХА. — 2019. — № 2. — С. 267—271.
3. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. — Вестн. БГСХА. — 2017. — № 2. — С. 137—141.
4. Янышина, А. А. Обоснование срока теребления льна-долгунца для получения семян с высокими посевными качествами / А. А. Янышина, А. А. Линь, В. М. Михайлов // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — № 2. — С. 33—35.
5. Мансапова, А. И. Особенности технологий возделывания льна-долгунца на волокно и семена в подтаёжной зоне Омской области / А. И. Мансапова, М. А. Горбова // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. — 2020. — № 12(194). — С. 24—30.
6. Шаршунов, В. А. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств республики Беларусь техническим средствами для уборки льна-долгунца / В. А. Шаршунов, В. А. Кожановский, М. В. Цайц // Вестн. БГСХА. — 2022. — № 4. — С. 150—156.
7. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестн. БГСХА. — 2019. — № 2. — С. 267—271.
8. Зинцов, А. Н. О взаимном расположении ленты растений льна-долгунца и очесывающего аппарата при раздельной уборке / А. Н. Зинцов // Тракторы и сельхозмашины. — 2020. — № 3. — С. 75—80.
9. Ковалев, М. М. Исследование сопротивления стеблей льна отгибу / М. М. Ковалев, А. В. Галкин, В. И. Дмитриев // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца : материалы Междунар. науч.-технич. конф., Торжок, 02—03 ноября 2004 года. — Торжок : ООО "Фирма Вариант", 2005. — С. 224—229.
10. Татарницев К. В. Повышение эффективности технологии уборки льна-долгунца путем оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата : автореферат дис. ... канд. техн. наук. — Тверь—Санкт-Петербург, 2008. — 21 с.
11. 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. — Санкт-Петербург-Павловск, 2003. — 19 с.
12. Вакарчук, С. Анализ очесывающих аппаратов для отделения семян от стеблей льна / С. Вакарчук // Актуальные вопросы развития науки и технологий : сб. статей междунар. науч.-практич. конф. молодых учёных, Караваево, 01—31 марта 2017 года / Костромская гос. сельскохозяйственная акад. — Караваево : Костромская гос. сельскохозяйственная акад., 2017. — С. 71—75.
13. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестн. БГСХА. — 2017. — № 4. — С. 174—180.
14. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестн. Бел. гос. сельскохозяйственной акад. — 2022. — № 2. — С. 180—186.
15. Останин, В. П. Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента : учеб. пособие / А. Н. Останин, В. П. Тюленев, А. В. Романов, А. А. Петровский; под общ. ред. А. Н. Основина. — Минск : Выш. шк., 1989. — 218 с.