«Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, г. Мичуринск, e-mail: Lan-vladimir@yandex.ru.

Author credentials

Affiliations

Zavrazhnov Andrey – Candidate of Technical Sciences, Head of the Engineering Center of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Michurinsk State Agrarian University”, Russia, Michurinsk, e-mail: Noc-inteh@yandex.ru.

Zavrazhnov Anatoly – Full Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Ch. Researcher of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Michurinsk State Agrarian University”, Russia, Michurinsk, e-mail: aiz@mgau.ru.

Lantsev Vladimir – Full Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Michurinsk State Agrarian University”, Russia, Michurinsk, e-mail: Lan-vladimir@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 08.07.2021 Принята к публикации (Accepted): 09.08.2021

УДК 636.085

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-3-40-50

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕПОДБИВАНИЯ СТЕБЛЕЙ В СЛОЕ ПРИ ОБОРАЧИВАНИИ ЛЕНТ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

¹Зинцов Александр Николаевич

²Ковалев Михаил Михайлович

¹Соколов Валерий Николаевич

²Перов Геннадий Анатольевич

¹ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

²ФГБНУ “Федеральный научный центр лубяных культур”

Реферат. Для сокращения потерь волокнистой части при выделении из тресты на льнозаводе используют комплеподбивание. Приведен анализ конструкций комплеподбивателей. Показано, что уменьшать растянутость слоя наиболее целесообразно с помощью оборачивания лент стеблей льна в процессе росяного приготовления тресты. Для осуществления предложенного способа в Костромской ГСХА разработан конвейерный комплеподбиватель наклонного типа, обеспечивающий наиболее полное использование энергии удара для продольного смещения стеблей в слое, независимо от случайного характера входных факторов. Инновационный комплеподбиватель, совершает колебательное движение. Он выполнен в виде бесконечной ленты, обладающей упругими свойствами и огибающий цилиндрические передний ведущий, и задний ведомый шкивы. Колебательные движения рабочей ветви бесконечной ленты задают установленные под ней два или более синхронно вращающихся активаторов роликового типа, в которых обеспечивается наиболее полное использование энергии удара для продольного смещения стеблей в слое, позволяющего наносить удары комплеподбивающей поверхностью строго в направлении осей стеблей. Представлена методика и результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров и режимов работы разработанного конвейерного комплеподбивателя в варианте его использования на опытном образце оборачивателя ОКП-1,5К. Установлено, что максимальное уменьшение растянутости слоя ($\Delta\gamma=5,44\%$) за одно оборачивание обеспечивается при нанесении четырех ударов по косякам стеблей с амплитудой 3,0 см. Показана эффективной работы предложенного комплеподбивателя в широком диапазоне урожайности льна-долгунца.

Ключевые слова: растянутость, стебли, длинное льняное волокно, урожай, слой, треста, лента, комплеподбиватель, оборачиватель, конвейер.

INVESTIGATION OF THE INNOVATIVE PROCESS OF COMBING STEMS IN A LAYER WHEN WRAPPING FLAX RIBBONS

¹Zintsov Alexander²Kovalev Mixail¹Sokolov Valery²Perov Gennady¹FGBOU VO Kostroma State Agricultural Academy²FSBI "Federal Research Center for Bast Crops"

Abstract: *Komlepodbivaniye is used to reduce the loss of the fibrous part when separating from the trusts at the flax mill. The analysis of the construction of the komlepodbivatel is given. It is shown that it is most expedient to reduce the stretching of the layer by wrapping the ribbons of flax stems in the process of dew preparation of trusts. Conveyor komlepodbivatel of inclined type, providing the most complete use of impact energy for longitudinal displacement of stems in the layer, regardless of the random nature of the input factors, was developed at the Kostroma State Agricultural Academy for the implementation of the proposed method. An innovative komlepodbivatel that makes an oscillating motion. It is made in the form of an endless belt with elastic properties and enveloping cylindrical front driving and rear driven pulleys. displacement of the stems in a layer that allows hitting with a komlepodbivaniye surface strictly in the direction of the axes of the stems. The methodology and results of experimental studies on the substantiation of the parameters and operating modes of the developed conveyor complement device in the variant of its use on the prototype of the OKP-1.5K turner are presented. It was found that the maximum decrease in the elongation of the layer ($\Delta\gamma = 5.44\%$) for one turn is provided when four blows are applied to the butts of the stems with an amplitude of 3.0 cm. The effective work of the proposed butt-finisher is shown in a wide range of fiber flax yields.*

Keywords: *elongation, stems, long flax fiber, crop, layer, tresta, tape, komlepodbivatel, wrapper, conveyor.*

Введение. Длинное льняное волокно всегда было главным источником прибыли и основой для дальнейшего развития льноводства. Анализ причин кризисного состояния отрасли показал, что в рейтинге неблагоприятных обстоятельств одно из лидирующих мест занимают чрезмерно большие потери волокнистой части при ее выделении из тресты на льнозаводе. В лучшем случае только одна треть возможного урожая волокна используется для получения прибыли. Чаще всего неудовлетворительный результат становится следствием избыточной растянутости стеблей в ленте (слое), которая формируется в результате целого ряда таких производственных факторов, как использование для посева семян низких репродукций, грубые нарушения технологии предпосевной обработки почвы, особенностями механических воздействий на стеблестой теребильными секциями и другими рабочими органами льноуборочных машин. Как показывает практика, наибольший вред качеству лент стеблей приносят обязательные технологические операции по приготовлению и уборке льнотресты, которые многократно и неминуемо увеличивают указанный параметр [1-4]. При избыточном продольном сдвиге наиболее выступающие из слоя стебли не попадают в зону действия зажимных транспортеров трепальных секций, легко выдергиваются из слоя трепальными барабанами, уходят в отходы, снижая выработку длинного волокна.

Проблема низкого выхода длинного волокна (не более 10% от массы тресты) возникла еще в конце прошлого века после отказа льноводов от паковок тресты (соломы) в виде снопов и внедрения рулонной технологии уборки льносырья.

Несмотря на неоспоримые достоинства, рулонная технология практически сразу же претерпела серьезные искажения. Применяемая ранее технология сдваивания и страивания лент себя не оправдала, так как кроме затрат ручного труда в них увеличивалась исходная растянутость стеблей. Поэтому, независимо от качества тресты, ожидать высоких выходов длинного волокна из такого слоя не представляется возможным.

Попытка исключить затраты ручного труда на просушку тресты путем применения впускивателей лент ВЛ-3 безусловно увенчалась успехом. Однако обозначенная выше проблема

при работе вспушивателей в трудных условиях уборки решена не до конца, так как часть стеблей прибитых к земле дождями, остается неподнятыми.

Достаточно результативным приемом повышения качества волокнистой продукции, как показывает производственный опыт и результаты многих научных исследований, является оборачивание лент стеблей льна в процессе росяного приготовления тресты [3-6]. В соответствии с агротребованиями, существующие машины увеличивают растянутость стеблей в ленте на пять и более процентов, тем самым уменьшая эффект от повышения качества волокна.

Поэтому для повышения качества и максимального получения из растений волокнистой части необходимо при выполнении оборачивания лент устранять в них избыточную растянутость стеблей предусмотренную агротребованиями (не более 1,2) путем комлеподбивания, (то есть нанесения ударов по комлевой части слоя в направлении осей стеблей) [7-9].

Для осуществления предложенного способа в потоке стеблевой массы необходимо за очень короткий промежуток времени выполнить последовательно несколько технологических операций: подбор ленты стеблей с поверхности поля, оборачивание ленты, комлеподбивание и возврат обработанных лент на поле для проведения дальнейших действий с ней [10].

Наибольшее распространение для осуществления комлеподбивания получили конвейерные комлеподбиватели различных конструкций, которые применяются как на мобильных уборочных машинах, так и в линиях льнозаводов [2, 10, 11].

Принцип работы наклонного конвейерного комлеподбивателя основан на смещении ленты стеблей 3 вниз под действием силы тяжести в процессе их транспортирования конвейерами 2 и 4 (рисунок 1, а) [1].

а)

1 – комлеподбивающая поверхность; 2 – комлевой конвейер; 3 – стебли льна; 4 – вершинный конвейер

б)

1 - приемный стол; 2 – ведущий шкив; 3 – бесконечная гибкая лента; 4 – ведомый шкив; 5 – рабочая ветвь гибкой ленты; 6 – активаторы; 7 – ролики; 8 – конвейеры

Рисунок 1 – Схемы конвейерного комлеподбивателя: без активаторов – а; с активаторами – б

Смещение стеблей происходит до касания комлями поверхности 1, которая наносит по ним встречные удары. Вследствие полученных ударов растянутость стеблей в ленте уменьшается.

Известен комлеподбиватель [10], имеющий рабочий орган, совершающий колебательное движение, снабженный бесконечным ремнем, огибающим эксцентрично установленные шкивы.

В подборщике тресты [10] комлеподбивающий механизм выполнен в виде кривошипов, шарнирно соединенных с комлеподбивающей планкой.

Выравниватель стеблей льна [12] с колебательным движением рабочего органа, выполнен в виде бесконечной ленты, огибающей шкивы, один из которых выполнен в виде многогранника и подпружинен.

Опытный комлеподбиватель конвейерного типа [13] имеет параллелограммный механизм, включающий три кривошипа, шарнирно связанные с шатуном, и две подпружиненные опоры, одна из которых шарнирно соединена с шатуном, а другая закреплена на нем жестко.

Наиболее целесообразным для осуществления комлеподбивания в мобильных уборочных машинах является конвейерный комлеподбиватель [2, 6, 11].

Анализ конструкций известных комлеподбивателей показал, что во всех случаях при работе комлеподбивающей поверхности (КП) вектор скорости любой ее точки имеет осевую (вдоль осей стеблей) — V_y и поперечную (перпендикулярно осям стеблей) — V_x составляющие, изменяющиеся по закону синуса (косинуса). При этом энергия составляющей удара, направленной вдоль осей стеблей, расходуется на комлеподбивание. Эта энергия затрачена на выполнение полезной работы. Энергия другой составляющей, направленной перпендикулярно осям стеблей, вызывает перекося стеблей в слое и их повреждения. Эта часть энергии удара, затрачена на выполнение вредной работы. Поэтому, для использования всей энергии удара с максимальным эффектом необходимо, чтобы в момент контакта с комлями стеблей осевая составляющая V_y скорости движения КП имела наибольшее значение, а поперечная — V_x была сонаправленной и равной скорости V_k транспортирования стеблевой массы конвейерами 2 и 4 (рисунок 1,б) [14].

Для реализации такого воздействия необходимо, чтобы в соответствии с обозначенным условием контакт слоя тресты с КП происходил в тот момент, когда скорость движения КП относительно этого слоя в направлении, перпендикулярном осям стеблей, равнялась нулю:

$$V_{отн} = V_k - V_x = 0. \quad (1)$$

При разработке модернизированного процесса комлеподбивания с учетом условия (1) следует иметь в виду, что все полевые машины функционируют в условиях, изменяющихся случайным образом. При этом величина и продолжительность смещения стеблевой массы под действием силы тяжести, скорость первого удара и количество последующих контактов комлей с КП также не будут постоянными.

С целью получения максимального эффекта от каждого удара, несмотря на отмеченную изменчивость факторов на входе в комлеподбиватель, необходимо постоянное соблюдение условия (1) в любой момент встречи слоя с КП. Однако технологические процессы всех известных комлеподбивателей не отвечают данному требованию, так как их работа всегда сопровождается наличием поперечной составляющей V_x скорости КП, изменяющейся по закону синуса (косинуса). Отмеченный недостаток в полной мере относится и к наклонным комлеподбивателям конвейерного типа. Поэтому процесс комлеподбивания нуждается в существенной модернизации и дополнительном исследовании в качестве рабочего органа уборочной машины [1].

В результате научных изысканий предложен инновационный комлеподбиватель конвейерного типа (рисунок 1,б), [14], позволяющий наиболее полно обеспечить выполнение требований условия (1). В нем конвейеры 8 (рисунок 1,б) перемещают слой стеблей со скоростью V_k вдоль рабочей ветви 5 бесконечной ленты 3 на выходе из комлеподбивателя 1, движущейся со скоростью V_d . Причем горизонтальная составляющая скорости V_x движения рабочей ветви бесконечной ленты совпадает по направлению и равняется скорости V_k движения конвейеров. Синхронно вращающиеся активаторы 6 задают рабочей ветви 5 бесконечной ленты 3 колебательные возвратно-поступательные движения в направлении осей стеблей, и заставляют их смещаться только в направлении их осей внутрь слоя.

В этом случае выравнивание слоя стеблей льна будет происходить более эффективно за счет использования всей энергии каждого удара из-за обеспечения постоянства направления воздействий. Цилиндрическая форма ведомого шкива 4 погасит колебания рабочей ветви 5

бесконечной ленты 3 на выходе из комлеподбивателя, что обеспечит прямолинейность комлевой части слоя стеблей и сохранит эффект, достигнутый при работе комлеподбивателя.

Цель работы – разработка, обоснование оптимальных параметров и режимов работы инновационного конвейерного комлеподбивателя.

Материалы и методы. В процессе исследования использовались методы общего и логического анализа, расчетно-конструктивный метод, метод планирования и обработки эксперимента [15, 16].

Случайная изменчивость и практическая неуправляемость условий работы полевых уборочных машин обуславливает невозможность имитационного моделирования изучаемого процесса в лабораторных условиях. Поэтому наиболее целесообразным является поиск оптимальных значений исследуемых факторов в реальных производственных условиях.

Для проведения эксперимента в ФГБОУ ВО Костромская ГСХА был разработан и изготовлен опытный образец оборачивателя – комлеподбивателя ОКП – 1,5К с установленным на него инновационным (модернизированным) конвейерным комлеподбивателем (рисунок 2).

Рисунок 2 – Оборачиватель-комлеподбиватель ОКП-1,5К: а - общий вид; б - в работе

С учетом этого, для решения поставленной задачи программа эксперимента была реализована в производственных условиях опытного поля ФГБОУ ВО Костромской ГСХА с использованием планирования многофакторных опытов по трехуровневому плану 2-го порядка Бокса-Бенкина для трех факторов [16]. При этом объектом исследования являлся модернизированный процесс комлеподбивания, осуществляемый при работе конвейерного оборачивателя – комлеподбивателя ОКП-1,5К в агрегате с трактором МТЗ-80 (рисунок 2, б).

Результаты активных наблюдений за работой оборачивателя-комлеподбивателя ОКП-1,5К показали, что интенсивность комлеподбивания не является постоянной и зависит от множества факторов, среди которых наиболее заметное влияние на изучаемый процесс оказывают плотность стеблевой массы — ρ , размах — A и количество — N ударов комлеподбивающей поверхности.

Характеристика исходного материала представлена в таблице 1.

Опыты проводили в факторном пространстве, размеры которого представлены в таблице 2.

Управление плотностью ρ осуществляли путем изменения скорости движения агрегата на 3, 4 и 5-ой передачах трактора МТЗ-80. Значение указанного фактора определяли с учетом исходной плотности стеблевой массы в подбираемой ленте. Для этого перед проходом агрегата из ленты льна брали пробы для определения исходных значений плотности. Далее рассчитывали значение плотности слоя стеблей, полученной в комлеподбивателе, по формуле:

$$\rho = \rho_{\text{исх.}} \cdot \frac{V_{\text{агр.}}}{V_{\text{к.}}}, \text{ ст./м}, \quad (2)$$

где $V_{\text{агр.}}$ — скорость агрегата, м/с; $V_{\text{к.}}$ — скорость ленты конвейеров комлеподбивателя, м/с; $\rho_{\text{исх.}}$ — исходная плотность ленты стеблей, ст./м.

Таблица 1 — Характеристика исходного материала при проведении исследований

Показатель	Значение показателя
Сорт льна	Лидер
Урожайность тресты, т/га	2,54
Густота стеблестоя, ст./м ²	1210
Плотность ленты, ст./м ленты	1840
Масса одного стебля, г	0,21
Средний диаметр стеблей, мм	1,29
Полеглость стеблестоя, балл	5,00
Относительная средняя растянутость стеблей в ленте, %	135
Средняя общая длина стеблей, см	72,23
Влажность тресты, %	21,70

Таблица 2 — Размеры факторного пространства

Фактор	Уровни факторов			Интервал варьирования
	–1	0	+1	
ρ , ст./м	1748	2116	2484	368
N, удар	2	3	4	1
A, см	1,0	2,0	3,0	1,0

Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Плотность стеблевой массы на конвейерах комлеподбивателя

Показатель	Передача		
	III	IV	V
Скорость агрегата $V_{\text{агр.}}$, м/с	1,9	2,3	2,7
Скорость конвейеров комлеподбивателя $V_{\text{к.}}$, м/с	2,00		
Плотность ленты в поле $\rho_{\text{исх.}}$, ст./м ленты	1840		
Плотность ленты в комлеподбивателе ρ , ст./м ленты	1748	2116	2484

В качестве критерия оптимизации приняли изменение относительной растянутости стеблей в ленте — $\Delta\gamma$ после обработки модернизированным комлеподбивателем, выраженное в абсолютных процентах.

Управление размахом A ударов КП осуществляли путем установки под подшипниковые опоры активаторов прокладок толщиной 1,0 см. При этом значения размахов A ударов комлеподбивки составляли соответственно — 1,0; 2,0 и 3,0 см.

Управление количеством N ударов выполняли путем изменения передаточного отношения в приводе активаторов в соответствии с кинематической схемой оборачивателя-комлеподбивателя.

Планом эксперимента предусмотрено исследование данного фактора на трех уровнях варьирования — два, три и четыре удара комлеподбивающей поверхности. Настройку привода для обеспечения необходимого количества ударов комлеподбивающей поверхности осуществляли путем соответствующей замены звездочек.

Для определения значений критерия оптимизации отбирали пробы горстей стеблей до прохода и после прохода агрегата на стометровом участке ленты через каждые 10 м. С учетом исходной — $\gamma_{\text{исх.}}$ и полученной после комлеподбивания растянутости — $\gamma_{\text{к.}}$ вычисляли изменения данного параметра по формуле:

$$\Delta\gamma = (\gamma_{\text{исх.}} - \gamma_{\text{к.}}) \cdot 100 = \left(\frac{L_{\text{исх.}}^{\text{г.}} - L_{\text{к.}}^{\text{г.}}}{L_{\text{ст.}}} \right) \cdot 100, \%_{\text{абс}}, \quad (3)$$

где $L_{исх.}^*$, L_k^* — длина горсти стеблей соответственно в исходной ленте и в ленте, полученной после комлеподбивания, см; $\bar{L}_{ст.}$ — средняя длина стеблей в ленте, см.

Результаты исследований, полученные в эксперименте, обрабатывались по известным методикам [16].

Результаты и их обсуждение. В результате компьютерной обработки экспериментальных данных получена математическая модель инновационного процесса комлеподбивания в заданном диапазоне факторного пространства в виде квадратного уравнения:

$$\Delta\gamma = 4,47 + 1,15 \cdot N + 0,39 \cdot A + 0,088 \cdot \rho + 0,1 \cdot N \cdot A - 0,296 \cdot N^2 - 0,371 \cdot A^2 - 0,221 \cdot \rho^2. \quad (4)$$

Анализ уравнения (4) показал, что наибольшее влияние на эффективность комлеподбивания оказывает количество — N ударов комлеподбивающей поверхности (коэффициент регрессии 1,15) и величина размахов — A ударных воздействий (коэффициент регрессии 0,39). Наименьшие значения коэффициентов регрессии в уравнении (4) имеет плотность ρ стеблевой массы. Указанный факт является положительным, поскольку он свидетельствует о возможности эффективного комлеподбивания стеблей в лентах в широком диапазоне урожайности льна.

Для регрессионной модели (4) построили поверхности отклика и их двумерные сечения, соответствующие пересечению пространственной фигуры с плоскостями, показанные на рисунке 4.

Визуализация уравнения (4) с помощью двумерных поверхностей отклика $\Delta\gamma = f(A; N)$, и их сочетаний $\Delta\gamma = f(\rho; A)$ и $\Delta\gamma = f(\rho; N)$ (рисунок 4) показала, что с ростом значений указанных факторов их положительное влияние на результат имеет затухающий характер.

Установлено, что наибольший эффект от комлеподбивания ($\Delta\gamma = 5,44\%$) обеспечивается при нанесении четырех ударов с размахом 3 см. Причем характер представленной поверхности в зоне максимальных значений факторного пространства свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего увеличения количества воздействий и величины размахов.

Отмеченное ослабление эффекта является следствием того, что расположение комлей растений в поперечном сечении слоя подчинено закону нормального распределения [11] и с каждым последующим ударом количество сдвигаемых растений в слое увеличивается. Пропорционально этому количеству возрастает и суммарная сила трения между стеблями в слое, которую необходимо преодолеть при комлеподбивании. Поэтому наиболее результативными являются первые удары, а эффективность последующих воздействий постепенно снижается. Следовательно, увеличивать количество воздействий более четырех ударов нецелесообразно. Кроме того, возрастание частоты вращения активаторов вызовет сокращение ресурса работы большинства деталей комлеподбивателя.

Увеличение размаха воздействий также существенным образом активизирует исследуемый процесс. Однако по причине прогрессивного роста суммарной силы трения между стеблями в слое влияние данного фактора также ослабевает по мере приближения его значения к верхней границе варьирования. Дальнейшее смещение слоя под воздействием комлеподбивающей поверхности происходит без заметного изменения растянутости в нем стеблей. Поэтому увеличение размаха воздействий комлеподбивающей поверхности за пределы верхней границы факторного пространства также становится малоэффективным.

Наименьшие значения коэффициентов регрессии в уравнении (4) имеет плотность ρ стеблевой массы. Указанный факт является положительным, так как он свидетельствует о возможности эффективного комлеподбивания стеблей в лентах в широком диапазоне урожайности льна.

Рисунок 4 – Влияние размахов A и количества ударов N (a), плотности стеблевой массы ρ и размахов A ($б$), плотности стеблевой массы ρ и количества ударов N на изменение относительной растянутости стеблей в ленте ($в$)

Выводы. 1. Разработан инновационный конвейерный комлеподбиватель, совершающий колебательное движение, выполненный в виде бесконечной ленты, обладающей упругими свойствами и огибающий цилиндрические передний ведущий, и задний ведомый шкивы, а колебательные движения рабочей ветви бесконечной ленты задают установленные под ней два или более синхронно вращающихся активатора роликового типа, в котором обеспечивается наиболее полное использование энергии удара для продольного смещения стеблей в слое, позволяющего наносить удары комлеподбивающей поверхностью строго в направлении осей стеблей (патент РФ №2683726).

2. Экспериментальными исследованиями, проведенными в полевых условиях, установлено, что модернизация конвейерного комлеподбивателя на опытном образце оборачивателя-комлеподбивателя активизирует его рабочий процесс. Наилучший результат от комлеподбивания ($\Delta\gamma=5,44\%$) получен при нанесении четырех ударов с размахом 3 см, которые являются оптимальными. Установлена возможность эффективного комлеподбивания стеблей в лентах в широком диапазоне урожайности льна.

Список литературы

1. Зинцов А.Н. О повышении эффективности комлеподбивания стеблей в лентах льна-долгунца // Вестник АПК Верхневолжья. — 2017. — №1. — С.67-72.
2. Зинцов А.Н. Научные основы повышения структурных параметров лент стеблей при уборке льна-долгунца: Монография. — Кострома: Изд. КГСХА, 2007. — 128 с.
3. Боярченкова М.М., Быков Н.Н. Эффективность оборачивания тресты // Лен и конопля. — 1974. — №9. — С.30-31.
4. Понажев В.П. Современные проблемы технологического качества льна-долгунца / Инновации в производстве товаров нового поколения из льна // Материалы Международной научно-практической конференции (Вологда, 28 февраля, 2005 г.).— С.35-43.
5. Ковалев М.М., Перов Г.А. Обоснование выбора схемы и рабочих органов подборщика-оборачивателя лент льна / Тр./ВНИИ льна.-Торжок.-1989.-Вып.ХХУІ.-С.101-110.
6. Перов Г.А. Повышение эффективности работы подборщика-борачивателя льна за счет оптимизации его параметров и режимов: автореф. дисс. канд. техн. наук. - Санкт-Петербург-Пушкин, 1993. — 10 с.
7. Vanot J. La passion le lin. — Notre Dame de Gravenchon: Corlet, 2003. — 72 p.
8. Tolstushko N., Yaroshevich N. Analysis of the vibration moving of stems on the sloping plane with the shock-vibration law of motion // The International Conference on Nonlinear Dynamics. Book of Abstracts. — Kharkov (Ukraine). — 2004. — 73 p.
9. Ковалев М.М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна-долгунца: дис.... д-ра тех. наук. — Тверь, 2010. — 499 с.
10. Черников В.Г. Изыскание и исследование рабочих органов для подъема и выравнивания лент льнотресты: дис. ... канд. техн. наук. — Торжок, 1969. — 168с.
11. Дьячков В.А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон: монография. — Кострома: изд-во Костром. Гос. Технол. Ун-та, 2009. 271 с.
12. А.с. 1044237 СССР, МКИЗ A1D 45/06/ Выравниватель стеблей льна. А.И. Броцман, М.М. Ковалев, И.П. Сергеев, Г.А. Хайлис (СССР). - №3463268/30-15; заявл. 05.07.82; опубл. 30.09.83, Бюл. №36.
13. Налобина О.О., Пуць В.С., Толстушко М.М. Підрівнювальні пристрої льнозбиральних машин: монографія. — Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. — 172 с.
14. Пат. 2683726 Российская Федерация, МПК A01D 45/06. Выравниватель стеблей льна / Зинцов А.Н., Соколов В.Н., Рымарь О.Н., Вакарчук С.И. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. — № 2018121595/10, заявл. 13.06.18, опубл. 01.04.19, Бюл. №10. - 2 с.
15. Доспехов А.Б. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
16. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. - 4-е изд., пераб. и доп. - М.: Форум: Инфра — М., 2006. - 512 с.

References

1. Zintsov A. N. On improving the efficiency of combing stems in flax-long flax ribbons // Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region. - 2017. - No. 1. - p. 67-72.
2. Zintsov A. N. Scientific bases of increasing the structural parameters of stem ribbons when harvesting flax-long-lived: Monograph. - Kostroma: KGSNA Publishing House, 2007. - 128 p.
3. Boyarchenkova M. M., Bykov N. N. The effectiveness of wrapping trusts / / Flax and hemp. - 1974. - No. 9. - p. 30-31.
4. Panaev V. P. Modern problems of technological quality of flax / Innovation in the production of products of a new generation of linen // Materials of International scientific-practical conference (Vologda, February 28, 2005).— Pp. 35-43.

5. Kovalev M. M., G. A. Perov justification of the choice of the scheme and the working bodies of the pick-of-racemates strips of linen / Tr.//In the flax Research Institute.- Torzhok.-1989. - Issue XXII. - pp.101-110.
6. Perov G. A. Improving the efficiency of the flax picker by optimizing its parameters and modes: abstract. diss. candidate of Technical Sciences. - St. Petersburg-Pushkin, 1993 – - 10 p.
7. Vanot J. La passion le lin. – Notre Dame de Gravenchon: Corlet, 2003. – 72 p.
8. Tolstushko N., Yaroshevich N. Analysis of the vibration moving of stems on the sloping plane with the shock-vibration law of motion // The International Conference on Nonlinear Dynamics. Book of Abstracts. – Kharkov (Ukraine). – 2004. – 73 p.
9. Kovalev M. M. Technologies and machines for combined flax harvesting: dis.... Doctor of technical sciences. - Tver, 2010 – - 499 p.
10. Chernikov V. G. Research and study of working bodies for lifting and leveling of flax belts: dis. ... candidate of Technical Sciences. - Torzhok, 1969. - 168s.
11. Dyachkov V. A. Theoretical foundations of bast fiber production technology: monograph. - Kostroma: publishing house Kostrom. Gos. Technol. Un-ta, 2009. 271 p.
12. A. S. 1044237 USSR, MKIZ A1D 45/06 / Leveler of flax stems. A. I. Brotsman, M. M. Kovalev, I. P. Sergeev, G. A. Khailis (USSR).-No. 3463268/30-15; application 05.07.82; publ. 30.09.83, Bul. No. 36.
13. Nalobina O. O., Putz V. S., Tolstushko M. M. Pidrivnyuvalny pristroi flax-picking machines: monograph. - Lutsk: RVV of the Lutsk NTU, 2014. - 172 p.
14. Pat. 2683726 Russian Federation, IPC A01D 45/06. Leveler of flax stems / Zintsov A. N., Sokolov V. N., Rymar O. N., Vakarchuk S. I.; applicant and patent holder of the Kostroma State Agricultural Academy. - No. 2018121595/10, application 13.06.18, publ. 01.04.19, Bul. No. 10. - 2 p
15. Dospekhov A. B. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). - 5th ed., additional and re-edited-M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
16. Kulaichev A. P. Methods and means of complex data analysis. - 4th ed., perab. and add. - M.: Forum: Infra-M., 2006. - 512 p.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Зинцов Александр Николаевич – доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Кострома, пос. Караваево, e-mail: zintsov_a@mail.ru.

Ковалев Михаил Михайлович доктор технических наук, главный научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Федеральный научный центр лубяных культур”, Россия, г. Тверь, e-mail: m.kovalev@fncl.ru.

Соколов Валерий Николаевич - техник, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Кострома, пос. Караваево, e-mail: sokol-v-a-l@yandex.ru.

Перов Геннадий Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Федеральный научный центр лубяных культур”, Россия, г. Тверь, e-mail: g.perov@fncl.ru.

Author credentials

Affiliations

Zintsov Alexander - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", Russia, Kostroma, village Karavaevo, e-mail: zintsov_a@mail.ru.

Kovalev Mixail – Full Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, of Federal State Budgetary Educational Institution “Federal Research Center for Bast Crops”, Russia, Tver, e-mail: m.kovalev@fncl.ru.

Sokolov Valery – technician, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", Russia, Kostroma, village Karavaevo, e-mail: sokol-v-a-l@yandex.ru.

Perov Gennady - Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, of Federal State Budgetary Educational Institution "Federal Research Center for Bast Crops", Russia, Tver, e-mail: g.perov@fncl.ru.

Поступила в редакцию (Received): 16.07.2021 Принята к публикации (Accepted): 16.08.2021

УДК 631.332.7

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-50-56

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА САЖАЛКИ ДЛЯ ПРОРОЩЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

¹Зазуля Александр Николаевич

²Макарова Ольга Владимировна

²Гаспарян Светлана Валентиновна

³Борычев Сергей Николаевич

³Макаров Валентин Алексеевич

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

²Академия права и управления ФСИН России

³Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева

Реферат. Анализ способов повышения урожайности картофеля показывает, что использование в качестве посадочного материала пророщенного картофеля повышает урожайность на 40%. Сложность заключается в том, что при взаимодействии клубней с рабочими органами сажалки возможно травмирование и обламывание ростков клубней. Исследуются вопросы повышения эффективности работы картофелепосадочных машин при работе с пророщенными клубнями. Выявлены несовершенства выпускавшихся ранее машин СН-4Б-К и САЯ-4 Показана необходимость создания машин в значительной степени снижающих обламывание ростков клубней в процессе их движения из бункера к высевающим аппаратам. В задачу исследований входят вопросы усовершенствования картофелепосадочной машины для выявления факторов по снижению травмированности клубней картофеля при высадке их в борозду с обоснованием конструктивно-режимных параметров и предлагаемых технических решений. Разработана технологическая схема картофелесажалки для яровизированного картофеля с высаживающими аппаратами в виде цепи с ложечками с обоснованием скорости их движения, производительности высевающего аппарата и с устройством для снижения давления вышележащих слоёв на высеваемый картофель. Получены и проанализированы номограммы настройки картофелесажалки на нормы высева в зависимости от скорости движения агрегата. Получены уравнения по обоснованию параметров звёздочек для регулирования нормы высева с обоснованием технических режимов при эксплуатации и при снижении давления вышележащих слоёв клубней на нижние в зоне работы высевающего аппарата. В технологической схеме картофелесажалки предусмотрена специальная заслонка для снижения вертикального давления, в зоне работы высевающего аппарата. На основании теоретических исследований обоснована производительность высевающего аппарата, расстояния между ложечками, в зависимости от числа зубьев сменных звёздочек. Номограммы для настройки сажалки на норму высева получены для вариантов с независимым и синхронным приводом ВОМ трактора. Результаты теоретических исследований направлены на настройку высевающих аппаратов, на норму высева и рациональных режимов работы сажалки в процессе эксплуатации на скоростях до 8 км/ч при сменных звёздочках для нормы высева клубней в пределах от 40 до 80 тысяч штук на один гектар.

Ключевые слова. Сажалка, яровизированный картофель, высевающий аппарат, производительность.