

*На правах рукописи*



**РОМАНЕНКО**  
Владислав Юрьевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРАЧИВАТЕЛЯ ЛЬНА  
ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
ПОДБИРАЮЩЕ-ОБОРАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

05.20.01 – Технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург– 2011

Диссертация выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» и в Государственном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства Россельхозакадемии».

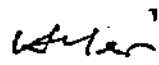
- Научный руководитель** – член-корреспондент Россельхозакадемии  
доктор технических наук, профессор  
Заслуженный изобретатель РСФСР  
**Черников Виктор Григорьевич**
- Официальные оппоненты:** – доктор технических наук, профессор  
Заслуженный деятель науки и техники РФ  
**Сечкин Василий Семенович;**
- кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
**Каледин Геннадий Владимирович**
- Ведущая организация** – ОАО «Тверьсельмаш»

Защита состоится « 16 » июня 2011 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 006.054.01 при Государственном научном учреждении Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук по адресу: 196625, г. Санкт-Петербург, Тярлево, Филътровское шоссе, 3, факс (812) 466-56-66, E-mail: nii@sp.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии.

Автореферат разослан « 14 » МАЯ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

 Черей Н.Н.

2011А  
10584

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Уборка льна долгунца является заключительным, самым сложным и трудоемким процессом при всех технологиях уборки льна. Наиболее эффективным способом получения льносырья высокого качества является оборачивание лент льна в процессе вылежки. Оно предохраняет ленты льна от прорастания травой и предотвращает подгнивание нижнего слоя стеблей, ускоряет процессы их вылежки и сушки, а также позволяет получить равномерное по цвету сырье. При этом качество льнопродукции повышется в среднем на 1 сортономер. Существующие в настоящее время подборщики-оборачиватели не обеспечивают технологическую и эксплуатационную надежность в работе.

Поэтому задача разработки подборщика-оборачивателя, способного качественно работать в благоприятных и неблагоприятных условиях, является **актуальной**.

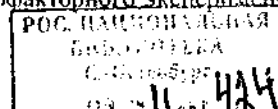
Диссертационная работа выполнена в соответствии с Программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации Россельхозакадемии на 2001-2005 годы (проблема 10) и на (2006-2010) годы (проблема 9), а также согласно плану научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ФГОУ ВПО «Тверская ГСХА».

**Целью работы** является совершенствование технологии и конструкции подбирающе-оборачивающих органов оборачивателя лент льна, а также выбор и обоснование оптимальных параметров и режимов работы подбирающе-оборачивающих устройств.

**Объекты исследования.** Объектом исследования является треста, процесс подбора и оборачивания ленты льна, макетный образец машины и устройства для осуществления данного процесса.

**Методы исследований.** Разработка нового подбирающе-оборачивающего устройства и анализ технологического процесса, базировались на методах классической механики с использованием математических моделей, описывающих процессы подбора и оборачивания лент льна рабочими органами данного устройства.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с действующими стандартами в полевых условиях на основе общепринятых и частных методик с использованием теории планирования многофакторного эксперимен-



та. Обработка результатов эксперимента выполнялась с использованием специальных компьютерных программ.

Экспериментальные исследования проведены в соответствии с СТО АИСТ 8.9 -2004 «Испытание сельскохозяйственной техники. Машины для уборки льна. Методы оценки функциональных показателей» на полях ОПХ ВНИИМЗ (поселок Эммаус, Калининского района Тверской области) и в лаборатории ГНУ ВНИИМЛ «Россельхозакадемии».

Экспериментальная проверка на макетном образце подборщика-оборачивателя позволяла дать качественную оценку степени адекватности теоретических и экспериментальных исследований.

***Научную новизну работы составляют:***

- усовершенствованная конструкция подбирающе-оборачивающего устройства;
- математические модели описывающие процессы подбора, оборачивания и расстила лент льнотресты усовершенствованным подбирающе-оборачивающим устройством;
- методика расчета рациональных параметров и режимов работы усовершенствованного подбирающе-оборачивающего устройства.

Новизну основных технических решений подтверждают патент на изобретение № 2353083 РФ на подбирающий барабан для стеблей льна, патент на полезную модель № 103699 РФ на подбирающий аппарат рулонного пресс-подборщика, и патент на изобретение № 2337345 РФ на устройство для экспресс-определения плотности почвы. Достоверность основных выводов подтверждена данными полевых испытаний макетного образца.

***Практическая значимость*** работы заключается в разработке:

- кинематической, технологической и конструктивной схеме адаптеров для подбора и оборачивания ленты льна долгунца;
- рекомендаций по использованию адаптеров предлагаемой конструкции и выполняемых ими процессов при уборке льна- долгунца;
- рекомендаций для определения рациональных параметров и режимов работы подбирающе-оборачивающих устройств.

По результатам научных исследований при участии автора разработано и внедрено усовершенствованное подбирающе-оборачивающее устройство на следующих машинах: полуприцепном прямоточном оборачивателе ОЛБ-01, и обо-

рачивателе с боковой навеской ОЛБ-1М; прицепом подборщике-оборачивателе ОЛП-1ТМ, и прицепом оборачивателе ОЛП-1.

*Апробации результатов диссертации.* Материалы диссертации докладывались и обсуждались: на международных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГОУ ВПО «Тверская ГСХА»: «Стабилизация производства и развития агропромышленного комплекса региона на основе внедрения инновационных технологий» (13-15 июня 2007 г.), «Проблемы аграрной науки и образования», (3-5 июня 2008 г.), «Современные технологии агропромышленного производства» (2-4 июня 2009 г.), «Инновационные технологии как основа развития аграрного образования и АПК региона» (1-3 июня 2010 г.); во 2-ом туре Всероссийского конкурса научных работ студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных вузов Центрального федерального округа, проходившего в ФГОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»: 24 апреля 2008 года и награжден грамотой по номинации «Технические науки» и грамотой Тверской ГСХА за лучшую научную работу среди аспирантов высших учебных заведений Минсельхоза России, а так же 16-17 апреля 2009 года и награжден дипломом по номинации «Технические науки»; участвовал в финале Всероссийского конкурса на лучшую научную работу аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России по номинации «Технические науки» в 2009 году, проходившего в ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина» и награжден дипломом.

*Публикации.* Основное содержание диссертации изложено в 14 печатных работах, включающих 2 патента на изобретение и 1 на полезную модель, а так же 2 работы опубликовано в изданиях, рекомендованных экспертным советом ВАК Российской Федерации для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Общий объем публикаций составил более 4,32 п. л., из них лично автора 2,54 п.л.

*Структура и объем диссертации.* Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 57 рисунков, 18 таблиц, 12 приложений и состоит из введения, пяти глав, выводов и списка использованных источников из 119 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* раскрывается актуальность проблемы подбора и оборачивания лент льна, приводится характеристика работы. Сформулированы положения выносимые на защиту.

1. Математические модели процессов подбора, оборачивания и расстила лент льна.

2. Технологические процессы и конструкционные схемы усовершенствованных подбирающе-оборачивающих адаптеров.

3. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, подтверждающих возможность применения усовершенствованных рабочих органов машин для подбора и оборачивания лент льна-долгунца.

4. Оценка эффективности применения разработанных рабочих органов в конструкциях машин для подбора и оборачивания лент льна-долгунца.

*В первой главе «Состояние вопроса, цели и задачи исследования»* изложена проблема низкого качества волокна при уборке, приведен краткий анализ технологий уборки льна-долгунца, обоснована актуальность совершенствования существующих и разработке новых адаптеров для подбора и оборачивания льносоломы.

В настоящее время в России наиболее распространен комбайновый способ уборки льна-долгунца. Его особенность состоит в том, что льносолома после прохода льнокомбайна расстилается на той же площади, с которой лен был вытереблен, а следовательно чем выше урожайность, тем лента льносоломы толще. Для получения более высококачественного льноволокна требуется в технологии уборки операция оборачивания. Льносолома из обернутых лент приобретает однородный цвет, а такая треста после вылежки оценивается более высоким сортономером.

В первой части диссертации проведен аналитический обзор существующих подборщиков-оборачивателей льна долгунца; дана классификация машин, рабочих органов этих машин; выявлены их преимущества и недостатки.

---

Установлено, что существующие подбирающие-оборачивающие устройства не обеспечивают необходимое качество выполнения технологического процесса и имеют ряд технических недостатков.

В результате проведенного анализа, сформулирована цель и задачи исследований.

Во второй главе «Изыскание и разработка новых рабочих органов для подбора и оборачивания лент льна-долгунца» изучены физико-механические свойства льносоломки и тресты, как исходного материала для подъема и оборачивания, которым посвящены работы ученых: В.Г. Черникова, М.М. Ковалева, Р.А. Ростовцева, М.И. Шлыкова, И.В. Крагельского, Н.М. Чиликина, Н.П. Быкова, Б.П. Можарова, Г.А. Аверьянова, Г.А. Хайлиса, В.С. Брика, А.В. Писарчика, А.А. Барцева, Ю.Г. Морозова, Г.В. Макарова, В.Е. Логинова, В.М. Луценко, С.И. Логинова, И.Г. Усевича, Н.Г. Ковалева, и др. В работе приведен обзор исследований этих и других авторов.

Разработана конструктивно-технологическая схема нового подбирающего-оборачивающего адаптера и предложена конструкция подбирающего барабана для стеблей льна, на которую получен патент РФ на изобретение № 2353083 (рис. 1).

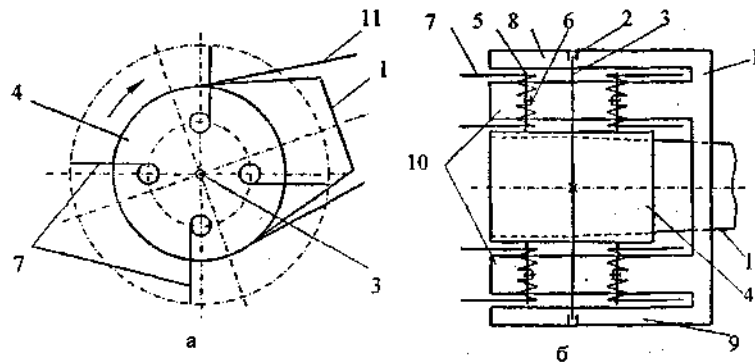


Рис. 1. Схема подбирающего барабана  
1 – каркас, 2 – подшипники; 3 – ось; 4 – шкив; 5 – вал; 6 – болт; 7 – пружинные пальцы; 8, 9 – боковины, 10 – ограждения, 11 – перекрестный ремень; а – вид сбоку; б – вид сверху в разрезе.

В третьей главе «Теоретические исследования» изложены теоретические исследования подбирающе-оборачивающего устройства, выполненного в виде подбирающего барабана с жестко закрепленными пальцами и оборачивающего устройства с винтообразной направляющей поверхностью.

Обоснованы основные требования к рабочим органам подбирающе-оборачивающего устройства. Изучена его кинематика. Проведен анализ технологии подбора и оборачивания стеблей льна – долгунца данным подбирающе-оборачивающим устройством, в результате чего было установлено, что весь процесс можно разделить на три этапа: подбор стеблей подбирающим аппаратом, транспортирование и оборачивание ленты льна и третий расстил стеблей.

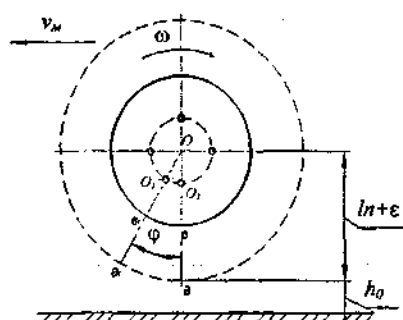


Рис.2. К определению траектории движения точки барабана и подбирающего пальца

Было получено уравнение абсолютного движения конца пальца барабана:

$$\left. \begin{aligned} x &= (l_p + \varepsilon) \cdot \sin \varphi + v_m \cdot t \\ y &= (l_p + \varepsilon) \cdot \cos \varphi + h_0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $l_p$  – длина пальца;  $\varepsilon$  – расстояние между осями вращения барабана и пальцев (эксцентриситет);  $\varphi$  – угол поворота барабана и пальца;  $v_m$  – поступательная скорость машины;  $h_0$  – расстояние от поверхности почвы до конца подбирающего пальца при нижнем вертикальном его положении;  $t$  – время.

Шаг траектории пальца или путь подбирающего аппарата за время одного оборота барабана равен

$$s = 2\pi \cdot r_g \cdot \lambda, \quad (2)$$

где  $s$  – шаг траектории подбирающего аппарата;  $r_g$  – радиус барабана;  $\lambda$  – показатель кинематического режима работы подбирающего аппарата.

Линейный шаг пальцев (расстояние по горизонтали между точками пересечения траекторий концов пальцев смежных рядов) будет равен:

$$s_p = 2\pi \cdot r_g \cdot \lambda / z, \quad (3)$$



где  $s_p$  – линейный шаг подбирающего аппарата;  $z$  – число рядов пальцев.

Из (3) очевидно, что частота воздействия рядов пальцев на единицу пути при выбранном диаметре барабана обратно пропорциональна показателю кинематического режима и прямо пропорциональна числу рядов пальцев.

На процесс подбора большое влияние оказывают качество разостланной ленты, ее плотность, растянутость и сцепляемость с почвой. Чтобы избежать потерь стеблей при подборе, должно выполняться условие:

$$\left. \begin{aligned} P_{сч}^o &\geq P_{отр} = P + P \cdot a/g + P_{сч} \\ v_B/v_n &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Рис. 3. Динамика процесса подбора стеблей льна

(барабана).  
где  $P_{сч}^o$  – сила сцепления между стеблями;  $P_{отр}$  – усилие, необходимое для отрыва стеблей льна от льнища;  $P$  – вес стебля;  $P \cdot a/g$  – сила инерции стеблей;  $P_{сч}$  – сила сцепления стеблей с льнищем;  $a$  – ускорение стеблей (ленты) в момент отрыва от льнища;  $v_B$  – скорость подбирающего аппарата

Лента рассматривается как сплошная упругая среда. На основании условия равновесия ленты (рис. 3) будем иметь:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma X_i = T \cdot \cos \phi - P_{сч} &= 0 \\ \Sigma Y_i = P + P_{сч} - T \cdot \sin \phi &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где  $T$  – натяжение приложенное в точке  $B$  и направленное по касательной к ней от оставшейся части ленты.

Решая данную систему и приняв, что лента движется без разрывов и сгуживания получим:

$$x = \frac{P_{сч}}{q} \cdot \ln \frac{\left( v_n \cdot t + \sqrt{v_n^2 \cdot t^2 + \left( \frac{P_{сч}}{q} \right)^2} \right) \cdot q}{P_{сч}} \quad (6)$$

$$y = \frac{v_m^2 \cdot t^2 + v_m \cdot t \cdot \sqrt{v_m^2 \cdot t^2 + \left(\frac{P_{сч}}{q}\right)^2} + \left(\frac{P_{сч}}{q}\right)^2}{v_m \cdot t + \sqrt{v_m^2 \cdot t^2 + \left(\frac{P_{сч}}{q}\right)^2}} \cdot \frac{P_{сч}}{q}, \quad (7)$$

где  $q$  – линейный удельный вес ленты.

При подборе сильно проросших лент, и в случае когда скорость барабана значительно превышает скорость движения подборщика, лента поступает в подборщик по частям. Это происходит при условии, когда

$$\left. \begin{aligned} P_{сч}^0 < P_{отр} = P + \frac{P}{g} a + P_{сч} \\ \lambda = \frac{v_g}{v_m} > 1 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Наиболее благоприятным условием для подъема стеблей вверх по пальцу и передачи их на транспортирующе-оборачивающие органы будет:

$$\psi \geq \arcsin \sqrt{\frac{B^2}{A^2 + B^2}}, \quad (9)$$

где  $A = C_0 v_m + C_0 v_n + fg$ ;  $B = g - fC_0 v_n - fC_0 v_m$ ;  $C_0$  – коэффициент, характеризующий сопротивление стеблей при движении в воздушной среде;  $f$  – коэффициент трения стеблей льна о палец подборщика;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\psi$  – угол наклона пальца барабана в момент подъема ленты льна.

Кинематика принудительного перемещения ленты растений льна в оборачивающем транспортере один из наиболее сложных моментов ее движения. Рассмотрим процесс ее транспортирования (рис. 4). Боковая поверхность транспортера совместно с лентой льна перемещается по винтовой линии, ось которой направлена вдоль оси симметрии ремня. Если на участке  $CD$  провести оси координат таким образом, что ось  $z$  будет совпадать с осью симметрии ремня, ось  $x$  – лежать в плоскости ремня, а  $y$  перпендикулярно ему, то траектория любой точки ленты на этом участке будет представлять собой уравнения винтовой линии, вида:

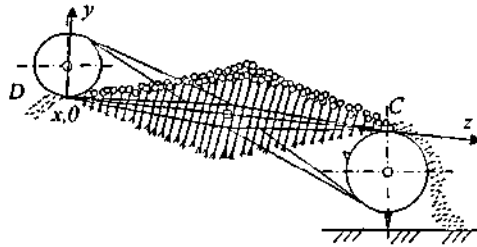


Рис. 4. Участок CD с осями координат

$t_n$  – угловая скорость поворота ремня вокруг своей оси и время его движения на участке CD.

Определим время движения ленты на участке CD

$$t_n = L_{CD} / v_{тр},$$

где  $L_{CD}$  – длина рабочей ветви транспортера.

Угловую скорость  $\omega_n$  поворота ремня на рассматриваемом участке можно определить из формулы:

$$\omega_n = \varphi / t_n \text{ или } \omega_n = \varphi v_{тр} / L_{CD}, \quad (11)$$

где  $\varphi$  – угол оборота ленты льна.

Скорость  $v_{np}$  и ускорение  $a_{np}$  любой точки ленты льна определяется из уравнений движения по времени:

$$v_{np} = v_{тр} \sqrt{1 + [R_{pi} \varphi / L_{CD}]^2}, \quad (12)$$

$$a_{np} = R_{pi} \varphi^2 v_{тр}^2 / L_{CD}^2. \quad (13)$$

Для качественного выполнения технологического процесса оборачивания ленты льна необходимо чтобы при подборе ленты льна центр тяжести стеблей C совпадал с осью симметрии ремня. Это может быть достигнуто увеличением точности копирования подбираемой ленты барабаном при работе оборачивателя (рис. 5).

Максимально допустимую неточность копирования ленты льна при подборе ее подбирающим барабаном можно определить по формуле:

$$\begin{aligned} x &= R_{pi} \sin \omega_n t_n, \\ y &= R_{pi} \cos \omega_n t_n, \\ z &= v_{тр} t_n. \end{aligned} \quad (10)$$

где  $R_{pi}$  – расстояние от оси симметрии ремня до любой точки  $i$ -ого стебля;  $v_{тр}$  – скорость движения ремня транспортера;  $\omega_n$  и

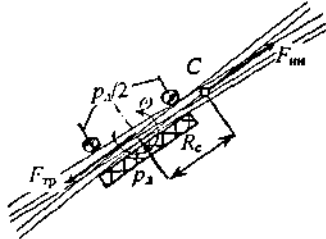


Рис. 5. Схема действия сил при обороте ленты льна

порттера;  $p_{вр}$  и  $a_r$  – константы, характеризующие свойства стеблей и их начальное состояние;  $\lambda_{сж}$  – коэффициенты заполнения сечения соответственно в сжатом и свободном состоянии;  $i_n$  – число стеблей на погонном метре;  $r_c$  – радиус сечения стебля льна;  $m_c$  – масса одного стебля льна долгунца;  $h$  – зазор между прижимными прутками и ремнем.

$$R_c \leq \frac{(f_p + f_n) p_{вр} L_{CD}^2 \left[ \exp\left(a_r \left(1 - \frac{h \lambda_{сж}}{\pi i_n r_c^2}\right) - 1\right) \right]}{\pi^2 m_c i_n v_{тр}^2}, \quad (14)$$

где  $R_c$  – расстояние от оси симметрии ремня до центра тяжести стеблей в ленте;  $f_n$  – коэффициент трения стеблей о направляющие прутки;  $f_p$  – коэффициент трения стеблей о ремень транспортера;

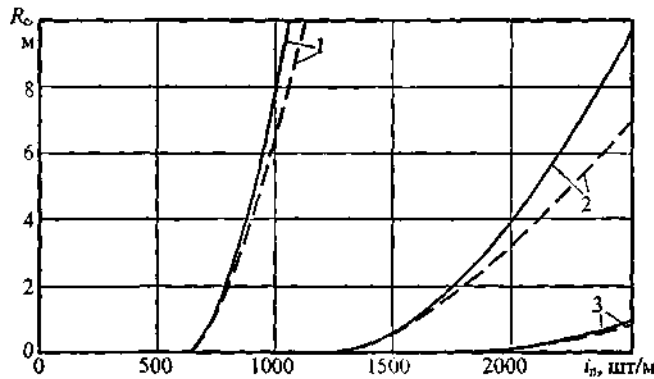


Рис. 6. Зависимости максимально допустимой неточности копирования ленты льна при подборе от числа стеблей на погонном метре расстояние между прутками и ремнем: 1 – 0,01 м; 2 – 0,02 м; 3 – 0,03 м стебли льна: — — — сухие; — — — свежесвытербленные

Из анализа неравенства (14) рисунков 5 и 6, можно сделать вывод о том, что сила инерции действующая на стебли при смещении ленты льна относительно оси симметрии ремня во время оборачивания, мала по сравнению с силами трения, удерживающими ленту в канале транспортера, и не оказывает существенного влияния на технологический процесс. Главным условием удержа-

ния ленты на заданной траектории является правильная регулировка ширины канала образованного перекрестным ремнем с колками и прижимными прутками. Он должен быть несколько меньше толщины оборачиваемой ленты льна. Мощность, необходимая для выполнения рабочего процесса оборачивателя определяется по формуле:

$$N_s = f_n L_{CD} r_A \omega_s p_m \left[ \exp \left[ a_r \left( 1 - \frac{h}{H_s} \right) \right] - 1 \right], \quad (15)$$

где  $H_s$  – толщина ленты льна;  $r_A$  – радиус шкива;  $\omega_s$  – угловая скорость шкива.

В четвертой главе «Экспериментальные исследования оборачивателя лент льна» приведена методика, описание используемых приборов и оборудования, а также результаты лабораторно-полевых испытаний, разработанных подбирающе-оборачивающих адаптеров, и их математическая обработка.

В опытах предусматривалось изменение числа гребенок подбирающего барабана от 2-х до 6-ти, отклонение пальцев от вертикали по отношению к кожуху – от  $+15^\circ$  (наклон вперед) до  $-30^\circ$  (назад), а также изменение вылета пальцев за кожух – от 100 до 70 мм. При этом определяли зависимости чистоты подбора и степени оборачиваемости ленты льна  $C$ , увеличения растянутости ленты  $P$ , угла  $\alpha$  отклонения стеблей и разрывов  $B$  в ленте от числа  $N$  гребенок, угла  $\beta$  наклона пальцев и их вылета  $b$  за кожух. Повторность опытов была трехкратной.

В результате проведенных лабораторно-полевых опытов были установлены следующие рациональные конструктивно-технологические параметры подбирающего барабана для оборачивателя лент льна: диаметр барабана по передней части кожуха – 300 мм; число гребенок в барабане – 4; угол наклона пальцев –  $0 \dots -15$  град.; вылет пальцев за кожух –  $90 \dots 100$  мм.

С целью оптимизации режимов работы устройства, были исследованы следующие выходные параметры: чистота подбора и степень оборачиваемости ленты льна  $C$ , увеличение растянутости ленты  $P$  и угла  $\alpha$  отклонения стеблей, наличие разрывов  $B$  в ленте. Данные параметры оптимизации зависят от фак-

торов:  $X_1$  – скорости  $V$ , движения оборачивателя;  $X_2$  – показателя  $\lambda$  кинематического режима работы.

Определение основных агротехнических показателей проводилось согласно методике СТО АИСТ 8.9-2004. Обработку полученных данных проводили при помощи компьютерной программы STADIA – 6.0.

В результате получили математические модели процесса расстила в закодированном виде:

– изменение угла  $\alpha$  отклонения стеблей в ленте от управляемых фактов

$$Y_1 = 4,62 - 6,62X_1 + 5,87X_2 + 7,73X_1X_2 + 21,7X_1^2 + 2,37X_2^2, \quad (16)$$

– зависимость растянутости  $P$  стеблей в ленте от управляемых факторов

$$Y_2 = 3,46 - 0,467X_1 + 3,55X_2 + 1,05X_1X_2 + 3,57X_1^2 + 2,12X_2^2, \quad (17)$$

где  $X_1$  – скорость  $V$ , движения оборачивателя;  $X_2$  – показатель  $\lambda$  кинематического режима работы.

Проверка показала, что полученные модели адекватны экспериментальным данным.

Величины коэффициентов при переменных указывают на степень влияния факторов. Анализ уравнения (16) показывает, что наибольшее влияние на увеличение угла отклонения стеблей льна в ленте оказывает скорость оборачивателя  $X_1$  (коэффициент 6,62), и меньшее значение – показатель кинематического режима  $X_2$  (коэффициент 5,87). Это объясняется тем, что с увеличением скорости движения агрегата по полю становится сложнее копировать изгибы ленты. Из анализа уравнения (17) видно, что наибольшее влияние на увеличение растянутости оказывает значение показателя кинематического режима  $X_2$  (коэффициент 3,55) и меньшее значение – скорость движения оборачивателя  $X_1$  (коэффициент 0,467). Это связано с тем, что при уменьшении показателя кинематического режима, а точнее когда  $\lambda < 1$ , при подборе лента льна сгруживается, (при визуальном контроле опыта). В том случае когда показатель кинематического режима увеличивается  $\lambda > 1$  происходит растягивание лены, в ней начинают появляться разрывы. Для полученных регрессионных моделей (16-17) построили поверхности отклика и их двумерные сечения (рис. 7-8).

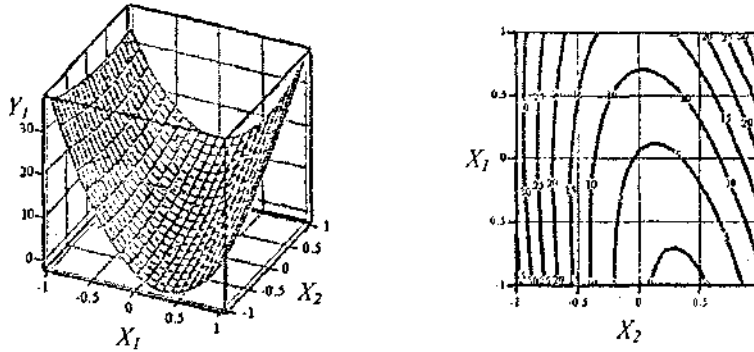


Рис. 7. Поверхности откликов и их двумерные сечения, характеризующие влияние скорости  $V_m$  движения оборачивателя ( $X_1$ ) и показателя  $\lambda$  кинематического режима работы ( $X_2$ ) на изменение угла отклонения стеблей в ленте

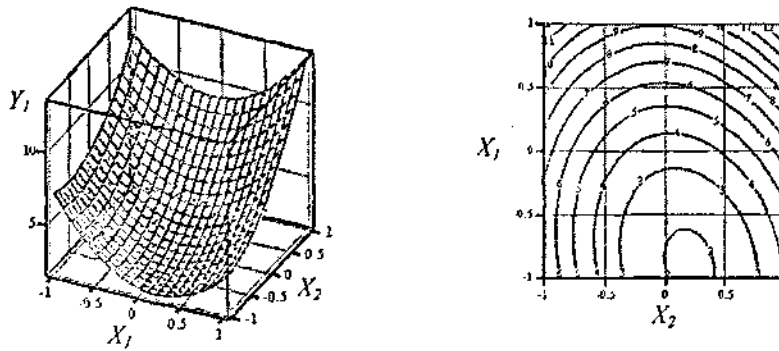


Рис. 8. Поверхности откликов и их двумерные сечения, характеризующие влияние скорости  $V_m$  движения оборачивателя ( $X_1$ ) и показателя  $\lambda$  кинематического режима работы ( $X_2$ ) на изменение растянутости стеблей в ленте

Проведенные исследования показали, что рациональный режим работы для качественного выполнения операции с соблюдением агротехнологических параметров будет при скорости движения машины  $V_m = 7-10$  км/ч, и показателе кинематического режима  $\lambda = 1 \dots 1,1$ .

В пятой главе «Эффективность применения подбирающе-оборачивающего адаптера» приведены результаты полевой апробации разработанного подбирающе-оборачивающего адаптера в конструкции прицепного оборачивателя лент льна (рис. 9), а также дан расчет экономической эффективности их применения.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных иссле-

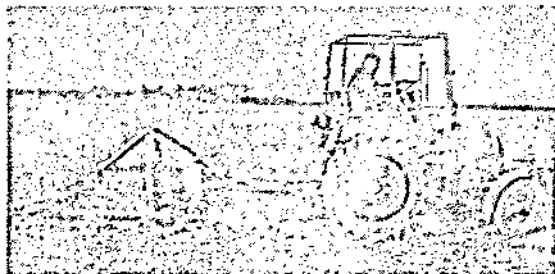


Рис. 9. Общий вид прицепного подборщика оборачивателя с новыми адаптерами

дований, разработанное подбирающе-оборачивающее устройство внедрено в машины: в полуприцепном прямоочном оборачивателе ОЛБ-01, и оборачивателе с боковой навеской ОЛБ-1М; на прицепном подборщике-оборачивателе ОЛП-1ТМ, и

на прицепном оборачивателе ОЛП-1. Оборачиватели с разработанными рабочими органами проходили испытания и производственную проверку на полях ФГОУ ВПО «Тверская ГСХА», Калининской государственной зональной машиноиспытательной станции, ГНУ ВНИИЛ Россельхозакадемии и ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, а также в льносеющих хозяйствах Тверской области.

Общий годовой экономический эффект от применения подборщика-оборачивателя ОЛП-1 составляет 15337 руб. Срок окупаемости 0,53 года.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При производстве льна оборачивание льносолумы в процессе вылежки оказывает значительное влияние на качество получаемой тресты, а после переработки и на увеличение выхода длинного волокна. Используемые в настоящее время, на серийных оборачивателях устройства для подбора и оборачивания не соответствуют зачастую всем агротехническим требованиям.

2. Изучены физико-механические свойства льна-долгунца в период уборки, имеющие важное прикладное значение для создания подбирающе-оборачивающих адаптеров.

3. Обоснован выбор конструкции подбирающе-оборачивающего устройства барабанного типа с перекрестным транспортером и направляющей винтообразной плоскостью. Новизна подбирающего барабана подтверждена патентами на изобретение РФ № 2353083 и на полезную модель РФ № 103699.

4. В результате теоретических исследований подбирающе-оборачивающего адаптера получены математические модели, характеризующие движения пальцев в процессе подбора лент льна подбирающим аппаратом ба-



рабанного типа с жесткими пальцами (1), перемещения ленты льна к оборачивающему транспортеру (6, 7, 9) и перемещения ленты льна в процессе оборачивания (10, 12, 13).

5. Предложена методика выбора рациональных конструктивно-технологических параметров и режимов работы подбирающе-оборачивающего устройства. Установлено: диаметр подбирающего барабана по передней части кожуха – 300 мм; число гребенок в барабане – 4; угол наклона пальцев – 0...–15 град.; вылет пальцев за кожух – 90...100 мм.; скорость движения машины  $V_m = 1,94...2,78$  м/с (~7...10 км/ч); показатель кинематического режима  $\lambda = 1...1,2$ .

6. Предложен график (рис. 6.) зависимости допустимой точности копирования ленты при подборе, от числа стеблей на погонном метре.

7. В результате экспериментальных исследований получены регрессионные модели описывающие изменение угла  $\alpha$  отклонения стеблей в ленте в зависимости от скорости движения оборачивателя и показателя кинематического режима работы  $\lambda$ ; а также зависимость растянутости стеблей в ленте от этих показателей. Анализ моделей и построенных по ним поверхностей отклика показали эффективность нового подбирающе-оборачивающего адаптера.

8. Разработанное в результате теоретических и экспериментальных исследований подбирающе-оборачивающее устройство внедрено в конструкциях следующих машин: на полуприцепном прямоточном оборачивателе ОЛБ-01, и оборачивателе с боковой навеской ОЛБ-1М; на прицепном подборщике-оборачивателе ОЛП-1ТМ, и на прицепном оборачивателе ОЛП-1:

Полевые испытания и производственная проверка показали, что данные машины устойчиво и качественно выполняют технологический процесс.

9. Общий годовой экономический эффект от применения предложенного в работе подбирающе-оборачивающего адаптера в конструкции прицепного подборщика-оборачивателя ОЛП-1 составляет 15337 руб. Срок окупаемости 0,53 года.

**Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:**

1. Романенко, В.Ю. Машины для оборачивания льна и анализ их конструкций [Текст] / В.Ю. Романенко // Стабилизация производства и развития агропромышленного комплекса региона на основе внедрения инновационных технологий. Матер. междунар. научно-практич. конференции 13-15 июня 2007 года. – Тверь: ТГСХА, 2007. – С. 214-216. – ISBN 978-5-87049-528-6
2. Сизов, В.И. Классификация машин для оборачивания льна [Текст] / В.И. Сизов, В.Ю. Романенко // Стабилизация производства и развития агропромышленного комплекса региона на основе внедрения инновационных технологий. Матер. междунар. научно-практ. конференции 13-15 июня 2007 г. – Тверь: ТГСХА, 2007. – С. 216-218. – ISBN 978-5-87049-528-6
3. Сизов, В.И. Разработка схемы усовершенствованного оборачивателя лент льна [Текст] / В.И. Сизов, В.Ю. Романенко // Проблемы аграрной науки и образования. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 3-5 июня 2008 г. – Тверь: «Агросфера» Тверской ГСХА, 2008. – Часть II – С. 38 – 40. – ISBN 978-5-91488-012-2.
4. Романенко, В.Ю. Выбор схемы перспективных подбирающих органов и оборачивающих устройств [Текст] / В.Ю. Романенко // Современные технологии агропромышленного производства. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 2-4 июня 2009 г. – Тверь: «Агросфера» Тверской ГСХА, 2009. – Часть II – С. 79-82. – ISBN 978-5-9144-036-X.
5. Черников, В.Г. Технологические предпосылки разработки оборачивателя лент льна [Текст] / В.Г. Черников, В.Ю. Романенко // Инновационные технологии как основа развития аграрного образования и АПК региона. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 1-3 июня 2010 г. – Тверь: «Агросфера» Тверской ГСХА, 2010. – Часть II – С. 30-32. – ISBN 978-5-91488-045-9
6. Черников, В.Г. Экономическая эффективность усовершенствования подбирающего барабана [Текст] / В.Г. Черников, В.Ю. Романенко // Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве. Материалы международной научно-

практической конференции молодых ученых 25-26 августа 2010г. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010–С. 134-136.

7. Черников, В.Г. Условие подъема лент лентострелы пальцами подбирающего барабана [Текст] / В.Г. Черников, В.Ю. Романенко // Нові наукові дослідження в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур. Науково-практична конференція молодих вчених 8-10 грудня 2010 року. – Глухів: Інститут луб'яних культур НААН, 2010. – С. 65-69.

8. Черников, В.Г. Результаты исследования подборщика оборачивателя лент льна в полевых условиях [Текст] / В.Г. Черников, В.Ю. Романенко // Состояние и перспективы развития льняного комплекса России. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, 25 февраля 2010 г., Вологда, 2011. – С. 121-125.

9. Черников, В.Г. Информационные параметры автоматизации, сигнализации и контроля режимов работы льноуборочных машин [Текст] / В.Г. Черников, Г.А. Перов, А.А. Ростовцев, В.Ю. Романенко, С.И. Кукушкин // Состояние и перспективы развития льняного комплекса России. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, 25 февраля 2010 г., Вологда, 2011. – С. 136-140.

10. Черников, В.Г. Исследование подбирающего аппарата с жесткими зубьями [Текст] / В.Г. Черников, Р.А. Ростовцев, В.Ю. Романенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011, № 2. – С. 34-36.

11. Перов, Г.А. Определение момента и затрат мощности на привод перекрестного транспортера оборачивателя [Текст] / Г.А. Перов, В.Ю. Романенко, А.А. Ростовцев // Международный технико-экономический журнал. – 2011, № 2. – С. 24-28.

12. Пат. 2337345 РФ. Устройство для экспресс-определения плотности почвы [Текст] / В.В. Голубев, В.Ю. Романенко, Рула Д.М. – Оpubл. 27.10.2008, Бюл № 30.

13. Пат. 2353083 РФ. Подбирающий барабан для стеблей льна [Текст] / В.И. Сизов, И.В. Сизов, В.Ю. Романенко – Оpubл. 27.04.2009, Бюл. №12.

14. Пат. 103699 РФ Подбирающий аппарат рулонного пресс-подборщика [Текст] / Г.А. Перов., В.Г. Черников., М.М. Ковалев, В.Ю. Романенко и др. – Оpubл. 27.04.20110, Бюл. №12.

2011А  
10584

11 - 10584

**РОМАШЕНКО**

Владислав Юрьевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРАЧИВАТЕЛЯ ЛЫСА  
ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
ПОДБИРАЮЩЕ-ОБОРАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

05.20.01 – Технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Формат 60-48 1/16 Бумага типографская  
Гарнитура шрифта «Times» Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 1,4. Тираж 100 экз. Заказ 697.

Издательство ТГСХА «АгросферА»  
Россия, 170904, г. Тверь, п. Сахарово,  
Ул. Василевского, д. 7.  
Тел. (4822)53-12-36