

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМЛЕПОДБИВАНИЯ СТЕБЛЕЙ В ЛЕНТАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

А.Н. Зинцов

д.т.н., ФГБОУ ВО Костромская ГСХА



*Растянность,
комлеподбивание,
лен-долгунец, стебли,
удар, подборщик-
оборачиватель*

*Stretching, clodblowing,
fiber flax, stems, blow,
pickup-turner*

Одной из важнейших и нерешенных проблем в отрасли льноводства является низкий выход длинного волокна при переработке тресты на льнозаводах. Главной и наиболее весомой причиной указанной проблемы является большая растянутость стеблей в обрабатываемом слое.

Растянность или продольный сдвиг стеблей льна относительно друг друга в ленте (слое) неизбежно формируется под влиянием множества негативных факторов: низкого качества семенного материала, микронеровностей поверхности поля и, главным образом, под воздействием рабочих органов льноуборочных машин. Причем, указанный параметр, как правило, возрастает при выполнении каждой последующей технологической операции по приготовлению и уборке льнотресты с поля.

Повышенная растянутость стеблей в слое является отрицательным фактором, который при переработке тресты на льнозаводе снижает выход наиболее ценного длинного волокна на 5-6% [1]. При наличии растянутости не все стебли попадают под зажимы транспортеров трепальных машин и уходят в отходы в процессе трепания, увеличивая потери волокнистой продукции. Поэтому устранение растянутости является необходимой операцией в технологическом процессе подготовки слоя сырья к трепанию [2].

Имеющуюся в слое растянутость можно уменьшить путем комлеподбивания, то есть нанесением ударов по комлям стеблей в направлении их осей. Целью таких воздействий является продольный сдвиг стеблей относительно друг друга внутри слоя до таких его размеров, при которых обеспечится нормальное протекание основных процессов выделения длинного волокна при переработке сырья на льнозаводе.

Поиск путей реализации процесса комлеподбивания начался более 70 лет назад. Особенно остро указанная проблема обозначилась в льноводстве нашей страны в период активной механизации уборочных процессов.

К настоящему времени известно множество различных способов и конструкций для реализации комлеподбивания. Анализ литературных источников [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7] показал, что основным решением указанной проблемы является комлеподбивание слоя стеблей в потоке перед подачей его в мяльно-трепальный агрегат в стационарных условиях льнозавода или комлеподбивание лент стеблей в мобильных средствах механизации при проведении полевых уборочных операций.

В прошлом веке, когда большинство волокнистой продукции сдавалось колхозами на льнозаводы в виде снопов, подбивание комлей применялось во время уборки тресты (соломы) подборщиками ПТН-1,

ПТП-1 или при первичной переработке на льнозаводе. Стебли льна в снопах имели меньше повреждений, малую спутанность и сцепленность между собой. В таких условиях процесс комлеподбивания выполнялся достаточно эффективно. Кроме того, даже при отсутствии специального комлеподбивающего механизма в поточной линии первичной переработки, растянутость стеблей устранялась вручную путем остукивания комлевой части снопов.

В современных условиях, когда различные технологии уборки тресты практически во всем мире сориентированы на применение рулонных пресс-подборщиков, осуществить на льнозаводе комлеподбивание слоя, полученного после размотки рулона, стало практически невозможным. Основными причинами указанного факта являются значительные спутанность и сцепленность верхушечной и комлевой частей слоя, которые появляются при формировании рулона из-за активного контакта стеблей (торцов рулона) со стенками прессовальной камеры пресс-подборщика. Кроме того, при выполнении всех технологических операций (от теребления растений льна и до формирования слоя тресты на льнозаводе) происходит постепенное механическое разрушение конструкции стеблей. Такие воздействия приводят к уменьшению жесткости стеблей и, как следствие, к невозможности эффективного комлеподбивания.

Устранить растянутость стеблей в ленте до формирования рулона при выполнении полевых

механизированных уборочных операций возможно, когда стебли менее повреждены, имеют достаточную жесткость и не перепутаны. Осуществлять комлеподбивание целесообразно при проведении оборачивания лент льна [5]. Выбор именно этой операции основан на ее универсальности, которая обусловлена тем, что оборачивать ленты стеблей нужно как при комбайновой уборке, так и при отдельной. Причем выполнять оборачивание ленты следует от 1 до 3 раз за период приготовления тресты в зависимости от ее урожайности и складывающихся погодных условий. При этом каждый раз будет появляться дополнительная возможность для уменьшения растянутости стеблей в оборачиваемой ленте. К тому же данная операция является заключительной в технологической цепочке всех механизированных воздействий на стеблевую массу перед уборкой тресты с поля, что обуславливает минимизацию последующих изменений исследуемого параметра. Однако сложность такой комбинированной операции (подбор + оборачивание + комлеподбивание + расстил лент стеблей) состоит в необходимости конвейеризации процесса механической обработки стеблей, в котором подбивание комлей производится в непрерывном потоке за весьма короткий промежуток времени при движении подборщика-оборачивателя в многообразных условиях функционирования.

Из практики известны три типа комлеподбивателей: вертикальный, наклонный и горизонтальный (рис. 1).

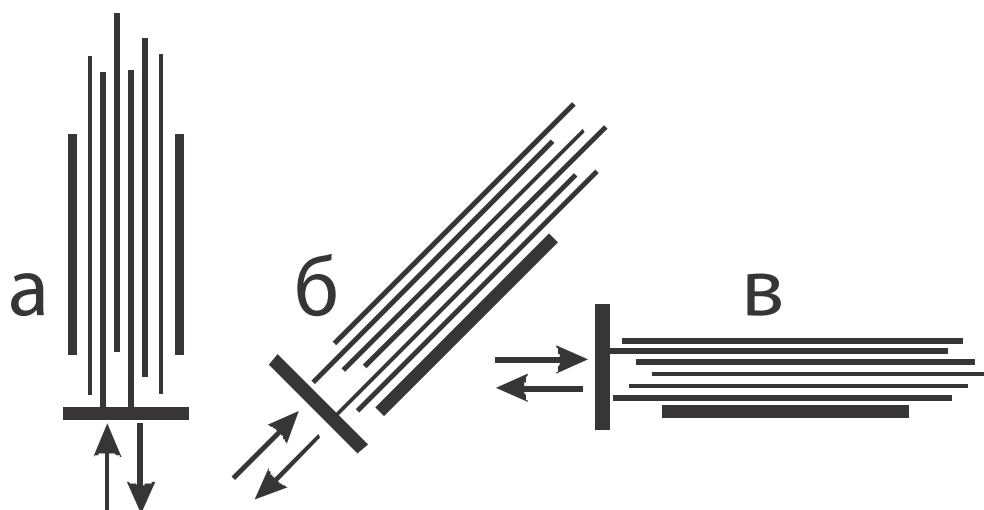


Рисунок 1 – Типы комлеподбивателей:
а – вертикальный; б – наклонный; в – горизонтальный

В.Г. Черников считает [1], что наиболее удобным для осуществления комлеподбивания в потоке стеблевой массы является конвейерный комлеподбиватель наклонного типа. Однако, подбивающие механизмы так и не нашли широкого применения по причине их низкой эффективности [7].

Ученые с давних пор пытаются найти способ активизации процесса комлеподбивания. Анализ научных исследований показал, что из множества направлений повышения эффективности комлеподбивания выделяется наиболее доступный способ достижения поставленной цели путем увеличения количества наносимых по комлям ударов.

В рассмотренных работах количество ударов комлеподбойки, необходимое для устранения растянутости стеблей в слое, имеет различные и достаточно большие значения: от 30 [2] до 50 [4] ударов. Результаты этих исследований сомнений не вызывают, поскольку они получены в стационарных условиях на льнозаводе и в те годы, когда тресту сдавали в снопах, а не в рулонах. Поэтому, несмотря на отмеченную достоверность, результаты указанных исследований оказались неприменимыми для современных условий производства по рассмотренным выше причинам.

Выполнить большое количество ударов по комлям стеблевой массы в движущемся потоке возможно путем увеличения длины или уменьшения скорости конвейеров комлеподбивателя, либо за счет увеличения частоты ударов [2]. Ни один из перечисленных вариантов не подходит для реализации в конструкции подборщика-оборачивателя без увеличения его габаритных размеров и массы или без снижения производительности и надежности машины. В связи с этим, для обоснования рациональных параметров процесса комлеподбивания следует определить минимальное количество ударов комлеподбивателя, необходимое для устранения излишней растянутости стеблей в ленте.

По мнению В.М. Луценко [2], уменьшение растянутости слоя стеблей за удар зависит от скорости встречи слоя с планкой и не зависит от массы подбиваемой порции. При этом, в своей работе автор обоснованно утверждает, что скорость удара должна составлять 1,8 м/с. Указанное значение было получено экспериментально путем сбрасывания порций стеблей по наклонной плоскости с различной высоты: 5, 10, 15, 20 и 25 см. Автор считает, что большая высота падения (скорость удара) слоя нежелательна, так как при этом увели-

чивается время подъема и опускания слоя после нанесения удара и, следовательно, уменьшается возможное число ударов стеблей о комлеподбивающую поверхность в единицу времени. Отрыв слоя от подбивающей поверхности после нанесения удара является для исследуемого процесса бесполезным движением, так как в течение этого периода времени растянутость стеблей в слое не уменьшается.

Как уже отмечалось, ограничивающим фактором в указанных исследованиях было время подъема и опускания слоя после нанесения удара. Однако, если рассматривать процесс комлеподбивания с точки зрения теории удара, то в начале комлеподбивания, при наличии значительной растянутости, удар будет неупругим и весьма пластичным с коэффициентом восстановления близким к нулю. При этом вся энергия такого удара будет расходоваться на выполнение полезной работы, то есть на «вколачивание» выступающих стеблей в слой без отрыва его от комлеподбивающей поверхности. Следовательно, скорость удара можно несколько увеличить, не вызывая при этом отрыва слоя от комлеподбивающей поверхности.

Упругость удара в процессе комлеподбивания не является постоянной величиной. С каждым ударом растянутость будет уменьшаться, а количество стеблей, участвующих в комлеподбивании, будет возрастать, соответственно, будут возрастать и упругость удара с коэффициентом восстановления. При малых значениях растянутости слой, возможно, начнет отрываться от комлеподбивающей поверхности, но в этом случае уже пропадает необходимость в комлеподбивании и процесс можно прекратить. Поэтому первые удары будут наиболее эффективными, и для этого совершать их следует с возможно большими скоростями.

Если все же после более интенсивного нанесения ударов произошел отрыв ленты стеблей от комлеподбивающей поверхности, то общее время подъема и опускания слоя можно сократить путем изменения наклона комлеподбивающей поверхности на некоторый угол в сторону подъема ее выходного конца. Следовательно, появляется некоторая дополнительная возможность увеличения скорости удара. Кроме того, можно предположить, что с ростом скорости ударов уменьшится также их количество, которое необходимо для устранения растянутости.

Таким образом, скорость удара является важным фактором, увеличение которого может повы-

суть эффективность комлеподбивания. Поэтому мы считаем необходимым исследовать влияние указанного параметра на уменьшение растянутости стеблей в слое в более широких пределах и, на основе сопоставления полученных результатов с агротребованиями, определить минимально необходимое количество ударов и значения их скорости.

Для выполнения поставленной задачи использовали порции стеблей, имеющие исходную среднюю относительную растянутость $\lambda=1,33$ и среднюю массу 0,12 кг. Исследуемые порции сбрасывали вертикально комлями вниз с высоты 0,1, 0,2 и 0,3 м. Использовать для исследований большую высоту сбрасывания посчитали нецелесообразным из-за влияния аэродинамических сопротивлений на стабильность положения порции при свободном падении. Скорость стеблей в момент их контакта с опорной поверхностью рассчитывали по формуле Галилея:

$$v = \sqrt{2gh}, \quad (1)$$

где v – скорость стеблей в момент контакта с опорной поверхностью, м/с;

h – высота сбрасывания, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

В результате расчетов получены следующие значения скорости ударов $v_{0,1}=1,40$ м/с, $=1,98$ м/с и $v_{0,3}=2,43$ м/с. При этом с каждого уровня высоты

производилось по 10 сбрасываний одной порции стеблей. В начале опыта и после каждого сбрасывания измеряли горстевую длину L_z и рассчитывали относительную растянутость λ с учетом средней длины стеблей L_{cp} в порции по формуле:

$$\lambda = L_z / L_{cp}. \quad (2)$$

Опыты проводили с десятикратной повторностью. Результаты опытов обрабатывали с использованием ПЭВМ в приложении EXCEL.

Результаты исследований представлены графически на рисунке 2.

Графические изображения показывают зависимость относительной растянутости (λ) стеблей в порции от количества (n) нанесенных по комлям ударов, имеющих различные скорости (v).

Анализ представленных графиков наглядно показывает, что в начале процесса комлеподбивания в силу значительной пластичности удара из-за малого количества наиболее выступающих из слоя стеблей, уменьшение растянутости интенсивно происходит при первых двух...трех ударах. При каждом последующем ударе увеличивается количество стеблей, участвующих в комлеподбивании, и поэтому интенсивность исследуемого процесса постепенно затухает. При этом скорость удара оказывает заметное влияние на повышение активности комлеподбивания. В результате исследований выяснилось, что с ростом скорости

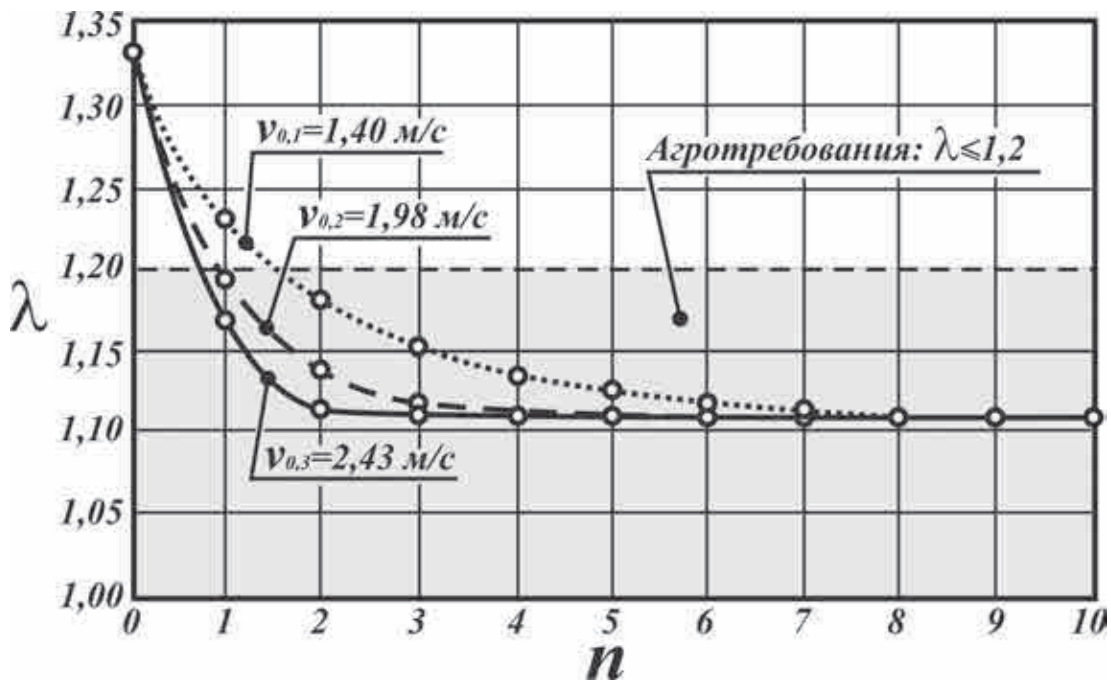


Рисунок 2 – Изменение растянутости стеблей в слое в зависимости от количества и скорости ударов

ударов уменьшается необходимое их количество для устранения растянутости стеблей в слое. Наибольший эффект наблюдается при скорости удара $v = 2,43$ м/с. Если обеспечить такой режим работы комлеподбивающего механизма, то полное устранение растянутости стеблей в слое по комлям произойдет после совершения всего лишь трех ударов. При этом окончательная относительная растянутость слоя составила $\lambda = 1,107$, что обусловлено неоднородностью стеблей по их длине. Максимальное количество воздействий ($n = 8$ ударов) для получения указанного эффекта, по результатам исследований, наблюдалось при скорости нанесения ударов $v = 1,40$ м/с. Однако при работе комлеподбивателя на этом, не самом выгодном режиме, достижение требуемого агротехникой значения относительной растянутости слоя ($\lambda \leq 1,2$) можно обеспечить за два удара. Кроме того, слой стеблей при неизбежном скольжении вниз по наклонной поверхности сто-

ла конвейерного комлеподбивателя будет иметь собственную скорость в направлении, противоположном направлению удара. За счет этого, при соударении комлей с комлеподбивающей поверхностью, скорость их встречи возрастет, что, несомненно, повысит эффективность уменьшения растянутости стеблей в оборачиваемой ленте.

Выводы

Комлеподбивание стеблей в слое целесообразно выполнять с помощью конвейерных комлеподбивателей наклонного типа в процессе оборачивания лент. При этом для устранения излишней растянутости достаточно нанести по комлевой части слоя два...три удара комлеподбивающей поверхностью, которая должна иметь скорость в направлении удара 1,40...2,43 м/с. Результаты проведенных исследований могут быть полезны для создания новых и совершенствования существующих льноуборочных машин.

Литература

1. Черников, В.Г. Изыскание и исследование рабочих органов для подъема и выравнивания лент льнотресты [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Черников. – Торжок, 1969. – 168 с.
2. Луценко, В.М. Исследование и разработка способов улучшения качества снопов льна-долгунца машинной вязки для сдачи их на льнозаводы пригодными к дальнейшей переработке [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.М. Луценко. – Торжок, 1970. – 174 с.
3. Аносов, В.Н. Динамика комлеподбивания льняной тресты [Текст] / В.Н. Аносов // Динамика комлеподбивания льняной тресты: сб. науч. тр. / Костромской текстильный институт. – Вып. 5. – Кострома, 1947. – С. 167-177.
4. Борисов, В.Ф. Атлас машин и оборудования заводов первичной обработки льна и конопли [Текст] / В.Ф. Борисов, И.С. Бад'ин. – М.: «Гизлегпром», 1940. – 222 с.
5. Зинцов, А.Н. Раздельная уборка льна-долгунца и машины для ее реализации. Оборачиватель-комлеподбиватель ОКП-1,5К [Текст] / А.Н. Зинцов, Н.А. Смирнов, В.Н. Соколов // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – №2. – С. 48-50.
6. Смирнов, Б.И. Проектирование машин первичной обработки лубяных волокон [Текст] / Б.И. Смирнов, Г.К. Кузнецов. – М.: «Машиностроение», 1967. – С. 183-190.
7. Черников, В.Г. Анализ процесса выравнивания ленты льна [Текст] / В.Г. Черников, Р.А. Ростовцев, В.Ю. Конохов // Интенсификация машинных технологий производства и переработки льнопродукции: материалы между. научно-практ. конф. (Тверь, 15-16 июля, 2004 г.). Часть 1 – М.: «Издательство ВИМ», 2004. – С. 111-123.

References

1. Chernikov, V.G. Izyskanie i issledovanie rabochih organov dlja pod#ema i vyravnivaniya lent l'notresty [Tekst]: dis. ... kand. tehn. nauk / V.G. Chernikov. – Torzhok, 1969. – 168 s.
2. Lucenko, V.M. Issledovanie i razrabotka sposobov uluchshenija kachestva snopov l'na-dolgunca mashinnoj vjazki dlja sdachi ih na l'nozavody prigodnymi k dal'nejshej pererabotke [Tekst]: dis. ... kand. tehn. nauk / V.M. Lucenko. – Torzhok, 1970. – 174 s.
3. Anosov, V.N. Dinamika komlepodbivaniya l'njanoy tresty [Tekst] / V.N. Anosov // Dinamika komlepodbivaniya l'njanoy tresty: sb. nauch. tr. / Kostromskoj tekstil'nyj institut. – Вып. 5. – Kostroma, 1947. – S. 167-177.
4. Borisov, V.F. Atlas mashin i oborudovaniya zavodov pervichnoj obrabotki l'na i konopli [Tekst] / V.F. Borisov, I.S. Bad'in. – М.: «Gizlegprom», 1940. – 222 s.

5. Zincov, A.N. Razdel'naja uborka l'na-dolgunca i mashiny dlja ee realizacii. Oborachivatel'-komlepodbivatel' OKP-1,5K [Tekst] / A.N. Zincov, N.A. Smirnov, V.N. Sokolov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2007. – № 2. – S. 48-50.

6. Smirnov, B.I. Proektirovanie mashin pervichnoj obrabotki lubjanyh volokon [Tekst] / B.I. Smirnov, G.K. Kuznecov. – M.: «Mashinostroenie», 1967. – S. 183-190.

7. Chernikov, V.G. Analiz processa vyravnivanija lenty l'na [Tekst] / V.G. Chernikov, R.A. Rostovcev, V.Ju. Konohov // Intensifikacija mashinnyh tehnologij proizvodstva i pererabotki l'noпродукции: materialy mezhd. nauchno-prakt. konf. (Tver', 15-16 ijulja, 2004 g.). Chast' 1 – M.: «Izdatel'stvo VIM», 2004. – S. 111-123.

ОБЪЯВЛЕНИЕ



В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2015 г. вышла монография «Автотракторные трансмиссии с неразрывным потоком мощности» / Г.М. Щеренков, Д.С. Карнов.

В монографии кратко рассмотрены схемы и конструкции, преимущества и недостатки автоматических трансмиссий. Подробно анализируется работа таких трансмиссий, содержащих узлы трения. Описано их устройство и условия работы в среде смазочно-охлаждающей жидкости.

Монография предназначена для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов инженерных факультетов, а также для инженерно-технических работников, занимающихся эк-

сплуатацией, ремонтом и обслуживанием автомобилей и тракторов.

УДК 629.114.2.001.63; ББК 39.34;

ISBN 978-5-98914-143-2; 60 стр. (мягкий переплет)

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru