

УДК 677.021.151.25

**ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРЕПАНОГО ЛЬНА**

**THE PRINCIPLES OF ESTIMATION
OF PRELIMINARY OPERATIONS TECHNOLOGICAL EFFICIENCY
UNDER SCUTCHED FLAX MANUFACTURE**

Е.Л. ПАШИН, С.Е. МАЯНСКИЙ
E.L. PASHIN, S.E. MAJANSKY

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Предложена усовершенствованная модель прогнозирования выхода длинного волокна, в которой учитывается влияние каждой подготовительной операции на изменение выхода длинного волокна. Это проявляется в изменении средних значений и дисперсий натяжения прядей и прочности волокна на разрыв при трепании, на которые также будут влиять подготовительные операции.

The advanced model of forecasting of a long fiber yield, in which the influence of each preliminary operation on the change of a long fiber yield is noted, is offered herein. It is shown on the change of means and dispersions of strands tension and fiber durability on breakage under a scutching process which preliminary operations will influence on as well.

Ключевые слова: прогнозирование выхода трепаного волокна, окончательное обескостривание льна, интегрированная оценка подготовительных операций.

Keywords: forecasting of a scutched fibre yield, final dechaffing of flax, integrated estimation of preliminary operations.

Для прогнозирования выхода длинного волокна при обработке на мяльно-трепальном агрегате (МТА) предложено учитывать изменение исходной пригодности совокупности стеблей льна в слое к трепанию $P_{исх}$ на подготовительных эта-

пах его подготовки (при слоеформировании и промине). Дополнительно к этому необходимо осуществлять оценку вероятности образования волокнистых отходов в трепальной машине на основе взаимодействия при каждом соударении с прядями

била двух случайных (допустим, подчиняющихся нормальному закону распределения) величин – силы натяжения прядей N и их прочности на разрыв P . В этом случае результат взаимодействия будет зависеть от средних значений этих величин и их дисперсий (соответственно, σ_N^2 и σ_P^2). При таком подходе использование положений теории надежности [1] позволило предложить следующую зависимость для прогнозирования выхода длинного волокна. В [2]:

$$V = C \Pi_{\text{исх}} K_{\text{под}} \prod_{i=1}^{i=n} \left[1 - \Phi \left(\frac{P_i - N_i}{\sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_N^2}} \right) \right], \quad (1)$$

где C – исходное содержание волокна в стеблях льна; $K_{\text{под}}$ – коэффициент влияния на пригодность к трепанию стеблевого слоя подготовительных операций; n – количество трепальных воздействий; Φ – нормированная функция Лапласа.

Анализ предложенной для прогнозирования модели (1) и условий формирования сил натяжения N при трепании льна с учетом [3...5] позволил установить, что значения этих сил определяются свойствами прядей и режимно-конструктивными параметрами процесса трепания. При неизменности последних силы натяжения будут зависеть от длины прядей сырца и их массы, которая, в свою очередь, определяется долей, находящейся в волокне костры. Отметим, что длина прядей при подготовке к трепанию, как правило, мало подвержена изменению. Между тем, содержание костры в волокне изменяется существенно [3]. В основном это происходит при промине и определяется показателем умина стеблей. Из этого следует зависимость сил натяжения прядей в процессе трепания от результатов реализации подготовительных операций. Иными словами, величина N в модели (1) должна представлять из себя произведение максимально возможного натяжения (при наличии всей костры в прядях) N и коэффициента влияния подготовительных операций $K_{\text{под}}^N$, определяющего степень удаления костры.

Рассматривая прочность волокна на разрыв P в процессе трепания, также необходимо отметить ее взаимосвязь с предшествующими операциями подготовки льна. Исходная прочность волокнистых комплексов перед обработкой на МТА всегда больше той, которая имеет место в трепальной машине. Это объясняется возможными повреждениями лубоволокнистого покрова и его расщеплением. Наибольшее влияние на понижение прочности оказывает процесс промина. Динамические явления, имеющие место при его реализации, могут приводить к возникновению чрезмерного натяжения волокон, их сжатию, знакопеременному изгибу и износу при взаимодействии с кострой [2], [6]. Из этого, по аналогии с натяжением пряди, вытекает необходимость использования применительно к исходной прочности волокна на разрыв коэффициента влияния подготовительных операций $K_{\text{под}}^P$.

Теперь рассмотрим возможное влияние операций подготовки льна к трепанию на значение дисперсий величин N и P .

Из [3], [7], [8] и других следует, например, влияние процесса слоеутонаения на величину угловой дезориентации стеблей в слое и его толщину. Доказано увеличение варьирования угла наклона стеблей в слое и повышение неровноты его толщины. Это обстоятельство, очевидно, будет вызывать рост неровноты условий промина стеблей и, как следствие, разный их умин. Рост угловой дезориентации согласно [3] будет приводить к увеличению изменчивости сил натяжения при трепании льна. Таким образом, к моменту начала процесса трепания на величину дисперсий N и P будут также влиять подготовительные операции. Вероятно, что влияние подготовительных этапов обработки будет проявляться применительно к каждому воздействию била на обрабатываемый материал.

С учетом изложенного зависимость (1) должна измениться путем корректировки значений дисперсий σ_P^2 и σ_N^2 на соответствующие поправочные коэффициенты $K_{\text{под}}^{\sigma P}$ и $K_{\text{под}}^{\sigma N}$. Указанные изменения требуют представления (1) к следующему виду:

$$B = \prod_{i=1}^{i=n} K_{iод} \left[1 - \Phi \left(\frac{PK_{iод}^P - NK_{iод}^N}{\sqrt{(\sigma_P^2)K_{iод}^{cP} + (\sigma_N^2)K_{iод}^{cN}}} \right) \right]. \quad (2)$$

Для пояснения структуры предложенной модели проведем ее графическую интерпретацию. Отдельно рассмотрим условное формирование параметра пригодности обрабатываемых стеблей к трепанию при обработке на МТА и процесс трепания как результат взаимодействия прочности волокна на разрыв и сил натяжения обрабатываемых прядей.

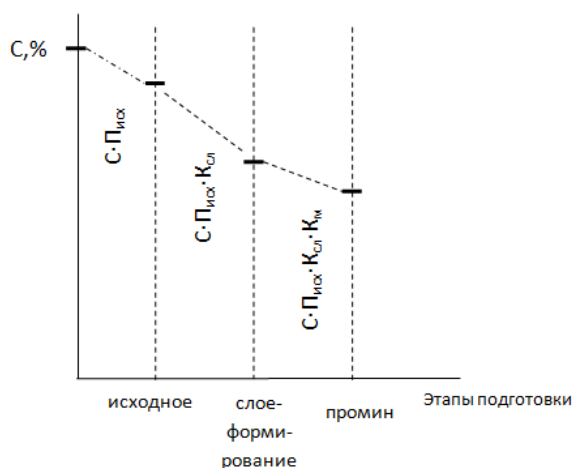


Рис. 1

На рис. 1 представлена примерная схема изменения потенциальной доли волокна, которая может быть получена в виде длинноволокнистых комплексов из стеб-

лей льна с содержанием в них волокнистых веществ C с учетом пригодности льна к трепанию. На начальных этапах производства, до проведения уборочных операций, все содержащееся в стеблях волокно (C) можно при соответствующей обработке выделить в виде длинных комплексов. На последующих этапах – в процессе уборочных работ, перевозки льна и размотки стеблей из рулонов – структура стеблевого слоя ухудшается. Пригодность совокупности стеблей к трепанию становится менее 100%. Поэтому перед МТА у исходного сырья потенциальная возможность в получении из всего волокна трепаного льна снижается и составляет $\Pi_{исх}$.

В процессе обработки начальная операция слоеутолнения еще в большей степени ухудшает пригодность стеблей к трепанию. После слоеформирования возможный выход длинного волокна становится еще меньшим, а именно $\Pi_{исх} K_{сл}$. На заключительных этапах подготовки к трепанию, как правило, осуществляют промин стеблей (иногда дополнительно проводят облагораживание прядей сырца для удаления насыпной костры), который также вносит свой негативный вклад в снижение возможного выхода волокна за счет ухудшения структурных параметров слоя. Поэтому потенциальный выход волокна без учета влияния процесса трепания составит $\Pi_{исх} K_{сл} K_{м}$.

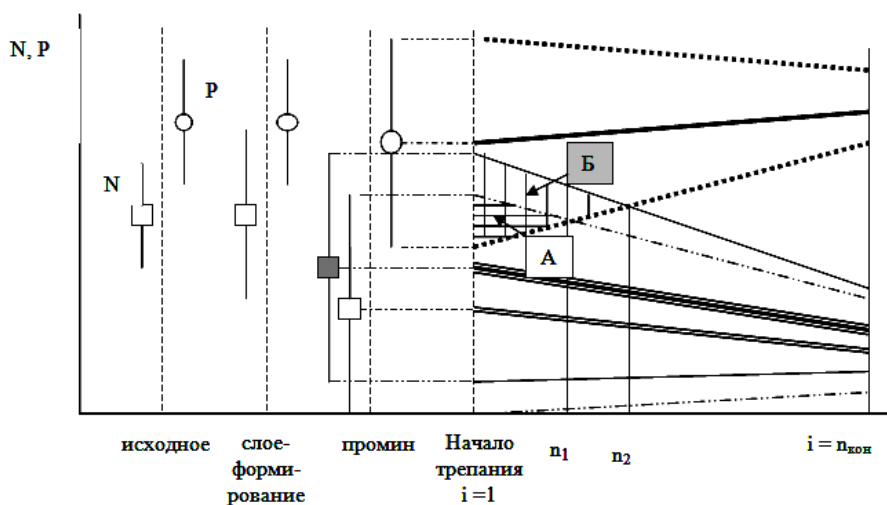


Рис. 2

Для понимания сущности процесса трепания согласно модели (2) в качестве пояснения может быть представлена следующая схема (рис. 2 – изменение прочности и натяжения волокна на этапах подготовки льна и в процессе трепания). Ее особенностью является условный учет влияния подготовительных операций на силы натяжения прядей N и их прочность на разрыв P . Для каждой операции представлено среднее значение параметров и их разброс в виде шестикратных значений средних квадратических отклонений.

Согласно схеме параметры N и P подвержены изменению не только в процессе трепания, но и на более ранних этапах обработки на МГА. Полагаем, что в процессе слоеутонаения влияние на прочность волокна не происходит. Рассматривая натяжения прядей N , а именно их разброс, отметим зависимость данных параметров от результатов этой операции. Объяснением является рост угловой дезориентации и неровноты по толщине слоя, который будет способствовать к перераспределению сил натяжения прядей внутри слоя. При промине стеблей изменению будут подвержены как средние значения N и P , так и их дисперсии. Вероятнее всего, с учетом ухудшения структуры слоя после слоеутонаения будет наблюдаться уменьшение прочности (из-за расщепления волокна и его повреждений) и силы натяжения (удаление костры и снижение массы прядей). Дисперсии этих параметров, очевидно, будут возрастать. Применительно к операции промина на схеме представлено два варианта реализации этой операции. Один из них, закрашенный в серый цвет, отличается условиями обработки, при которых из стеблей удалено меньшее количество костры (в сравнении с вариантом без закрашки). В этом случае уменьшение умина будет приводить к росту сил натяжения прядей, так как их масса будет больше, чем в сравниваемом варианте.

Результаты процесса трепания следует рассматривать условно в динамике, как пересечение полей двух случайных величин N и P [2]. Их взаимодействие осуществляется $n_{\text{кон}}$ раз. Заштрихованные зоны

пересечения полей условно характеризуют долю волокнистых отходов при трепании. С учетом этого проанализируем сравниваемые варианты обработки льна, отличающиеся разными условиями промина. При лучшем промине (отсутствие закрашки) зона пересечения полей A будет иметь меньшую площадь, а продолжительность процесса образования отходов будет определяться количеством совершенных воздействий – n_1 . При худшем промине (закрашенный вариант) силы натяжения будут больше, что приведет к росту отходов трепания (см. площадь зоны B) и продолжительности их выделения – n_2 . Иными словами, при плохом умине стеблей результаты процесса трепания будут хуже.

Заметим, что подобные рассуждения можно привести применительно к дисперсиям величин N и P . Их рост будет вызывать увеличение отходов трепания при неизменности средних значений N и P . Этот вывод является принципиальным и объясняет причины снижения выхода длинного волокна при обработке неоднородного по свойствам льна.

Из анализа зависимости (2) и изложенных объяснений существа влияния подготовительных операций на состояние обрабатываемого материала следует необходимость комплексной оценки подготовительных к трепанию операций. Такая оценка должна включать не только учет их влияния на пригодность стеблей в слое к трепанию, но и влияние этих операций на прочность лубоволокнистого покрова на разрыв, а также на изменение массовой доли в нем костры. Схематично это представлено на рис. 3.

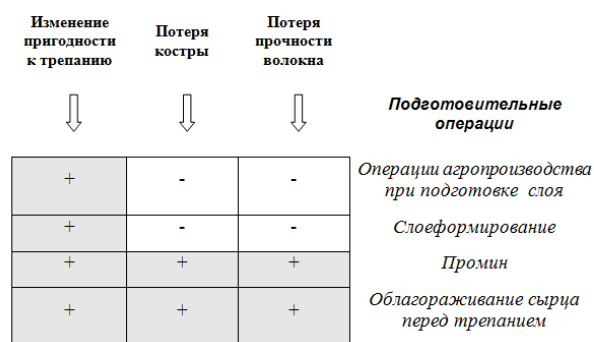


Рис. 3

Использование такого подхода, в отличие от применяемой в настоящее время по операционной оценке, позволит комплексно осуществлять учет технологической эффективности переработки льна на основе анализа причинно-следственных связей результатов подготовки стеблей и их обескостривания при получении трепаного льняного волокна.

ВЫВОДЫ

1. Установлена необходимость при прогнозировании выхода трепаного волокна в результате обработки на МТА учитывать влияние на прочность прядей и силы их натяжения при трепании подготовительных операций к окончательному обескостриванию льна.

2. Для повышения результативности учета технологической эффективности процессов переработки льна на МТА целесообразно осуществлять интегрированную оценку подготовительных операций. Она должна включать учет параметров, определяющих пригодность стеблей льна в слое к трепанию, степень обескостривания стеблей, а также потерю прочности лубо-волокнуистого покрова.

1. *Болотин В.В.* Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990.

2. *Пашин Е.Л.* Формирование выхода длинного волокна при обработке стеблей льна на мяльно-трепальном агрегате // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 3. С. 24...27.

3. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

4. *Лапшин А.Б., Пашин Е.Л.* Развитие теории процесса трепания льна: Монография. – Кострома: КГТУ-ВНИИЛК, 2004.

5. *Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Теоретические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна: Монография. – Кострома: КГТУ-ВНИИЛК, 2008.

6. *Левитский И.Н.* Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов. – Т. 1 и 2. – Кострома, 1994.

7. *Храмцов В.Н.* Исследование процесса утонения слоя стеблей льна и усовершенствование слоеформирующих механизмов: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1974.

8. *Пашин Е.Л., Лапшин А.Б., Маянский С.Е.* Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования): Монография. – Кострома: ВНИИЛК, 2006.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 04.06.10.