

УДК 677.021.151.254/256

## **ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕПАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДЛИННОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА\***

*С.В. БОЙКО, Е.Л. ПАШИН*

**(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,  
Костромской государственный технологический университет)**

В результате экспериментальных исследований установлен факт преимущественного выделения волокнистых отходов из концевых участков льняной пряди при обработке недотрепанного льна [1]. Оче-

видно, что обработка этих участков существенно отличается от условий взаимодействия бил трепального барабана с волокном других зон по высоте поля трепания.

При моделировании рассматриваемого

взаимодействия используются математические модели, разработанные при допущении, что при сходе пряжи с одного била ее свободный участок мгновенно перемещается на подбильную решетку била смежного барабана [2...4]. Однако проведенные нами наблюдения за поведением пряжи при трепании с использованием стробоскопии не подтвердили правомерность этих допущений. Были установлены иные более сложные ситуации перемещения свободных участков. Вследствие этого существующие теоретические положения нельзя в полной мере использовать при изучении перемещений упомянутых участков льняного волокна. Подтверждением такого вывода являются результаты логичных рассуждений Кузьминского А.Б. о сложности явлений поочередного перехода горсти между билками барабанов [2, с.119].

Исследования напряженного состояния, а значит, скоростей и ускорений различных участков пряжи при трепании, по нашему мнению, могут способствовать объяснению причин формирования отходов при обработке свободных участков льна.

В связи с этим для дальнейшего изучения исследуемых явлений при трепании льна был использован разработанный метод математического моделирования взаимодействия пряжи и била при трепании, основанный на построении дискретной модели нити и теории прочности при интенсивных кратковременных нагрузках. Одним из преимуществ данного метода является возможность расчета скоростей точек пряжи, которые экспериментальным путем определить было нельзя. В этом случае результаты компьютерного моделирования являются особенно ценными.

Были проведены расчеты скоростей  $V$  и ускорений  $a$  точек пряжи в процессе ее обработки для различных режимно-конструктивных параметров процесса трепания. Исследовали изменение  $V$  и  $a$  по высоте поля трепания, то есть при перемещении била на угол  $\phi$ . Установлено, что наибольшие значения скорости и ее градиента имеют место у концевой участка пряжи. Этот факт объясняет, почему наибольшие волокнистые потери наблюдаются на концевом участке пряжи.

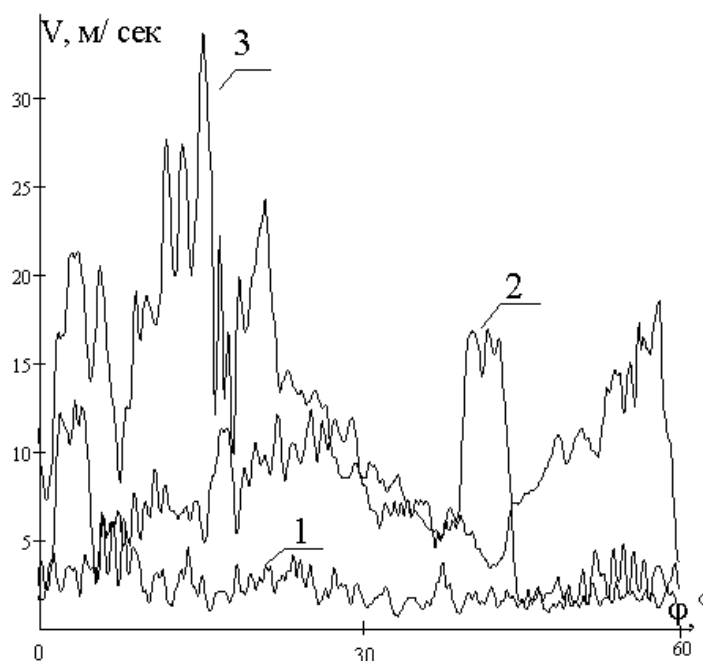


Рис. 1

\* Работа выполнена при участии аспиранта Д.А. Волкова.

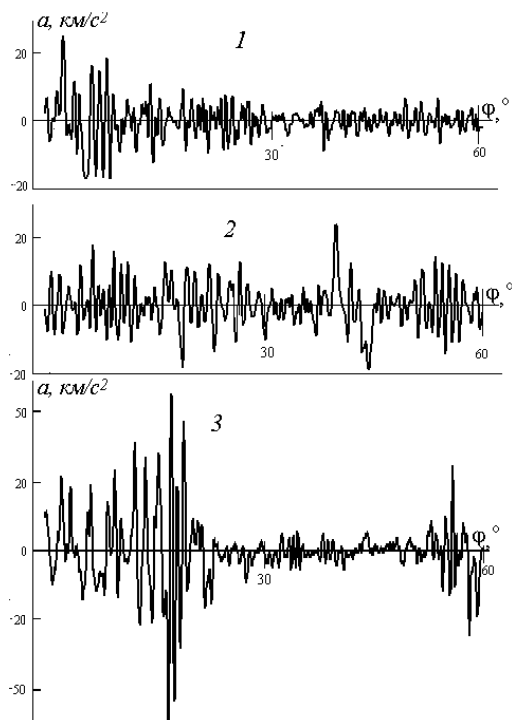


Рис. 2

На рис.1 представлены графики изменения скорости точек пряжи длиной 55 см при обработке трехбильными трепальными

барабанами с частотой вращения 250 об/мин, находящихся: 1 – у зажима, 2 – по середине обрабатываемой пряжи, 3 – у свободного конца. За начало отсчета принят момент удара била по пряди. На рис.2 – представлены графики изменения ускорений этих точек; обозначения кривых аналогичны обозначениям на рис. 1.

В отличие от ранее известных представлений наибольшие и резкие скачки скоростей и ускорений точек пряжи на ее концевых участках наблюдаются не в момент ударного воздействия била на прядь, а в момент захлестывания конца пряди за первую от центра вращения барабана планку подбильной решетки при первом их соприкосновении и сразу же в следующий за этим момент схода пряди с этой планки.

Характер нагружения прядей в зависимости от их длины в поле трепания при прочих равных условиях может существенно образом отличаться (рис.3). Это определяется расположением свободного участка при соприкосновении с подбильной решеткой.

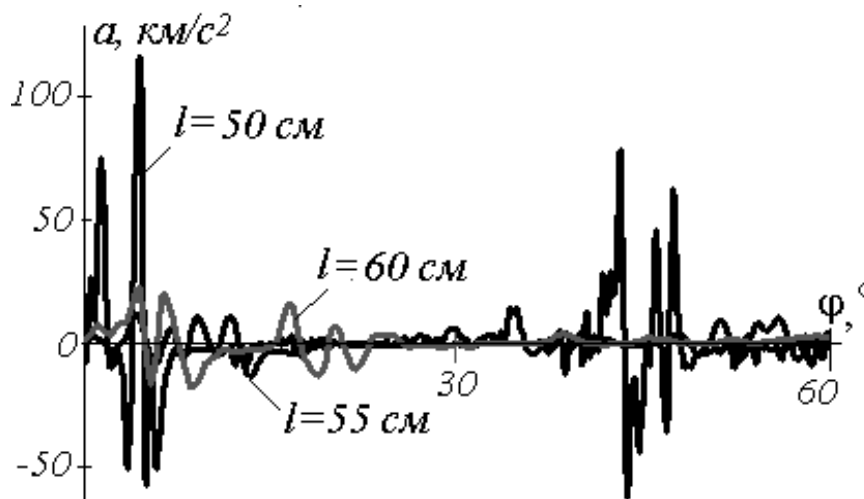


Рис. 3

В определенных случаях могут формироваться значительные градиенты скоростей точек на концах пряди.

Таким образом, на эффективность обработки свободных участков пряди существенным образом влияет ее длина. В силу этих причин при анализе процесса трепания

и при синтезе новых конструкций трепальных машин необходимо учитывать этот параметр.

Предложенная Кузьминским А.Б. [2], обобщенная и развитая Лапшиным А.Б. [4] комплексная оценка интенсивности и качества обработки льняного сырца в тре-

пальной машине предполагает учет следующих условий: "...нормальное распределение эффектов воздействия била вдоль пряжи; соответствующая величина суммарного воздействия, сообщенного обрабатываемому материалу; доброкачественность воздействия в каждой точке по длине пряжи".

Однако известные системы критериев эффективности процесса трепания не позволяют должным образом оценивать интенсивность воздействий на различные участки пряжи, что является необходимым для комплексной оценки эффективности трепальных воздействий.

В этой связи предложено для комплексной оценки эффективности трепальных воздействий в дополнении к известным критериям [4] ввести еще четыре критерия: два основных – распределение средних значений кинетической энергии участков и поперечных ускорений точек пряжи по ее длине, а также два дополнительных – дисперсию каждого из них. Эти критерии будут характеризовать характер распределения вдоль горсти эффектов интенсивности воздействий на нее со стороны бил. В частности, кинетическая энергия участка пряжи переменной длины будет представлять интегральную характеристику интенсивности встряхивающих воздействий в процессе трепания, а поперечные ускорения точек пряжи будут являться их локальными оценками.

Методика получения предложенных критериев следующая. В результате расчета с использованием предложенной модели взаимодействия била и пряжи волокна при трепании определяем скорости и ускорения всех точек пряжи за один временной цикл (между двумя последующими ударами воздействиями бил на прядь).

Определяем квадрат скорости  $i$ -й точки и ее среднее значение за время одного цикла  $v_{icp}$ . Соответственно, средняя кинетическая энергия  $i$ -й точки за цикл:

$$K_{icp} = \frac{m_i v_{icp}^2}{2}.$$

Далее разбиваем прядь по длине на несколько равных участков, например, по 5 см, и определяем суммарную кинетическую энергию  $K_{yч}$  и суммарную среднюю кинетическую энергию  $K_{cp,yч}$  точек пряжи на каждом участке.

Соответственно, среднее квадратическое значение кинетической энергии каждого участка пряжи:

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (K_i - K_{icp})^2},$$

где  $N$  – число точек участка пряжи.

Аналогично определяем распределение среднего значения поперечного ускорения точек пряжи по ее длине и его дисперсию:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - a_{icp})^2}.$$

Для обеспечения сравнительного анализа разных схем дифференциации воздействий по высоте поля трепания целесообразно провести нормирование предложенных критериев эффективности путем определения их относительных оценок:

$$e_{iK} = \frac{K_{icp} - \bar{K}}{\bar{K}} \cdot 100\%$$

и

$$e_{ia} = \frac{\sigma_{ai} - \bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}_a} \cdot 100\%,$$

где  $\bar{K} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_{icp}$  и  $\bar{\sigma}_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma_{icp}$  – средние значения кинетической энергии и ускорения точек пряжи за цикл;  $N$  – количество точек (участков) пряжи.

На рис.4-а и б представлены распределения нормированных оценок вновь предложенных критериев по длине пряжи 0,55 м (а) кинетической энергии и средних квадратических значений поперечного ускорения (б) при обработке трехбильными

барабанами при частоте вращения барабанов 250 об/мин.

## ВЫВОДЫ

1. Предложенные критерии интенсивности трепальных воздействий в виде кинетической энергии и ускорений участков обрабатываемых прядей объясняют различия в образовании волокнистых отходов и заостренности по длине пряди в поле трепания.

2. Для снижения различий предложенных критериев по длине обрабатываемой пряди необходимо использовать приемы дифференциации по высоте поля трепания.

3. Интенсивность трепальных воздействий применительно к свободному участку пряди зависит от ее длины, поэтому при изучении процесса трепания льна необходимо учитывать длину прядей и их варьирование по данному параметру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко С.В., Пашин Е.Л. Исследование свойств нетрепаного волокна и их изменение в процессе его обработки //Деп. в ВИНТИ 20.11.06 № 1424-В2006, с. 49.

2. Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – Л.: Гизлегпром, 1940.

3. Савиновский В.И. Динамическое исследование и методы расчета бильных барабанов трепальных машин: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1971.

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

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 01.09.07.

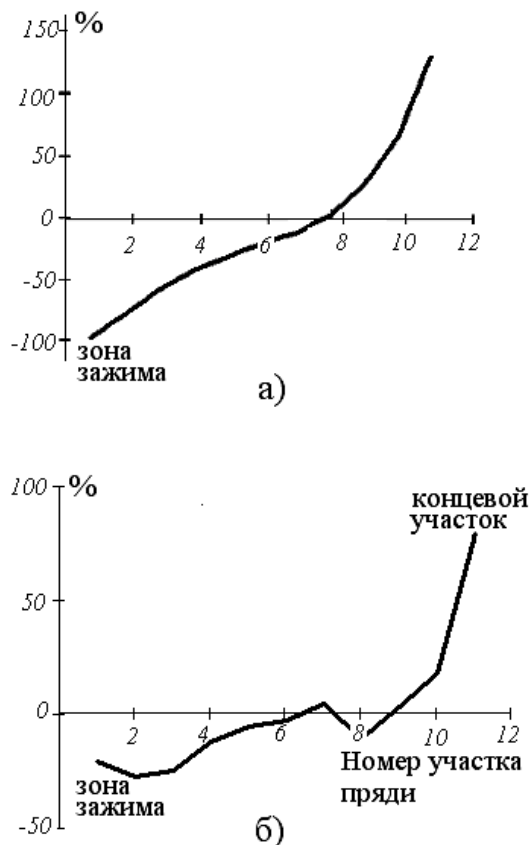


Рис. 4

Из представленных графических зависимостей следует, что кинетическая энергия свободного конца пряди и его ускорение значительно больше энергии и ускорений участков пряди вблизи зажима. Следовательно, для получения нормально проработанной горсти необходимо использовать различные средства дифференциации обработки по высоте поля трепания, что позволит выровнять значения предложенных критериев по длине пряди.