

УДК 677.11.620.1

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ НАГРУЖЕНИЙ  
ЛЬНЯНЫХ ПРЯДЕЙ  
В ПРОЦЕССЕ ИХ ТРЕПАНИЯ\****С.В. БОЙКО***(Костромской государственной технологической университет, Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)**

Совершенствование процесса получения длинного льняного волокна требует понимания существа происходящих явлений в поле трепания.

Общепринятые методы тензометрии [1], [2] не позволяют объяснить всю совокупность причин изменения силовых параметров при нагружении различных участков пряжи. Заметим, что при исследовании процесса трепания методами тензометрии экспериментально измеряются только осредненные силы натяжения и давления. Однако в некоторые моменты процесса трепания время взаимодействия волокнистого слоя с билем трепального барабана очень мало (десятитысячные доли секунды). Конечному изменению скорости в этих случаях соответствуют весьма большие ускорения, поэтому силы взаимодействия могут быть значительны. В процессе интенсивных кратковременных нагрузок (удара) они во много раз превышают обычные и приводят к формированию локальных максимальных напряжений пряжи. Кроме этого, в течение крайне малого промежутка времени

мгновенные силы не остаются постоянными. Их измерение и фиксирование с использованием методов тензометрии невозможно.

Известные алгоритмы расчетов также не позволяют с достаточной точностью осуществить прогнозирование изменений кинематических и силовых характеристик льняных прядей в процессе их обработки трепанием. Причиной тому система допущений, принятых при выборе моделей взаимодействия прядей и рабочих органов трепальных барабанов. Это прежде всего: расчленение процесса трепания на простейшие явления; "мгновенность" перелета слоя волокна с одного била на другое, исключение из рассматриваемого процесса захлестывания конца слоя за планки подбильной решетки и тыльную сторону рабочей кромки; исключение при расчетах явления скольжения пряжи по билу и ударного действия нагрузки на обрабатываемый слой; принятие условия о прямолинейности участков пряжи и ее абсолютной твердости.

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л. Пашина.

Кроме того, в результате проведения известных теоретических исследований изменения в процессе трепания сил натяжения и давления слоя на кромки бильных планок не раскрыт способ определения начальных натяжений. Поэтому для того, чтобы результаты теоретических расчетов соответствовали экспериментальным данным, вводятся поправочные коэффициенты. Например, в работах [1], [3] вводится обобщенный коэффициент сопротивления слоя на подбильной решетке. Его величина зависит от конструктивных особенностей подбильной решетки и определяется, исходя из экспериментальных данных, для каждого конкретного случая. При отсутствии таких данных значения силовых параметров становятся субъективными и неточными.

Предложенный нами дискретный метод расчета кинематических и силовых параметров нагружения прядей в процессе их взаимодействия с билом при трепании, основанного на синтезе теории механики нити и удара [4], исключает указанные недостатки. Его применение впервые позволило учесть особенности взаимодействия пряди с билом, а также проанализировать и объяснить ряд явлений при трепании, имеющих практическое значение. Величина шага по времени при расчетах по предложенному методу составляет порядка десяти-миллионной доли секунды. Это позволяет определять и фиксировать, кроме сравнительно медленно изменяющихся кинематических и силовых параметров волокнистой пряди при трепании, значения и изменение мгновенных сил, действующих на волокнистый слой,

которые обусловлены волновой природой распространения напряжений вдоль пряди от источника возмущения.

С учетом предложенного была осуществлена попытка решения важнейшей практической задачи по выявлению и идентификации наиболее опасных локальных нагружений любого элемента пряди по ее длине в любой момент времени периода взаимодействия с билом.

Расчет был использован при определении изменения сил натяжения слоя в зажиме и набегающей ветви у нижней кромки била, а также удельного давления на кромки бил в интервале времени между двумя ударами. Исходными параметрами при расчетах явились: радиус трепального барабана  $R = 0,37$  м, межосевое расстояние барабанов  $S = 0,55$  м, частота вращения барабанов  $n = 300$  об/мин, число бил  $z = 3$ , вылет кромки бильной планки  $h = 35$  мм, радиус закругления кромки бильной планки  $r = 1$  мм, ширина планок подбильной решетки 40 мм, расстояние между соседними планками 20 мм, распределение линейной плотности пряди по ее длине соответствует реальному, среднее значение линейной плотности пряди 0,4 г/м, длина обрабатываемой пряди  $l = 0,6$  м. Программа расчета по предложенной нами модели позволяет определить скорости точек пряди, а также получить картину положения пряди и бил трепальных барабанов в поле трепания в любой момент времени. Это предоставило возможность выявить, каким именно моментам взаимодействия била и пряди соответствуют пиковые значения сил натяжения и давления, а также объяснить природу их возникновения.

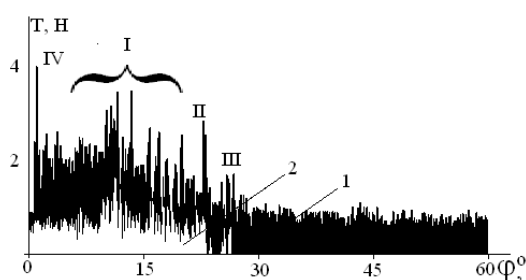


Рис. 1

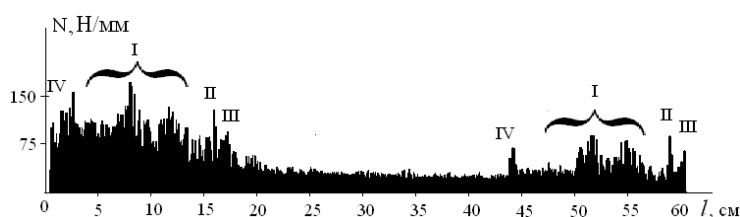


Рис. 2

На рис. 1 представлено изменение расчетных значений сил натяжения волокнистой пряжи в зажиме (1) и набегающей ветви пряжи у нижней кромки (2) в зависимости от угла поворота трепального барабана  $\varphi$ . На рис.2 представлено изменение удельного давления слоя на рабочую кромку била по длине обрабатываемой пряжи. Очевидно, наличие характерных пиковых значений

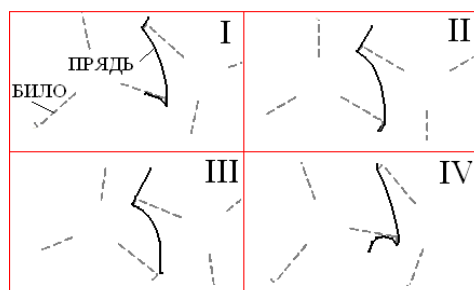


Рис. 3

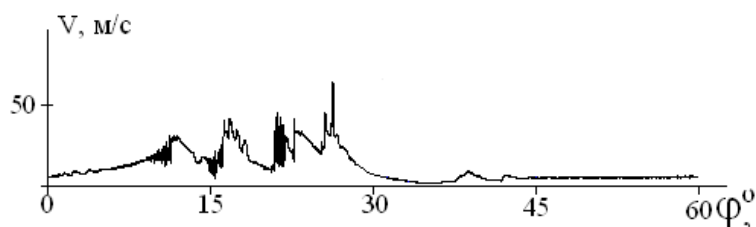


Рис. 4

Проведенный сравнительный анализ позволяет идентифицировать причины возникновения локальных максимальных нагрузок обрабатываемых прядей. Так, пики I соответствует моменту соприкосновения и движения пряжи по подбильной решетке. Их величины определяются, прежде всего, величиной скорости свободного участка пряжи перед встречей с подбильной решеткой. В свою очередь скорость этого участка, при прочих равных условиях, зависит от длины пряжи, сходящей с нижнего била и формы подбильной решетки. Это заключение подтверждается изменением в процессе трепания скорости свободного участка (рис. 4).

Пик II (на рис. 1 и 2) соответствует моменту захлестывания конца пряжи на тыльную поверхность бильной планки. Пик III определяется явлениями при сходе пряжи с кромки бильной планки. Их величины возрастают с увеличением вылета кромки бильной планки и скорости вращения барабанов. Пик IV соответствует моменту удара била по пряжи. Заметим, что в некоторых случаях, в зависимости от длины обрабатываемых прядей, пики III и IV могут совпадать, что негативно влияет

натяжения и давления I, II, III, IV. Соответственно им на рис.3 обозначены моменты взаиморасположения пряжи и бил трепальных барабанов (I – соприкосновение и движение пряжи по подбильной решётке; II – захлестывание конца пряжи за бильную планку; III – сход пряжи с кромки бильной планки; IV – удар била по пряжи), а на рис. 4 – изменение скорости концевой участка пряжи.

на качество процесса

Проанализируем изменение максимального удельного давления слоя на рабочие кромки била по длине обрабатываемой пряжи (рис. 2). Наличие подбильной решетки обуславливает увеличение количества воздействий на концевой участок за счет захлестывания концевой участка за планки подбильной решетки (пики I). Поэтому при захлестывании концевой участка за планки подбильной решетки (пики I) возможны разрушения волокна. Этот же вывод можно сделать и для момента захлестывания на тыльную поверхность бильной планки (пик II). Пик III имеет место при развороте концевой участка пряжи после схода с тыльной стороны рабочей кромки.

Примечательно и то, что величины удельного давления на пряжу при ее захлестывании за планки подбильной решетки (пики I) и на тыльную сторону бильной планки (пик II) одного порядка с величиной удельного давления на слой в зоне зажима при ударе (пик IV). Это обстоятельство имеет принципиальное значение с точки зрения разработки новых технических решений для снижения волокнистых отходов при трепании.

## ВЫВОДЫ

1. Известные методы тензометрии и алгоритмы расчета силовых характеристик нагружения пряжи не позволяют выявить и идентифицировать кратковременные локальные нагружения элементов пряжи в процессе ее обработки трепанием.

2. Использование предложенного метода расчета кинематических и силовых параметров нагружения пряжи, основанного на синтезе теории механики нити и удара, позволило выявить наличие интенсивных кратковременных нагружений элементов пряжи в процессе ее обработки трепанием, а также идентифицировать причины этих нагружений.

3. Совместный анализ локальных нагружений и взаиморасположения бил и прядей в поле трепания позволил установить, что основными причинами возникновения наибольших значений

локального нагружения являются: удар по пряди рабочей кромки, захлестывание конца пряжи на тыльную сторону бильной планки и планок подбильной решетки, а также разворот концевой участка пряжи в момент его схода с рабочей кромки била.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савиновский В.И., Янушевский Д.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, № 1. С. 25...28.

2. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис....докт. техн. наук. – Кострома, 1961.

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

4. Бойко С.В., Гришин А.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2007, № 4. С.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 08.05.08.