

УДК 677.021

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЬНЯНОЙ ПРЯДИ
С БИЛОМ ТРЕПАЛЬНОГО БАРАБАНА***

С.В. БОЙКО

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

В работе Кузьминского А. Б. [1], посвященной изучению процесса трепания льна и особенностям его взаимодействия с билами трепальных барабанов, впервые указано на явление, когда прядь из-за действия сил инерции не давит на поверхность кромки била. Автором представлена зависимость, связывающая суммарную величину сил трения ΣR кромки о рассматриваемый участок пряди с силами, действующими на него [1, с. 56]:

$$\Sigma R = (T_{нб} - T_{ин}) (e^{\mu\beta} - 1), \quad (1)$$

где β – угол обхвата кромки била прядью; μ – коэффициент трения; $T_{нб}$ – натяжение набегающей ветви; $T_{ин}$ – инерционные натяжения.

При условии равенства нулю первого множителя правой части выражения (1) действие сил трения прекращается, что, по мнению автора, вызвано отходом пряди от поверхности кромки била.

Однако, исследуя реальное поведение пряди, Кузьминский А.Б. установил, что "...полного прекращения соприкосновения пряди с кромкой при этом все же не происходит, так как хотя прядь и пролетает мимо кромки, так сказать, сама собою, за счет ранее накопленной кинетической энергии, – кромка в своем движении пере-

секает направление движения набегающей ветви, поворачивает ее и давит на набегающую ветвь с силой, необходимой для поворачивания..." [1, с. 57] (рис. 1 – общая схема расположения пряди относительно кромки).

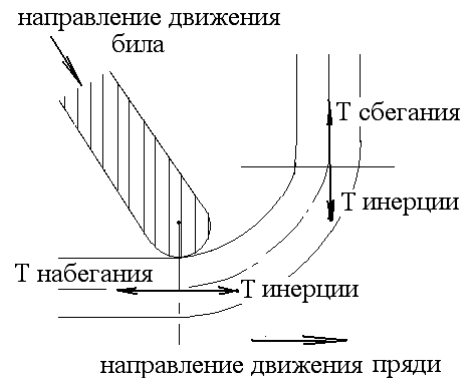


Рис. 1

В итоге очевидна цикличность (не стабильность) взаимодействия: при определенных условиях контакт теряется, но далее он восстанавливается. При этом могут возникать полезные (с технологической точки зрения) явления. Со сходной цикличностью будет изменяться кривизна пряди и ее объемная плотность, что позволит улучшить условия для выхода из волокнистой массы костры.

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

В работе [2] рассмотрено явление, аналогичное указанному выше. В ней автор без ссылок на результаты работы [1] вводит понятие нестабильного контакта пряжи с кромкой. При этом утверждается, что такой режим обработки "...чрезвычайно выгоден, поскольку силы натяжения пряжи в точке ее зажима не увеличиваются из-за взаимодействия с кромкой, на которой выполняется это условие и, следовательно, трепальному барабану можно придать большую частоту вращения, иметь большее количество воздействий бил на материал или сократить длину трепального барабана, т.е. уменьшить габариты, массу, стоимость машины..." [2, с. 42].

Таким образом, существуют две разные трактовки результатов рассмотренного явления, связанного с потерей сил трения кромки била при перемещении по ней пряжи, а также два объяснения технологических последствий при его реализации. Согласно положениям [1] с увеличением частоты вращения барабана при указанном явлении будет наблюдаться рост сил натяжения пряжи (так как постоянного отрыва пряжи от поверхности кромки не происходит), а согласно выводам из [2] – увеличения натяжения не будет наблюдаться, поскольку силы трения о кромку исчезнут.

Для подтверждения той или иной точки зрения было проведено исследование взаимодействия пряжи с кромкой била с возникновением указанного явления. Используя новый метод расчета силовых и кинематических параметров процесса трепания, основанный на синтезе теории удара твердого тела и механики нити [3], было осуществлено моделирование указанного взаимодействия. Обработываемая пряжа была представлена в виде совокупности точек, соединенных между собой связями. Плотность точек на единицу длины пряжи принимали 1 шт/мм. Процесс трепания осуществляли двумя трепальными барабанами, вращающимися с частотой 300 об/мин. Радиус закругления кромки била равен 3 мм. Длину пряжи в поле трепания принимали равной 60 см.

Существо расчетного эксперимента заключалось в отслеживании количества точек соприкосновения пряжи с поверхностью кромки била. Контролировали условия взаимодействия от момента начала соприкосновения пряжи с билом до момента схода ее с этого же била в нижней части поля трепания.

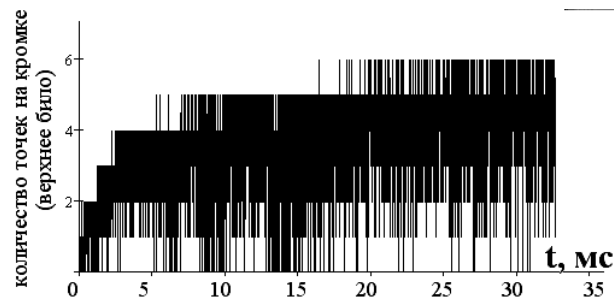


Рис. 2

На рис. 2 представлен график зависимости количества точек контакта за время взаимодействия била с модельной пряжей в поле трепания при частоте вращения барабана 300 об/мин. Черная вертикальная полоса характеризует количество точек контакта. Из анализа графика следует, что в основном происходит контакт с 2...5 точками модельной пряжи (применительно к реальной пряжи это составляет 1...4 мм длины). В некоторые моменты времени пряжа теряет контакт с кромкой била. Однако это наблюдается не постоянно, что подтверждает правомерность выводов Кузьминского А.Б. в [1].

Был осуществлен другой расчетный эксперимент. Исследовали особенности взаимодействия при частоте вращения барабана 3000 об/мин. Модельный эксперимент допускал такие условия трепания без разрыва волокна вблизи его зажима. При этом параметры волоконистой пряжи соответствовали условиям предыдущего расчета. Результаты контроля и учета точек контакта представлены на рис. 3 (изменение количества точек контакта модельной пряжи с билом в поле трепания при частоте вращения барабана 3000 об/мин).

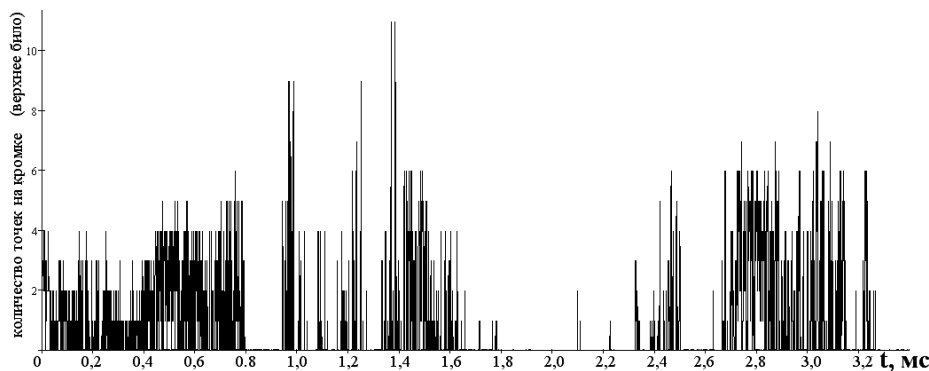


Рис. 3

В отличие от первого расчетного эксперимента количество случаев потери контакта пряжи с поверхностью била значительно возросло. Однако полного отрыва пряжи от била также не происходит. В течение всего рассматриваемого периода в основном имеет место цикличность процесса контакт – отсутствие контакта. Параллельно этому проводили контроль сил натяжения пряжи вблизи зоны ее зажима. Установлено, что с ростом частоты вращения барабанов происходит соответствующее увеличение сил натяжения пряжи, что не подтверждает выводы работы [2] о прекращении действия сил трения пряжи о кромку била.

Таким образом, по результатам моделирования процесса взаимодействия закрепленной одним из концов льняной пряжи с билами вращающегося трепального барабана подтверждена правомерность заключения Кузьминского А.Б. об отсутствии постоянного отрыва пряжи под действием сил инерции в условиях повышенных относительных скоростей. Из-за различий

в траекториях движения била и участков пряжи, опирающихся на кромку, наблюдается кратковременный отрыв с последующим восстановлением контакта. На продолжительность отрыва, по мнению Кузьминского А.Б., также будут влиять силы сопротивления пряжи при перемещении ее в воздушной среде, что также подтверждается результатами численного эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – М.: Гизлегпром, 1940.
2. Дьячков В.А. Проектирование трепальных машин.–Кострома, 2000.
3. Бойко С.В., Волков Д.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С. 45...49.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 01.07.08.