

СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ ПРЯДИ ОТ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ПОЛЯ ТРЕПАНИЯ

В.А. ДЬЯЧКОВ, Д.В. ИВАНЮК

(Костромской государственный технологический университет)

В работах Н.Н.Суслова [1], [2] показано, что природа сил сопротивления движению трепальных барабанов на холостом ходу и при взаимодействии с материалом одна и та же и эти силы определяются силами аэродинамического сопротивления. Им же было установлено, что мощность, расходуемая на преодоление сил сопротивления, пропорциональна третьей степени угловой скорости вращения трепальных барабанов. Аналогичную зависимость имеют вентиляторы и насосы. Современные математические модели процесса воздействия воздуха на пряжу [3] имеют не строго обоснованные допущения, поэтому разработка более стройной теории, описывающей силы натяжения пряжи от воздушных потоков поля трепания, является актуальной задачей.

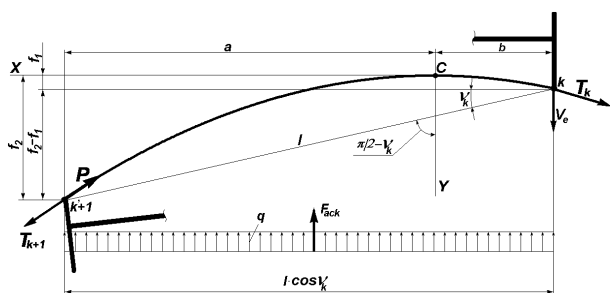


Рис. 1

На рис.1, где показано нагружение пряжи силами аэродинамического сопротивления при ее перемещении в воздушных потоках поля трепания, изображен участок пряжи, расположенный между передней кромкой бильной планки k-го била и тыльной кромкой k+1-го била. Прямая, соединяющая точки k и k+1, длиной l расположена под углом v_k к радиусу, проведенному к передней кромке k-го била. Допустим, что на участок пряжи действует линейная распределенная нагрузка q , обусловленная силами аэродинамического сопротивления перемещению пряжи в воз-

душных потоках поля трепания. Примем, что равнодействующая этой силы F_{ack} по направлению противоположна вектору скорости передней кромки k-го била, то есть расположена под углом $\psi = \frac{\pi}{2} - v_k$ к линии, соединяющей точки k и k+1, и по величине определяется из выражения [3 (7.11)].

Определим натяжение пряжи от силы аэродинамического сопротивления – T_k и T_{k+1} в точках k и k+1.

Поместим начало координат системы XOY в верхней точке пряжи C относительно линии k, k+1 и направим ось X влево, перпендикулярно направлению действия силы F_{ack} , а ось Y – вниз, вдоль силы F_{ack} .

Известно [4, §6], что под действием линейной распределенной нагрузки пряжа примет форму параболы, а силы натяжения в точках закрепления определяются из выражений:

$$T_k = \sqrt{H^2 + q^2 b^2}, \quad T_{k+1} = \sqrt{H^2 + q^2 a^2}, \quad (1)$$

где

$$H = \frac{q(\ell \cos v_k)^2}{2(\sqrt{f_1} \pm \sqrt{f_2})} \quad (2)$$

– есть минимальное натяжение пряжи в вершине параболы (точке C);

$$a = \frac{\ell \cos v_k}{2} - \frac{(f_2 - f_1)H}{q\ell}, \quad (3)$$

$$b = \frac{\ell \cos v_k}{2} + \frac{(f_2 - f_1)H}{q\ell}$$

– расстояния от вершины параболы до точек зажима пряжи, замеренные в направлении, перпендикулярном силе F_{ack} ;

$$f_1 = \frac{qa^2}{2H}, \quad f_2 = \frac{qb^2}{2H} \quad (4)$$

– провесы – расстояние от вершины параболы до точек зажима пряди, замеренные вдоль направления действия силы F_{ack} .

Эти зависимости указывают на то, что силы натяжения в точках закрепления – T_k и T_{k+1} зависят, в том числе, и от величин провесов f_1 и f_2 , а их различие – от положения вершины параболы – координат a и b или от направления воздушных потоков относительно пряди (угла ψ).

Примем, что в точке k прядь жестко закреплена, а в точке $k+1$, обращенной к концу пряди, удерживается лишь при равенстве сил P и T_{k+1} (рис.1). При превышении силами натяжения пряди от воздуха T_{k+1} сил натяжения P в сбегавшей с тыль-

ной кромки $k+1$ -го била ветви пряди произойдет ее скольжение по кромке, при этом увеличится провес пряди до такой величины, при которой сила, удерживающая прядь P , сравняется с силой натяжения от воздушных потоков T_{k+1} . Обоснуем сказанное.

Определим натяжение пряди H в вершине параболы (точке C) по известной силе натяжения в сбегавшей ветви пряди с $k+1$ -й кромки – T_{k+1} . Из (1), с учетом равенства $f_2 - f_1 = \ell \sin v_k$ (рис.1), в выражении для b (3) имеем:

$$H^2 = T_{k+1}^2 - q^2 \left(\frac{\ell}{2} \cos v_k - \frac{H}{q} \sin v_k \right)^2.$$

После преобразований получаем квадратное уравнение вида

$$(1 + \sin^2 v_k) H^2 - (\ell q \sin v_k \cos v_k) H + \left[\left(\frac{q\ell}{2} \cos v_k \right)^2 - T_{k+1}^2 \right] = 0$$

с корнями

$$H = \frac{\ell q \sin v_k \cos v_k \pm \sqrt{(\ell q \sin v_k \cos v_k)^2 - 4(1 + \sin^2 v_k) \left[\left(\frac{q\ell}{2} \cos v_k \right)^2 - T_{k+1}^2 \right]}}{2(1 + \sin^2 v_k)}.$$

Зная H , можно вычислить силы натяжения пряди в сбегавшей и набегавшей

ветвях T по выражениям (1) и провесы пряди f по выражениям (4).

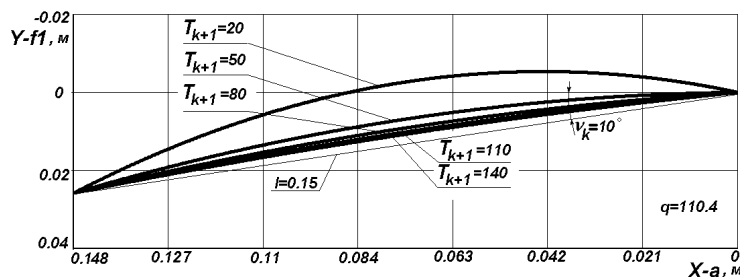


Рис. 2

На рис.2, построенном с помощью программы "Mathcad", показан профиль пряди, на которую действует линейная распределенная нагрузка от воздушных потоков поля трепания $q=110,4$ Н/м. Прядь

удерживается в точке $k+1$ силой $P=T_{k+1}=20, 50, 80, 110, 140$ Н. Этот рисунок иллюстрирует зависимость провесов f пряди от удерживающей силы P .

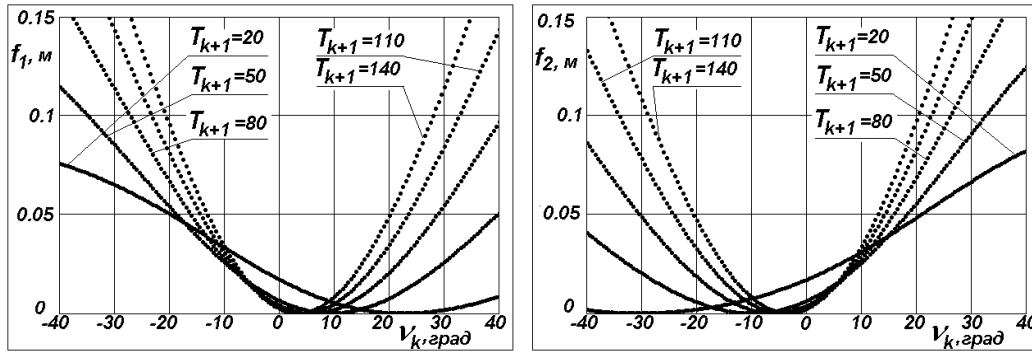


Рис. 3

Графики на рис. 3 (провесы пряжи) и 4 (силы натяжения пряжи) указывают, что силы натяжения пряжи от воздушных потоков определяются провесами и какой бы интенсивной ни была бы линейная распределенная нагрузка от воздушных потоков в

поле трепания q , сила натяжения пряжи T_k при встрече с набегающей кромкой (в точке k) будет определяться силой $T_{k+1}=P$, удерживающей пряжу на тыльной кромке $k+1$ -го била и величиной провесов f .

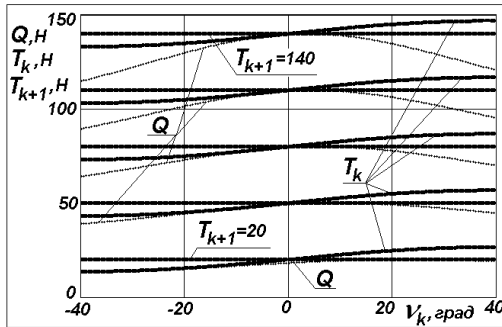


Рис. 4

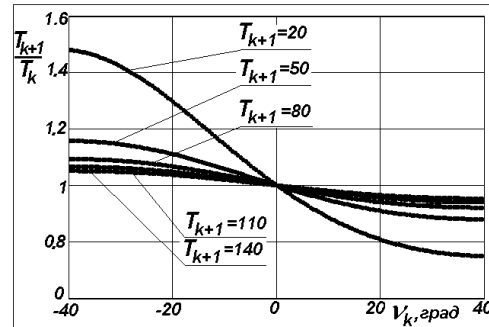


Рис. 5

Графики на рис. 4 и 5 показывают, что соотношение сил натяжения пряжи в сбегающей и набегающей ветвях (T_{k+1} и T_k) рис. 5), а также соотношение провесов f_1 и f_2 (рис. 4) зависят от направления воздушных потоков относительно пряжи (угла ψ).

При более интенсивных воздушных потоках отличие в натяжении в точках закрепления пряжи от воздуха, а также влияние направления воздушных потоков становятся менее существенными.

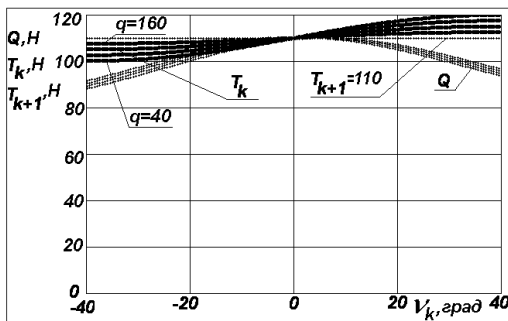


Рис. 6

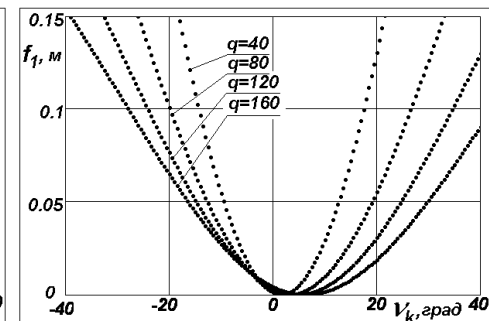


Рис. 7

На рис. 6 и 7 показаны графики сил натяжения пряжи (рис. 6) и ее провесы f_1 при

различной линейной распределенной нагрузке от воздуха q (рис. 7). Влияние ин-

тенсивности воздушных потоков на силу T_k нивелируется провесами пряжи. Так, при $\nu_k = 40^\circ$ изменение q в 4 раза (с 40 до 160) приводит к изменению T_k с 112 до 120Н.

ВЫВОДЫ

1. Полученная математическая модель позволяет анализировать влияние интенсивности и направления воздушных потоков поля трепания на силы натяжения пряжи в точках контакта пряжи с кромками трепального барабана.

2. Влияние интенсивности воздушных потоков на силу натяжения пряжи нивелируется провесами пряжи. При возрастании интенсивности воздушных потоков отличие в натяжении в точках закрепления пряжи от сопротивления воздуха, а также влияние

направления воздушных потоков становятся менее существенными.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Суслов Н.Н.* Исследование воздушных потоков в зоне трепания льняных машин двустороннего действия // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, №3.

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

3. *Дьячков В.А.* Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон: Учебник – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та. 2006.

4. *Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С.* Теоретическая механика в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов. В 3-х т. Т.1. Статика и кинематика.– 9-е изд., перераб. –М.: Наука, 1990.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.06.08.