УДК 677.024

СВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВЕТВИ ОСНОВЫ, ОГИБАЮЩЕЙ СКАЛО, И ПЛЕЧОМ СИЛЫ ЕЕ НАТЯЖЕНИЯ

CONNECTION BETWEEN DEFORMATION OF A WARP BRANCH BENDING AROUND A TENSION BAR AND A SHOULDER OF FORCE OF ITS TENSION

О.А. САВВИН
O.A. SAVVIN

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

В статье доказывается, что при поступательном движении скала существует очень простая зависимость, связывающая деформацию ветвей основы, огибающих скало, с моментом силы ее натяжения относительно оси вращения рычага скала. Показано, что при определении момента силы натяжения ветви основы эту силу необходимо предварительно перенести в центр вращения скала.

It is proved that under the translational motion of a tension bar the very simple dependence, connecting deformation of the warp branches, bending around a tension bar, with the moment of its tension force concerning an axis of the tension bar lever rotation exists herein. It is shown that under determination of the moment of the force of a warp branch tension this force is necessary to transfer preliminary to the centre of the tension bar rotation.

Ключевые слова: система заправки ткацкого станка, деформация ветви основы, описание движения скальной системы, определение плеча силы натяжения ветви основы относительно оси вращения рычага скала.

Keywords: loom charging system, deformation of a warp branch, the description of a tension bar movement system, determination of a shoulder of force of a warp branch tension concerning an axis of a tension bar lever rotation.

При работе ткацкого станка его система заправки постоянно подвергается воздействиям со стороны его рабочих органов. Законы движения таких механизмов, как батанный, зевообразовательный, отпуска основы и навивания ткани, с определенными допущениями можно считать заданными. Это позволяет определить деформацию системы заправки станка при их работе. Иначе обстоит дело с подвижной системой скала. Движение этой системы происходит под действием постоянно меняющегося натяжения основы. В свою очередь, движение скала меняет деформацию ветвей основы, огибающих его, и, следовательно, их натяжение. Связать воедино эти три фактора можно только одним способом – описанием движения скальной системы. Для этого необходимо предварительно составить дифференциальные уравнения движения данного механизма. Решение этой последней задачи значительно облегчится, если сначала решить две вспомогательные задачи:

1) определить деформацию ветвей основы в зависимости от движения скальной системы,

2) определить моменты сил натяжения этих ветвей относительно скала и его рычага.

При решении этих задач необходимо считать движение скальной системы заданной.

Мы решили остановиться на решении двух последних задач, поскольку до настоящего времени нет достаточной ясности в вопросах определения деформации и плеч сил натяжения основы относительно оси вращения рычага скало. Время от времени появляются статьи, дающие пищу спорам [2], [3] или нерационально или неточно освещающие рассматриваемый вопрос [5], на которые в скором времени появляются критические отзывы [3], [4], [6].

Остановимся сначала на второй задаче. Отметим, что наиболее просто составить дифференциальные уравнения движения скальной системы можно при помощи уравнений Лагранжа второго рода.

В этих уравнениях обобщенная сила находится через работу сил при элементарном изменении обобщенных координат. За эти координаты, на наш взгляд, целесообразнее всего принять φ_1 – угол поворота рычага скала, отсчитываемый от горизонтали и, φ_2 – угол поворота скала относительно его рычага (рис. 1).

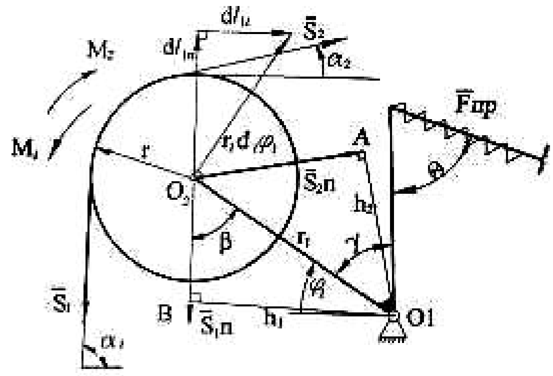

Рис. 1

Приведем подробные выкладки только для нижней ветви с натяжением S_{1b}. Что касается верхней ветви с натяжением S_{2b}, то все рассуждения и действия будут такие же, как и для нижней ветви.

Для удобства определения момента натяжения S_{1b} и, в первую очередь, работы, совершаемой этой силой, перенесем силу в точку O_2 – центр вращения скала. При этом получим силу $S_1 = S_{1b}$, приложенную в точке O_2, и пару сил с моментом M, равным моменту переносимой силы относительно точки O_2. Общая работа силы S_{1b} складывается из работы силы S_1 и работы пары сил с моментом M. При изменении обобщенных координат на $d\varphi_1$ и $d_{\varphi 2}$ эта работа будет:

$$dA = -S_1\, r(d\varphi_1 + d\varphi_2) - S_1\, h_1\, d\varphi_1, \qquad (1)$$

где r и h_1 –радиус скала и плечо силы S_1 относительно точки O_2.

Знак "минус" взят потому, что момент силы направлен противоположно направлению отсчета углов φ_1 и φ_2.

Рассмотрим только поступательное движение скала, при котором

$$d\,\varphi_1 + d\,\varphi_2 = 0 \qquad (2)$$

и

$$dA = -S_1\, h_1\, d\varphi_1. \qquad (3)$$

Плечо h_1 легко находится из рис. 1, на котором показаны геометрические параметры, входящие в формулы, значения углов и направления их отсчета. Точка пересечения плеча h_1 с линией действия силы S_1 обозначена буквой K.

Перейдем теперь к деформации ветви. Так как рассматривается поступательное движение скала, то перемещение точки A – точки схода нижней ветви со скала – равно перемещению точки O_2 – центра скала.

Это перемещение можно представить двумя составляющими: $d\ell_{1n}$ – перемещения, направленного вдоль ветви основы, и $d\ell_{1t}$ – перемещения, направленного перпендикулярно ей. Перемещение $d\ell_{1n}$ представляет собой деформацию ветви, перемещение $d\ell_{1t}$ определяет ее поворот, то есть изменение угла α_1. При этом точки схода основы с навоя и скало незначительно изменят свое положение. В результате этого некоторая часть основы сойдет или, наоборот, намотается на скало или навой. При этом ℓ_1 – длина прямолинейного участка между навоем и скалом – несколько изменится, что, однако, не повлечет изменения деформации данной ветви. Мы постарались остановиться на этом вопросе подробно, так как изменение длины ветви за счет изменения угла α_1 являлось основной причиной спора в работах [2...4].

Вернемся к деформации $d\ell_{1n}$. Треугольник деформаций и треугольник $O_1K_1O_2$ подобны как треугольники с взаимно-перпендикулярными сторонами. Поэтому

$$r_1 d\,\varphi_1 / r_1 = d\ell_{1n} / d\,\varphi_1 \qquad (4)$$

откуда

$$h_1 = d\ell_{1n} / d\varphi_1. \qquad (5)$$

Таким образом, при поступательном движении скала плечо силы натяжения основы S_1 относительно оси вращения рычага скала численно равно деформации этой ветви, деленной на элементарный угол поворота рычага скала.

Это утверждение справедливо и для второй ветви.

В основу выводов аналитических зависимостей мы положили "геометрический" метод. Те же результаты, но значительно проще и быстрее, можно получить, используя "метод работ". Определим элементарную работу натяжения S_1:

$$dA = -\, S_1 d\ell_{1n}, \qquad (6)$$

с другой стороны:

$$dA = -h_1 S_1 d\varphi_1, \qquad (7)$$

откуда сразу же вытекает зависимость (5).

Укажем, что зависимость, аналогичная формуле (5), имеет место и для второй ветви.

Полученный нами результат можно сформулировать следующим образом:

Для определения деформации ветви основы, огибающей скало, при повороте рычага скала на элементарный угол и при поступательном движении скала необходимо следующее:

1) Перенести натяжение данной ветви параллельно самому себе в центр скала,

2) определить плечо этой перенесенной силы относительно оси вращения рычага скала.

Деформация данной ветви будет численно равна произведению плеча перенесенной силы на элементарный угол поворота рычага скала.

В заключение заметим, что вычисление непосредственно плеча равнодействующей сил S_1 и S_2, как предлагается в [5], является крайне нецелесообразным, так как эти силы постоянно меняются в процессе работы станка. Изменение соотношения между этими силами приводит к тому, что их равнодействующая постоянно меняет свою величину и направление. Не случайно указанная работа подверглась справедливой и серьезной критике [6].

В Ы В О Д Ы

Вычисление деформации ветви основы при повороте рычага скала на элементарный угол может быть сведено к определению плеча силы натяжения этой ветви относительно оси вращения рычага скала, что позволяет многократно упростить вычисление этой деформации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ефремов Д.Е.* Изменение характеристик заправочной линии основы при движении скала на станке П-125-ZВ-8 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №4. С. 38...40.

2. *Лиманаускас П.В.* Метод теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №3. С.42...45.

3. *Ефремов Д.Е.* О методе теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №2. С. 122.

4. *Лиманаускас П.В.* Еще о методе теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 (с заключением Оникова Э.А.) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, №1. С. 111...113.

5. *Чугин В.В., Артемьев И.А.* Технологические условия нормализации режима отпуска и натяжения основы регулятором станка АТПР // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №3. С. 47...51.

6. *Ефремов Е.Д., Ефремов Д.Е.* Об одной ошибочной математической модели // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, №3. С. 196...197.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.02.11.