

УДК 677.024

**СИСТЕМА ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА
КАК МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

О.А. САВВИН, Г.К. КУЗНЕЦОВ, С.Ф. ГЕРАСИМОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Задача технолога ткацкого производства – влиять на процесс выработки ткани с целью улучшения ее качества. Для этого необходимо в первую очередь знать свойства и особенности поведения системы заправки ткацкого станка. В данной статье и рассматриваются свойства и особенности поведения системы заправки, приводятся упрощающие допущения, позволяющие сделать модель системы заправки ткацкого станка пригодной для практического применения.

Под системой заправки подразумевается совокупность участков основы и ткани, которые при работе ткацкого станка меняют свою деформацию [1]. Схема заправки ткацкого станка показана на рис. 1.

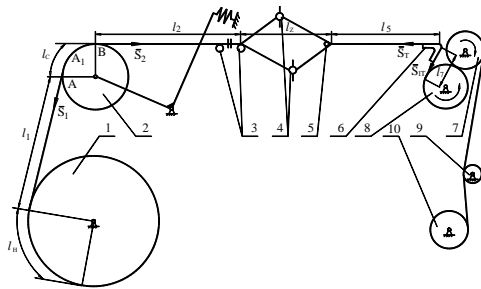


Рис. 1

Упругая система заправки в совокупности со всеми механизмами станка является сложной механической системой, в которой обрабатываемый материал может рассматриваться как деформируемый элемент (звено) данной системы (без заправки ткацкий станок – как механизм не существует) [2]. Из теории механизмов известно

[3], что элементы заправки деформируются по нелинейным законам. Места взаимодействия нитей и ткани с жесткими рабочими органами станка могут рассматриваться как кинематические пары [4].

По В.А. Гордееву [1] деформируемая часть основы состоит из участка переменной длины l_n , расположенного на навое 1, участка l_1 между точками касания основы навоя и скала 2, участка l_c , огибающего скала, участка l_2 между точкой схода основы со скала и разделительными прутками 3, участка l_z между разделительными прутками и опушкой ткани 5. Ткань в рабочей зоне состоит из участка l_5 между опушкой и грудницей 6, участка l_6 , огибающего грудницу (на рисунке не показан), участка l_7 между грудницей и вальском 8, части ткани на вальске (на рисунке не показана).

Рассмотрим прямолинейный участок нитей основы, один конец которого закреплен, а другому задано определенное движение. Если пренебречь силами инерции самих нитей, что обычно и делается при расчетах, то, зная деформацию “свободного” конца, можно определить деформацию в любом сечении данного отрезка.

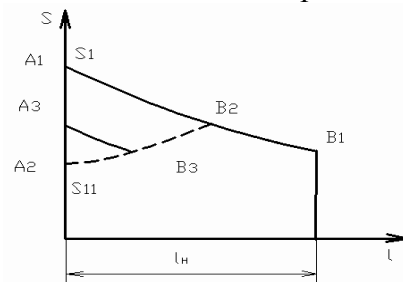


Рис. 2

Иная картина наблюдается, когда нити основы или ткань огибают какую-либо направляющую. Рассмотрим нити основы, меняющие свою деформацию на участке навоя длиной ℓ_n . На рис. 2 показан один из вариантов распределения натяжения нитей на навое. Пусть в начальный момент времени натяжение основы на “свободном” участке равно S_1 . Рассмотрим случай, когда имеется скольжение нитей относительно навоя в направлении точки схода с него основы. В этом случае натяжение основы на рассматриваемом отрезке меняется по зависимости Эйлера, возрастая в направлении точки схода. Зависимость натяжения точки основы на навое S в зависимости от расстояния от точки схода ℓ – представлена кривой A_1B_1 на рис. 2. Пусть, затем натяжение “свободного” конца уменьшилось до значения S_{11} , определяемого точкой A_2 на рисунке. Изменение натяжения в точках на навое для этого случая показано пунктирной кривой A_2B_2 . Предположим, что после этого натяжение “свободного” конца вновь возросло до некоторого значения, определяемого точкой A_3 на рис. 2. В этом случае натяжение на всем рассматриваемом участке длиной ℓ_n меняется по ломаной линии $A_3B_3B_2B_1$. Легко видеть, что при многократном изменении натяжения S_1 эта ломаная может иметь бесконечное множество вариантов. При определении дуги распространения деформации нитей на навое и их приведенной длины необходимо знать натяжение основы в каждой точке навоя.

Рассмотрим нити, расположенные на скале (рис. 1). Пусть скольжение основы по всей поверхности скала в одном направлении отсутствует. Тогда S_1 и S_2 – натяжения огибающих скало ветвей связаны соотношением:

$$S_2 \exp(-f\alpha) < S_1 < S_2 \exp(f\alpha), \quad (1)$$

где f и α – коэффициент трения основы по скалу и угол его охвата ими.

Если условие (1) выполняется, то на скале имеются две дуги деформации, и данная система имеет много общего с нитями, расположенными на навое. Как по-

казано выше, в этом случае необходимо знать натяжение основы в каждой точке скала. В этом случае обе ветви основы, огибающие скало, представляют собой две отдельные системы, то есть деформируются и меняют свое натяжение независимо друг от друга.

Иную картину имеет эта система при изменении ее параметров (или ее состояния), когда начнется скольжение нитей по всей поверхности скала. В этом случае соотношение между натяжениями S_1 , S_2 и натяжением нитей на скале определяется строгой математической зависимостью – формулой Эйлера. Обе ветви основы, о которых говорилось выше, представляют собой единую систему с общей деформацией и общим (приведенным) коэффициентом жесткости. Таким образом, свойства данного участка системы заправки зависят от ее состояния, или проще – от соотношения между натяжениями S_1 и S_2 .

Когда длина нитей на направляющей (например, на скале) мала, ею можно пренебречь, по сравнению с длинами “свободных” ветвей, что значительно упрощает вычисление их натяжений. Классический пример подобного случая представляет собой ткань, огибающая грудницу с малым радиусом закругления.

Для упрощения можно пойти на заведомую неточность и основу или ткань на направляющей, заменить двумя участками постоянной длины. Получаемая при этом ошибка будет меньше по сравнению с тем случаем, когда криволинейный участок нитей просто отбрасывается. На рис. 1 нити основы на скале заменены участком AA_1 , натяжение которого равно S_1 , и участком A_1B с натяжением, равным S_2 . На рис. 1 A и B – точки касания скала прямых ветвей основы. Точка A_1 – промежуточная точка на скале. Наиболее логично взять ее посередине участка AB . Таким образом, при отсутствии скольжения основы по всей поверхности скала реальная система заменена упрощенной схемой, что привело к ошибке, которую надо оценить в каждом конкретном случае.

Оценим влияние разделительных прутков и ламелей на натяжение системы за-

правки. Угол охвата нитями разделительных прутков и коэффициент их трения по ним мал, поэтому можно пренебречь силой трения между прутками и основой. Тогда наличие прутков не изменит натяжения в системе заправки. Угол охвата ламелей основой и радиус закругления на участке касания невелик и можно пренебречь длиной дуги охвата. Можно вообще не учитывать их влияния на деформацию и натяжение системы заправки. Именно такое допущение сделал в своей работе В. А. Гордеев [1].

Рассмотрим, как меняется натяжение основы до галев и после них. В. А. Гордеев считает [1], что "...принимая во внимание незначительное сопротивление галев, можно приближенно считать, что при свободной опушке ткани натяжения ветвей зева получаются примерно одинаковыми". Основываясь на наблюдениях В.А. Гордеева, заключаем, что при отсутствии прибоа галева не меняют натяжение системы заправки. Наибольший угол охвата нитями галев невелик, а длина передней части зева значительно меньше расстояния между скалом и галевами. Поэтому можно считать, что и при прибое натяжение основы на участке между навоем и опушкой ткани одинаково.

Рассмотрим процессы, происходящие в ткани на участке между опушкой ткани и точкой ее касания вальяна. При работе станка деформируется как участок ткани до грудницы, так и за ней. Обозначим натяжение ткани на этих участках через S_T и S_{1T} (рис. 1). Угол охвата тканью грудницы α_6 равен приблизительно 1,75 радиана, а r_c – радиус закругления грудницы для некоторых станков СТБ менее 1 см. В этом случае дуга охвата тканью грудницы $\ell_6 = r_c \alpha_6 < 1,75$ см. Длину основы на груднице можно заменить двумя участками длиной $\ell_6/2$ с натяжениями S_T и S_{1T} и отнести их к соответствующим прямолинейным участкам ткани. Коэффициент трения хлопчатобумажной ткани по стали $f \approx 0,3$. В этом случае $\exp(f\alpha) \approx 1,7$ и для скольжения ткани по всей поверхности грудницы необходимо, чтобы натяжение одной ветви ткани, огибающей грудницу, было больше другой

в 1,7 раза. Рассмотрим процессы, происходящие в ткани при ее навивании на вальян, который приводится во вращение зубчатой передачей с постоянным передаточным отношением. Во время прибоа натяжение ткани между ее опушкой и грудницей падает, и создаются идеальные условия для проскальзывания ткани относительно грудницы в направлении вальяна. При отходе батана назад натяжения S_T и S_{1T} возрастают. При этом натяжение S_T возрастает значительно быстрее, чем натяжение S_{1T} . После отрыва батана от опушки ткани натяжение S_{1T} увеличивается до момента полного раскрытия зева. Затем во время выстоя ремиз натяжение S_T остается примерно постоянным.

Мы нарисовали идеализированную картину процесса, так как при этих рассуждениях не учтено влияние движения скальной системы, которая изменяет натяжение в различных участках системы заправки. Тем не менее, все вышеизложенное позволяет сделать следующее допущение.

Процесс навивания ткани не оказывает заметного влияния на натяжение нитей основы. Можно считать, что после окончания прибоа участок ткани между опушкой и грудницей уменьшается на величину ее навивания на товарный валик за один цикл работы станка, одновременно увеличиваясь на длину вновь сформированного элемента ткани. Благодаря этому длина ℓ_5 остается примерно постоянной.

ВЫВОДЫ

1. При исследовании процессов, происходящих на ткацком станке, деформируемую часть основы можно представить двумя участками. 1. Участок между навоем и скалом с учетом приведенной длины нитей на навое. 2. Участок нитей между скалом и опушкой ткани. При этом необходимо учитывать, что при отсутствии скольжения нитей по всей поверхности скала эти ветви представляют собой две отдельные системы, деформирующиеся и меняющие свое натяжение независимо друг от друга. При скольжении нитей по

всей поверхности скала эти ветви представляют собой единую систему с общей деформацией и приведенным коэффициентом жесткости.

2. При вычислении приведенной длины нитей основы на навое необходимо задавать натяжение основы в каждой точке навоя, что возможно только при помощи ЭВМ.

3. При отсутствии прибора участок ткани за грудницей не влияет на процессы, происходящие в основе между навоем и опушкой ткани. Можно считать, что за счет скольжения ткани по груднице при приборе опушка ткани с вновь прибитой уточной возвращается в исходное положение.

4. При изучении кинематики и динамики отдельных узлов станка и всей системы в целом следует четко определить значащие деформации участков упругой

заправки, вводить дополнительные обобщенные координаты, учитывающие трение в "кинематических парах", образованных нитями и тканью с рабочими поверхностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гордеев В.А.* Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.

2. *Мишунов И.И.* Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980

3. *Левитский Н.И.* Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1979.

4. *Куровской Ф.М.* Теория плоских механизмов с гибкими звеньями. – М.: Машгиз, 1973.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 04.02.09.