

УДК 677.024

**ПОНЯТИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И РЕАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ.
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ВЕТВЕЙ ОСНОВЫ
ПРИ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ СКАЛА**

О.А. САВВИН

(Костромской государственный технологический университет)

На ткацком станке деформация основы меняется главным образом за счет движения различных его механизмов (зевобразовательного, боевого, механизма отпуска основы и навивания ткани, движения скала и так далее), то есть в результате кинематического воздействия. При этом происходит изменение геометрии данного участка системы заправки ткацкого станка, что и является причиной деформации.

Деформацию, возникающую при кинематическом (геометрическом) возбуждении и обусловленную изменением геометрии какого-либо участка системы заправки, будем называть геометрической деформацией.

Возникновение на каком-либо участке геометрической деформации является причиной изменения натяжения системы заправки на этом участке, которое, в свою очередь, может вызвать изменение натяжения и на соседних участках. Число этих участков уже определяется силовыми факторами, которые зависят от свойств системы заправки (от коэффициентов жесткости участков, их натяжений, наличия направляющих устройств и т. д.).

Геометрическая деформация всегда равна сумме деформаций (вернее, их приращений) на всех участках, которые изменяют свое натяжение в результате возникновения геометрической деформации.

При вычислении реальной деформации прежде всего необходимо найти геометрическую или суммарную деформацию, после этого установить, на какие участки системы заправки распространяется эта деформация и только затем вычислить реальную деформацию каждого из этих участков.

Если речь идет о деформации, то необходимо четко различать, какая именно деформация имеется в виду – геометрическая деформация, возникающая на каком-либо участке системы заправки, или реальная деформация этого участка.

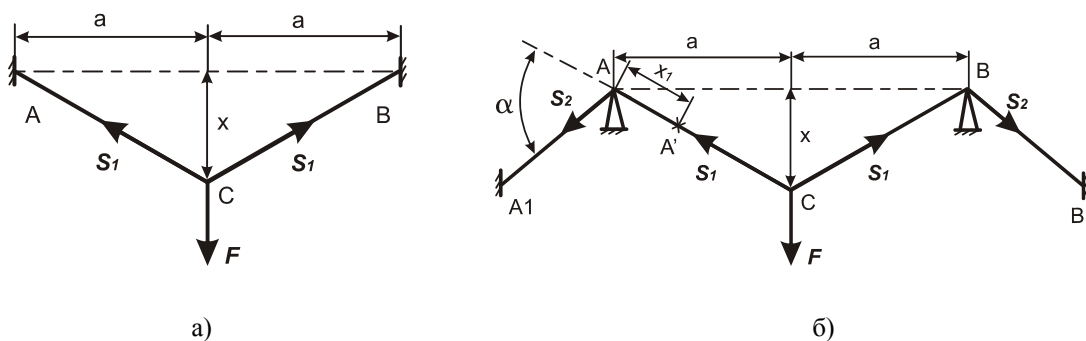


Рис. 1

Рассмотрим, например систему, образованную нитями основы, показанную на рис. 1.

В первом случае (рис.1-а) точки А и В закреплены неподвижно. Во втором случае (рис.1-б) нити опираются на неподвижные призмы с пренебрежимо малым радиусом закругления в точках А и В, а закреплены они в точках А₁ и В₁.

Пусть в начальный момент времени нити были натянуты с одинаковым на всех участках натяжением S_н и на участке АВ – были горизонтальны. В этот момент точке С, находящейся на середине участка АВ, задается перемещение x.

В начале движения, когда точка С движется вниз, натяжение в обеих моделях на участке АВ увеличивается одинаково до тех пор, пока в модели на рис.1-б не начнется скольжение нитей относительно направляющих А и В. При наличии скольжения свойства системы резко меняются. Приведенный к точке крепления груза коэффициент жесткости нитей основы уменьшается, так как в этом случае меняется деформация и на участках АА₁ и ВВ₁. Поскольку система, показанная на рис.1-б, симметрична относительно оси колебаний груза и имеет одинаковые свойства, то пе-

ремещение нитей относительно точек А и В одинаково. Обозначим это перемещение через x₁.

Рассмотрим только участок А₁АС, поскольку участок В₁ВС полностью аналогичен участку А₁АС и работает точно так же. В начале движения, пока x₁ = 0, выберем на нитях основы точку А¹, совпадающую с точкой А₁ призмы. Пока x₁ остается равным нулю, эти две точки совпадают. Как только x₁ станет больше нуля, точка А¹ переместится относительно точки А на величину x₁ вдоль ветви АС. При этом длина участка А₁А¹ станет равной ℓ_{А1А} + x₁. Длина участка А¹С при этом уменьшится на величину x₁ и станет равной ℓ_{АС} - x₁.

δℓ_x – общее изменение деформации участка А₁А¹С при смещении груза на величину x₁ будет:

$$\delta l_x = l_{A_1A} + x_1 + l_{AC} - x_1 - l_{A_1A} - a = l_{AC} - a. \quad (1)$$

Легко видеть, что точно такой же будет и изменение деформации системы, показанной на рис. 1-а.

Деформация δℓ_x определяется изменением геометрии системы только на участке АС (для обеих схем). Эту деформацию мы

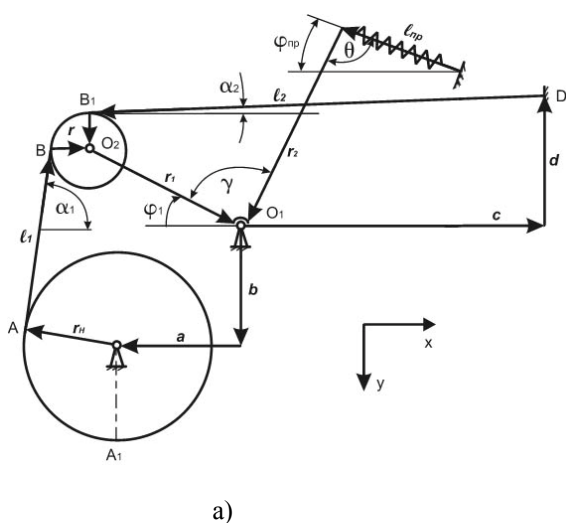
будем называть геометрической деформацией участка AC.

Как видно из приведенных рассуждений, эта деформация отличается от реальной или действительной деформации участка AC на величину проскальзывания x_1 . Эта деформация и величина проскальзывания уже определяются силовыми факторами.

Если K_1 и K_2 – коэффициенты жесткости участков AC и A_1A постоянны, то

$$\Delta S_2 = S_2 - S_H = K_2 x_1, \quad (2)$$

$$\Delta S_1 = S_1 - S_H = K_1 (\delta l_x - x_1). \quad (3)$$



При этом

$$S_1 = S_2 \exp(f\alpha), \quad (4)$$

где f и α – коэффициент трения нитей по призме и угол ее охвата ими. На рис. 1-б показан угол, численно равный углу охвата.

Из формул (2)...(4) видно, что для определения величины проскальзывания и реальной деформации участков необходимо знать δl_x – величину геометрической деформации.

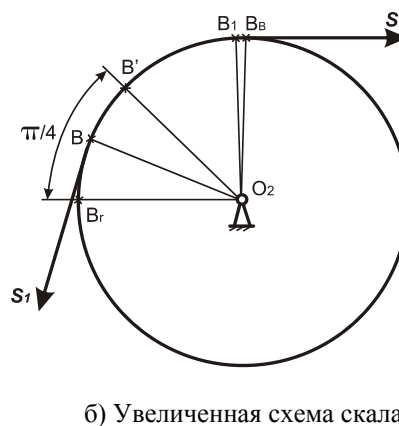


Рис. 2

Перейдем теперь к геометрической деформации ветвей основы при движении скала. Схема соответствующей части заправки показана на рис. 2. Участок заправки AB между точками касания основы на воя и скала назовем нижней ветвью. Участок B_1D между точкой схода основы со скала и разделительным прутком назовем верхней ветвью.

Через центр скала O_2 проведем горизонтальную и вертикальную прямые до пересечения с поверхностью скала. Полученные при этом точки обозначим соответственно B_r и B_v . Аналогично найдем точку A_1 на навое.

Вычислим деформацию каждой из ветвей основы по отдельности. Речь идет о суммарной или геометрической деформации, определяемой на основании измене-

ния геометрии рассматриваемого участка. Эта деформация равна изменению длины участка в конце и в начале движения.

Приведем пояснения при выводе зависимостей только для нижней ветви, так как все рассуждения, относящиеся к верхней ветви, будут аналогичны. За длину рассматриваемого участка нижней ветви примем расстояние между точками A_1 и B^1 , которые не меняют своего положения относительно скала и навоя. Эти точки назовем неподвижными.

Угол охвата скала нитями основы около $\pi/2$, при этом нижняя ветвь находится вблизи вертикали, поэтому точку B^1 сместим относительно точки B_r вдоль поверхности скала на дугу, соответствующую центральному углу, равному $\pi/4$. Для вто-

рой ветви изменение длины рассмотрим на участке B^1D .

Расстояние AB обозначим ℓ_1 , а расстояние B^1D обозначим ℓ_2 и назовем их длиной нижней и верхней ветви соответственно. Для определения величин ℓ_1 и ℓ_2 и углов α_1 и α_2 спроектируем замкнутые цепочки векторов, показанные на рис. 2, на оси x и y .

Для нижней ветви:

$$\begin{aligned} \Sigma x &= -r_H \sin \alpha_1 + \ell_1 \cos \alpha_1 + r \sin \alpha_1 + r_1 \cos \varphi_1 - a = 0, \\ \Sigma y &= -r_H \cos \alpha_1 - \ell_1 \sin \alpha_1 + r \cos \alpha_1 + r_1 \sin \varphi_1 + b = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Для верхней ветви:

$$\begin{aligned} \Sigma x &= -\ell_2 \cos \alpha_2 + r \sin \alpha_2 + r_1 \cos \varphi_1 + c = 0, \\ \Sigma y &= \ell_2 \sin \alpha_2 + r \cos \alpha_2 + r_1 \sin \varphi_1 - d = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Из уравнений (5) получим:

$$\ell_1 = [(r_1 \cos \varphi_1 - a)^2 + (r_1 \sin \varphi_1 + b)^2 - R^2]^{1/2}, \quad (7)$$

где $R = r_H - r$, (8)

$$\begin{aligned} (\ell_1 \cos \alpha_1 - R \sin \alpha_1) / (\ell_1 \sin \alpha_1 + R \cos \alpha_1) = \\ = (a - r_1 \cos \varphi_1) / (b + r_1 \sin \varphi_1) = X, \end{aligned}$$

или

$$(\ell_1 - R \operatorname{tg} \alpha_1) / (\ell_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + R) = X$$

и

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = (\ell_1 - RX) / (\ell_1 X + R), \quad (9)$$

где $X = (a - r_1 \cos \varphi_1) / (b + r_1 \sin \varphi_1)$. (10)

Из уравнений (6) имеем:

$$\ell_2 = [(r_1 \cos \varphi_1 + c)^2 + (r_1 \sin \varphi_1 - d)^2 - r^2]^{1/2} \quad (11)$$

и

$$\begin{aligned} (r \sin \alpha_2 - \ell_2 \cos \alpha_2) / (r \cos \alpha_2 + \ell_2 \sin \alpha_2) = \\ = (r_1 \cos \varphi_1 + c) / (r_1 \sin \varphi_1 - d). \end{aligned}$$

Обозначая

$$X_1 = (r_1 \cos \varphi_1 + c) / (r_1 \sin \varphi_1 - d), \quad (12)$$

получим

$$(r \operatorname{tg} \alpha_2 - \ell_2) / (r + \ell_2 \operatorname{tg} \alpha_2) = X_1,$$

откуда:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = (rX_1 + \ell_2) / (r - \ell_2 X_1). \quad (13)$$

Обозначим длину участка A_1ABB^1 через L_1 , а длину участка B^1B_1D – через L_2 , тогда :

$$\begin{aligned} L_1 &= r_H(\pi - \alpha_1) + \ell_1 + r(\pi/4 + \alpha_1 - \pi/2) = \\ &= \ell_1 + r_H(\pi - \alpha_1) + r(\alpha_1 - \pi/4), \end{aligned} \quad (14)$$

$$L_2 = r(\pi/4 - \alpha_2) + \ell_2. \quad (15)$$

Дадим углу φ_1 приращение $\Delta\varphi_1$. Тогда длины ветвей и углы их наклона получат соответственно приращения $\Delta\ell_1$ и $\Delta\alpha_1$, $\Delta\ell_2$ и $\Delta\alpha_2$. При этом длины L_1 и L_2 получат приращения

$$\Delta L_1 = \delta\ell_1 = \Delta\ell_1 - R\Delta\alpha_1, \quad (16)$$

$$\Delta L_2 = \delta\ell_2 = \Delta\ell_2 - r\Delta\alpha_2, \quad (17)$$

где $\delta\ell_1$ и $\delta\ell_2$ – величины деформаций нижней и верхней ветвей соответственно.

Как и следовало ожидать, величина изменения длины рассматриваемого участка и, следовательно, геометрическая деформация ветви не зависят от выбора “неподвижных” точек (A_1 и B^1).

ВЫВОДЫ

1. Необходимо различать геометрическую и реальную деформацию.

2. Геометрическая деформация – это деформация, определяемая из чисто геометрических соображений. Она не зависит от действующих на систему сил, наоборот, геометрическая деформация является причиной изменения сил, действующих на систему заправки.

3. Реальная или действительная деформация определяется силами, действующими на рассматриваемый участок заправки станка, то есть определяется из условий динамики.

4. При возникновении геометрической деформации она может распространяться на несколько участков или зон системы заправки ткацкого станка. Число этих зон и величина изменения их реальной дефор-

мации определяется состоянием системы, то есть зависит от натяжения в этих зонах в данный момент, от характера изменения этих сил, от коэффициентов жесткости участков, меняющих свою деформацию, и других, менее значимых характеристик.

5. Изменение геометрической деформации равно сумме реальных изменений деформаций во всех зонах, на которые распространяется геометрическая деформация.

6. Геометрическая деформация ветвей основы, огибающих скало, определяется

изменением длины соответствующего прямолинейного участка и величиной наматывания или сматывания основы с навоя и скала.

7. Геометрическая деформация не зависит от выбора «неподвижных» точек на навое и скале.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 28.01.07.
