

УДК 677.024

**ВЛИЯНИЕ СИЛ СУХОГО ТРЕНИЯ В ОПОРАХ
НА ДВИЖЕНИЕ СКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СТАНКА СТБ-175
И О ДОПУЩЕНИИ В.А. ГОРДЕЕВА***О.А. САВВИН***(Костромской государственной технологической университет)**

При движении скальной системы возникают силы трения между нитями основы и поверхностью скала и в опорах скальной системы. Заметим, что силы трения создают постоянную силу сопротивления движению скала и его рычага и в данном случае являются природными демпферами. В настоящей статье исследуется влияние сил трения в опорах системы скала на ее поведение и на натяжение основы. Теоретических исследований в этой области мало, однако указывается, что эти силы существенно влияют на движение скальной системы и на натяжение нитей основы [1].

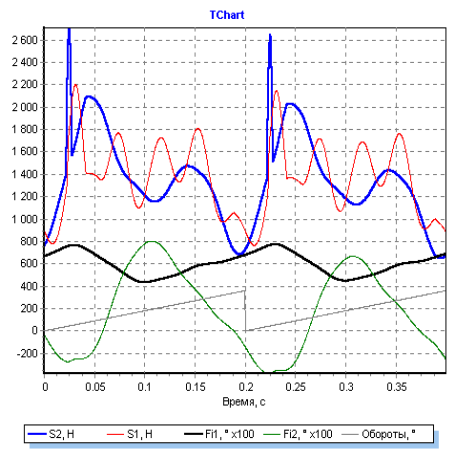
Пожалуй, единственной попыткой составить дифференциальные уравнения движения скальной системы с учетом указанных факторов является работа Е.Д. Ефремова [2].

Мы продолжили работу Евгения Дмитриевича и составили сравнительно простые дифференциальные уравнения движения скала и его рычага. Эти уравнения были решены численным методом, и было найдено уравнение вращения рычага скала $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ и скала относительно его рычага $\varphi_2 = \varphi_2(t)$. Решение соответствовало основным параметрам станка СТБ-175 при выработке ткани полотняного переплетения с плотностью 15 нитей/см.

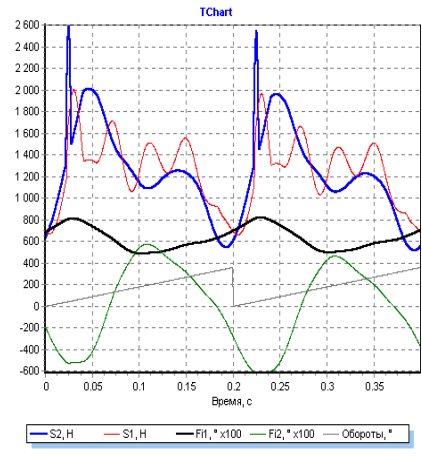
Были экспериментально определены радиусы трения в опоре рычага скала и скала, которые оказались соответственно

равны $r_{1f} = 0,005$ м, $r_{2f} = 0,004$ м. На рис. 1 и 2 показан характер изменения исследуемых величин при постоянном радиусе трения в одной из опор и различных значениях этого радиуса в другой опоре (рис. 1 – графики изменения натяжений ветвей основы и углов поворота скала и его рычага при изменении радиуса трения в опоре рычага скала; рис. 2 – то же самое – в опоре скала).

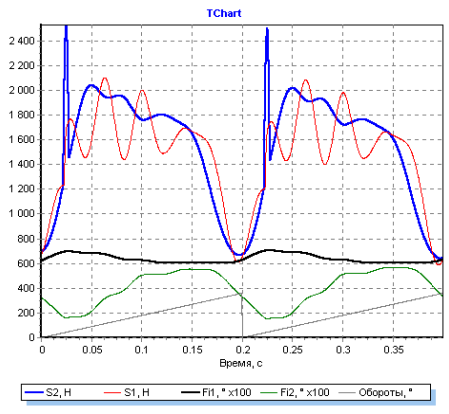
Увеличение радиуса трения в опоре рычага скала (рис.1) от 0 до 0,01 м практически не приводит к изменению исследуемых величин. При повышении этого радиуса трения до 0,02 м амплитуда углов φ_1 и φ_2 снижается примерно одинаково (на 15%), при этом несколько меняется характер вращения скала. При возрастании радиуса трения в опоре рычага скала от 0,02 до 0,06 м размах изменения координат φ_1 и φ_2 уменьшается ($\Delta\varphi_1$ упало почти в 14 раз, а $\Delta\varphi_2$ – примерно в 5 раз). При дальнейшем росте r_{1f} закономерность вращения скала почти не меняется. По-иному ведет себя φ_1 . При $r_{1f} > 0,05$ м $\Delta\varphi_1$ продолжает быстро уменьшаться и, когда радиус трения становится равным 0,15 м, $\Delta\varphi_1 = 0$, то есть рычаг скала останавливается. Дальнейший рост r_{1f} на параметры системы не влияет. При радиусе трения большем 0,02 м колебания натяжения постепенно сглаживаются, при этом в период выстоя ремиз S_2 становится больше S_1 .



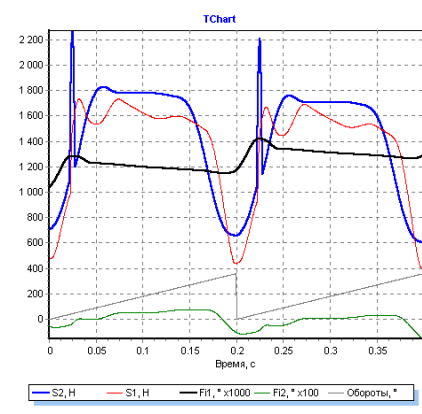
а) $r_{1f}=0M, r_{2f}=0,004M$



б) $r_{1f}=0,01 r_{2f}=0,004M$

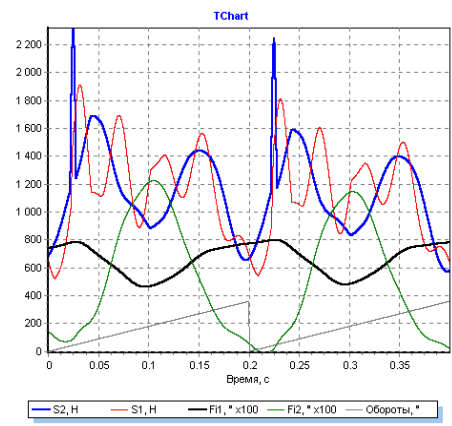


в) $r_{1f}=0,03M, r_{2f}=0,004M$

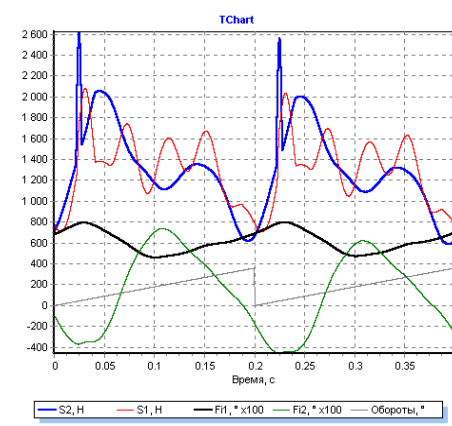


г) $r_{1f}=0,06M, r_{2f}=0,004M$

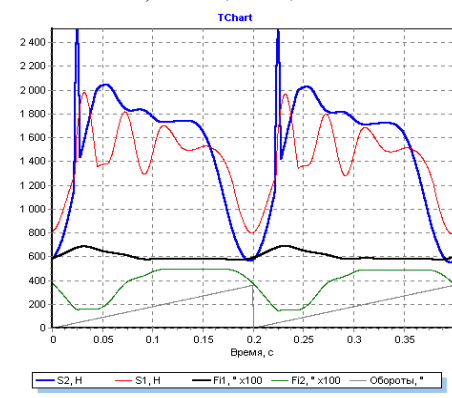
Рис. 1



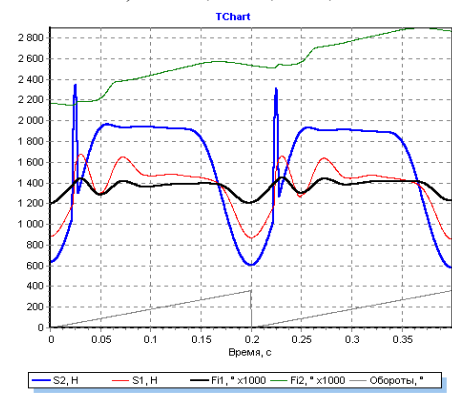
а) $r_{1f}=0,005M, r_{2f}=0$



б) $r_{1f}=0,005M, r_{2f}=0,004M$



в) $r_{1f}=0,005M, r_{2f}=0,008M$



г) $r_{1f}=0,005M, r_{2f}=0,012M$

Рис. 2

Рассмотрим случай, когда $r_{1f}=0,005$ м, а меняется только r_{2f} (рис. 2).

Сравнивая рис. 1 и 2, видим, что характер изменения натяжения ветвей основы и движения скала и его рычага при увеличении только r_{2f} очень схожи с характером изменения этих величин с ростом только r_{1f} . Рост трения в одной из опор скальной системы увеличивает разницу между натяжениями ветвей основы и меняет характер движения и скала, и его рычага.

Из приведенных графиков видно, что большую часть одного оборота главного вала станка угловые скорости $\dot{\varphi}_1$ и $\dot{\varphi}_2$ имеют разные знаки, то есть движутся в противоположных фазах. Благодаря этому деформация первой ветви основы, вызванная движением рычага скала и поворотом самого скала, тоже имеет разные знаки. Если не учитывать деформацию данной ветви от вращения навоя, которая сравнительно невелика, то суммарная деформация этой ветви будет равна сумме деформаций от движения скала и его рычага. Поскольку деформации от обоих указанных движений примерно одинаковы по величине, то полная деформация нижней ветви значительно меньше ее деформации от каждого движения, взятого по отдельности. Расчеты показали, что наибольшая деформация от каждого из указанных движений на 10...20% превышает деформацию системы заправки от зевобразования, что оказывает заметное влияние на натяжение основы.

Рассмотрим деформацию второй ветви основы при движении скальной системы. Ранее было установлено, что ее деформация при поступательном движении скала в несколько раз меньше соответствующей деформации первой ветви и, следовательно, незначительно изменяет ее натяжение. Деформация верхней ветви в результате вращения скала является одним из основных факторов, влияющих на ее натяжение.

Проанализируем изменение деформации системы заправки при зевобразовании и при вращении скала.

После заступа деформация второй ветви от зевобразования начинает увеличи-

ваться до момента выстоя, что способствует росту натяжения этой ветви. В этот период скало вращается в отрицательном направлении, что также способствует увеличению ее натяжения.

Между моментом окончания прибоа и началом выстоя скало начинает вращение в положительном направлении. При этом угол φ_2 достигает максимума на участке между серединой выстоя и началом закрытия зева. В этот период вращение скала способствует уменьшению общей деформации системы заправки и обуславливает характерную впадину в графике натяжения S_2 после прибоа. На нем хорошо видно, что минимум этого натяжения совпадает с максимумом угла φ_2 . Всю последующую часть цикла угол φ_2 продолжает уменьшаться, что обуславливает увеличение натяжения S_2 , которое имеет второй максимум вскоре после окончания выстоя. Затем при закрытии зева общее натяжение основы уменьшается и имеет минимум вблизи положения заступа.

Исследование сил инерции, действующих на скало, показало, что тангенциальная сила инерции может достигать значения, соизмеримого с весом скала, нормальная же сила инерции не превышает его десятой доли и может не приниматься во внимание.

Деформации обеих ветвей, вызванные вращением скала, одинаковы по величине и противоположны по знаку. При скольжении основы по скалу в уравнение связи между деформацией основы и ее натяжением деформация от вращения скала не входит. Она меняет натяжение ветвей в том случае, когда нити основы не скользят по скалу, то есть представляют собой две разные системы, что имеет место в большей части каждого цикла движения.

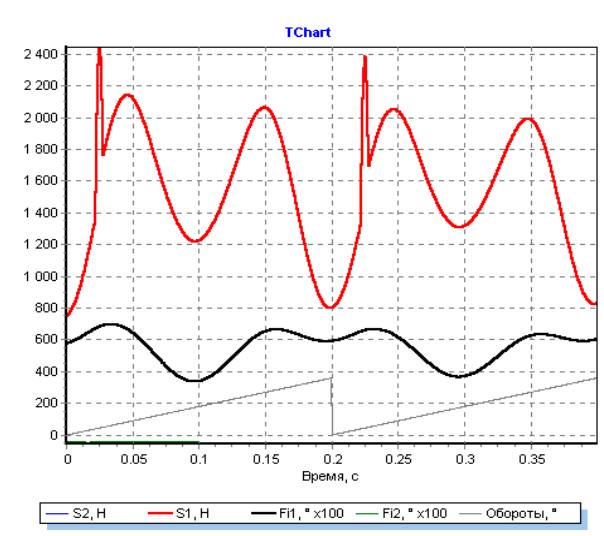
Анализ графиков изменения натяжений S_1 и S_2 показал, что при радиусах трения в опоре скала и его рычага, близким к реальным, разница натяжений ветвей основы, огибающих скало, недостаточна для скольжения нитей по всей поверхности скала. Это утверждение несправедливо только для момента прибоа. Подобное яв-

ление можно объяснить вращением скала, в результате чего происходит определенное выравнивание натяжений.

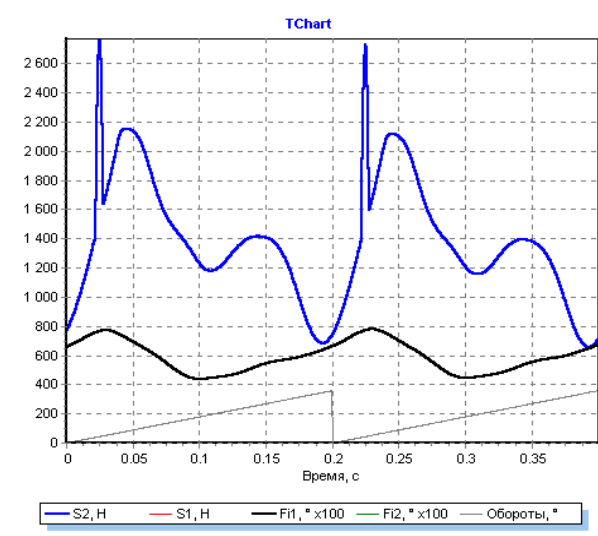
В середине прошлого столетия В.А.Гордеев принял, на первый взгляд, достаточно грубое допущение о равенстве натяжений ветвей основы, огибающих скало [3]. Полученные нами результаты позволяют по-новому посмотреть на это упрощение. Выравнивание натяжений ветвей основы за счет вращения скала является веским основанием для такого предположения. Это допущение имеет еще одно очень важное положительное качество. Оно позволяет пренебречь вращением скала и при изучении динамики скальной системы учитывать только одну степень сво-

боды (движение рычага скала), что значительно упрощает математические выкладки. Следует заметить, что до настоящего времени почти все авторы, следуя В.А.Гордееву, при изучении динамики скальных систем считают, что $S_1=S_2=S$. Это равенство получается, если при постановке задачи пренебрегают коэффициентом трения основы по поверхности скала и полагают $f = 0$.

Мы проанализировали этот случай при значениях радиусов трения в опоре скала и его рычага, полученных опытным путем (рис.3 – характер изменения натяжения S_2 и угла φ_1 при а) $f = 0$ и б) $f = 0,25$). Пусть S – натяжение ветвей основы при $f=0$, а S_2 – натяжение второй ветви основы при $f \neq 0$.



а)



б)

Рис. 3

Из графиков видно, что характеры изменения натяжений S и S_2 похожи. Однако при $f=0$ наблюдается уменьшение высоты прибойной пики (почти в 2 раза) по сравнению со случаем, когда $f=0,25$.

Сравним натяжения S_2 и S в период после прибоя. В обоих случаях имеются два максимума натяжения на отрезке графика, несколько большем периода выстоя ремиз. Более того, фазы движения рычага скала в обоих случаях практически совпадают, кроме того, амплитуды изменения этих углов разнятся менее чем на 15%, однако характер изменения координаты φ_1 на фазе

подъема при $f=0$ отличается от случая, когда $f \neq 0$.

ВЫВОДЫ

1. Трение в опорах скальной системы существенно влияет на ее движение и на натяжение ветвей основы, огибающих скало. Изменение сил трения только в одной из опор скальной системы меняет движение и скала, и его рычага.

2. В процессе движения скальной системы скало вращается, обкатываясь по нитям основы, способствуя выравниванию

натяжения их ветвей, что позволяет принять допущение В.А. Гордеева при ориентировочных расчетах скальных систем, однако всегда необходимо учитывать силы трения в опорах системы скала. Вращение скала является одной из основных причин, влияющих на натяжение основы между скалом и опушкой ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Святенко М.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1967, №4.
2. *Ефремов Е.Д.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №1.
3. *Гордеев В.А.* Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.

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