

УДК 677.057

**О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТКАНИ С РОЛИКАМИ  
В ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИНАХ**

Г.К. КУЗНЕЦОВ, О.А. САВВИН, С.Н. ТИТОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Узлами, где ткань взаимодействует с роликами или подобными деталями, являются тканенаправители, тканерасправители, тканенатяжители, центрирующие устройства, фрикционные шпартутки [1...3]. В результате взаимодействия могут выполняться и технологические (натяжение, ширение, расправка, центрирование), и транспортные функции. Для расчетов, связанных как с технологическим процессом, так и с оборудованием, требуется определить величину и направление сил взаимодействия материала с рабочим органом (роликом). В паре ткань-ролик (кинематической-технологической) один из элементов является ведущим, передающим движение сопряженному. Чаще всего ведущим элементом является ткань. Однако возможны механизмы, в которых ведущим является ролик.

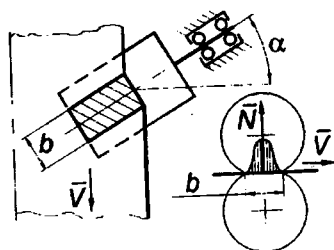


Рис. 1

Взаимодействие ткани и ролика осуществляется благодаря трению на поверхности контакта. Эта поверхность близка к

плоской и имеет форму прямоугольника [4], ширина  $b$  которого (рис.1) зависит от свойств покрытий роликов и упруговязких характеристик ткани.

Рассмотрим случай, когда сила трения на площадке контакта не достигает предельного значения:

$$F < \mu N,$$

где  $N$  – сила нормального давления на площади контакта;  $\mu$  – коэффициент трения скольжения.

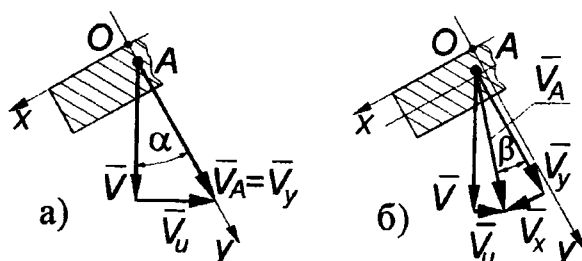


Рис. 2

В этом случае точка ткани  $A$  в границах поверхности контакта движется в соответствии с точкой ролика, с которой соприкасается, то есть перпендикулярно его оси (рис. 2-а). Скольжение на поверхности контакта (не считая упругого) отсутствует и скорость  $V_A$  точки ткани совпадает по величине и направлению с окружной скоростью соответствующей точки ролика.

Очевидно, при движении ткани в продольном направлении со скоростью  $V$  скорость связанной с роликом точки:

$$V_A = V / \cos \alpha, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол наклона оси ролика к направлению, поперечному относительно ткани (рис.1). При этом точка ткани двигается и в поперечном направлении (направлении утка) со скоростью

$$V_u = V_A \sin \alpha = V \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

Этим и обеспечивается технологическое воздействие на ткань (расправка, ширение и т.п.), выражающееся в возникновении поперечного усилия  $F$ . Конкретная зависимость этого усилия от времени определяется упруговязкими свойствами ткани в направлении утка. С уверенностью можно отметить только, что интенсивность возрастания поперечного усилия пропорциональна технологической скорости  $V_u$ .

Когда сила технологического воздействия на ткань сравняется с предельной силой трения, точка  $A$  ткани (рис. 2-б), продолжая свое движение в продольном направлении со скоростью  $V$ , будет отставать в поперечном направлении от соответствующей точки ролика. Полная скорость  $V_A = V / \cos(\alpha - \beta)$  станет неопределенной как по величине, так и по направлению, так как угол  $\beta$  может находиться в пределах от нуля до  $\alpha$  в зависимости от конкретных условий скольжения в зоне контакта.

При этом снизятся скорость технологического воздействия  $V_u = V \operatorname{tg}(\alpha - \beta)$  и окружная скорость ролика  $V_y = V_A \cos \beta$ , а скорость скольжения ткани вдоль оси ролика  $V_x = V_A \sin \beta$  будет больше нуля.

Из сказанного следует, что вне зависимости от того, какой из элементов системы (ролик или ткань) является ведущим:

– для возникновения технологического эффекта необходимо наличие некоторого положительного угла между направлением

ми продольного перемещения ткани и ее перемещением в зоне контакта с роликом ( $\alpha - \beta > 0$ );

– при отсутствии скольжения связь между продольной скоростью  $V$  ткани и окружной скоростью  $V_y$  ролика однозначно определяется выражением (1);

– при наличии скольжения всегда будет иметь место отставание ведомого элемента от ведущего, что приведет к неопределенности скоростного режима технологического процесса.

Очевидно, устойчивым будет лишь режим с отсутствием скольжения ( $\beta \rightarrow 0$ ).

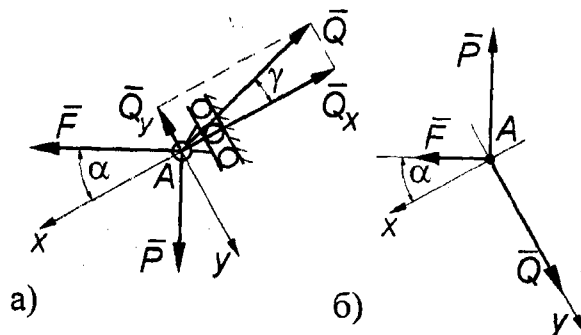


Рис. 3

Рассмотрим для такого режима силовое равновесие точки  $A$  ткани, контактирующей с роликом (рис. 3, где а) – ткань; б) – ролик.

Если ведущим элементом является ткань, то разность  $P$  ее продольных натяжений на выходе и входе роликового устройства будет ни чем иным, как движущей силой для рассматриваемой системы (рис. 3-а). Эта сила, преодолевая сопротивление вращению  $Q_y$  ролика, вызовет перемещение точки  $A$  ткани в направлении  $u$ , следствием чего и будет технологический процесс расправки (ширения и т.п.) ткани под воздействием поперечного усилия  $F$  (реакция ткани на действие ролика). В опорах ролика возникнет опорная реакция  $Q_x$ , направленная вдоль оси ролика. Полная реакция  $Q$  ролика отклоняется от оси  $x$  на угол  $\gamma$ . Условие стационарного равновесия элемента ткани в точке  $A$  ролика определится равенством нулю векторной суммы всех сил, которое в форме проекций на оси  $xu$  запишется [6]:

$$\begin{aligned} P \cos \alpha - F \sin \alpha - Q \sin \gamma &= 0, \\ P \sin \alpha + F \cos \alpha - Q \cos \gamma &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь приведенная к точке А сила сопротивления вращению ролика

$$Q_y = \frac{M_k + M_c}{R},$$

где  $M_k$  – момент трения качения на площадке контакта ролика с тканью;  $M_c$  – момент сопротивлений в опорах ролика;  $R$  – радиус ролика.

Решая систему (3) путем исключения реакции  $Q$ , получим зависимость технологического усилия от движущей силы:

$$F = \frac{P}{\operatorname{tg}(\alpha + \gamma)}. \quad (4)$$

Угол  $\gamma$  отклонения полной реакции  $Q$  от направления оси  $x$  зависит от угла  $\alpha$ .

$$\text{При } \alpha=0 \quad \gamma = \frac{\pi}{2}; \quad \text{при } \alpha = \frac{\pi}{2}; \quad \gamma=0.$$

С учетом последнего замечания на основании зависимости (4) можно заключить, что как при  $\alpha=0$ , так и при  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  технологический эффект  $F$  равен нулю. При каком-то угле  $\alpha$  сила  $F$  достигает максимума, величина которого и значение угла  $\alpha$ , соответствующего этому максимуму, зависят от конструктивных параметров ролика, свойств покрытия и обрабатываемой ткани.

К этой же задаче сводится и вариант ведущего ролика (рис. 3:б). В этом случае сила  $Q$  взаимодействия ролика с тканью будет движущей. Она направлена вдоль

оси  $y$  и раскладывается непосредственно на технологическое поперечное усилие  $F$  и продольное натяжение  $P$  ткани:

$$F = Q \sin \alpha, \quad (5)$$

$$P = Q \cos \alpha.$$

Аналогично (4) путем исключения  $Q$  получаем

$$F = P \operatorname{tg} \alpha. \quad (6)$$

Откуда следует, что с увеличением угла поворота ролика  $\alpha$  технологический силовой эффект  $F$  растет монотонно до достижения системой неработоспособного состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Коньков А.И. и др.* Оборудование отделочного производства текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1964.
2. *Фомин Ю.Г. и др.* Основы теории, конструкция и расчет валковых машин. Ч. 1. – Иваново: Изд-во ИГТА, 1999.
3. *Талепоровский Ю.Л., Калинин Е.Н., Куликов А.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 5. С. 100...101.
4. *Кузнецов Г.К.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 1. С. 89...91.
5. *Хайкин С.Э.* Физические основы механики. – М.: Физматгиз, 1962.
6. *Никитин Н.Н.* Курс теоретической механики: Учебник для машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов. – 5-е изд., М.: Высшая школа, 1990.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 05.12.01.