УДК 677.06.620.17

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА ВАЛКОВ С УЧЕТОМ СВОЙСТВ ПРОКАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА

М.С. Красовская

Костромской государственный технологический университет, Кострома, Россия

В машинах текстильной и легкой промышленности валковые механизмы являются одним из основных рабочих органов. Взаимодействие валков с прокатываемым материалом рассматривается во многих работах, например [1, 2, 3]. При этом волокнистый материал характеризуется кривой сжатия, имеющей нелинейный вид. Кривая восстановления будет зависеть от свойств материала деформированного тела. Он может быть абсолютно упругим (рис. 1а), упруго-вязким (рис. 1б) и пластичным (рис. 1в). В первом случае материал полностью восстанавливает свою форму, во втором – частично, в третьем – деформация чисто пластическая.

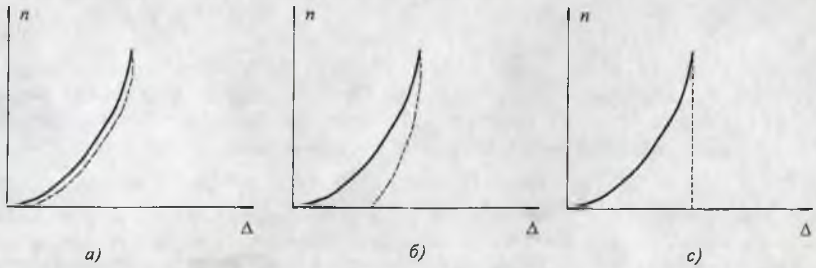

Рисунок 1

При деформировании волокнистого материала в паре жестких валков (рис. 2) вязкое сопротивление определяется, как $\mu d\Delta / dt$, где μ – коэффициент вязкости материала, $d\Delta / dt$ – скорость деформирования. Поскольку деформация, как функция угла ϕ, равна: $\Delta = R(\cos\phi - \cos\alpha)$, где R – радиус валка, то скорость деформирования будет: $d\Delta / dt = -R\sin\phi\omega$, где $\omega = d\phi / dt$ – угловая скорость валка.

Тогда при деформировании элемента прокатываемой полосы сила взаимодействия равна: $n = k\Delta^a + \mu d\Delta / dt$, где k – коэффициент жесткости. Данное выражение отличается от полученного в работе [4] нелинейностью первого слагаемого.

Подставляя в последнюю формулу выражение для деформации, получаем зависимость величины нормальных сил на дуге контакта от угла ϕ:

$$n = kR^a(\cos\phi - \cos\alpha)^a + \mu R\omega\sin\phi. \qquad (1)$$

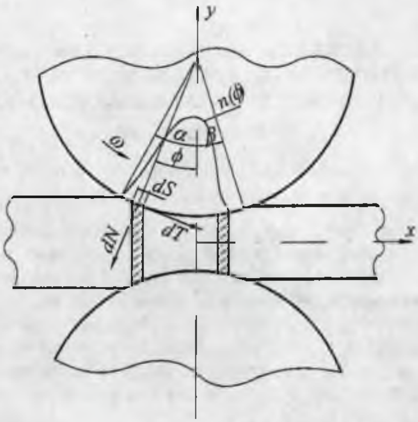

Рисунок 2

При восстановлении формы полосы на выходе из зоны контакта вязкая компонента сил взаимодействия отсутствует [5], тогда величина нормальных сил будет определяться следующим образом: $n = k\Delta^h - c$, или в функции угла ϕ:

$$n = kR^h(\cos\phi - \cos\beta)^h - c. \qquad (2)$$

Выражения (1) и (2) лежат в основе моделирования распределения нормальных напряжений по дуге контакта. Оно осуществляется по следующему алгоритму. По уравнению (1) строится эпюра нормальных сил в левой части дуги (входная кривая), и определяется высота эпюры на пересечении с вертикальной осью – n_0. Далее по уравнению (2), зная величину n_0 и другие составляющие, находится угол β. Эпюра в правой части дуги (выходная кривая) строится при следующих граничных условиях: при $\phi = 0$, $n = n_0$, при $\phi = \beta$, $n = 0$.

Для использования данной методики необходимо на основании материаловедческих исследований определить все величины, входящие в формулы (1) и (2), для разных видов прокатываемых материалов и при различных скоростях деформации.

Список использованных источников

1. Г.К. Кузнецов, Ю.Г. Фомин. Механика валковых механизмов текстильных машин. Учебное пособие ИГТА, 1989.
2. Ю.Г. Фомин и др. Основы теории, конструкция и расчет валковых механизмов. Часть 1, Иваново,1999.
3. А.И. Целиков, Г.С. Никитин, С.Е. Рокотян. Теория продольной прокатки. М., Металлургия, 1980.
4. А.Ю. Ишлинский. О качении жестких и пневматических колес по деформируемому грунту. В книге «Прикладные задачи механики», книга первая, М., Наука, 1986.
5. С.Н. Титов. Нелинейная механика текстильных процессов: монография. – Кострома: КГТУ, 2004.