

УДК 677-486.2:539.11

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МОНОНИТИ
С ПЕТЛЕОБРАЗУЮЩИМИ ОРГАНАМИ
ТРИКОТАЖНЫХ МАШИН ПРИ ТОЧЕЧНОМ КОНТАКТЕ**

О.Ф. БЕЛЯЕВ, В.А. ЗАВАРУЕВ, Л.А. КУДРЯВИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Ранее в [1] мы рассмотрели огибание иглы радиуса R_1 при неточечном (линейном) контакте. Описанный в этой статье подход справедлив при сравнительно больших силах T_1 и T_2 , а следовательно, при сравнительно больших изгибающих моментах. Однако при небольших значениях сил T_1 и T_2 , а следовательно, при небольших изгибающих моментах, микропроволака может не огибать иглу по радиусу, а касаться ее только в одной точке, то есть конечные точки В и С участка контакта микропроволаки с иглой сливаются в одну точку (рис.1). При этом радиус кривизны микропроволаки будет больше радиуса кривизны R микропроволаки при огибании ею иглы, действительный угол охвата β иглы микропроволакой будет равен нулю, а сумма углов $(\alpha + \gamma_1 + \gamma_2)$ будет равняться π (как сумма углов треугольника). Поэтому $(\pi - \alpha - \gamma_1 - \gamma_2) = 0$ и величина $\exp(\pi - \alpha - \gamma_1 - \gamma_2)$ в формулах [1; (11), (12)]

становится равной 1, а формула [1; (12)] будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\cos \gamma_1 + \mu \sin \gamma_1}{1 - \cos \gamma_1} = \frac{S_2 \cos \gamma_2 - \mu \sin \gamma_2}{S_1 (1 - \cos \gamma_2)}. \quad (1)$$

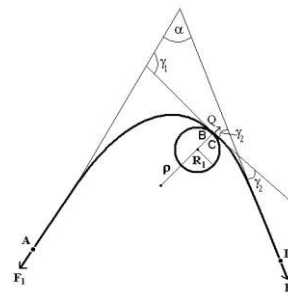


Рис.1

Учитывая далее, что $\gamma_2 = \pi - \alpha - \gamma_1 = \beta_0 - \gamma_1$, уравнение (1) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{\cos \gamma_1 + \mu \sin \gamma_1}{1 - \cos \gamma_1} = \frac{S_2 \cos(\beta_0 - \gamma_1) - \mu \sin(\beta_0 - \gamma_1)}{S_1 (1 - \cos(\beta_0 - \gamma_1))}. \quad (2)$$

Зная величины β_0 , S_2 и S_1 и задаваясь коэффициентом трения μ , из уравнения (2) можно определить γ_1 , а по формуле $\gamma_2 = (\beta_0 - \gamma_1)$ определить γ_2 . Затем по формулам $T_1 = S_1 / (1 - \cos \gamma_1)$ и $T_2 = S_2 / (1 - \cos \gamma_2)$ определить T_1 и T_2 .

Площади S_1 и S_2 зависят от радиуса изгиба ρ микропроволаки в точке контакта. Здесь возможны 3 варианта:

1. Кривизна нити ($1/\rho$) меньше критической кривизны ($1/\rho_{кр}$), при которой начинается ее пластический изгиб (или, по

другому, – радиус кривизны нити ρ больше критического радиуса кривизны $\rho_{кр}$, при котором начинается пластический изгиб). Этот случай соответствует, например, точке L на рис.2. В этом случае имеем чисто упругий изгиб, площадь S_1 равна площади S_2 и равна площади треугольника KLO (рис.2).

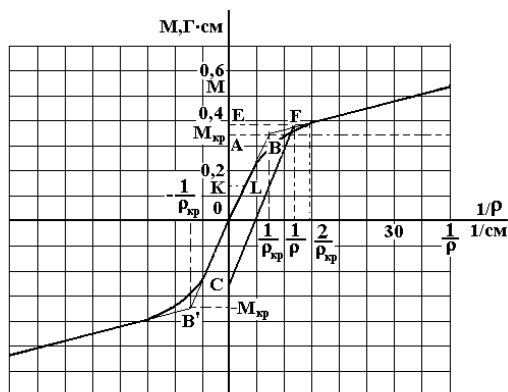


Рис.2

Площадь этого треугольника равна $(OK \cdot KL)/2 = M(1/\rho)/2$. Треугольник KLO подобен треугольнику AB0, площадь которого равна $0A \cdot AB/2 = S_{кр} = M_{кр}(1/\rho_{кр})/2$.

Из подобия треугольников AB0 и KLO следует, что $AB/KL = 0A/OK$ или $(1/\rho_{кр})/(1/\rho) = M_{кр}/M$. Отсюда нетрудно показать, что $S_1 = S_2 = S_{кр}(\rho_{кр}/\rho)^2$.

2. Кривизна нити ($1/\rho$) в точке контакта больше ($1/\rho_{кр}$), но меньше ($2/\rho_{кр}$) (или $0,5\rho_{кр} < \rho < \rho_{кр}$). Это соответствует, например, точке F на рис.2.

В этом случае S_1 складывается из площади треугольника 0AB, равной $S_{кр}$, и площади трапеции EFBA, равной $(EF+AB)EA/2 = (1/\rho + 1/\rho_{кр})(M - M_{кр})/2$. Поэтому $S_1 = M_{кр}(1/\rho_{кр})/2 + (1/\rho + 1/\rho_{кр})(M - M_{кр})/2$.

Величина S_2 равна в этом случае площади треугольника EFC, то есть равна $(EF \cdot EC)/2$. Учитывая, что треугольник EFC подобен треугольнику AB0, аналогично предыдущему можно получить $S_2 = S_{кр} \cdot (\rho_{кр}/\rho)^2$.

3. Кривизна нити ($1/\rho$) в точке контакта больше ($2/\rho_{кр}$), но меньше или почти равна ($1/R$), где R – радиус изгиба нити при оги-

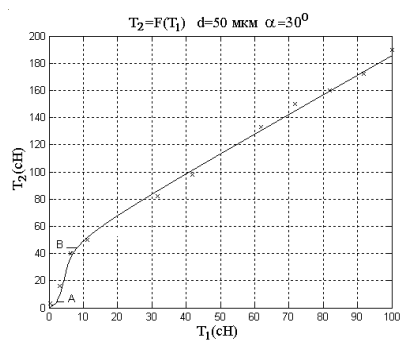
бании ею иглы (или $R < \rho < 0,5\rho_{кр}$). В этом случае S_1 и S_2 должны рассчитываться по тем же формулам, что и в случае, когда имеет место линейный контакт нити и иглы, только под ρ нужно понимать не радиус R, как ранее, а радиус изгиба микропроволоки в точке контакта.

Следует отметить, что отношение S_2/S_1 будет равно 1 только при упругом изгибе, то есть при $\rho > \rho_{кр}$. При $\rho < \rho_{кр}$ оно будет зависеть от радиуса кривизны нити в точке касания ею иглы. Поэтому углы γ_1 и γ_2 также будут зависеть от радиуса кривизны микропроволоки.

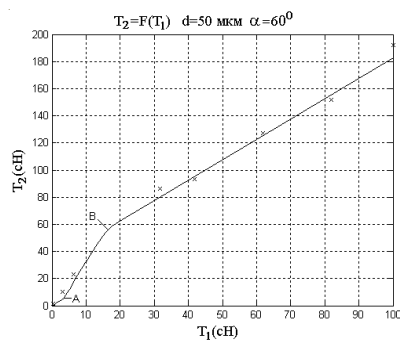
Далее мы провели сопоставление экспериментальных результатов и результатов теоретических расчетов как для случая точечного, так и для случая линейного контактов.

Расчет связи T_2 и T_1 проводился по разработанной нами программе. Результаты расчета для микропроволоки ЭИ708А диаметром 50 мкм при коэффициенте трения $\mu = 0,24$ (он довольно близок к табличному коэффициенту трения стали о сталь, равному 0,18) и наиболее интересных углах $\alpha = 30, 60, 90^\circ$ приведены на рис. 3а...в. Крестиками отмечены экспериментальные точки, сплошная линия – теория. Можно видеть, что теория хорошо описывает эксперимент. Из рис.3а и б можно видеть, что на зависимости T_2 от T_1 должны существовать не один, а 2 “излома” (в точках А и В). Анализ показал, что первый “излом” (в точке А – при малом натяжении) соответствует переходу от упругого к пластическому изгибу, а второй (в точке В) уже при пластическом изгибе – к переходу от точечного к линейному контакту (к огибанию иглы).

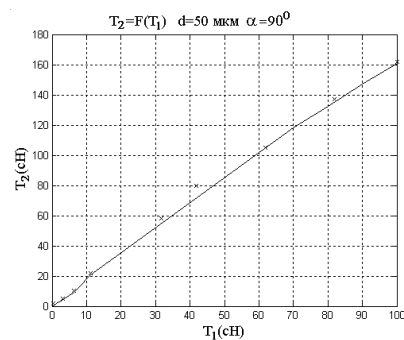
Таким образом, разработанная теория хорошо описывает экспериментальные результаты и может быть использована для расчета связи T_1 и T_2 при разных углах между ведущей и ведомой ветвями микропроволоки. Поскольку она использует общие представления теории упругости и теории пластичности, она, очевидно, может быть использована не только для металлических, но и для других нитей.



а)



б)



в)

Рис.3

ВЫВОДЫ

1. В [1] и настоящей работах теоретически рассмотрена зависимость натяжения ведущей ветви упругопластической нити от натяжения ведомой при огибании нитью иглы как при линейном, так и при точечном контактах.

2. Проведено сопоставление экспериментальных результатов и теоретических расчетов и показано, что теория хорошо

описывает эксперимент при коэффициенте трения, близком к табличному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Кудрявин Л.А. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С.99...104.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 29.01.08.