

совпадение расчетных и экспериментальных распределений степени использования передач.

Результаты прогнозирования использования передач по времени дают неполное представление о режиме работы трактора. Необходимо также иметь данные о частоте переключения передач за время движения T . Эта задача может быть решена с помощью дискретных цепей Маркова, так как число возможных переходов между различными состояниями (передачами) здесь существенно ограничено условиями работы трактора на внешней характеристике дизеля.

Предложенная методика позволяет на стадии проектирования оценить параметры моторно-трансмиссионной установки. Результаты исследований могут применяться при составлении программ испытаний и расчете на прочность узлов и деталей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 165 с. [2]. Анисимов Г. М., Пустошный П. А. Прогнозирование использования передач трелевочного трактора.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 55—58. [3]. Гельфанд И. М., Шиллов Г. Е. Обобщенные функции. Вып. 1.— М.: Наука, 1958.— 439 с. [4]. Пугачев В. С. Введение в теорию вероятностей.— М.: Наука, 1968.— 368 с.

Поступила 8 октября 1985 г.

УДК 630*372

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПАРЫ НЕСУЩИЙ КАНАТ — КАТОК В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

И. И. СЛЕПКО

Хмельницкий технологический институт

На подвесных лесотранспортных установках в качестве несущих используют канаты открытого типа двойной свивки.

Исследования [4] напряженного состояния проволоки каната позволяют рассматривать приведенные (эффективные) напряжения как критерий долговечности несущих канатов. Приведенные напряжения существенно зависят от максимальных контактных напряжений пары несущий канат открытого типа — каток грузовой каретки p_0 , которые определяют по выражению [6]

$$p_0 = k_p A_0 \sqrt[3]{\frac{Q k_V}{n_1} \frac{1}{\delta^2}}, \quad (1)$$

где k_p — безразмерный коэффициент контактных напряжений, величина которого зависит от геометрических параметров проволоки и катка в точке контакта и от числа n_2 проволок каната, одновременно касающихся обода катка;

A_0 — коэффициент, зависящий от материала обода катка;

Q — вес пачки бревен с кареткой;

n_1 — число катков ходовой каретки;

δ — диаметр проволоки внешнего слоя пряди;

k_V — коэффициент, равный $k_V = k_n k_d k'_n$;

k_n — коэффициент неравномерности распределения груза между катками каретки;

k_d — коэффициент динамичности, зависящий от скорости движения грузовой каретки;

k'_n — коэффициент неравномерности распределения давления катка между проволоками пряди.

Согласно [5],

$$k'_n = \frac{n_2}{\sum_{i=1}^{n_1} \left(\frac{a_i}{a_{max}}\right)^3} = \frac{n^2}{\sum_{i=1}^{n_1} \left(\frac{F_i}{F_{max}}\right)^{3/2}}, \quad (2)$$

где F_i, F_{max} — площадь i -того и наибольшего эллипса (площадки) контакта;

a_i, a_{max} — величина большой полуоси i -того и наибольшего эллипса контакта.

Из выражений (1) и (2) следует, что значение максимальных контактных напряжений зависит от распределения давления катка между проволоками каната, одновременно касающимися поверхностями обода катка. В процессе эксплуатации установки канат изнашивается, площадки контакта каната с катком увеличиваются, что вызывает уменьшение максимальных контактных напряжений.

В данной работе приведена методика и результаты экспериментальных исследований коэффициента k'_n неравномерности распределения давления катка между проволоками пряди в зависимости от конструктивных и эксплуатационных факторов, а также результаты экспериментальных исследований характера изменения контактных напряжений в процессе эксплуатации каната.

Исследования проводили на реконструированных пробегных машинах УкрНИИМОД [1].

Методика эксперимента заключалась в следующем: обезжиренный образец каната методом копчения покрывали слоем сажи и на него опускали каток с определенной поперечной нагрузкой. Размеры площадок контакта, т. е. большой и малой осей эллипса давления, измеряли при помощи микроскопа с точностью 0,05 мм. Для исследования влияния износа проволок на размер площадок контакта испытывали канат на усталость. Размеры площадок контакта измеряли после 5, 10 тыс. проходов и через каждые 10 тыс. проходов до выбраковки каната. Кроме этого, испытывали смазанный канат при оптимальных условиях эксплуатации и после этого исследовали влияние износа на размер площадок контакта.

Исследовали канаты ГОСТ 3077—69, которые нашли широкое применение на подвесных лесотранспортных установках. Экспериментально получено, что минимальное число точек контакта каната ГОСТ 3077—69 с катком с полукруглой выточкой равно трем. Исследования показали также, что радиус выточки, коэффициент запаса прочности каната на разрыв в пределах $n_p < 5$ и поперечное давление в пределах $\frac{T}{V} > 15$ не влияют на минимальное число точек контакта пары канат — каток с полукруглой выточкой.

Натяжение каната, кН	1		2		3		Суммарная площадь контакта, мм ²	k'_n
	$F, \text{ мм}^2$	β_9	$F, \text{ мм}^2$	β_9	$F, \text{ мм}^2$	β_9		
68,7	0,516	0,1065	0,782	0,106	0,489	0,1115	1,787	1,316
117,7	0,509	0,109	0,808	0,108	0,588	0,101	1,905	1,275
166,8	0,486	0,1065	0,776	0,104	0,566	0,106	1,828	1,280
Среднее	0,504	0,1073	0,7887	0,106	0,548	0,1061	1,840	1,290

В таблице приведено среднее значение коэффициента отношения β_9 осей эллипса давления, его площади для контактирующих проволок каната с катком при следующих данных: поперечная нагрузка на каток

$V = 5,67$ кН, каток стальной диаметром $D = 160$ мм с радиусом выточки $r_k = 15$ мм, натяжение каната 68,7; 117,7 и 166,8 кН. На основании экспериментальных данных по выражению (2) определен коэффициент неравномерности распределения поперечного давления между проволоками каната и в таблице приведено среднее его значение для данного натяжения.

Из таблицы следует, что коэффициент неравномерности распределения поперечного давления между проволоками каната ГОСТ 3077—69 $K'_n = 1,3$.

Исследования показали, что средний опытный коэффициент отношения осей эллипса давления для крайних проволок $\beta_3 = 0,1067$ и для центральной проволоки $\beta_3 = 1,06$.

Теоретически, согласно [2],

$$\beta_3 = \frac{n}{m}, \tag{3}$$

где n и m — коэффициенты, являющиеся функцией $\cos \Theta$, зависящей от главных кривизн поверхностей в точке контакта и угла между плоскостями, содержащими главные кривизны:

$$\cos \Theta = \frac{[(1 - C_3)^2 - 2(1 - C_3)(C_2 + C_1) \cos 2\gamma + (C_1 + C_2)^2]^{1/2}}{1 + C_1 - C_2 + C_3},$$

где C_1, C_2, C_3 — коэффициенты отношения главных кривизн соприкасающихся поверхностей;

γ — угол между плоскостями, содержащими главные кривизны поверхностей.

На рис. 1 приведен график зависимости $\beta_3 = f(\cos \Theta)$, построенный на основании данных работы [3, с. 73—74].

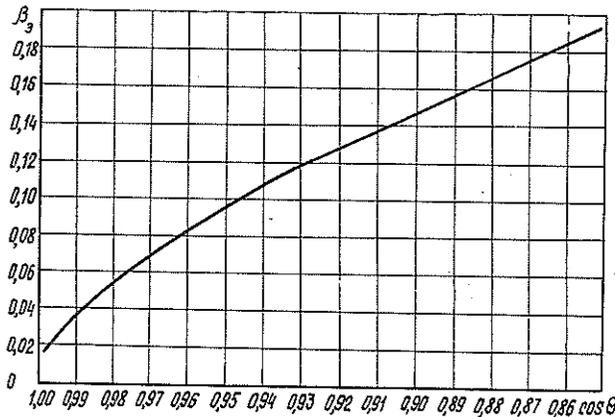


Рис. 1. График зависимости $\beta_3 = f(\cos \Theta)$.

Для пары канат 25Н-160 ГОСТ 3077—69 и выше указанного катка получено теоретическое значение функции $\cos \Theta = 0,94$, которому соответствует $\beta_3 = 0,108$ (рис. 1). Сравнивая теоретическое и экспериментальное значения коэффициента β_3 , приходим к выводу, что форма площадки контакта соответствует теории Герца — Беляева.

Теоретические размеры площадок каната, полученные по выражениям, приведенным в работе [2], и равные для крайних проволок $2a = 2,1$ мм, $2b = 0,216$ мм и $F = 0,36$ мм² и для центральной проволоки

$2a = 2,6$ мм, $2b = 0,271$ мм и $F = 0,55$ мм², меньше экспериментальных, что свидетельствует о невязности в зоне контакта небольших пластических деформаций и о том, что действительные контактные напряжения в несущих канатах двойной свивки меньше расчетных.

Исследования показали, что в процессе эксплуатации каната размер площадок контакта увеличивается и при движении каретки с катком контактируют восемь проволок внешнего слоя пряди каната ГОСТ 3077—69.

На рис. 2 приведен график зависимости k_{p_0} относительной величины контактных напряжений от числа I проходов каретки для проволок прядей по длине каната. Из графика следует, что величина площадок контакта интенсивнее растет для крайних проволок пряди, а контактные напряжения в центральных проволоках пряди по длине каната, разрушающихся, как правило, в первую очередь, ниже приблизительно на 15 %.

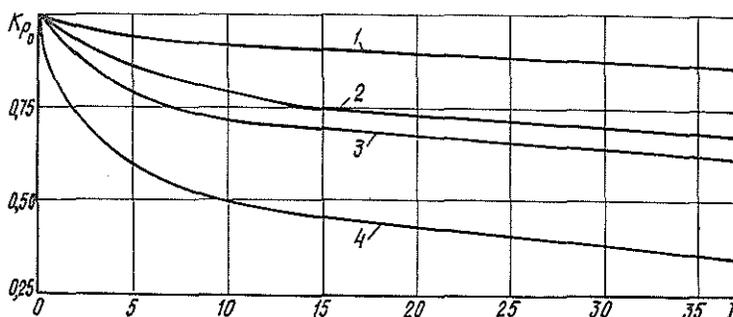


Рис. 2. График зависимости $K_{p_0} = f(I)$.

1, 2, 3, 4 — номера проволок пряди.

Проведенные исследования позволяют более обоснованно подойти к решению задачи определения долговечности несущих канатов подвесных лесотранспортных установок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 136081 (СССР). Машина для испытания на износ несущих канатов подвесных дорог/ Е. И. Катаева, В. И. Понякин, Г. В. Бабак.— Оpubл. в Б. И., 1961, № 4. [2]. Белая Н. М., Слепко И. И. Применение теории Герца—Беляева для определения максимальных напряжений контактирующей пары каток—канат открытого типа.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 1, с. 36—42. [3]. Подшипники качения: Справочник/ Р. Д. Бейзельман, В. В. Цыпкин, Л. Я. Перель.— М.: Машиностроение, 1975.— 574 с. [4]. Слепко И. И. Исследование напряженного состояния проволоки несущего каната.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1970, № 6, с. 48—55. [5]. Слепко И. И. Контактные напряжения в несущих спиральных канатах подвесных лесотранспортных установок.— Изв. высш. учеб. заведений.— Лесн. журн., 1972, № 3, с. 70—75. [6]. Слепко И. И. Исследование влияния геометрических параметров каната и катка на величину контактных напряжений.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 3, с. 43—47.

Поступила 8 апреля 1985 г.