

Подальші дослідження будуть направлені на розробку конструкції з'єднання з додатковою механічною фіксацією вузлу спряження отвору і стрижня подовжувача, виготовлення експериментальних свердел з призначеними раціональними параметрами та проведення їх промислових випробувань для визначення механічної міцності.

Список літератури

1. Никитенко В.М., Курганова Ю.А. Технологические процессы в машиностроении. Ульяновск: УлГУ, 2008. - 212 с.
2. Вильнав Ж.Ж. Клеевые соединения. Перевод с французского Л.В. Синегубовой. М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
3. Аралкін А.С., Грошко І.В., Аралкіна К.А. Обґрунтування раціональних параметрів спряженого свердла/Аралкін Анатолій Сергійович, Грошко Ірина Вікторівна, Аралкіна Ксенія Анатоліївна// Міжнародна науково-технічна конференція «Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості». – Кривий Ріг, 25-28 травня, 2011. – С. 127-128.

Рукопис подано до редакції 25.03.12

УДК 622.62-752

М.С. НЕЧЕПУРЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
ДонГТУ «Донбасский государственный технический университет»

ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УПРУГИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЙ

Используя методы теории размерностей, в частности метод Рэлея, получена зависимость для определения величины момента развиваемого упругим преобразователем движений и построена номограмма для определения его параметров.

Проблема и ее связь с практическими задачами. В основе расчета принята идеализация структур упругого элемента и упругого преобразователя движений (УПД), в рамках которой производится математическая обработка экспериментальных данных.

Попытки представить отрезок каната эквивалентным стержнем, нагруженным силой или моментом с введением в полученные зависимости эмпирических коэффициентов привели к ограниченному результату [1,2]. Ограничения касались условий нагружения упругих элементов, и несмотря на то, что, например при расчете бурильного молотка дали определенные результаты, использовать полученные зависимости для создания ряда УПД не представляется возможным.

Для тонких стержней, первоначальное очертание оси которых не является прямой линией или окружностью, хорошие результаты, при определении зависимости момент-перемещение через параметры стержней, дают методы теории размерностей [3], в частности, метод Рэлея. Исследования проводились на специальном стенде, позволяющем производить нагружение упругих преобразователей движений с различными геометрическими параметрами с записью при помощи двухкоординатного самописца характерных диаграмм. Предварительные эксперименты показали, что момент M развиваемый УПД и угол поворота его опоры φ при осевой деформации зависят от рабочей длины отрезков каната l , их количестве n , диаметра d и радиуса закрепления отрезков каната R в опорах.

В качестве упругих элементов использовались отрезки стального каната двойной свивки диаметром $(3,3 \div 13,5) \cdot 10^{-3}$ м, длиной $(38 \div 90) \cdot 10^{-3}$ м. Радиус их закрепления в опорных площадках составлял $(18,5 \div 110) \cdot 10^{-3}$ м. При определении величины M запишем искомую функцию в виде степенной зависимости M

$$M = c \cdot n \cdot (E \cdot J)^\alpha \cdot l^\beta \cdot d^\gamma \cdot R^z, \quad (1)$$

где c - безразмерный коэффициент пропорциональности, подлежащий определению, α, β, γ, z - искомые показатели степени.

Размерности параметров, входящих в (1), выразим в системе M, L, T

$$M = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}, [l] = L, [d] = L, [R] = L, [E \cdot J] = M \cdot L^3 T^{-2}, \quad (2)$$

Подставив размерности (2) в выражение (1) получим

$$M \cdot L^2 \cdot T^{-2} = c \cdot n \cdot (M \cdot L^3 \cdot T^{-2})^\alpha \cdot L^\beta \cdot L^\gamma \cdot L^z, \quad (3)$$

Чтобы данное выражение было однородным относительно размерностей, должны выполняться следующие соотношения между показателями степени:

для M : $1=\alpha$,
 для T : $-2=-2\cdot\alpha$,
 для L : $2=3\cdot\alpha+\beta+\gamma+Z$,

откуда получаем

$$\alpha=1, \gamma=-\beta-Z-1, \quad (4)$$

подставляя (4) в (1), получим

$$M = c \cdot n \cdot E \cdot J \cdot l^\beta \cdot d^{-\beta-Z-1} \cdot R^Z, \quad (5)$$

или в критериальной форме

$$\frac{M \cdot d}{n \cdot E \cdot J} = c \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^\beta \cdot \left(\frac{R}{d}\right)^Z, \quad (6)$$

Полагая $E=1,4 \cdot 10^5$ МПа, в результате обработки данных эксперимента, получаем $c=6,46$; $\beta=-1,36$; $Z=0,1085$.

Таким образом, формула для определения M принимает окончательный вид, Н·м

$$M = 6,46 \cdot \frac{n \cdot E \cdot J}{d} \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^{-1,36} \cdot \left(\frac{R}{d}\right)^{0,1085}, \quad (7)$$

Результаты сравнения значений, вычисленных по формуле (7) с контрольной серией опытов, приведены в табл. 1

Таблица 1

Изменяемый конструктивный параметр УПД, $d, 10^{-3}$ м	M_s , Н·м	M_p , Н·м	$\delta = M_s M_p / M_s$	Примечание
3,8	4,3	4,109	0,044	$l=5,1 \cdot 10^{-3}$ м
5,1	5,91	5,8	0,0186	$\delta=1600$ МПа
5,6	8,5	9,1	-0,0706	$n=9$ шт.
8,3	48,4	48,47	-0,00145	$R=34 \cdot 10^{-3}$ м
$R, 10^{-3}$ м				
30	4,6	4,41	0,0413	$d_k=5,1 \cdot 10^{-3}$ м
32	4,9	4,86	0,0816	$\delta_t=1600$ МПа
34	5,1	5,2	-0,0196	$J=0,07 \cdot 10^{-12}$ м
36	6,1	6,05	0,0082	$n=9$ шт.
38	6,25	6,38	-0,0208	$l=47,5 \cdot 10^{-3}$ м
40	6,48	6,62	-0,0216	
$l, 10^{-3}$ м				
38	7,2	7,66	-0,064	$d_k=5,1 \cdot 10^{-3}$ м
45	5,9	6,088	-0,032	$\delta_t=1600$ МПа
47	5,7	5,74	-0,007	$J=0,07 \cdot 10^{-12}$ м
49	5,3	5,41	-0,0208	$n=9$ шт.
51	5,0	5,11	-0,022	$R=34 \cdot 10^{-3}$ м
n , шт.				
2	1,17	1,15	0,02	$d_k=5,1 \cdot 10^{-3}$ м
6	3,95	4,04	-0,023	$R=34 \cdot 10^{-3}$ м
9	5,1	5,2	-0,0196	$l=47,5 \cdot 10^{-3}$ м
12	7,8	8,67	-0,111	$\delta_t=1600$ МПа
				$J=0,07 \cdot 10^{-12}$ м

Среднеквадратичное отклонение результатов сравнения значений M_p , вычисленных по (7), и полученных экспериментально M_s в контрольных сериях опытов составило δ

$$\delta = \left(\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \delta^2 \right)^{1/2} \cdot 100\% = \left(\frac{0,8172}{18} \right)^{1/2} \cdot 100\% = 4,54\%, \quad (8)$$

По выражению (7) построена номограмма (рис. 1), позволяющая по номинальной величине момента $M_n=M_{\max}$ выбрать параметры УПД при $J=0,07 \cdot 10^{-12}$ м и $E=1,4 \cdot 10^5$ МПа.

Пользование номограммой предполагает предварительный выбор типа каната определенного диаметра и длины, числа отрезков каната закрепленных в опорах по радиусу.

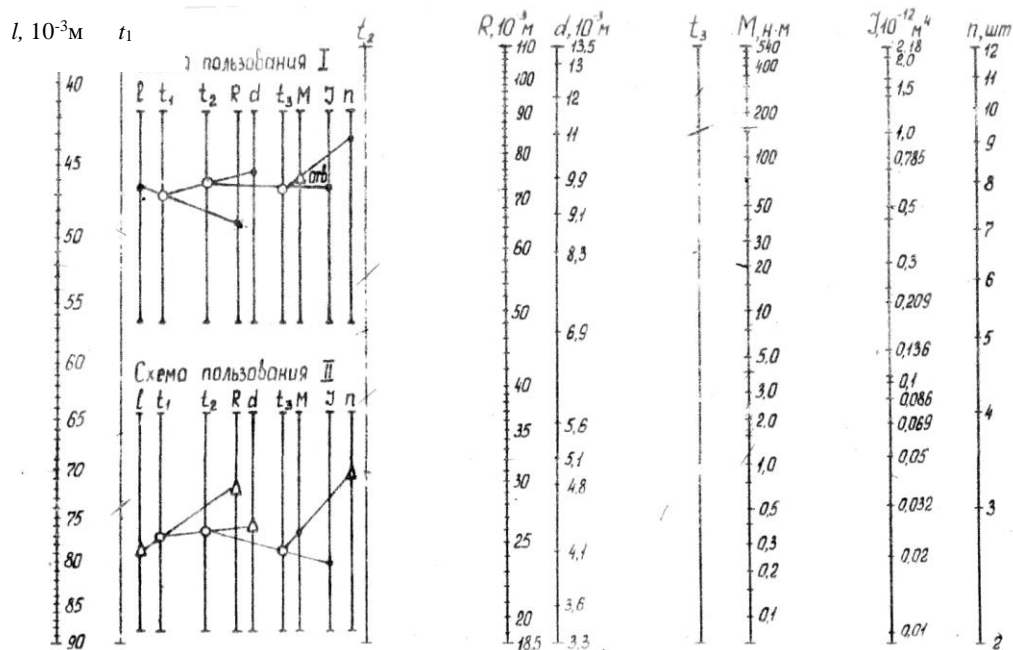


Рис. 1. Номограмма выбора параметров УПД

В табл. 2 приведены варианты для УПД в конструкции устройства для сборки элементов арочной крепи на основе гидравлического гайковерта [4], развивающего номинальный момент $M_H=6$ Н·м.

Таблица 2

$d, 10^{-3} \text{ м}$	$J, 10^{-12} \text{ м}^4$	$n, \text{ шт.}$	Примечание
4,8	0,054	10	$R=37 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
5,1	0,069	9	$l=38,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
5,6	0,104	5	$\delta_r=1600 \text{ мПа}$
6,9	0,236	2	ГОСТ 2688-80

Окончательный выбор варианта возможен после проверки работы УПД в динамическом режиме работы.

Список литературы

1. Горбунов В.Ф., Резников И.Г., Козлов В.В. Расчет основных параметров канатных виброизоляторов// Строительные и дорожные машины.-1975.-№4.-С.13-15.
2. Козлов В.В., Рудаченко А.В., Резников И.Г. Методика расчета виброзащитных систем бурильного молотка с канатными амортизаторами// Изв. вузов. Горный журнал. -1979.-№2.-С. 106-108.
3. Теория подобия и размерностей. Моделирование/ П.М. Алабужев, В.Б. Теронамус, Л.М. Минкевич, Б.А.Шиховцев.-М.: Высшая школа, 1968.-206С.
4. А.С. 1215979 СССР, МКИ В25В21/00 Гидравлический гайковерт/ И.Г. Резников, А.Ю. Рутковский, М.С. Нечепуренко, Ю.В. Пузиков (СССР).-№ 3780925/25-28, заявлено 12.06.84,Опубл. 07.03.86, Бюл. № 9

Рукопись поступила в редакцию 25.03.12

УДК 622.232

Е.Ю. СТЕПАНЕНКО, аспирант, О.Е. ШАБАЕВ, д-р техн. наук, проф.,
Д.А. СЕМЕНЧЕНКО, канд. техн. наук
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

СТРУКТУРА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ СТРЕЛОВИДНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Установлены закономерности формирования затрат времени на обработку забоя исполнительным органом проходческого комбайна в реальных условиях его эксплуатации. Разработана структура и математическая модель ме-