

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА РЕЗИНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ОПОР ВИБРАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

У статті наведені результати дослідження зносу гумових елементів СКН 26 і СКН 40 вібраційних опор. The results of researches of wear of rubber elements of СКН26 and СКН40 of oscillation supports are presented in the article.

Ключові слова: знос, гума, час.

Постановка проблемы в общем виде

Характерными особенностями развития техник в настоящее время являются постоянно возрастающая актуальность использования средств борьбы с вибрацией элементов конструкций и сооружений, механизмов, транспортных и других машин. Поскольку, в финишной обработке различных деталей важное место занимают методы упрочнения деталей клепом, который осуществляется на вибрационных и виброударных машинах, то необходимо их проектировать с заданными значениями параметров вибраций.

Одним из способов установления заданных значений параметров вибраций является использование гидравлических опор.

Совершенство способа обработки и применяемой техники может быть оценено по различным критериям, смысл которых раскрывается в сравнении с получаемыми результатами. Основные, подлежащие сравнению параметры – себестоимость, производительность, энергозатраты, трудозатраты и пр. Кроме указанных весьма важную роль играют периоды между обслуживанием, трудоемкость, время на техобслуживание и текущий ремонт единиц оборудования. Это, в первую очередь, относится к гидравлическим опорам, поскольку от ресурса их работы зависит объем выпускаемой продукции.

В процессе натурных испытаний предлагаемых опор [1] наблюдалась осадка опор, которая увеличивалась со временем и могла свидетельствовать об износе резиновых элементов. Кроме того, часть опор не отработывала проектный срок. Поэтому возникла необходимость в более детальном исследовании опор, с целью установления ресурса работы.

Анализ последних публикаций

Выбор резиновых элементов предлагаемой поры должен базироваться, очевидно, на анализе их триботехнических характеристик отвечающих условиям работы. В тоже время в справочной литературе [2, 3] такие сведения отсутствуют, что существенно сдерживает развитие конструкторско-технологических работ и исследований с целью решения задачи.

Постановка задания

Задачей исследования является установление износа резиновых элементов предложенных конструкций гидравлических опор.

Испытания проводились на установке ХТИ-7, общая схема которой представлена на рис. 1. Исследуемые поры 1 были закреплены на опорной раме 3. Поскольку рабочими параметрами вибрационных установок являются частота 21 Гц и амплитуда 2 мм, то масса дебалансов, установленных на плите 2, подбирались исходя из указанных параметров. Дебалансы связаны с двигателем с помощью гибкой муфты (см. рис. 1). Для контроля амплитуды колебаний плиты на опорной раме был закреплен измерительный клин.

Исследуемые резиновые элементы гидравлических приведены на рис. 2.

После 50, 100, 150, 200, 250, 300 и 400 часов работы опоры разбирали и измеряли износ опорных поверхностей, с помощью индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Результаты испытаний представлены в табл. 1 и 2.

В процессе исследований было обнаружено следующее:

1) элементы **типа 2** (рис. 2) разрушались быстрее по сравнению с **типом 1** (рис. 2), наблюдалось разрушение в виде одной магистральной трещины в диаметральном направлении по одной стороне;

2) невооруженным взглядом был виден неравномерный износ опорных поверхностей, больше изнашивались элементы по краям чем внутри конуса;

3) в опорах с элементами **типа 2** (рис. 2) происходила утечка масла через зазор между металлическими и резиновыми элементами, который образовывался вследствие износа.

В результате испытаний (табл. 1,2) была получена зависимость $h = f(t)$. Поскольку, информация об износах была выявлена путем замеров подконтрольных образцов через определенные промежутки времени, то предпочтение следует отдать корреляционному анализу зависимости между износом и временем в логарифмических координатах [4]. Поэтому, полученную зависимость ищем в виде

$$h = Ct^m, \quad (1)$$

где h – износ резиновых элементов, мм;

t – время работы, ч;

C – постоянная для материала резины СКН 26 и СКН 40;

m – показатель степени.

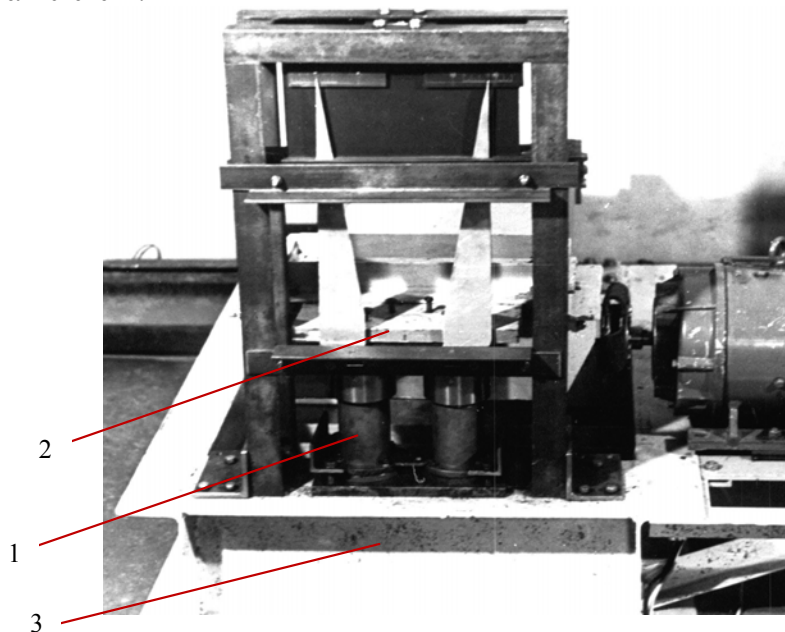
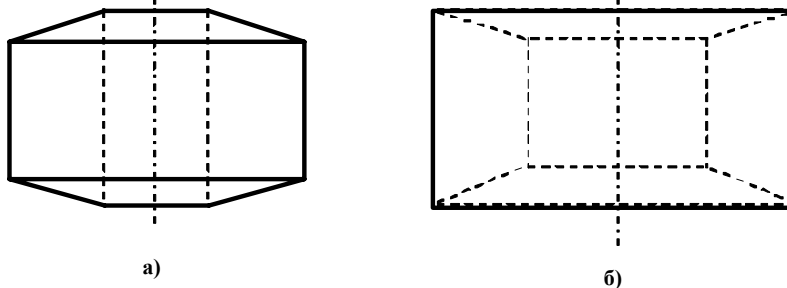


Рис. 1. Общая схема экспериментальной установки ХТИ-7

1 – гидравлическая опора; 2 – плита; 3 – опорная рама



а)

б)

Рис. 2. Резиновые элементы опоры: а- тип 1; б- тип 2

Таблица 1

Износ h опорных поверхностей деталей тип 1 (рис. 2)
за время работы t в зависимости от типа резины СКН 26 и СКН40

СКН-26		
№ п/п	Время работы t , ч	Износ h , мм
1	50	0,12
2	100	0,16
3	150	0,27
4	200	0,43
5	250	0,52
6	300	0,61
7	400	0,78

СКН-40		
№ п/п	Время работы t , ч	Износ h , мм
1	50	0,11
2	100	0,15
3	150	0,25
4	200	0,4
5	250	0,49
6	300	0,57
7	400	0,73

Таблица 2

Износ h опорных поверхностей деталей тип 2 (рис. 2)
за время работы t в зависимости от типа резины СКН 26 и СКН40

СКН-26			СКН-40		
№ п/п	Время работы t , ч	Износ h , мм	№ п/п	Время работы t , ч	Износ h , мм
1	50	0,14	1	50	0,13
2	100	0,28	2	100	0,26
3	150	0,37	3	150	0,36
4	200	0,49	4	200	0,47
5	250	0,64	5	250	0,6
6	300	0,85	6	300	0,8
7	400	1,1	7	400	1

Постоянные C и m определяем методом наименьших квадратов [4]. Для этого возьмем логарифмы чисел h_i и t_i и, таким образом, получим ряд парных значений:

$$\left. \begin{aligned} Y_i &= \lg h_1, \lg h_2, \lg h_3, \dots, \lg h_n \\ X_i &= \lg t_1, \lg t_2, \lg t_3, \dots, \lg t_n \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

После чего, определим средние значения X_{cp} и Y_{cp}

$$X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (3)$$

$$Y_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}, \quad (4)$$

где n – количество исследований.
Вспомогательные величины

$$S_x = \sum_{i=1}^n X_i^2 - nX_{cp}^2, \quad (5)$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - nY_{cp}^2, \quad (6)$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - nX_{cp} Y_{cp}. \quad (7)$$

Коэффициент корреляции r_{xy}

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}}. \quad (8)$$

После чего определим постоянные A и B , с помощью которых можно вычислить C и m ,

$$B = \frac{S_{xy}}{S_x r_{xy}}, \quad (9)$$

$$A = Y_{cp} - BX_{cp}, \quad (10)$$

$$C = 10^A, \quad (11)$$

$$m = B^{-1}. \quad (12)$$

По формулам (2– 12) определяем параметры степенной функции (1) для резин СКН 26 и СКН 40, результаты заносим в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Результаты расчета C , m резиновых элементов типа 1 из резин СКН 26 и СКН 40

Показатели расчета	Резина СКН-26	Резина СКН-40
Коэффициент корреляции r_{xy}	0,98	0,98
Постоянная C	0,0021	0,0019
Постоянная m	1,009	1,001

Таблица 4

Результаты расчета C , m резиновых элементов типа 2 из резин СКН 26 и СКН 40

Показатели расчета	Резина СКН-26	Резина СКН-40
Коэффициент корреляции r_{xy}	0,96	0,98
Постоянная C	0,0028	0,0027
Постоянная m	1,011	1,015

Выводы:

- 1) экспериментальные исследования показали, что резиновые элементы **типа 2** менее износостойки по сравнению с **типом 1**;
- 2) элементы опоры изготовленные из резины СКН 40 более износостойки, по сравнению с СКН 26;
- 3) при производстве пор следует отдавать предпочтение элементам **типа 1** (рис. 2), поскольку при испытании опор с элементами **типа 2** (рис. 2) наблюдалась утечка масла через зазор между металлическими и резиновыми элементами.

Полученные аналитические зависимости могут быть использованы при прогнозировании работоспособности гидравлических опор содержащих резиновые элементы.

В дальнейшем необходимо исследовать влияние частоты колебаний на износ элементов опоры.

Литература

1. Пат. 60534 МКИ F16F19/08. Гідравлічний пружний елемент / Стрельбіцький В.В., Кіницький Я.Т., Нестер А.А. (Україна). – Заявл. 21.11.2002; Опублік. 15.10.2003. Бюл. № 10.
2. Истирание резин [Бродский Г.И., Евстратов В.Ф., Сахновский Н.Л., Слюдиков Л.Д.]. – М.: Химия, 1975. – 240 с.
3. Крыжановский В.К. Технические свойства полимеров / Крыжановский В.К., Буров В.В., Панаматченко А.Д. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
4. Ефремов Л.В. Практик инженерного анализа надежности судовой техники / Ефремов Л.В. – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с.

Надійшла 10.9.2010 р.

УДК 519.832.4

В.В. РОМАНЮК

Хмельницький національний університет

ОЦІНЮВАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО І ЛОКАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАВЦЕМ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ В АНТАГОНІСТИЧНІЙ ГРІ ЯК МОДЕЛІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТОХАСТИЧНОГО ПАРАМЕТРА З НЕВІДОМИМ ІМОВІРНІСНИМ РОЗПОДІЛОМ

Представлено концепцію оцінювання наслідків застосування гравцем його оптимальної стратегії при оптимальній стратегії в іншого гравця в антагоністичній грі. Одну частину наслідків класифіковано як глобальні, де очікуваний вигравш першого гравця інтегрується за усіма можливими стратегіями. Решту наслідків класифіковано як локальні, де очікуваний вигравш першого гравця інтегрується за деякою підмножиною усіх стратегій.

There has been represented the conception of evaluating aftereffects of the player application of its optimal strategy by the optimal strategy at the other player in the antagonistic game. One part of aftereffects has been classified as global, where the first player expected payoff is integrated over all possible strategies. The rest of aftereffects has been classified as local, where the first player expected payoff is integrated over some subset of all strategies.

Ключові слова: антагоністична гра, математична модель, оптимальна стратегія, наслідок, стохастичний параметр, функціональний інтеграл.

Постановка й актуальність проблеми у загальному виді та її зв'язок з важливими науково-практичними завданнями

Математичні моделі відіграють виключно важливу роль у дослідженні, прогнозуванні й оптимізації явищ та процесів сучасного світу. А оцінювання параметрів математичних моделей є характерним практично для кожного об'єкта моделювання. Стохастичність або невизначеність параметра моделі може бути природним чином усунена з використанням імовірнісного розподілу на множині усіх його значень. Проте зазвичай такий розподіл не є певним або ж про нього взагалі нічого невідомо. Тоді усунення стохастичності або невизначеності параметра моделі може здійснюватись за допомогою ігрової антагоністичної моделі, де у ролі другого гравця виступає особа, що приймає рішення про конкретне значення параметра для його разової підстановки у вихідну математичну модель. Першого гравця у такій антагоністичній моделі уособлюють випадкові природні обставини (обставини, власне, пов'язані безпосередньо з об'єктом моделювання), котрі, зрозуміло, передбачити або вивчити можливо лише при багатократному повторенні модельованого явища. Описана проблематика має ґрунтовне наукове завдання, котре полягає у розвитку концепції стохастичного моделювання в умовах часткової або повної невизначеності параметрів об'єкта моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій за предметом дослідження та визначення питань, що потребують вирішення

Деякі аспекти прийняття оптимального рішення щодо значень стохастичного параметра були розглянуті у роботах [1, 2]. Модель практичної реалізації стохастичного параметра з невідомим імовірнісним розподілом на інтервалі ненульової міри у формі антагоністичної гри представлено в [1], де доведено теореми про нижнє і верхнє значення відповідної антагоністичної гри для випадків з континуальним ядром та з матричним ядром. Також в [1] представлено розроблене програмне забезпечення для знаходження оптимальної стратегії другого гравця як варіанту шуканого імовірнісного розподілу, що може бути використане, зокрема, у задачах моделювання шорсткостей поверхонь, тертя і різання. Праця [2] містить побудоване ядро антагоністичної гри для задачі безумовної оптимізації, за розв'язком якої