

1976. – 415с.

5. Пат. 74694 CPP, МПК D05B 23/00 Mecanism de actionare a apucătorului rotativ-oscilant de la masina de cusut simplu / Barbu Andrei; Interprinderea mecanică. – № 87983; заявл. 12.10.76; опубл. 30.08.80.

6. Пат. 44995 Україна, МПК D05B 23/00 Механізм привода човникового вала / Манзюк Е. А., Капустенський П. Г.; Хмельницький національний університет. – № U200904125; заявл. 27.04.09; опубл. 26.10.2009 Бюл. № 20. 2009.

Надійшла 4.3.2011 р.

УДК 621.01

В.В. СТРЕЛЬБИЦКИЙ  
Хмельницький національний університет

## ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ВИБРАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ИЗНОС РЕЗИНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ОПОР

*У статті наведені результати дослідження зносу гумових елементів СКН 26 і СКН 40 вібраційних опор від частоти коливань робочого обладнання.*

*In the article the results of researches of wear of rubber elements of SKN26 and SKN40 of oscillation supports are presented from working frequency of vibrations of oscillation equipment.*

Ключові слова: знос, гума, час, частота коливань.

### Постановка проблемы в общем виде

Поскольку, в финишной обработке различных деталей важное место занимают методы упрочнения деталей наклепом, который осуществляется на вибрационных и виброударных машин, то необходимо их проектировать с заданными значениями параметров вибраций.

Одним из способов установления заданных значений параметров вибраций является использование гидравлических опор [1]. Однако, в процессе натурных испытаний предлагаемых опор [2] наблюдалась их осадка, которая увеличивалась со временем и могла свидетельствовать об износе резиновых элементов. Кроме того, наблюдался выход из строя опор вследствие увеличения частоты колебаний. 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 [3, 4] 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 вследствие изменения частот колебаний вибрационной машины.

Испытания проводились на установке ХТИ-7, конструкция которой описана в [1]. В качестве образцов были браны опоры с резиновыми элементами типа 1 [1].

Поддерживая постоянную амплитуду (2 мм) и частоту (24 Гц) колебаний плиты, 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.

Далее, резиновые элементы опор заменяли и повторяли испытания при частотах колебаний плиты 27 и 30 Гц.

Результаты испытаний представлены в табл. 1 и 2.

В процессе исследований было обнаружено следующее:

- 1) с увеличением частоты наблюдалось увеличение износа опорных поверхностей;
- 2) интенсивность износа резиновых элементов СКН 40 значительно меньше, по сравнению с элементами СКН26 (рис. 1);
- 3) после 50 часов работы опор содержащих резиновые элементы СКН 26 и СКН 40 при частоте колебаний 30 Гц наблюдалось разрушение краев внутреннего отверстия в виде отрыва элементов, чего не наблюдалось при более низких частотах (рис. 2).

В результате испытаний (табл. 1 и 2) была получена зависимость  $h = f(t)$ . Информация об износах была выявлена путем замеров подконтрольных образцов через определенные промежутки времени; предпочтение следует отдать корреляционному анализу зависимости между износом и временем в логарифмических координатах [5]. 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.



а) б)

Рис. 1. Износ опорных поверхностей резиновых элементов СКН 40 (а) и СКН 26 (б)

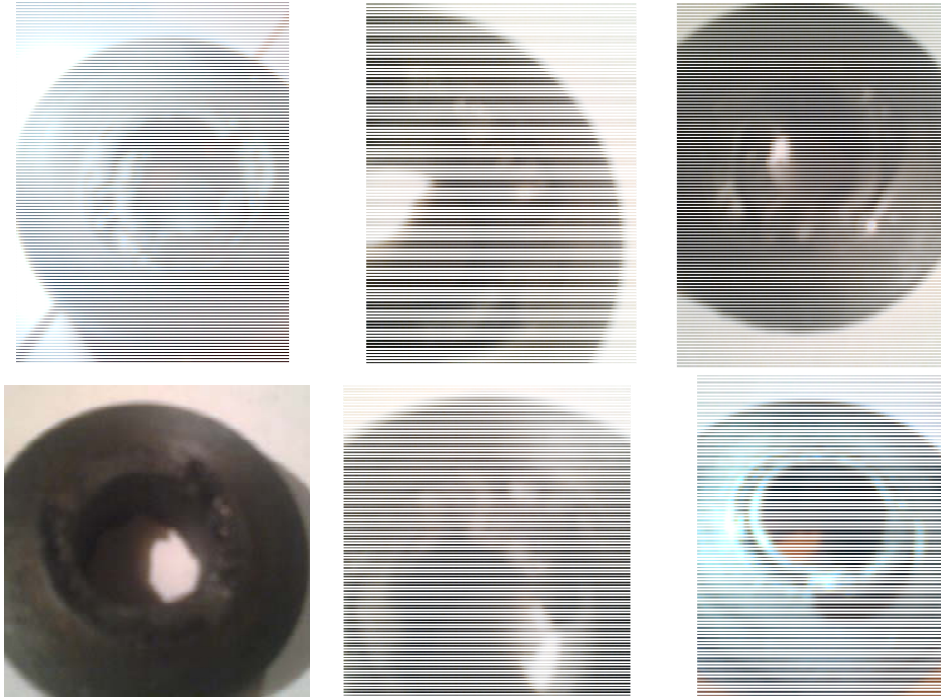


Рис. 2. Виды разрушений краев внутреннего отверстия резиновых элементов

Таблица 1

**Износ  $h$  опорных поверхностей резинового элемента СКН 26 от времени работы  $t$**

№ п/п	Время работы $t$ , ч	Износ $h$ , мм, в зависимости от частоты колебаний		
		24 Гц	27 Гц	30 Гц
1	50	0,13	0,15	0,18
2	100	0,22	0,25	0,3
3	150	0,33	0,35	0,41
4	200	0,45	0,47	0,54
5	250	0,55	0,57	0,65
6	300	0,64	0,66	0,75
7	400	0,80	0,85	0,91

Таблица 2

**Износ  $h$  опорных поверхностей резинового элемента СКН 40 от времени работы  $t$**

№ п/п	Время работы $t$ , ч	Износ $h$ , мм, в зависимости от частоты колебаний		
		24 Гц	27 Гц	30 Гц
1	50	0,12	0,14	0,15
2	100	0,20	0,22	0,25
3	150	0,30	0,32	0,35
4	200	0,41	0,44	0,47
5	250	0,50	0,52	0,56
6	300	0,61	0,63	0,67
7	400	0,74	0,77	0,80

Постоянные  $C$  и  $m$  определяем методом наименьших квадратов [5]. 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

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

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

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

Тогда, постоянные  $C$  и  $m$ ,

$$B = \frac{S_{xy}}{S_x r_{xy}}, \quad (8)$$

$$A = Y_{cp} - BX_{cp}, \quad (9)$$

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

$$m = B^{-1}. \quad (11)$$

По формулам (2)- (11) 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 СКН 26

Показатели расчета	Частота колебаний		
	24 Гц	27 Гц	30 Гц
Постоянная $C$	0,873	0,817	0,778
Постоянная $m$	0,0043	0,0061	0,0086

Таблица 4

Результаты расчета  $C$ ,  $m$  резиновых элементов СКН 40

Показатели расчета	Частота колебаний		
	24 Гц	27 Гц	30 Гц
Постоянная $C$	0,875	0,855	0,805
Постоянная $m$	0,0039	0,0046	0,0064

#### Выводы:

1) элементы опоры, изготовленные из резины СКН 40, более износостойки, по сравнению с СКН 26;  
2) с увеличением частоты колебаний наблюдалось увеличение утечки масла через зазор между металлическими и резиновыми элементами, который образован из-за разрушения краев внутреннего отверстия в виде отрыва резины.

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

В дальнейшем необходимо исследовать совместное влияние амплитуды и частоты колебаний, а также минерального масла на износ элементов опоры.

1. Стрельбицкий В. В. Экспериментальное исследование износа резиновых элементов гидравлических опор вибрационного оборудования / В. В. Стрельбицкий, О. П. Бабак // Вісник хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 4. – С. 50–53.
2. Пат. 60534 МКИ F16F19/08. Гідравлічний пружний елемент / Стрельбицький В.В., Кіницький Я.Т., Нестер А.А. (Україна). – Заявл. 21.11.2002; опублік. 15.10.2003, Бюл. № 10.
3. Истирание резин / [Бродский Г.И., Евстратов В.Ф., Сахновский Н.Л., Слюдиков Л.Д.]. – М.: Химия, 1975. – 240 с.
4. Крыжановский В. К. Технические свойства полимеров / Крыжановский В.К., Буров В.В., Панаматченко А.Д. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
5. Ефремов Л.В. Практик инженерного анализа надежности судовой техники / Ефремов Л.В. – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с.

Надійшла 12.3.2011 р.

УДК 674.048

Н.П. БАДЬОРА, І.В. КОЦ, В.В. ПЕТРУСЬ  
Вінницький національний технічний університет

## ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ПРОСОЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

*Запропоновано методику, що дозволяє проводити математичне планування експерименту параметрів роботи устаткування для імпульсного барометричного просочення деревини, що базується на використанні гідроімпульсного приводу.*

*Methodology is offered, that allows to conduct the mathematical planning of experiment of parameters of work of equipment for an impulsive under pressure and temperature thermal cyaniding, which is based on the use of hydro-impulsive drive.*

Ключові слова: просочувальний агрегат, параметри роботи.

### Вступ

Деревина є одним з найпоширеніших будівельних матеріалів, який широко застосовується як декоративний матеріал при будівництві та оздобленні будівель та споруд. Одним з недоліків деревини є її здатність до горіння та гниття, що значно впливає на її конкурентоспроможність у порівнянні з іншими будівельними матеріалами.

Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є просочення деревини розчинами антипіренів з використанням спеціального устаткування для імпульсного баротермічного просочення деревини, що базується на застосуванні гідравлічного приводу. Важливою складовою при використанні такого устаткування є визначення його основних параметрів роботи, які безпосередньо впливають на технологічні процеси при просоченні деревини.

Одним з найефективніших методів перевірки адекватності створеної моделі є математичне планування експерименту, яке дозволяє визначити дійсні параметри роботи даного устаткування.

### Постановка задачі

Задачею роботи є розробка методики планування багатофакторного експерименту для просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом і визначення основних факторів роботи устаткування, таких як тиск, температура та час; побудова регресійної моделі досліджуваної системи та поверхні відгуку площин з використанням прикладних програм.

### Основна частина

При визначенні діапазонів варіювання факторів використовуємо умову, за якої будь-який вибір факторів, в передбачених планом експерименту діапазонах, був реалізований. Для цього були проведені пошукові експерименти з метою визначення областей, в яких такий вибір рівнів факторів був чітко реалізований. В результаті проведених пошукових експериментів для кожного фактора встановлені такі значення:  $X_{j0}$  – основний рівень фактора;  $X_{jmax}$ ,  $X_{jmin}$  – верхній та нижній рівні фактора;  $\alpha X_{jmax}$ ,  $\alpha X_{jmin}$  – зіркові верхній та нижній рівні фактора;  $\alpha$  – зіркові плечі;  $I_j$  – інтервал варіювання.

Всі відзначені фактори, розмірні величини мають різні розмірності, а значення величин факторів мають різні порядки. Тому виконувалось кодування факторів, що представляє собою лінійне перетворення факторного простору за формулою [3]: