

Статистический анализ вибрации дефектных подшипников

Выполнил: студ. гр. 5-33 Дремченко А.В.

Руководитель: к.т.н., доц. Огурцов Ф.Б.

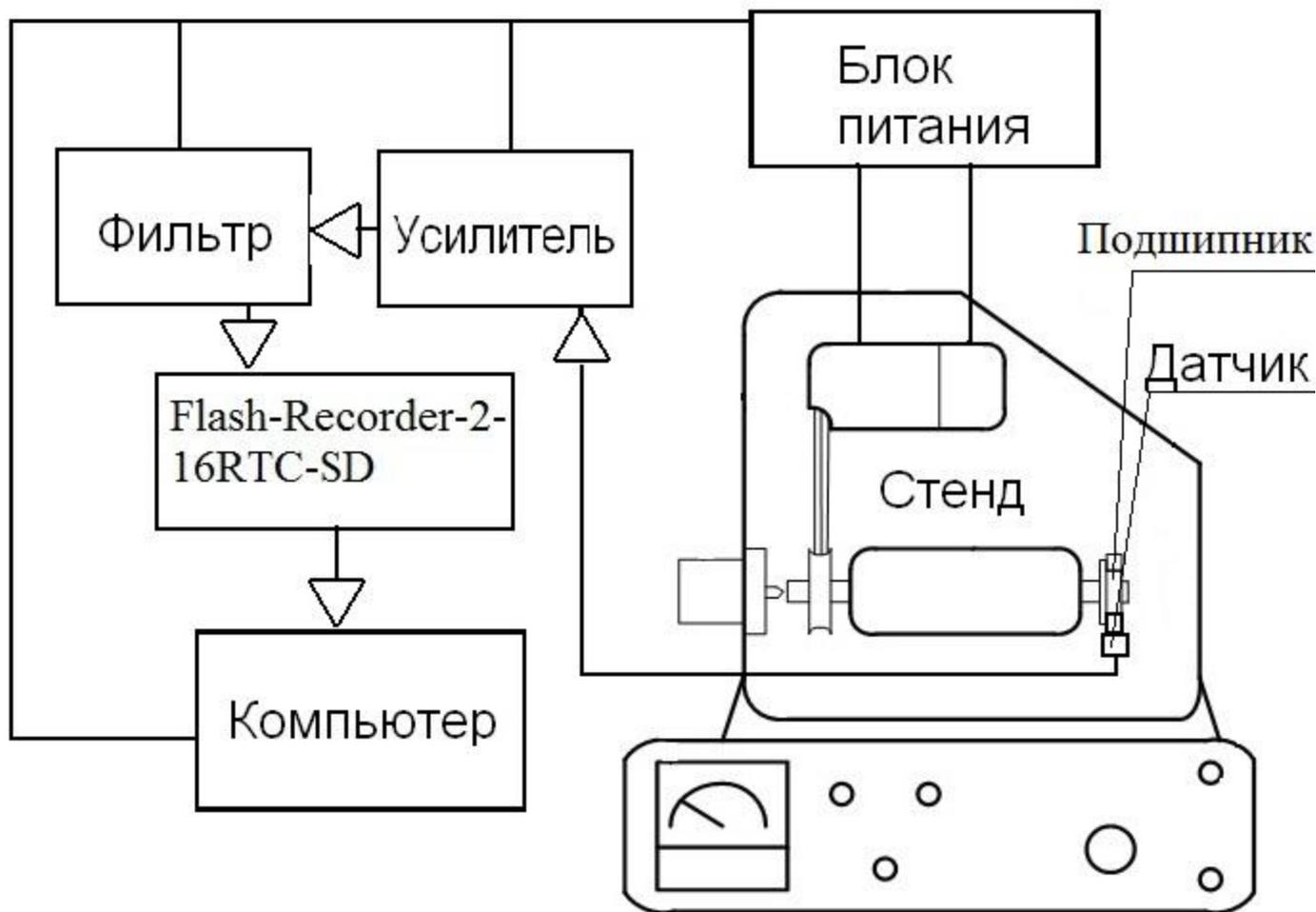
Цели работы

- Накопление информативной базы для статистического анализа
- Выявление диагностических признаков для оценки состояния смазки

Образцы исследуемых подшипников



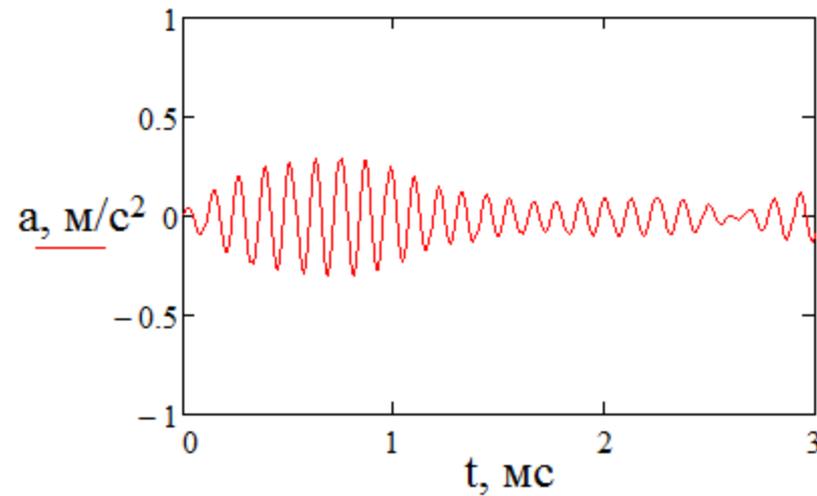
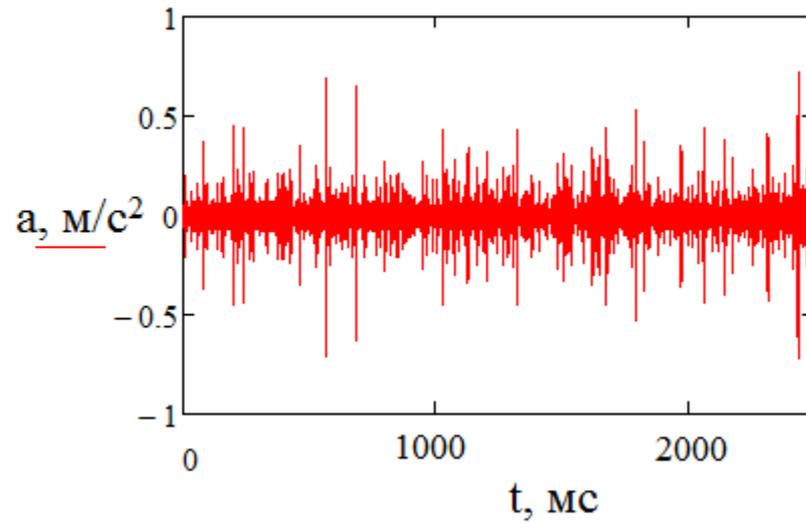
Функциональная схема стенда



Внешний вид стенда



Исследуемый вибросигнал



Выделение сигнала производной огибающей

```

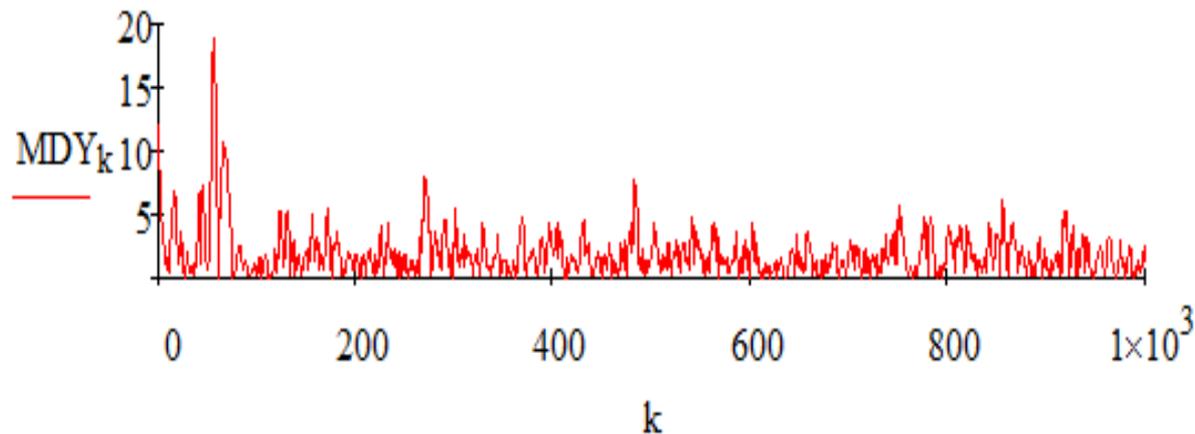
Y :=
| s ← 0
| k ← 0
| for n ∈ 0.. rows(S1) - 2
|   | s ← s + [(S1)n]2
|   | test ←
|   |   | 1 if [(S1)n ≥ 0] ∧ [(S1)n+1 < 0] ∨ [(S1)n < 0] ∧ [(S1)n+1 ≥ 0]
|   |   | 0 otherwise
|   | Yk,0 ← √s if test > 0
|   | Yk,1 ← n
|   | k ← k + 1 if test > 0
|   | s ← 0 if test > 0
| Y

```

```

DY :=
| for n ∈ 1.. K - 2
|   | DYn-1 ← |MYn+1,0 - MYn,0|
|   | DY
MDY :=
|   | DY
|   | median(DY)

```



Нормированный сигнал производной огибающей

Распределение Пирсона

$$b_2 \cdot x^2 + b_1 \cdot x + b_0 = 0$$

$$\mu_1 := \frac{1}{NN} \cdot \left(\sum_i S1_i \right) = 0$$

$$\mu_2 := \frac{1}{NN} \cdot \left[\sum_i (S1_i)^2 \right] = 1.517 \times 10^{-3}$$

$$\mu_3 := \frac{1}{NN} \cdot \left[\sum_i (S1_i)^3 \right] = -6.879 \times 10^{-8}$$

$$\mu_4 := \frac{1}{NN} \cdot \left[\sum_i (S1_i)^4 \right] = 1.585 \times 10^{-5}$$

$$b_2 := \frac{2 \cdot \mu_2 \cdot \mu_4 - 3(\mu_3)^2 - 6(\mu_2)^3}{A} = -0.153$$

$$b_1 := -\frac{\mu_3 \cdot [\mu_4 + 3(\mu_2)^2]}{A} = 8.811 \times 10^{-6}$$

$$b_0 := -\frac{\mu_2 \cdot [2 \cdot \mu_2 \cdot \mu_4 - 3(\mu_2)^2]}{A} = 0.059$$

$$D := (b_1)^2 - 4 \cdot b_0 \cdot b_2 = 0.036$$

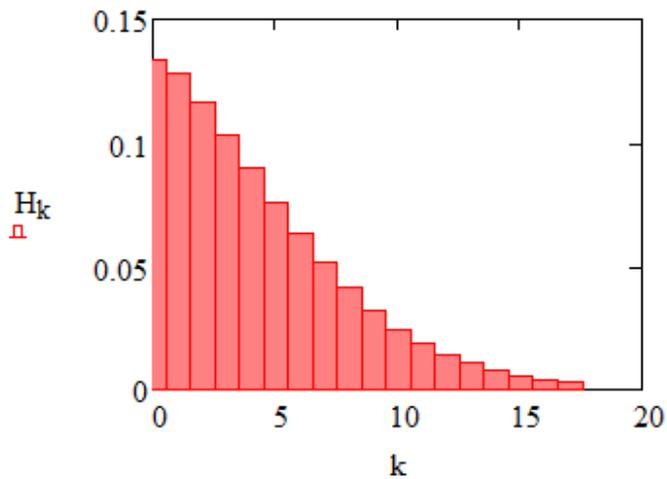
$$\lambda := \frac{(b_1)^2}{(b_0 \cdot b_2)} = -8.679 \times 10^{-9}$$

$$\beta_2 := \gamma_2 + 3$$

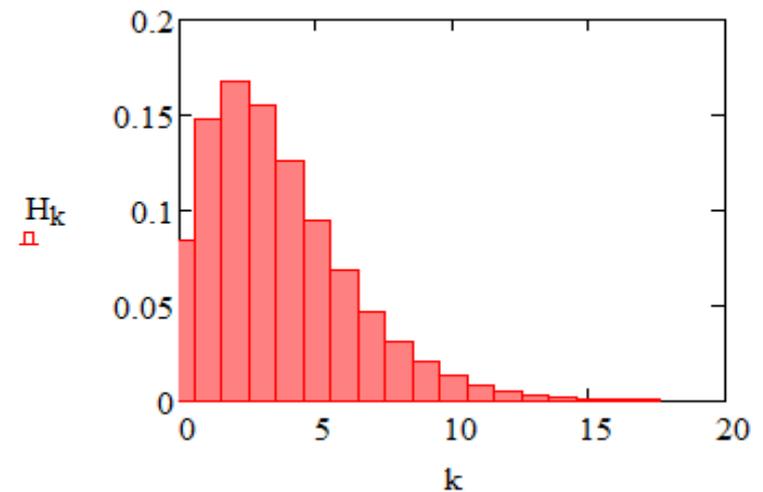
$$\gamma_2 := \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 = 3.891$$

$$\gamma_1 := \frac{\mu_3}{\sigma^3} = -1.164 \times 10^{-3}$$

Гистограммы плотности распределения



Для смазанного подшипника

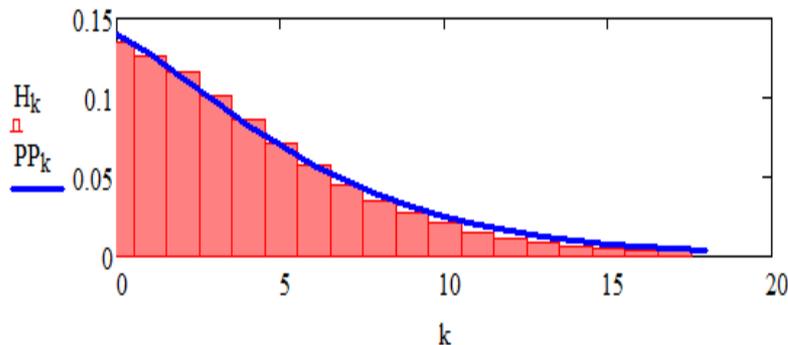


Для несмазанного подшипника

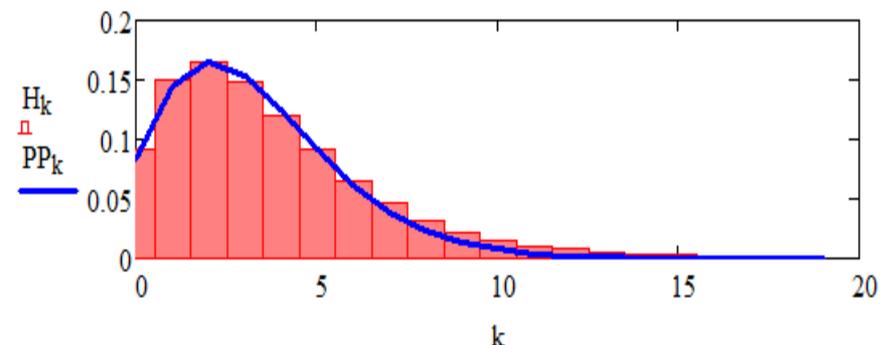
Гистограммы плотности распределения вероятности и плотность нецентрального χ^2 распределения

$$PP_k = A \cdot e^{-\left(\frac{Kx - x_k + M}{2}\right)} \cdot \sum_{m=0}^{\infty} \left[\frac{(M \cdot Kx \cdot x_k)^m}{m! \cdot \Gamma(m+1)} \right]$$

$$F := \sum_{k=0}^{K-1} (H_k - PP_k)^2 \rightarrow \min$$



Для смазанного подшипника



Для несмазанного подшипника

Тип подшипника	Наличие смазки	№ эксперимент а	А	Кх	М
203-8	Смазанные	1	0.175	2.663	0.424
		2	0.178	2.850	0.424
		3	0.176	2.800	0.439
	Несмазанные	1	0.093	8.009	1.560
		2	0.094	8.109	1.535
		3	0.093	8.018	1.610

Критерий Пирсона

$$P = \sum_{i=0}^{K-1} \left[\frac{\left(\int_{x_i}^{x_{i+1}} PP(x) dx - H_i \right)^2}{\int_{x_i}^{x_{i+1}} PP(x) dx} \right]$$

Тип подшипника	Наличие смазки	Критерий согласия Пирсона	Проверка гипотезы
203-8	Смазанный	2.214	Вероятность не противоречия равна 99%.
	Несмазанный	8.131	Вероятность не противоречия равна 95%.

Вывод

- Таким образом, было установлено, что производная огибающей для данного эксперимента подчиняется нецентральному c^2 распределению. Коэффициент нецентральности может быть диагностическим признаком.
- В экономической части дипломного проекта проведен функционально-стоимостный анализ, служащий для поиска эффективных решений в процессе создания стенда и метода при сохранении и повышении их качества и полезности, уменьшении затрат.
- В разделе «Безопасность и экологичность проекта» для обеспечения оптимальных условий работы экспериментатора рассмотрены потенциальные опасности и меры по их предотвращению при эксплуатации стенда.