

В.А. Павлюк-Мороз, доц., В.В. Русских, доц., канд. техн. наук, Р.А. Осін, інж.
Кіровоградський національний технічний університет

Визначення шумових характеристик шестеренних насосів після стендової обкатки з використанням металоплакуючої робочої рідини

В статті викладена методика та результати визначення шумової та вібраційної характеристики шестеренних насосів після стендової обкатки з використанням металоплакуючої робочої рідини.
шум, звук, звуковий тиск, звукова потужність, вимірювальна площа

Шестеренні насоси широко використовуються в гідравлічних системах тракторів, екскаваторів, сільськогосподарських машин, дорожньо-будівельних машин, автомобілів.

За останні роки підвищення потужності, тиску, зменшення ваги та габаритних розмірів насосів привело до зростання їх шуму та вібрації.

Відомо, що шум та вібрація негативно впливають на організм людини. Це приводить до зниження працездатності, продуктивність праці знижується на 10...60 % [1], тому шумові та вібраційні характеристики строго нормуються.

Шумо- та віброактивність джерел пружних коливань шестеренного насосу визначаються трьома основними факторами: конструкцією, технологією виготовлення і умовами експлуатації.

Відповідно до цього розрізняють конструктивні, технологічні й експлуатаційні способи шумо- і віброактивності насосів [2].

На наш погляд, однією з технологічних операцій, яка зможе зменшити рівні шуму та вібрації насосу є стендова обкатка з використанням металоплакуючої рідини на стадії припрацювання.

Це викликано тим, що металоплакуюча робоча рідина, яка вміщує іони металу (міді), при терті утворює металеві плівки на робочих поверхнях деталей кінематичних пар. Утворення металевих плівок ущільнює зазори, є демпфером при ударних навантаженнях. Механічна система насосу стає жорсткішою.

Мета даної статті викласти методику і результати визначення шумової та вібраційної характеристик насосу після стендової обкатки, коли на стадії припрацювання використовувалась металоплакуюча робоча рідина.

Визначення і розрахунок шумових характеристик проведено технічним методом у відповідності з ГОСТ 17108-86 та ГОСТ 12.1.026-80.

Технічний метод вимірювання у вільному звуковому полі над звуковідбивною площиною стандарт забезпечує отримання максимального середнього квадратичного відхилення рівнів звукової потужності смугах частот та корегованого по характеристиці А звукової потужності по ГОСТ 22941-79.

Випробування проводиться в цеховому приміщенні площею $S_{\text{пр}}=300 \text{ м}^2$. Вимірювання рівнів звукових тисків проведені в активних смугах частот від 63 до 8000 Гц.

Дані про випробувальний виріб і застосування шумових характеристик наведені в таблицях 1,2.

Таблиця 1 – Дані про випробувальний виріб

Найменування	Шестеренний насос
Тип марка	НШ 32А-3, обкатаний з використанням металоплакуючої робочої рідини
Підприємство, що виготовило	ВАТ „Гідросила”
Заводський номер та рік виготовлення	2008 року виготовлення, експериментальний
ГОСТ, ГСТУ на виріб	ГСТУ 3-25-180-97
Номінальні параметри	16 МПа; 40с ⁻¹
Габаритні розміри, мм: - довжина l ₁ - ширина l ₂ - висота l ₃	143 146 159
Відстань від мікрофону до насосу, м	1
Місце встановлення насосу при випробуваннях	Стенд „Vsetin” виробництва Чехії, гідролaborаторія ВАТ „Гідросила”
Режим роботи при випробуваннях	Номінальний
Дані про простір для випробування	Цехове приміщення з обладнанням $\alpha_s=0,2$
Вимірювальна поверхня: - площа S, м ² - величина $10 \lg \frac{S}{S_0}$	6,28 8

Таблиця 2 – Засоби вимірювання

Характеристика	Найменування	
	шумомір	смуговий фільтр
Тип, марка	ВШВ – 003 (рис. 1)	Знаходиться в шумомірі
Межа вимірювання	25...140 дБА 35...140 дБ	16...8000 Гц
Похибка	±1 дБ	±1 %
Підприємство-виробник	ВО „Випроприбор”	м. Таганрог
Заводський номер	3583	
Характеристики, які використовуються	А; активний фільтр	63...8000 Гц
Стандарт на засіб вимірювання	ТУ 25-06.2527-83	

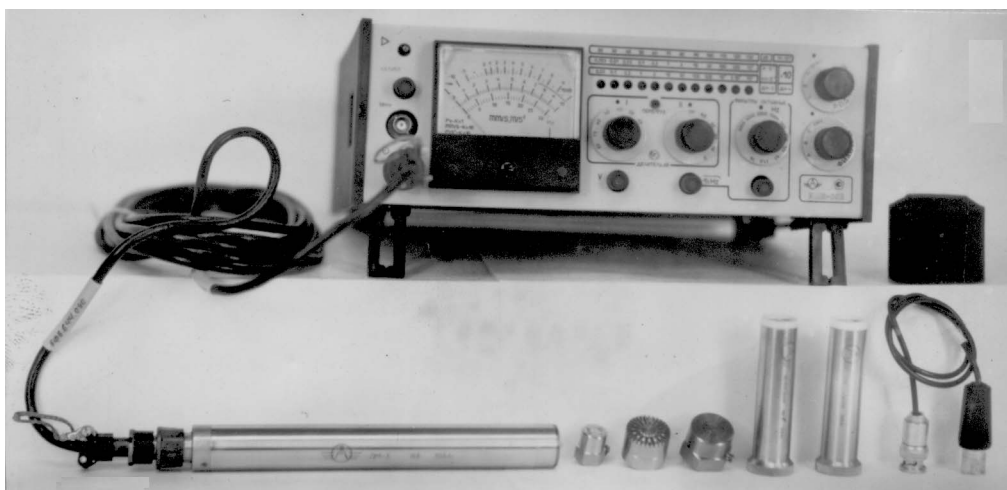
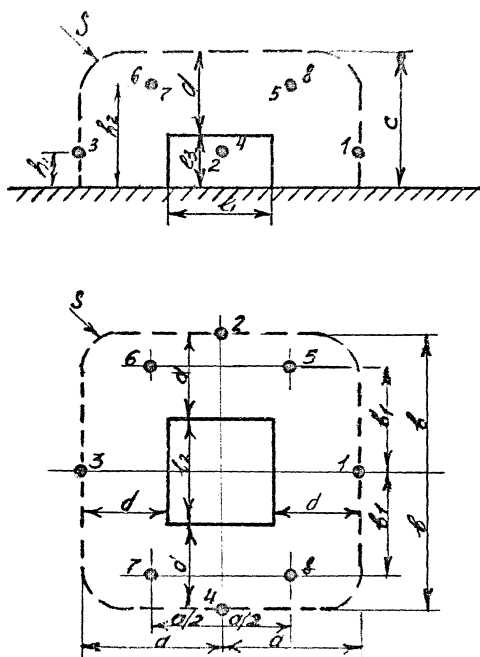


Рисунок 1 – Шумомір ВШВ-003

В якості вимірювання поверхні, яка оточує джерело шуму та закінчується на звуковідбивній площині, приймаємо напівсферу з $R=1\text{ м}$. Кількість вимірювальних точок на поверхні півсфери дорівнює 8.

Координати точок виміру показані на рисунку 2.



S - вимірювальна поверхня шуму; 1...8 – точки вимірювання; l_1, l_2, l_3 – розміри огинаючого джерела; a, b, c – розміри, що характеризують вимірювальну поверхню, $a=b=c=R=1\text{ м}$.

Рисунок 2 – Координати точок виміру

Розраховуємо площу вимірювальної поверхні за формулою:

$$S = 2\pi \cdot R^2, \quad (1)$$

де R – радіус півсфери, $R=1\text{ м}$.

Визначаємо шум насосу за загальним рівнем і в октавних випадках частот з середньгеометричними частотами від 63 до 8000 Гц.

Шумоміром вимірюємо сумарний рівень звукового тиску, дБ, $L_i(c)$, працюючих насосу та стенду в кожній вимірювальній точці, вказаній на рисунку 2.

Визначаємо середній рівень звукового тиску $L_m(c)$ дБ, працюючих насосу та стенду за формулою:

$$L_m(c) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i(c)}, \quad (2)$$

де $L_i(c)$ – звуковий тиск, дБ,

i – точка вимірювання;

n – кількість точок вимірювання, $n=8$.

Якщо значення $L_i(c)$ відрізняються не більше ніж на 5 дБ, розрахунок ведемо за формулою:

$$L_{m(c)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{i(c)}, \quad (3)$$

де $L_i(c)$ – звуковий тиск, дБ,

i – точка вимірювання;

n – кількість точок вимірювання, $n=8$.

Вимірюємо шум працюючого стенду без працюючого насосу. Шум працюючого стенду є перешкодою, що впливає на визначення шуму насосу.

Виміри рівня звукового тиску $L_i(n)$, дБ, перешкоди проводимо в тих же точках.

Знаходимо середній рівень звукового тиску перешкоди $L_m(n)$, дБ, за формулою (2) або (3).

Визначаємо різницю:

$$\Delta L = L_m(c) - L_m(n). \quad (4)$$

Визначивши різницю ΔL за монограмою, операції з децибелами, визначаємо відповідну поправку B [3].

Віднімаючи від сумарного середнього рівня звукового тиску $L_m(c)$ поправку B , знаходимо шуканий рівень шуму насосу з урахуванням перешкоди.

$$L'_{m(c)} = L_{m(c)} - B. \quad (5)$$

Розраховуємо постійну величину K , яка враховує вплив відбитого звуку дБ, або в рівнях звуку дБА.

Постійну K обчислюємо за формулою:

$$K = 10 \lg(1 + 4 \frac{S}{A}), \quad (6)$$

де S – площа вимірювальної поверхні, $S=6,28 \text{ м}^2$;

A – еквівалентна площа звукопоглинання в приміщенні, м^2 .

$$A = \alpha \cdot S_v, \quad (7)$$

де α – середній коефіцієнт звукопоглинання в приміщенні, $\alpha=0,2$;

S_v – площа обмежувачих поверхонь в приміщенні, включаючи підлогу, m^2 .
Для нашого випадку:

$$A = 0,2 \cdot 300 = 60 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо постійну K :

$$K = 10 \lg(1 + 4 \frac{6,8}{60}) = 10 \lg(1 + 0,41) = 10 \lg(1,41) = 1,492.$$

Приймаємо $K=1,5$.

Якщо постійна $K \leq 2$, то умови вільного поля відповідають вимогам стандарту.

Визначаємо різницю:

$$L_{m(c)}'' = L_{m(c)}' - K. \quad (8)$$

Рівень звукової потужності за загальним рівнем або у випадках частот L_p , дБА або корегований рівень звукової потужності L_p , дБА обчислюємо за формулою:

$$L_p = L_{m(c)}'' + 10 \lg \frac{S}{S_o}, \quad (9)$$

де $L_{m(c)}''$ - середній рівень звукового тиску з урахуванням поправок за загальним рівнем або у випадках частот, або середній рівень звуку на вимірювальній поверхні;

S - площа вимірювальної поверхні;

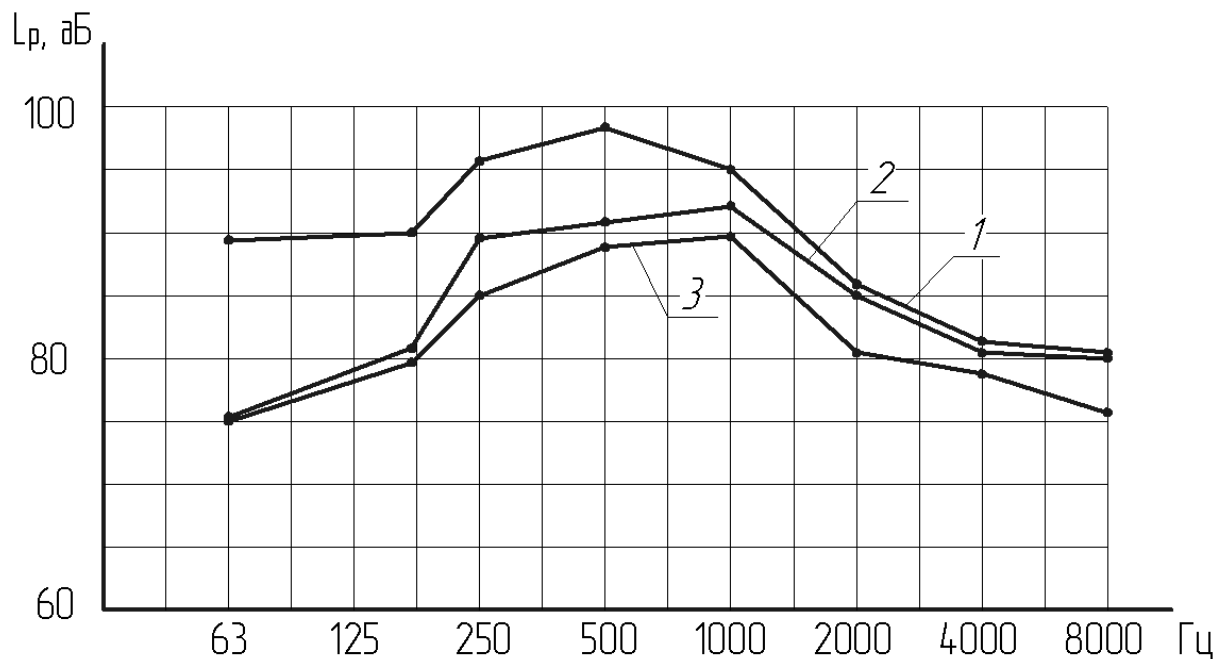
S_o - масштабний коефіцієнт, $S_o = 1 \text{ м}^2$.

За такою послідовністю проводимо вимірювання та обчислювання шуму насосу в активних смугах частот з середньгеометричними частотами, Гц: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000.

Результати визначення шумової характеристики насосу після стендової обкатки з використанням металоплакуючої робочої рідини наведені в таблиці 3 та на рис. 3.

Таблиця 3 – Порівняльна таблиця шумової характеристики насосу після стендової обкатки з використанням металоплакуючої робочої рідини

№ насосу	Величина рівня звукової потужності L_p , дБ в активних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								Корегований рівень звукової потужності	Рівень звуку L_A , дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Обкатаний за запропонованою технологією	75	79	85	88	89	81	78	76	93	85
Обкатаний за серійною технологією	76	82	89	92	93	85	81	80	97	87,5
Норми по ГСТУ 3-25-180-97	89	90	96	97	95	86	83	81	99	89



1 – згідно ГСТУ 3-25-180-97; 2-обкатаного за серійною технологією; 3- обкатаний з використанням металоплакуючої робочої рідини

Рисунок 3 – Рівні звукової потужності L_p в активних смугах частот шестеренного насоса НШ 32А-3

Як показали випробування, шумові характеристики насосів після стендової обкатки з використанням металоплакуючої робочої рідини зменшуються на 4,2%.

Список літератури

1. Ю.Ф. Пономаренко. Испытание гидropерeдaч.- М.: Машиностроение, 1969.-270с.
2. В.С. Дідковський, П.О. Маркелов. Шум і вібрація. – Київ: Вища школа, 1995-263с.
3. В.М. Сторожук Виробничі шуми, приладдя і шляхи зниження. Київ.: Основа, 2003. -382с.
4. Юдин Е.М. Шестеренные насосы. Основные параметры и их расчет. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1964. – 236 с.

В статті изложена методика и результаты определения шумовой и вибрационной характеристики шестеренных насосов после стендовой обкатки с использованием металоплакирующей рабочей жидкости.

In the article a method and results of determination of noise and oscillation description of cog-wheel pumps is expounded after the stand rolling with the use of metal-placing of working liquid.