

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ СОБСТВЕННЫХ ПУЛЬСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТЕРЁННЫХ НАСОСОВ

Рекадзе П.Д.

Самарский университет, г. Самара, rekadze.pd@ssau.ru

*Ключевые слова:* шестерённый насос, пульсации расхода, источник колебаний, комплексная проводимость, паспортизация, метод вариации нагрузок.

Пульсации рабочей среды в гидросистемах станков, системах топливоподачи авиационных двигателей и подачи жидкостного ракетного двигателя являются одним из главных факторов возникновения вибрации агрегатов, приводящей к усталостному разрушению корпусов элементов, трубопроводов и выходу из строя элементов насосов. Целью работы являлись реализация расчётно-экспериментального метода определения динамических характеристик (комплексная проводимость и пульсации расхода) шестерённого насоса с использованием специальных стендовых систем, сравнение результатов расчёта с экспериментальными данными и приведение динамических характеристик насоса к паспортным. Описаны этапы расчёта динамических характеристик объёмного насоса с учётом разработанных ранее специальных стендовых систем на примере шестерённого насоса внешнего зацепления производительностью  $14 \text{ см}^3/\text{об}$ . Показана реализация модернизированного метода вариации нагрузок В. П. Шорина [1] с использованием разработанных авторами специальных стендовых систем с заранее определёнными динамическими характеристиками [2,3]. Излагаются основные этапы методики определения динамических характеристик шестерённого насоса.

В работе применены методы спектрального анализа пульсирующего давления. Пульсации расхода жидкости на выходе из насоса определялись с помощью импедансного метода, метода вариации нагрузок и с использованием специальных стендовых систем.

Динамические характеристики шестерённого насоса определены в диапазоне оборотов приводного вала 500...2500 об/мин для четырёх гармонических составляющих спектра колебаний в широком диапазоне динамических нагрузок (от инерционного до емкостного характера). Проведена проверка разработанного метода посредством сравнения расчётных и экспериментальных данных пульсаций давления в стендовых системах с дросселем, полостью и протяжённым трубопроводом на выходе насоса.

Реализован метод определения динамических характеристик шестерённого насоса с использованием разработанных ранее специальных стендовых систем. Результаты исследований показывают, что исследуемый шестерённый насос может рассматриваться как независимый источник колебаний расхода, для которого отклонение собственных динамических характеристик от средних значений не превышает 6 %. Полученные графики динамических характеристик (комплексной проводимости и пульсаций расхода) шестерённого насоса определены как паспортные ввиду их стабильности и независимости от динамических свойств присоединённых стендовых систем.

### Список литературы

1. Шорин В.П. Устранение колебаний в авиационных трубопроводах. – М.: Машиностроение, 1980. – 156 с.
2. Sanchugov, V., Rekadze, P. New method to determine the dynamic fluid flow rate at the gear pump outlet / V. Sanchugov, P. Rekadze // Energies. – 2022. – Vol. 15(9). – 3451. <https://doi.org/10.3390/en15093451>.
3. Санчугов В. И., Рекадзе П.Д. Расчёт гидродинамических характеристик стендовых систем // Труды МАИ. – 2022. – № 124.

### **Сведения об авторах**

Рекадзе П.Д., к.т.н., инженер-конструктор Института акустики машин (НИИ-201) Самарского университета. Область научных интересов: динамика насосных агрегатов, объёмные насосы, динамические испытания, пульсации.

## **DETERMINATION AND CERTIFICATION OF OWN PULSATION CHARACTERISTICS OF GEAR PUMPS**

Rekadze P.D.

Samara University, Samara, Russia, rekadze.pd@ssau.ru

*Keywords: gear pump, flow pulsations, source of flow fluctuations, conduction, насосизация, load variation method.*

Pulsations of the working fluid in the hydraulic systems of machine tools, fuel supply systems of aircraft engines and liquid-propellant rocket engine supply systems are one of the main factors in the occurrence of vibration of units, leading to fatigue failure of element bodies, pipelines, and failure of the pump elements. The implementation of the V.P. Shorin's method of load variation using bench systems developed by the authors with predetermined dynamic characteristics. The main stages of the methodology for determining the dynamic characteristics of a gear pump are outlined. The aim of the work was to create a method for determining the dynamic characteristics of a positive displacement pump and to test this method. The article is devoted to the problems of calculating the dynamic characteristics of a positive displacement pump using the example of an external gear pump with a specific capacity of 14 cm<sup>3</sup>/rev.

Literature sources on the issues of determining the dynamic characteristics of vibration sources were studied, shortcomings caused by the pulsation of the working fluid, body vibration and emitted acoustic noise were identified. The methods of spectral analysis of pulsating pressure are used and, using the impedance method and the V.P. Shorin's method of load variation, with known dynamic characteristics of hydraulic systems, the pulsations of the fluid flow at the pump outlet are determined.

A technique for determining the dynamic characteristics of a gear pump (its pulsating flow rate and impedance) in the drive shaft speed range (500...2500) rpm for four harmonic components of the oscillation spectrum in a wide range of dynamic loads from inertial to capacitive nature has been implemented. An analysis of bench systems is proposed, leading to the calculation of the dynamic characteristics of the pump with a minimum error based on the conditions for matching the dynamic load and power source. Also, the developed approach for assessing the dynamic characteristics of the pump was tested by calculating the determination of pressure pulsations in bench systems with a throttle, a cavity and an extended pipeline at the pump outlet.

It is shown that the studied gear pump can be considered as an independent source of flow fluctuations, the deviation of its own dynamic characteristics from the average values did not exceed 6%. The deviation of 6% is due to the assumption that the influence of the dynamic characteristics of the drive mechanical system (the variable component of the angular velocity and torque) is not taken into account.