

Разработка волоконно-оптического акселерометра на основе интерферометра Фабри-Перо

К.А. Сафарян^{1,2,*}, И.А. Трефилов^{1,2}, П.В. Краузин¹, А.Д. Юрина^{1,3}

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет

² Национальный исследовательский университет ИТМО

³ Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН

*E-mail: k.safaryan2000@yandex.ru

DOI:10.31868/RFL.2024.203-204

Современные технологии в области регистрации сейсмоакустических сигналов играют ключевую роль в нашем понимании и контроле геодинамических процессов, землетрясений и других сейсмических явлений. В этом контексте, волоконно-оптические акселерометры на основе интерферометра Фабри-Перо представляют собой значительный прогресс в области сейсмического мониторинга. Эти устройства сочетают в себе преимущества волоконной оптики и высокочувствительных интерференционных методов, обеспечивая точную и надежную регистрацию сейсмоакустических воздействий [1].

Способность измерять ускорение, скорость и положение имеет важное значение во множестве областей, начиная от систем инерциальной навигации [2] и заканчивая мониторингом землетрясений и вибраций [3]. Акселерометры, как ключевой компонент инерциальных систем, играют существенную роль в автомобильной безопасности, мониторинге землетрясений, указании направления и определении ориентации [1].

В этой работе рассматривается возможность создания волоконно-оптического акселерометра на основе интерферометра Фабри-Перо. Его конструкция представлена на рисунке 1, акселерометр состоит из корпуса, инертной массы, которая крепится к корпусу с помощью крестообразной мембраны. На мембране закреплена отражающая пластина, которая находится на против градиентной линзы. Отражающая пластина и градиентная линза создают резонатор Фабри-Перо.

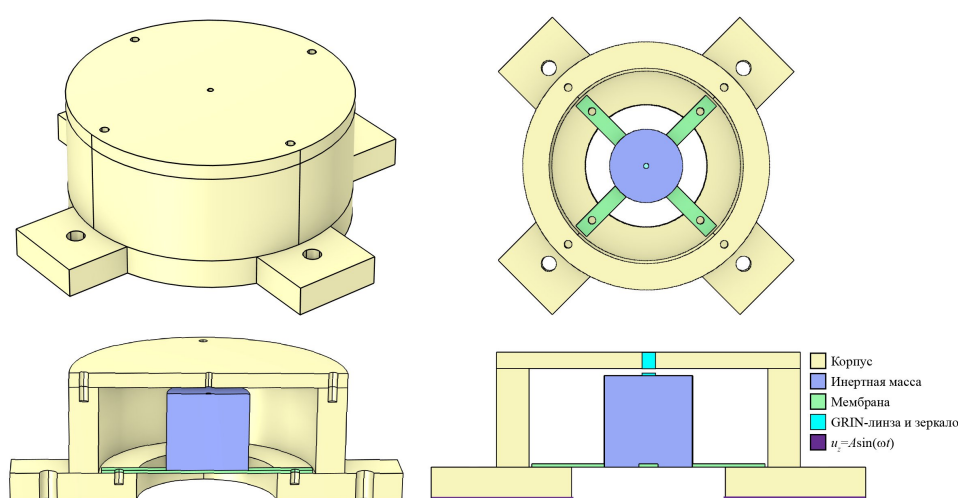


Рис. 1. Схема акселерометра

Для определения конструкции акселерометра было проведено его численное исследование методом конечных элементов в пакете Comsol Multiphysics. В результаты были определены его собственная частота и механическая

чувствительность (рисунок 2), которые составили 850 Гц и 360-400 нм/г в диапазоне до 300 Гц.

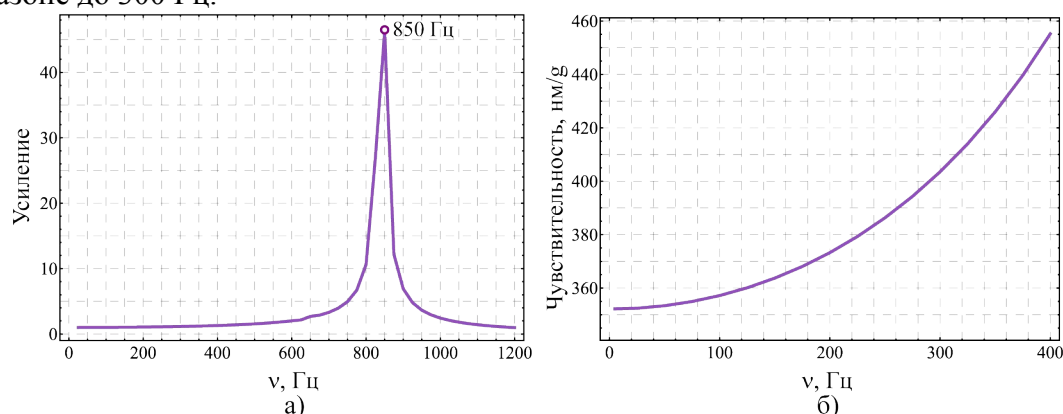


Рис. 2. а) Амплитудно-частотная характеристика акселерометра, б) зависимость механической чувствительности акселерометра от частоты

Для определения спектральной чувствительности акселерометра с помощью аналитической модели [4] изменение длины полости Фабри-Перо было пересчитано в изменение отраженной длины волны. В результате была получена спектральная чувствительность акселерометра (рисунок 3).

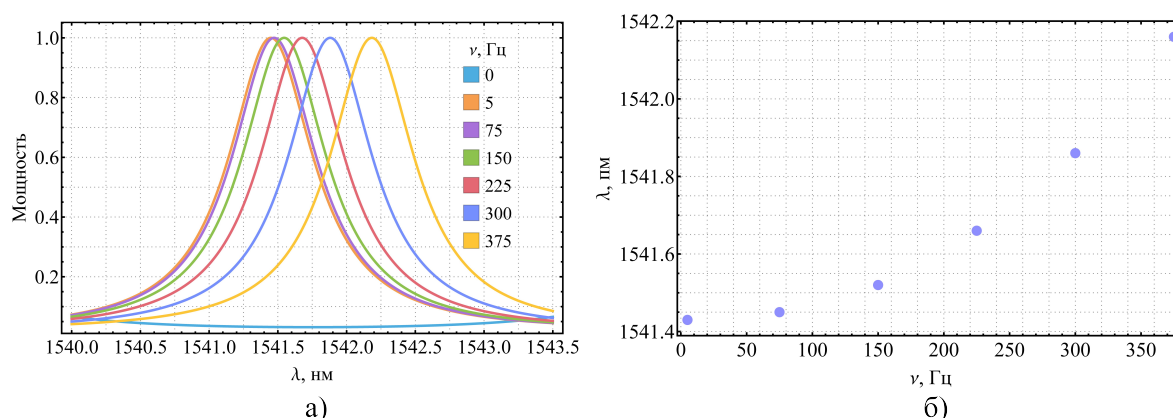


Рис. 3. а) Изменение спектра отражения в зависимости от частоты колебаний при ускорении 1g, б) Зависимость изменения длины волны от частоты колебаний

В результате исследования определена конструкция акселерометра на основе интерферометра Фабри-Перо и его основные измерительные параметры. Разработана конструкторская документация и готовится производство опытного образца для проведения экспериментального исследования.

Литература

- [1] Lu Q. et al. Review of micromachined optical accelerometers: from mg to sub- μ g // *Opto-Electronic Advances*. – 2021. – Т. 4. – №. 3. – С. 200045-1-200045-24.
- [2] Yazdi N., Ayazi F., Najafi K. Micromachined inertial sensors // *Proceedings of the IEEE*. – 1998. – Т. 86. – №. 8. – С. 1640-1659. O. Boyraz, J. Kim et al, *J. Lightwave Technology* 18, 2167-2175 (2000)
- [3] Wang Q., Liu H. F., Tu L. C. High-precision MEMS inertial sensors for geophysical applications // *Navig Control*. – 2018. – Т. 17. – №. 1.
- [4] Wang D. et al. High sensitivity fiber optic acceleration sensor based on Fabry-Perot interferometer // *Optical Fiber Technology*. – 2022. – Т. 72. – С. 102989.