**Изучение температурной зависимости диссипации в конденсаторе с обкладкой из недопированного кремния**

***Клочков Я. Ю.***

*аспирант*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия*

*Email:* [*klochkov.jj15@physics.msu.ru*](mailto:klochkov.jj15@physics.msu.ru)

Одной из особенностей гравитационно-волновых детекторов третьего поколения, таких как Einstein Telescope-Low Frequency (ET-LF) и LIGO Voyager являются охлаждаемые пробные массы из высокочистого монокристаллического кремния [1,2]. В частности, в LIGO Voyager пробные массы будут охлаждаться до 123 К, так как при этой температуре коэффициент температурного расширения кремния проходит через нуль, что позволяет подавить термоупругие шумы пробных масс. Для тонкой подстройки положения пробных масс в LIGO Voyager, в качестве одного из вариантов, рассматривается электростатический актюатор. За счёт емкостной связи тепловые флуктуации электрического напряжения на пробной массе, обладающей конечной проводимостью, станут источником флуктуационной силы, действующей между актюатором и пробной массой [3]. Мы оценили спектральную плотность мощности шумов смещения пробной массы, вызванных этой флуктуационной силой, с учетом только омических потерь в объёме пробной массы. Спектральная плотность мощности этих шумов оказалась пренебрежимо малой по сравнению с полной проектной спектральной плотностью шумов детектора LIGO Voyager на 10-400 Гц – низкочастотной области рабочего диапазона детектора.

Однако эксперименты по измерению вносимых электрическим полем механических потерь в резонаторах с собственными частотами около 1Гц и 800 Гц [4,5] свидетельствуют, что на этих частотах заметное значение имеют не только омические потери в объёме кремниевого электрода, но также и потери в поверхностном слое. Цель данной работы – исследование электрических потерь в системе «пробная масса – актюатор».

Моделью для изучения электрических потерь в системе «пробная масса – актюатор» служат стандартная кремниевая пластина и расположенные рядом электроды. Предварительные измерения (при атмосферном давлении и комнатной температуре) с кремниевой пластиной (*ρ* ≈ 1∙103 Ом∙см) показали, что омические потери в объёме образца становятся определяющими только на частотах выше 1 кГц.

В дальнейшем мы планируем изучить зависимость потерь в конденсаторе от удельного сопротивления кремниевых образцов и состояния их поверхности на частотах 0,1-10 кГц в диапазоне температур 100-300 К. Полученные в работе результаты будут использованы для расчета диссипации и шумов пробных масс гравитационно-волновых детекторов следующего поколения, вызванных электростатическими актюаторами.

**Литература**

1. M. Punturo et al., The third generation of gravitational wave observatories and their science reach // Class. Quantum Grav. 27(8), 084007 (2010).
2. R. Adhikari et al., A cryogenic silicon interferometer for gravitational-wave detection // Class. Quantum Grav. 37, 165003 (2020)
3. E. Bonilla et al., Method for electromechanical modeling of Johnson noise in Advanced LIGO // Class. Quantum Grav. 38 025014 (2020)
4. V. P. Mitrofanov and N. A. Styazhkina, Trifilar torsion pendulum for measurement of dissipation caused by an electric field // Rev. Sci. Insrum. 71, 3905 (2000)
5. Y. Klochkov et al., Measurement of the temperature dependence of mechanical losses induced by an electric field in undoped silicon disc resonators // Appl. Phys. Lett. 122, 142109 (2023)