**Охлаждение механического осциллятора в системе с комбинацией оптомеханических связей**

**А.В. Карпенко1*, М.С. Коробко2, С.П. Вятчанин1,3***

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

2 Институт лазерной физики & Центр оптических квантовых технологий, Университет Гамбурга, Гамбург, Германия

3 Центр квантовых технологий, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E–mail: alkarpenko\_1999@mail.ru

Оптомеханика [1] изучает разнообразные взаимодействия между оптическими и механическими степенями свободы. Оптомеханика позволяет изучать квантовые свойства света и материи, в том числе охлаждение макроскопических осцилляторов до их квантового основного состояния [2], оптомеханическое сжатие квантовых флуктуаций света [3], квантовую запутанность между оптическими и механическими степенями свободы [4], а также между пространственно разделенными механическими осцилляторами [5]. Учет оптомеханических эффектов играет ключевую роль в прецизионных измерениях в детекторах гравитационных волн [6].

Обычно используют два вида оптомеханической связи: дисперсионную и диссипативную. Связь, при которой смещение механического тела изменяет собственные частоты оптического резонатора, называется дисперсионной. В резонаторе Фабри-Перо роль такого тела может играет одно из торцевых зеркал. При диссипативной связи смещение механического тела изменяет ширину частотной полосы резонатора, то есть связь резонатора с внешним миром. В резонаторе Фабри-Перо такую связь можно реализовать, если одно из зеркал заменить системой, коэффициент прозрачности которой будет зависеть от положения пробной массы.

В данной работе мы исследуем системы, в которых реализуется комбинация обеих оптомеханических связей. Получить такую комбинацию можно с помощью интерферометра Майкельсон-Саньяка (ИМС). В данной работе предлагается конфигурацию ИМС c несимметричным светоделителем. Обычно несбалансированный светоделитель рассматривается как помеха в интерферометрических экспериментах, что было показано, например, в [7]. В нашей установке мы используем этот дисбаланс для оптимизации комбинации диссипативной и дисперсионной связи с целью повышения их силы. Мы исследуем эту комбинацию связей и показываем, как она может быть использована для лазерного охлаждения механического осциллятора даже при резонансной накачке, что не характерно для систем с чистой дисперсионной связью. Мы рассматриваем две различные конфигурации, в которых резонатор формируется для пучка накачки (power-recycling) и для сигнала (signal-recycling), сравниваем их характеристики и находим оптимальные рабочие точки. Мы показываем, что большой дисбаланс светоделителя позволяет резко увеличить оптическую жесткость системы, что, в свою очередь, позволяет увеличить охлаждение механического осциллятора.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Литература**

1. M. Aspelmeyer, T. Kippenber and F. Marquardt, Rev. Mod. Phys. 86 1391–452 (2014).
2. M. Bhattacharya and P. Meystre, Phys. Rev. Lett. 99, 073601 (2007).
3. T. P. Purdy, P. L. Yu, R. W. Peterson, N. S. Kampel, and C. A. Regal, Phys. Rev. X 3, 031012 (2013).
4. D. Vitali, S. Gigan, A. Ferreira, H. R. Böhm, P. Tombesi, A. Guerreiro, V. Vedral, A. Zeilinger, and M. Aspelmeyer, Phys. Rev. Lett. 98, 030405 (2007).
5. M. J. Hartmann and M. B. Plenio, Phys. Rev. Lett. 101, 200503 (2008).
6. H. J. Kimble, Y. Levin, A. B. Matsko, K. S. Thorne, and S. P. Vyatchanin, Phys. Rev. D 65, 022002 (2001).
7. A. Sawadsky, H. Kaufer, R. Nia, S. Tarabrin, F. Khalili, K. Hammerer, and R. Schnabel, Phys.l Rev. Lett. 114, 043601 (2015).