

УДК 544.032.65

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ТОНКИХ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ**

**Храмов А.С., Шахно Е.А., Синева Д.А. (Университет ИТМО)**

**Научный руководитель – кандидат технических наук, Синева Д.А. (Университет  
ИТМО)**

**Введение.** Лазерно-индуцированные поверхностные периодические структуры (ЛИППС) привлекают внимание с момента их открытия в 1960-х гг. В последнее время множество работ посвящено записи ЛИППС на тонких пленках металлов (хрома, титана) для изготовления дифракционных оптических элементов, лазерной маркировки и т. д. [1,2]. Стоит отметить, что механизмы формирования ЛИППС изучены недостаточно, однако обычно образование ЛИППС на тонких металлических пленках связывают с возбуждением поверхностной электромагнитной волны (ПЭВ) на границе раздела "воздух – пленка". Полная модель формирования ЛИППС, однако, должна учитывать, в частности, сложную конфигурацию поля в многослойной структуре и неоднородности в толщинах слоев, что представляется трудной задачей даже численно. В настоящей работе предложен подход к созданию упрощенной модели формирования ЛИППС на тонких металлических пленках.

**Основная часть.** В настоящей работе проведено моделирование формирования ЛИППС на тонких пленках титана на кварцевой подложке. Анализ результатов экспериментов по наблюдению ЛИППС на тонких металлических пленках на подложках из различных материалов показывает, что период структур зачастую обратно пропорционален показателю преломления материала подложки и с большой точностью определяется выражением:  $d = \lambda/n$ , ( $\lambda$  – длина волны действующего излучения,  $n$  – показатель преломления подложки) [1,3]. На основе экспериментальных данных сформулирована упрощенная феноменологическая модель формирования ЛИППС, учитывающая влияние диэлектрической подложки. Рассчитана толщина слоя в подложке, в котором распространяется ПЭВ, в зависимости от различных параметров.

**Выводы.** В настоящей работе предложена модель формирования ЛИППС на тонких металлических пленках. Изучены особенности их образования при различных параметрах и глубина проникновения ПЭВ в подложку. Полученные результаты будут полезны для прогнозирования записи ЛИППС в многоимпульсном режиме, поскольку предполагается, что интенсивность ПЭВ существенно влияет на термохимические процессы и регистрацию структуры в пленке – соответственно, возможно, возникновение опто-термохимической положительной обратной связи. Таким образом, предложенный подход повышает понимание механизмов образования ЛИППС в тонких металлических пленках.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект №21-79-10241.

**Список использованных источников:**

1. Dostovalov A. V. et al. Oxide composition and period variation of thermochemical LIPSS on chromium films with different thickness //Optics express. – 2018. – Т. 26. – №. 6. – С. 7712-7723.
2. Veiko V. P. et al. Thermochemical writing with high spatial resolution on Ti films utilising picosecond laser //Optical Materials Express. – 2019. – Т. 9. – №. 6. – С. 2729-2737.

3. Ibrahim Q., Andreeva Y., Suvorov A., Khmelenin D., Evgeniy E., Shcherbakov A., Sinev D. Laser fabrication of 1D and 2D periodic subwavelength gratings on titanium films // Optics and Laser. – 2024. – T. 174. – C. 110642