

УДК 621.38

**ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КОЛЛОИДНЫХ ПЛЁНОК  
ПОЛИСТИРОЛА**

Азарнин Илья Олегович

*Студент 1 курса магистратуры,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: Е.В. Панфилова,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в  
машиностроении»*

Термообработка органических коллоидных плёнок – очень важный процесс, необходимый для укрепления структуры, увеличения ее прочности и адгезии между частицами и частицами-подложкой, а также увеличения химической и термической устойчивости структуры.

Обработка плёнок полистирола не только важный, но и достаточно сложный процесс. Основная проблема связана с тем, что органические вещества (полимеры) очень тяжело поддаются термообработке. Прежде всего этого связано с низкими температурами плавления и возможностью быстрого сгорания при перегреве структуры.

В основе термообработки коллоидных плёнок лежит образование связей-«мостиков» между частицами (рис. 1). Это препятствует вымыванию частиц растворителем и увеличивает механическую прочность плёнки и способствует формированию связей между частицами и подложкой.

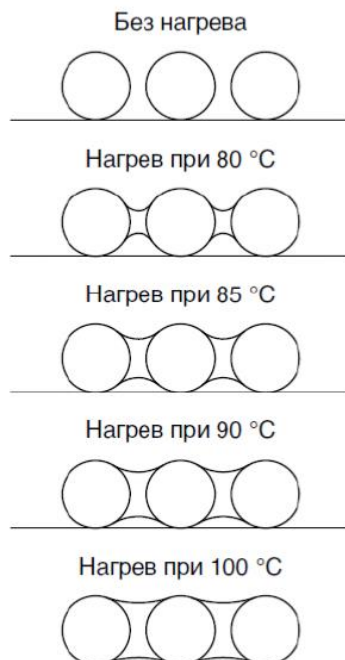


Рис. 1. Схематическое изображения процесса термообработки коллоидных плёнок полистирола

Основной проблемой при термообработке коллоидных плёнок полистирола является определение температуры нагрева, при которой сохранялась бы кристалличность структуры, но увеличивалась бы её прочность и адгезионные

свойства. Для каждой пары частицы-подложка эта температура уникальна и находится в диапазоне температур  $65^{\circ}\text{C} \dots 100^{\circ}\text{C}$ . Поскольку частицы в структуре кристалла неподвижны, термообработка приводит к увеличению их эффективных диаметров и изменению формы от сферической к шестигранной. Это в свою очередь приводит к падению интенсивности отражаемого света и снижению относительной высоты пика фотонной запрещенной зоны.

В рамках данной работы исследовалась термообработка плёнок на основе частиц полистирола диаметром 300 нм в температурном диапазоне  $80^{\circ}\text{C} \dots 110^{\circ}\text{C}$ . Помимо определения максимальной температуры обработки требовалось изучить поведение плёнки при экстремальных температурах (вплоть до температуры плавления).

В качестве подложек были использованы ситалл и кремний. Было определено, что максимальная температура обработки, позволяющая сохранить кристалличность структуры находится в пределах  $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ . Однако, образцы на кремнии при обработке свыше этой температуры показали большую устойчивость к изменению структуры. Более того, из-за влияния оксидной плёнки кремния, на образцах появились цвета побежалости и множественные запрещенные зоны.

Помимо ожидаемого падения интенсивности излучения на спектрах отражения (связанного с изменением формы микросфер и нарушения кристалличности структуры), при увеличении температуры также наблюдалось смещение пика фотонной запрещенной зоны влево (рис. 2). Вероятнее всего, это связано с изменением формы частиц в вертикальном направлении под действием силы тяжести. Подобный эффект был описан и ранее [1], где также упоминался и обратный эффект – увеличение высоты пика фотонной запрещенной зоны и его смещение вправо при охлаждении коллоидной плёнки. При дальнейшем увеличении температур было обнаружено исчезновение фотонной запрещенной зоны и образование монолитной структуры при  $110^{\circ}\text{C}$ .

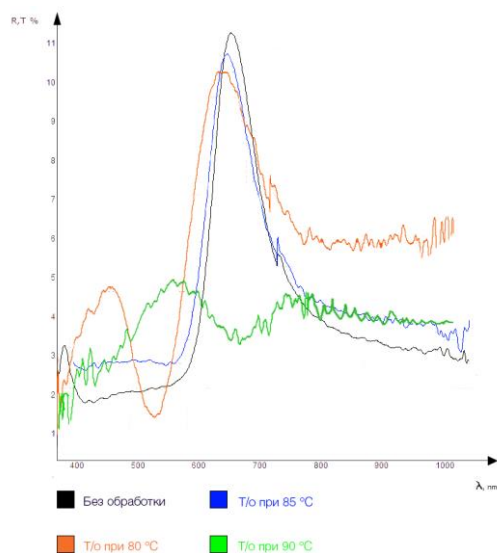


Рис. 2. Спектры отражения обработанных образцов в области допустимых температур

Результаты работы будут использованы в технологии синтеза композитных и инверсных структур на основе коллоидных кристаллов.

### Литература

1. Tahami S. H. V. et al. Thermal tuning the reversible optical band gap of self-assembled polystyrene photonic crystals // *Photonics and Nanostructures-Fundamentals and Applications*. – 2016. – Т. 22. – С. 40-45.