Пористая структура малоплотных сверхсшитых полимерных сеток – потенциальных материалов для лазерных мишеней

1Пастухов А.В., 2Даванков В.А., 1Борисенко Н.Г., 1Акунец А.А.

1 Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва,
 Россия, avpast@gmail.com
2 Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской
 академии наук, г. Москва, Россия, davank@ineos.ac.ru

В настоящее время исследования в области физики высоких энергий исключительно важны как для фундаментальной науки, так и промышленной энергетики России. В этом плане, актуальной задачей является изучение процессов взаимодействия мощных лазерных излучений с материалами различной структуры. Исследования взаимодействия интенсивного лазерного излучения с малоплотными средами показали сильную зависимость характера процессов поглощения и распространения волн от структуры мишени, в частности от размера пор и распределения пор по размерам. В связи с этим, целью данной работы являлось получение новых типов малоплотных полимерных сред и изучение их пористой структуры. Были синтезированы сверхсшитые полимерные сетки на основе линейных полимеров стирола [1] и альфа-метилстирола (ПАМС), с использованием бис-хлорметильных производных бензола и дифенила. Реакция сшивания, катализируемая хлоридом олова проведена в низко-концентрированных растворах полимеров (1 – 2%) в дихлорэтане. Анализ пористой структуры синтезированных полимерных сеток проведен по данным низкотемпературной сорбции азота, с использованием методов BJH (теория капиллярной конденсации) и DFT (теория функционала плотности) [2]. BJH-анализ пористой структуры сверхсшитых ПАМС, показал, что наиболее развитую систему микропор размером 3 – 6 нм имеют ксерогели полимерных сеток с 300% степенью сшивания. Использование метода DFT при анализе структуры пор позволило выявить две группы микропор в синтезированных полимерных сетках, 1,8 – 3 нм и 4 – 10 нм в диаметре. Для оценки параметров пористости сорбентов были использованы два варианта моделирования пористой структуры по DFT на основе цилиндрической модели пор – метод «the standard non-local density functional theory (NLDFT)» и метод «quenched solid density functional theory (QSDFT)» на основе «carbon equilibrium transition kernel at 77 K». Сверхсшитые ПАМС, полученные из 1% раствора при сшивании бис-хлорметил-дифенилом (степень сшивания от 100 до 300%) являются высокопористыми полимерными сетками с внутренней поверхностью до 900 м2/г, способными многократно увеличивать свой объем при поглощении органических растворителей и воды. Такие набухшие полимерные сетки-органогели содержат весьма большое количество жидкой фазы, в частности бензола, до 20 см3/г. Органогели сверхсшитых полистирольных сеток, полученных из 2 и 9% растворов удерживают до 13 и 3,5 см3/г толуола соответственно. Установлено, что при увеличении степени сшивания от 100 до 300% в два раза увеличивается суммарная поверхность пор. Суммарный объем микро- и мезопор синтезированных полимеров достигает 1,1 см3/г (по величине сорбции азота при P/Po = 0.98, 77 K).

Исследования частично поддержаны РФФИ, грант №17-02-00366.

Литература

1. Davankov V.A., Tsyurupa M.P. Hypercrosslinked Polymeric Networks and Adsorbing Materials. Еlsevier, Amsterdam, Boston, etc., 2011, 670 р.
2. Lowell S., Shields J.E., Thomas M.A., Thommes M. Characterization of Porous Solids and Powders: Surface Area, Pore Size, and Density, Springer, 2004, 347 p.