

УДК 621.375.826

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАССОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВАлександр Валерьевич Кривошеев ⁽¹⁾, Светлана Леонидовна Пономаренко ⁽²⁾*Студент 5 курса ⁽¹⁾, студент 5 курса ⁽²⁾**кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.Е. Шупенев,**ассистент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»*

В наше время актуальна проблема загрязнения окружающей среды и контроля ее загрязнения. Массочувствительные датчики позволяют осуществлять контроль загрязнения среды с хорошей точностью, но существуют сложности с точным определением концентрации частиц PM_{2.5}, проникающих в лёгкие человека и наносящих вред здоровью. Улучшение точности нанесенного на датчик рабочего слоя позволит с большей точностью определять концентрацию опасных для человеческого здоровья частиц.

Кварцевые микровесы отличаются от других методов контроля простотой конструкции (рис 1), возможностью работы в любых средах и пригодностью для определения концентрации любых веществ. В основе прибора лежит кварцевый пьезоэлемент, на который с двух сторон наносятся тонкие пленки, материал которых подбирается для каждого случая отдельно. Слои наносятся методом импульсной лазерной обработки, так как данный метод обладает массой преимуществ перед альтернативами в частности – передает стехиометрию состава, обеспечивает наилучшую сплошность и точность покрытия в сравнении с аналогами.

Было проведено нанесение тонких пленок FeCrNi с двух сторон резонатора. Нанесение слоев производилось на установке Нанофаб 100 со следующими параметрами эксперимента: 100000 импульсов, частота следования импульсов 15 Гц, энергия каждого импульса составляла 120 мДж расстояние между подложкой и мишенью – 40 мм, давлением в камере – 1,3 нбар. Была замерена частота колебаний кварцевого резонатора до и после нанесения слоев FeCrNi.

Собственная частота колебаний резонатора до и после нанесения слоев FeCrNi замечено, что частота собственных колебаний уменьшилась, исходя из этого была рассчитана масса нанесенного слоя, которая составила 57,18 мкг, а толщина слоя составила 112,8 нм.

С помощью кварцевых массочувствительных датчиков можно с легкостью и хорошей точностью определять массу различных веществ, а зная массу и объем можно определить концентрацию веществ в среде, и ее загрязненность.

Литература

1. *А.П. Константинов. Экология и здоровье: опасности мифические и реальные // Экология и жизнь, № 9, 2012 г., с. 82–86.*
2. *А.В. Смуров, В.В. Снакин, Н.Г. Комарова. Современное состояние атмосферного воздуха // Экология России, Учебное издание, 2012 г., с. 12–33.*
3. *Анализатор пыли «Атмас» Паспорт БВЕК 610000.001 ПС. – Москва, 2016 г. 14 с.*
4. *Воздействие дисперсного вещества на здоровье человека [Электронный ресурс] // Записка Всемирной организации здравоохранения / Совместной целевой группы по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека. – Женева, 2012. – 13 с.*

URL:

http:

//www.unesco.org:

- 8080/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB_AIR_2012_18_R.pdf (дата обращения: 18.02.2019).
5. *Cheng M., Chui H., Yang C.* The effect of coarse particles on daily mortality: a case – crossover study in a subtropical city, Taipei, Taiwan // *International Journal of Environmental Research and Public Health.* – 2016. – № 13. – С. 347. DOI: 10.3390/ijerph13030347.
 6. *Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China* / Н. Kan, S.J. London, G. Chen [et al.] // *Environment International.* – 2007. – № 33. – P. 376–384.
 7. *В 2015 году средняя концентрация взвешенных частиц PM2.5 в воздухе в Пекине снизилась на 6,2 проц.* [Электронный ресурс] // *Russian news.CN.* – URL: http://russian.news.cn/2016-01/05/c_134978768.htm (дата обращения: 18.02.2019).
 8. *Sauerbrey G.* // *Zeitschrift fur Physik.* 1959. Vol. 155. P. 206 – 222.
 9. *Kanazawa K.K., Gordon J.G.* // *Analytical Chemistry.* 1985. Vol. 57. P. 1770–1771.
 10. *Кельнер Р., Мерме Ж.-М., Отто М., Видмер Г. М.* Аналитическая химия проблемы и подходы. в 2-х томах – М.: Мир, 2004. – 608 с. – 2 т.
 11. *Панфилов Ю.В.* Нанесения тонких пленок в вакууме. Технологии в электронной промышленности, 2007, № 3, с. 76-80.
 12. *Кривошеев А.В., Пономаренко С.Л.* Получение тонких алмазоподобных пленок методом импульсного лазерного осаждения и исследование их свойств. [Электронный ресурс] // *Политехнический молодежный журнал МГТУ им. Н. Э. Баумана*, 2018, №6. – URL: <http://ptsj.ru/articles/324/324.pdf> (дата обращения: 18.02.2019).
 13. *Булаев С.А.* Сущность импульсного лазерного напыления в вакууме как способа получения пленок нанометровых толщин. [Электронный ресурс] // *Вестник Казанского технологического университета*, 2014. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/suschnost-impulsnogo-lazernogo-napyleniya-v-vakuume-kak-sposoba-polucheniya-plenok-nanometrovyh-tolschin> (дата обращения 06.03.2019).
 14. *Labin L.A., Bulychev A., Kazaryan M. A.* Possibilities of using pulsed lasers and copper-vapour laser system (CVL and CVLS) in modern technological equipment. XII International Conference on Atomic and Molecular Pulsed Lasers. DOI: 10.1117/12.2225207–2015. 6 p.
 15. *Eason R.* Pulsed Laser Deposition of Thin Films: Applications-Led Growth of Functional Materials. Manhattan, John Wiley & Sons, Inc. DOI:10.1002/0470052120–2006. 682 p.
 16. *М.Н. Либенсон.* Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть II. Лазерный нагрев и разрушение материалов. Учебное пособие. Под общей редакцией В.П. Вейко // *Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д.* Санкт-Петербург: СПб: НИУ ИТМО, 2014, 2014. - 181 с
 17. *Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.* // *Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца.* – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, - 2006. - 664с.