

**УДК 621.373.826**

## **ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ В ЖИДКОСТИ**

Кирилл Алексеевич Слепнев

*Студент 5 курса*

*кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»*

*Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Д.М. Мельников,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»*

Наноразмерные структуры — это объекты, имеющие хотя бы один из размеров, лежащих в диапазоне от 0,1 нм до 100 нм: нанопленки – толщина в указанном диапазоне, нанотрубки – диаметр трубки, наночастицы – размер частицы.

В зависимости от области применения к частицам предъявляются различные технологические требования, однако не все методы синтеза способны их обеспечить. Поэтому сейчас ведется активная разработка новых и усовершенствование уже существующих методов получения наноструктур.

Одно из направлений синтеза – измельчение микроструктур до наноразмерных частиц методом лазерной абляции в жидкости (ЛАЖ). Данный способ отличается небольшим средним размером частиц и небольшим значением дисперсии распределения по размерам по сравнению с другими методами. Так же отмечается, что частицы не образуют агломераты. [1]

Методика лазерной абляции универсальна, т.к. в качестве твердотельной мишени можно использовать различные материалы – металлы, диэлектрики или полупроводники. Частицы, полученные данным методом, обладают «чистым» химическим составом, сферичной формой, а также определенными размерами в зависимости от режима обработки. При необходимости синтеза частиц других размеров или из другого материала достаточно рассчитать новые параметры абляции без замены оборудования.

Методом ЛАЖ были получены коллоидные растворы наночастиц на двух установках: VITROLUX-МС производства «Vitro Laser» и SharpMark производства «SharpLase». Параметры коллоидных растворов измерялись на спектрофотометре PerkinElmer Lambda 750 и лазерном анализаторе размеров частиц Horiba LA-960. [2]

В качестве мишени использовались различные металлы: золото, чистый никель, железоникелевый сплав (пермаллой марки 79НМ). Дисперсионная среда – дистиллированная или водопроводная вода. Попытки добавления поверхностно-активных веществ (ПАВ) не привели к улучшению результатов для различных материалов.

В процессе абляции нуклеация происходит над поверхностью материала и лазерное излучение может повторно воздействовать на уже образованные частицы. Как следствие, возможно 2 процесса: дополнительное измельчение или образование крупных агломератов в результате сплавления близко расположенных частиц. Для исключения данных процессов использовалась проточная кювета, уносящая уже образованные частицы от поверхности обработки.

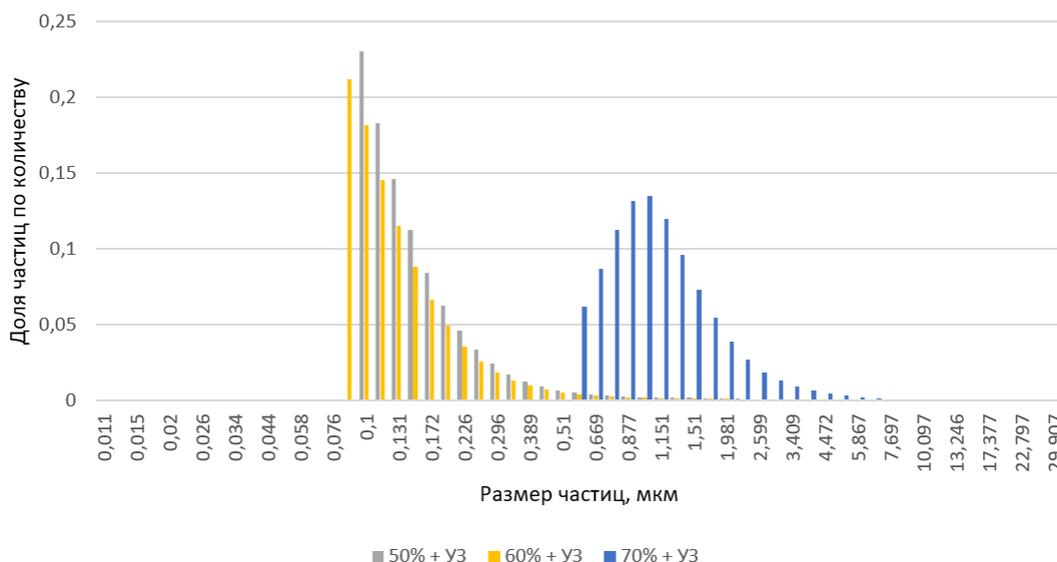


Рис. 1. – Распределение наночастиц никеля, полученных на установке SharpLase с различной выходной мощностью.

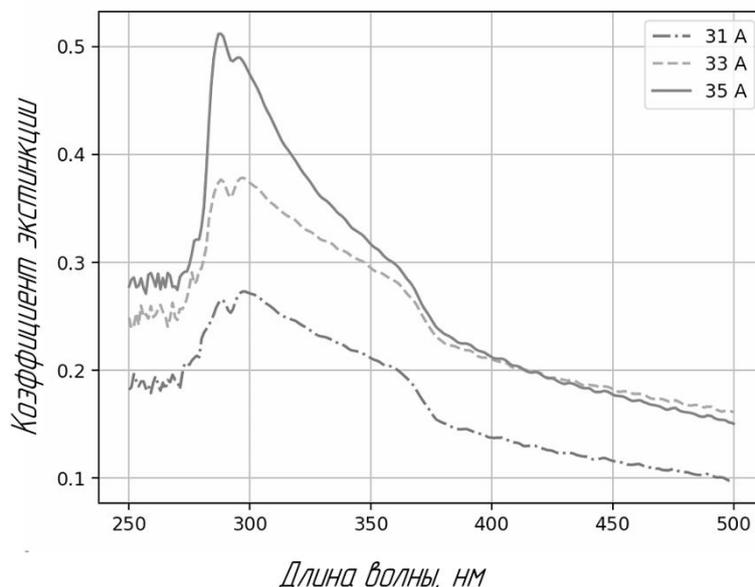


Рис. 2. – Спектр экстинкции наночастиц пермаллоя (79нм), полученных на установке VITROLUX-МС при различных токах накачки

### Литература

1. *Sugioka, K. Laser Precision Microfabrication / K. Sugioka, M. Meunier, A. Piqué ; Berlin: Springer, 2010. – 344 p. – ISBN 978-3-642-10523-4.*
2. *Старинский, С. В. Влияние размеров наночастиц на спектр экстинкции коллоидных растворов, полученных при лазерной абляции золота в воде / С.В. Старинский, Ю.Г. Шухов, А.В. Булгаков // Квантовая электроника, 2017. – 47, No. 4, С. 343 – 346.*