

# СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА И МАГНЕТИТ – ЗОЛОТО

*Блохина А.Д. Ефремова М.. В*

*Студентка*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*Факультет наук о материалах*

В последнее десятилетие рассматривается возможность использования магнитных наночастиц (МНЧ) оксидов железа в качестве контрастных агентов в МРТ-томографии, для лечения раковых заболеваний методом гипертермии, а также для транспортировки и адресной доставки лекарств. Покрытие МНЧ различными оболочками (в частности, золотом) уменьшает их агрегацию в растворе, снижает токсичность для организма и облегчает функционализацию. Таким образом, целью работы был синтез и исследование систем на основе НЧ магнетита с заданными свойствами для биомедицинского применения.

НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  диаметром  $8,4 \pm 1,5$  нм (по данным ПЭМ) получали методом химического соосаждения водных растворов хлоридов Fe(II) и Fe(III), НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  диаметром  $6,2 \pm 1$  нм получали при термическом разложении ацетилацетоната железа (III) в присутствии восстановителя в органической фазе. По данным рентгенофазового анализа, обоими методами были получены НЧ, обладающие кристаллической структурой магнетита. По результатам измерения магнитных свойств, НЧ диаметром  $8,4 \pm 1,5$  нм обладали намагниченностью насыщения  $64,32$  emu/g и коэрцитивной силой  $48,03$  Oe, НЧ диаметром  $6,2 \pm 1$  нм обладали намагниченностью насыщения  $46,79$  emu/g и коэрцитивной силой  $33,06$  Oe.

Полученный магнетит покрывали золотой оболочкой: в водной среде – путем восстановления золотохлорводородистой кислоты цитратом натрия (толщина оболочки  $h=10 \pm 2$  нм) либо гидрохлоридом гидроксиламина ( $h=10,5 \pm 4,3$  нм); в органической среде – при термическом разложении ацетата золота в присутствии 1,2 - гексадекандиола ( $h=1,2 \pm 0,5$  нм). Для очистки НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$ , полученных в водной среде, использовалось центрифугирование в два этапа, в результате которого непокрытый магнетит оставался в надосадочной жидкости. Для очистки НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$ , полученных в органической среде, использовалась магнитная декантация с последующим фазовым переносом, для которого были разработаны две альтернативные схемы. В первом случае при перемешивании создавали контакт органической фазы, содержащей НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$ , с водной фазой, содержащей SH-PEG-COOH. Во втором случае НЧ предварительно осаждали этанолом, затем редиспергировали в растворе SH-PEG-COOH аналогичной концентрации. В обоих случаях удалось получить коллоидно-стабильные водные растворы НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$ , однако второй метод в данное время представляется предпочтительным, так как позволяет получить раствор  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$  более высокой концентрации.

Таким образом, в работе были синтезированы и охарактеризованы стабильные растворы НЧ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4@Au$  различного диаметра, обладающие подходящими параметрами для дальнейшей функционализации и биомедицинского применения.