

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Мышкина А.В.^{1*}, Бажукова И.Н.¹, Соковнин С.Ю.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт электрофизики УрО РАН

*E-mail: a.v.myshkina@mail.ru

STABILIZATION OF NANOPARTICLES IN AQUEOUS SUSPENSION FOR BIOLOGICAL APPLICATION

Myshkina A.V.^{1*}, Bzhukova I.N.¹ Sokovnin S.U.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ Institute of Electronics, Ural Branch, Russian Academy of Science

Annotation. The using of nanoparticles for biological application requires the preparation of stable aqueous suspensions. The main principle is the encapsulation of nanoparticles with a layer of substance that will prevent the formation of nanoparticle agglomerates. As stabilizers generally chosen substances capable to adsorb onto the surface of nanoparticles or complex organic compounds that act as frame members which lie between the nanoparticles. One important feature of the stabilizer is its toxicity towards biological objects.

Нанотехнологии являются одним из перспективных направлений в настоящее время и находят свое применение практически в каждой области науки и техники, в том числе в медицине. Наночастицы обладают уникальными свойствами по отношению к окружающей среде и биологическим объектам в частности.

При исследовании воздействия наночастиц на биологический объект *in vivo* или *in vitro* необходимо подготовить водную суспензию наночастиц, обладающую стабильностью в течение продолжительного времени.

Основной принцип стабилизации – обволакивание наночастиц слоем вещества, который будет препятствовать образованию агломератов наночастиц, а чем более мелкие частицы присутствуют в суспензии, тем более стабильной она будет. Поэтому одним из способов оценки качества стабильности суспензии является измерение размера агломератов наночастиц методом динамического рассеяния света. Данный метод позволяет определить коэффициент диффузии дисперсных частиц в жидкости путем анализа корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного света. Далее, из коэффициента диффузии рассчитывается радиус наночастиц и исследуется качество стабильности суспензии.

Также в дисперсных системах на поверхности частиц (на границе раздела частица-дисперсионная среда) возникает двойной электрический слой (ДЭС). Двойной электрический слой представляет собой слой ионов, образующийся на

поверхности частицы в результате адсорбции ионов из раствора или диссоциации поверхностных соединений. Дзета-потенциал поверхности наночастиц позволяет оценить возможность взаимодействия наночастицы с клеткой и возможностью проникновения внутрь клетки.

В качестве стабилизаторов обычно выбирают вещества, способные адсорбироваться на поверхности наночастиц (при этом может изменяться как величина, так и знак дзета-потенциала), либо сложные органические соединения, выполняющие роль каркаса, между элементами которого заключаются наночастицы. Одним из важнейшим свойством стабилизатора является его нетоксичность по отношению к биологическим объектам [1,2].

В рамках работы по исследованию биологической активности наночастиц диоксида церия была исследована зависимость стабильности суспензии от вида стабилизатора и его концентрации и разработана методика приготовления водной суспензии наночастиц.

По результатам оценки скорости оседания частиц в суспензии и токсичности по отношению к клеточным культурам в качестве стабилизатора был выбран цитрат натрия.

В результате исследований можно сказать, что наиболее оптимальным соотношением концентрации наночастиц и цитрата натрия является 1:1 вне зависимости от степени разбавления суспензии. Уменьшение содержания цитрата натрия в суспензии приводит к неравномерному распределению размеров наночастиц от 50 до 1000 нм. При соотношении 1:1 наблюдается четко две размерные группы наночастиц – 150 и 600 нм. При добавлении суспензии к питательной среде Игла ДМЕМ практически не меняется распределение по размерам, при этом наблюдается большое количество частиц с меньшими размерами и размером 200 нм. Данные частицы соответствуют белкам, содержащимся в среде, а также агломератам, окруженные этими белками. Дзета-потенциал во всех случаях составляет приблизительно -42 мВ.

1. Богачев, Ю.В. Исследование суспензии наночастиц магнетита методами фотометрии и ЯМР-релаксометрии, Физика твердого тела. – том 55, вып. 12. (2013)
2. Abbas, F. Fe doping induced enhancement in room temperature ferromagnetism and selective cytotoxicity of CeO₂ nanoparticles, Current Applied Physics, V.15, I.11. (2015).