

Чжао Чжэнчуань (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Годымчук Анна Юрьевна,
к.т.н., доцент

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСАЖДЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ

Введение

В результате потенциального попадания промышленных наночастиц в окружающую среду, их поведение в воде представляет значительный интерес для экологов. Есть данные, что наночастицы оксидов металлов (например, SiO_2 , TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3) могут проникать в организм человека и вызывать воспаление клеток и тканей [1-3]. Более того, промышленные наночастицы могут попадать в водную среду, поэтому потребление питьевой воды может стать важным путем воздействия наночастиц на человека [4]. Поэтому изучение поведения наночастиц в окружающей среде очень актуально.

Из литературы известно, что коллоидные свойства наночастиц тесно связаны с их токсичностью, как показано на примере наночастиц TiO_2 [5] и SiO_2 [6]. При этом коллоидные свойства наночастиц в поверхностных водах сильно зависят от размера и свойств поверхности наночастиц [7], а также от наличия и концентрации гуминовых кислот в среде [8]. Однако, не смотря на актуальность, экспериментальных данных о поведении наночастиц крайне недостаточно.

Целью данного исследования было показать влияние концентрации гуминовых кислот на осаждение наночастиц в водной суспензии.

Экспериментальная часть

В работе исследовали наночастицы гематита ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) производства компании Nanografi, Турция. Частицы имели средний размер 33 нм согласно данным просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ, микроскоп VEGA3, Tescan, Чехия) [9].

В исследовании готовили сток-суспензию путем смешивания 20 мг частиц (весы ALC-110d4 Acculab, Россия, точность $\pm 0,0001$) в пластиковом стакане с 50 мл дистиллированной воды ($\text{pH}=6,5\pm 0,6$, проводимость 0,2 мкС, Аквадистиллятор ДЭ-4 ТЗМОИ, Тюмень Медико, Россия). Параллельно приготовили водные растворы гуминовых кислот с концентрациями 0, 10^{-5} , 10^{-4} и 10^{-3} г/л путем разбавления препарата («Гумостим» – торфяной гуминовый препарат, полученный перекисно-аммиачным гидролизом низинного осокового торфа месторождения «Темное» Томской области в Сибирском НИИ сельского хо-

зьяства и торфа [10]. Он характеризуется следующими показателями: рН – 6,3, содержание гуминовых кислот – $40,8 \pm 4,1$ мг/л, фульвокислот – $4,14 \pm 0,41$ мг/л, фенольных соединений – 0,09 мг/л.). В приготовленные растворы кислот добавляли 50 мл сток-суспензии наночастиц и подвергали обработке в ультразвуковой ванне ГРАД 28-35 (Grade Technology, Россия, 55 Вт) в течение 15 мин.

Осаждение наночастиц в приготовленных суспензиях изучали через изменение коэффициента светопропускания (T , %), измеренного с помощью спектрофотометра PD-303 (Arel, Япония) при 340 нм в течение 78 мин (ΔT , %).

Результаты и обсуждение

В работе экспериментально показано, что исследуемые частицы Fe_2O_3 в водной суспензии осаждаются. Об этом свидетельствует изменение коэффициента светопропускания (рис.1). Например, в водной суспензии величина T изменяется от 1 до 2% в течение 60 мин. При этом видно, что кинетика изменения коэффициента светопропускания меняется при добавлении гуминовых кислот. Если в воде величина T изменяется линейно в течение часа, то в 10-5 г/л растворе с кислот на кривой можно выделить три этапа: 0...15 мин ($T \sim const$), 20...40 мин (ступенчатый рост T) и 40...78 мин ($T \sim const$). Отмечено, что после 40 мин в растворе гуминовых кислот независимо от концентрации величина T не меняется, то есть суспензии характеризуются высокой стабильностью и наночастицы не осаждаются.

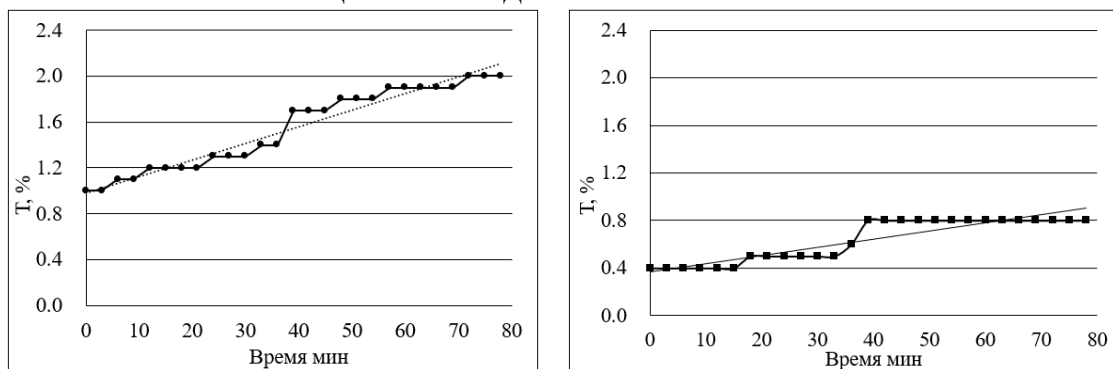


Рисунок 1. Кинетика изменения коэффициента светопропускания (T , %) суспензий наночастиц суспензия в воде (вода) и в растворе гуминовых кислот с концентрацией 10-5 г/л (гуминовые кислоты)

Далее, расчет скорости осаждения, выражаемой в изменении оптических свойств суспензии (ΔT , %), показал, что добавление небольших количеств гуминовых кислот значительно снижает скорость осаждения наночастиц Fe_2O_3 . Например, при концентрации 10-5 г/л гуминовых кислот величина ΔT уменьшается в 2,5 раза по сравнению с водой (рис.

2). По всей видимости, молекулы кислот легко адсорбируются на поверхности наночастиц, способствуя, как их стерической, так и электрокинетической стабилизации.

Далее показано, что увеличение концентрации гуминовой кислоты оказывает слабое влияние на скорость осаждения. Например, в ряду концентрации кислот $10^{-5} \dots 10^{-4} \dots 10^{-3}$ скорость осаждения меняется на 0,4...0,4...0,3%, соответственно (рис.2).

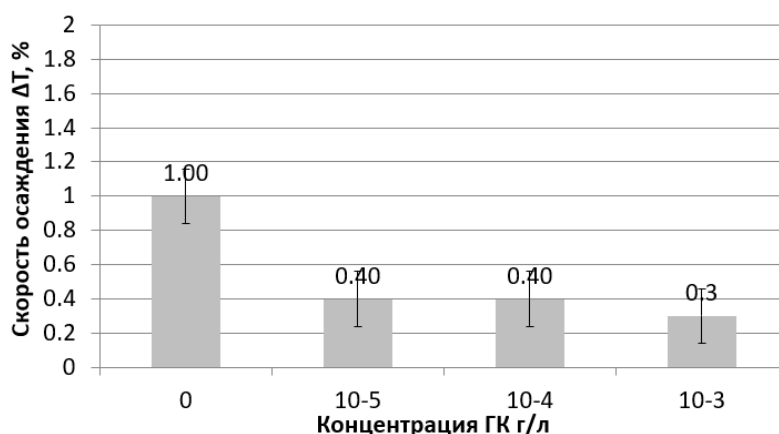


Рисунок 2. Влияние концентрации гуминовых кислот на скорость осаждения (ΔT , %)

Заключение

Таким образом, в работе на примере промышленных наночастиц Fe_2O_3 со средним размером 33 нм с помощью метода спектрофотометрии показано, что добавление гуминовых кислот в концентрации 10^{-5} г/л в водные суспензии наночастиц после ультразвуковой обработки приводит к снижению скорости осаждения наночастиц в 2,5 раза. Также показано, что увеличение концентрации гуминовых кислот в растворе от 10^{-5} до 10^{-3} г/л имеет слабое влияние на седиментационные свойства суспензий на основе наночастиц Fe_2O_3 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brunner T.J., Wick P., Manser P., Spohn P., Grass R.N., Limbach L.K., Bruinink A., Stark W.J. In vitro cytotoxicity of oxide nanoparticles: comparison to asbestos, silica, and the effect of particle solubility // Environmental Science and Technology. – 2006. – Vol.40. – P.4374-4381.
2. Jeng H.A., Swanson J. Toxicity of metal oxide nanoparticles in mammalian cells // Journal of Environmental Science and Health. – 2006. – Vol.41. – P.2699-2711.

3. Tran C.L., Buchanan D., Cullen R.T., Searl A., Jones A.D. Donaldson K. Inhalation of poorly soluble particles II. Influence of particle surface area on inflammation and clearance // *Inhalation Toxicology*. – 2000. – Vol.12 – P. 1113-1126
4. Tagawa M., Gotoh K., Yokokura M., Syutoh A., Takechi S. Influence of surface properties of particles on their adhesion and removal // *Colloid and Polymer Science*. – 1989. – Vol.267. – P.434-439.
5. Christophe P., Stephane J., Role of electrostatic interactions in the toxicity of titanium dioxide nanoparticles toward *Escherichia coli* // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2012. – Vol 92(1). – P.315-321
6. Soyoung L., Hui-Suk Y., The comparative effects of mesoporous silica nanoparticles and colloidal silica on inflammation and apoptosis // *Biomaterials*. – 2011. – Vol 32. – P.9434-9443
7. Xuan Li., John J. Lenhart., Aggregation and dissolution of silver nanoparticles in natural surface water // *Environmental Science and Technology*. – 2012. – Vol 46(10). – P.5378-5386
8. Shao-Wei B., Imali A. M., Aggregation and dissolution of 4 nm ZnO nanoparticles in aqueous environments: influence of pH, ionic strength, size, and adsorption // *Langmuir*. – 2011. – Vol.27(10). – P.6059-6068
9. Чжао Ч. Влияние времени ультразвуковой обработки на агрегацию частиц в водной суспензии // Труды X Всероссийской научно-практической конференции "Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов", 22-24 апреля 2020 г., г.Томск: Изд-во ТПУ, 2020, С. 233-237.
10. Касимова Л.В. Способ получения стимулятора роста растений Патент РФ 2213452, приор. От 06.06.2001г.

Экенма-Джонас Джастис (Нигерия)

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

Научный руководитель: Карасева Татьяна Владимировна
д.г.-м.н., профессор

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ПРОВИНЦИИ ДЕЛЬТЫ РЕКИ НИГЕР

Аннотация: В статье рассматривается нефтегазовый потенциал провинции дельты реки Нигер. Особое внимание уделяется третичной нефтяной системе Аката-Агбада, которая является основным источни-