

удобным для калориметрии для нанопорошка алюминия являются растворы гидроксида натрия, не дающие летучих веществ и твердых продуктов при растворении алюминия. В то же время, для каждого образца определенной дисперсности требуется уточнение методики.

## **ФОРМИРОВАНИЕ НОВОЙ ФАЗЫ В ВОДНОЙ СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИОНЫ КРЕМНИЯ И ЖЕЛЕЗА**

*Мачехина К. И., Войно Д. А., Костикова Л. А.*

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск  
mauthksu@yandex.ru*

Актуальность работы заключается в проблеме удаления примесей из подземных вод при совместном присутствии гуминовых веществ, ионов кремния и железа [1-3]. Цель работы заключалась в установлении последовательности формирования новой фазы в водной среде, содержащей гуминовые вещества, ионы кремния и железа. Для определения влияния концентрации органических веществ, соединений кремния и железа на устойчивость коллоидных соединений, проведено экспериментальное моделирование заключающиеся в изменении соотношений компонент в растворе. Устойчивость приготовленных растворов оценивали по изменению оптической плотности, концентрации коллоидных частиц и их размеров, значений  $\zeta$ -потенциала.

Показано, что простейший модельный коллоидный раствор  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , приготовленный путем растворения соли  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в воде, имеет размер частиц более 1 мкм и значение  $\zeta$ -потенциала +8 мВ. Значение  $\zeta$ -потенциала,

близкое к нулевому, свидетельствует о коагуляции частиц и образовании осадка в виде  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

При внесении органических веществ в раствор в виде гумата натрия в диапазоне концентраций 0,05–4,0 мг/л при неизменной концентрации ионов железа в растворе, равной 5,6 мг/л происходит формирование новой фазы с образованием коллоидного раствора. Установлено, что при минимальной концентрации гуминовых веществ в растворе, равной не более 0,05 мг/л, образуется устойчивая коллоидная система с размером частиц порядка 100 нм и  $\zeta$ -потенциалом  $-19$  мВ. Увеличение концентрации гуминовых веществ в растворе до 4 мг/л не влияет на размер частиц дисперсной фазы, а значение  $\zeta$ -потенциала изменяется в пределах ( $-19 \dots -42$ ) мВ, причем, заметна тенденция к увеличению отрицательного значения с увеличением концентрации гуминовых веществ. Полученные результаты свидетельствуют о значительном вкладе гуминовых веществ в формировании устойчивого коллоида.

При исследовании влияния соединений кремния на формирование новой фазы с образованием коллоидных соединений железа концентрацию ионов кремния изменяли в интервале 5–20 мг/л. Образование коллоидных соединений железа в присутствии соединений кремния происходит во всем исследованном диапазоне концентраций. При низких концентрациях ионов кремния (5 мг/л) происходит частичная коагуляция соединений железа, о чем можно судить по размерам частиц, значение которых составляет 175 нм. Растворы неустойчивы и сохраняют коллоидные свойства не более суток. С увеличением концентрации ионов кремния до значений 16,0 мг/л и 20,0 мг/л размер частиц уменьшается до размеров 78 и 82 нм. Раствор устойчив в течение 30 дней и аналитически определяемая концентрация железа в

растворе остается неизменной, равной 5,6 мг/л. Отрицательный знак  $\zeta$ -потенциала и его величина слабо возрастает с увеличением концентрации ионов кремния и составляет  $-45$  мВ, что свидетельствует об увеличении устойчивости коллоидного раствора.

Сравнение результатов экспериментального моделирования позволило установить, что коллоидный раствор гидроксида железа без добавок других веществ не устойчив, так как коллоидные частицы велики, а заряд их поверхностей близок к нулевому значению. В случае создания модельного раствора с участием гуминовых веществ анионы слабой гуминовой кислоты адсорбируются на поверхности коллоидных частиц железа за счет слабополярных связей, что приводит к перезарядке поверхности частиц до сравнительно больших отрицательных значений потенциала. Показано, что с увеличением взаимного отталкивания частиц происходит уменьшение их размеров и увеличение устойчивости коллоидной системы. Вследствие того, что кремниевая кислота является слабой кислотой, как и гуминовые кислоты, для модельного раствора с участием ионов кремния наблюдается аналогичный результат.

*Работа выполнена по теме 7.1504.2015.*

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. D. A. Voyno, K.I. Machekhina, L.N. Shiyan, The forming of model colloid system, Adv. Mater. Res. (2014) 266-269.
2. K.I. Machekhina, L.N. Shiyan, Process of ultra- and nanofiltration for cleaning solutions from iron colloid substances, Adv. Mater. Res. (2014) 342-346.
3. L.N. Shiyan, E.A. Tropina, K.I. Machekhina, E.N. Gryaznova, V.V. An, Colloid stability of iron compounds in groundwater of Western Siberia, Springer Plus (2014) 1-7.