

УДК 628.161/162

Е.В.Хаустова (6 курс, каф. ЭОП), Л.М.Молодкина, д.ф.-м.н., проф.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОЛЛОИДНЫХ ПРИМЕСЕЙ ПИТЬЕВЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД

В процессе водоподготовки происходит не только извлечение ряда примесей из обрабатываемой воды, но также их преобразование, введение новых компонентов, образование сложных ассоциатов из нативных и привнесенных контаминантов.

В рамках поставленной цели – выявление природы взвешенных примесей водопроводной воды – в настоящей работе решалась задача экспериментального сравнительного изучения электрокинетических свойств и агрегативной устойчивости коллоидов водопроводной и невской воды. Исследования проводили в широком диапазоне рН, создавая необходимые условия путем введения в пробы 0,1N раствора HCl или NaOH.

Электрофоретическую подвижность частиц (U) определяли методом микроэлектрофореза на установке, позволяющей регистрировать коллоидные частицы размером не менее 65 нм (при относительном показателе преломления 1,20) [1]. На основе полученных результатов рассчитывали электрокинетический (ζ -) потенциал (без поправки на поляризацию двойного электрического слоя), стандартное отклонение (σ) электрофоретической подвижности от среднего значения и коэффициент вариации ($C_v = \sigma/U_{cp}$).

Кривые коагуляции представляли как зависимость численной концентрации коллоидов от времени (с момента приготовления дисперсии с заданным значением рН). Концентрацию частиц и их относительный размер определяли методом поточной ультрамикроскопии (с тем же разрешением, что и микроэлектрофорез, и с возможностью работать без разбавления и без концентрирования в диапазоне концентраций $5 \cdot 10^4$ - $5 \cdot 10^8$ шт/см³) [2].

Зависимости ζ -рН, полученные для водопроводной и невской воды, имели сходный характер в диапазоне рН 3,5-8 (слабая зависимость от рН), но различались по модулю примерно на 2 мВ. В более кислой среде модуль ζ резко уменьшался для водопроводной воды (в интервале рН 2,1-3,5) и практически не менялся для воды Невы (до рН 2,7). Зависимости σ -рН имели разный наклон и разные интервалы изменения величин. Так для водопроводной воды стандартное отклонение увеличивалось с ростом рН среды, причем рост составил от $0,1 \cdot 10^{-8}$ до $0,3 \cdot 10^{-8}$ м²/В·с. Для невской воды σ колеблется в пределах $(0,33-0,28) \cdot 10^{-8}$ м²/В·с.

Приведенные результаты сравнили с данными, полученными ранее для воды поверхностного источника (вода Ладожского озера) и вод двух подземных источников (на ул.Байконурская и на пр. Мориса Тореза). Кривая ζ -рН для ладожской воды при рН > 4 приближается к зависимости для невской воды, а при рН < 4 – к зависимости для водопроводной воды. Большая часть экспериментальных точек, полученных для обеих подземных вод, располагается ниже точек, характеризующих вышеназванные воды. В то же время, зависимость σ -рН для ладожской воды растет с ростом рН в пределах от 0,18 до 0,46, а для подземных вод получен разброс точек в пределах $(0,12-0,31) \cdot 10^{-8}$ м²/В·с для ул.Байконурской и $(0,11-0,28) \cdot 10^{-8}$ м²/В·с для пр.Мориса Тореза.

Более высокие значения электрокинетического потенциала коллоидов поверхностных вод можно объяснить отмеченном в литературе влиянием органических соединений [3].

Ранее было показано, что поверхностные свойства коллоидов водопроводной воды Санкт-Петербурга определяются соединениями гуминовой природы (фульвокислотами), адсорбированными в поверхностном слое. Причем их адсорбция обратима, зависит от рН среды и минимальна в щелочной области [4]. Зависимость от рН величины адсорбции гумусовых соединений на минеральных частицах известна и из литературы. Таким образом, в щелочных условиях в результате десорбции гуминовых соединений должна «обнажаться» нативная поверхность взвешенных частиц. Следовательно, именно в щелочных условиях можно судить о их степени неоднородности. В то же время, на обратимость процесса сорбции-десорбции должна оказывать влияние концентрация молекулярно растворенных гуминовых соединений. Анализ полученных зависимостей σ -рН и C_v -рН, а также привлечение результатов измерения концентрации гуминовых соединений в объемной фазе воды (подземные воды 3-9 мг/л, водопроводная и ладожская ~20 мг/л нельская ~40-50 мг/л) свидетельствуют о сравнительной однородности коллоидов подземных вод и о неоднородности ладожской и водопроводной воды.

Изучение агрегации коллоидов водопроводной воды показало ее корреляцию с электрокинетическими свойствами, т.е. увеличение степени изменений в системе при уменьшении рН в пределах от 3,8 до 2,1. На кривых коагуляции наблюдается смена участков роста и снижения обратной концентрации. Последнее объясняется не распадом агрегатов, а образованием коллоидов из сверхмелких частиц, изначально не регистрируемых ультрамикроскопом. Данная информация подтверждена кривыми коагуляции, построенными для пяти интервалов относительных размеров частиц. По начальным участкам кривых коагуляции можно сделать вывод о сверхбыстрой коагуляции. Однако этот факт также связан с тем, что в коагуляции принимают изначально невидимые частицы, концентрация которых, по всей вероятности, превышает концентрацию видимых.

Коллоиды нельской воды также активно коагулируют, причем размах изменений, происходящих в системе, максимален также в кислой области, хотя это не согласуется с величиной электрокинетического потенциала. После 150-300 часов при разных значениях рН наблюдается рост количества частиц, что также связано не с распадом, а с образованием коллоидных частиц из сверхмелких примесей. Изначальная численная концентрация взвешенных примесей в нельской воде составляет порядка 10^7 шт/см³, что несколько ниже, чем в водопроводной ($\sim 3 \cdot 10^7$ шт/см³). В то же время, распределение частиц по размерам сдвинуто в сторону более крупных: так при распределении размеров по пяти условным фракциям для нельской воды получено соотношение 5:55:25:15, а для водопроводной – 63:28:8:1.

Таким образом, комбинация использованных методов позволяет сделать вывод о разном дисперсном составе примесей водопроводной и нельской воды, о близости, но не идентичности их электроповерхностных свойств и о разной степени неоднородности минеральной «основы» коллоидов водопроводной воды, поверхностных и подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Молодкина Л.М., Молодкин В.М., Вострюхина О.А. и др. Изучение электрофоретической подвижности вирусов гриппа А1 /Ленинград/ и А3 /Ленинград/. // Коллоидн. жур.-1986.-т. 48, №1-С. 83 – 89.
2. Молодкина Л.М., Селеньев Д.Г., Голикова Е.В. и др. Определение размера частиц вируса гриппа методом поточной ультрамикроскопии. // Коллоидный. жур. – 1987.-т.49,№3.-С. 580 – 583.
3. Bean L.L., Bull Engug and Grehit, 1966. – N46. - P.56.

4. Молодкина Л.М., Вовк М.П., Дмитриенко А.Л., Коликов В.М. Коллоидные примеси водопроводной воды – токсическая опасность, причины устойчивости, условия коагуляции / Материалы международного конгресса Вода: экология и технология (Москва, 6-9 сент. 1994).- М.,Т.-С.508-516.