

УДК 628.161/162

М.Ю.Андреанова (соискатель каф. ЭОП), Л.М.Молодкина, д.ф.-м.н, проф.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ И РАСТВОРЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ НЕВСКОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ

Состав водопроводной воды, поставляемой потребителю, формируется в процессе многоэтапной обработки загрязненных вод водоисточника, а также транспортировки по городскому и локальному трубопроводу. Для оценки эффективности процесса водоподготовки, влияния трубопровода и способов отбора воды потребителем, для оценки потенциальной опасности полученной питьевой воды, для выбора оптимальных методов ее доочистки необходимо знание не только состава, но и дисперсного состояния примесных компонентов и возможных видов взаимодействия между ними.

Цель настоящей работы состояла в изучении фазово-дисперсного состояний ряда потенциально опасных для здоровья человека примесей в невиской воде, в резервуаре чистой воды на центральной водопроводной станции (ЦВС) и непосредственно у потребителя (в СПбГПУ) при различных способах предварительного промыва трубопровода.

Работа включает исследования, проводимые более пяти лет в лаборатории физико-химических методов анализа УНЦ «Мониторинг и реабилитация природных систем». Изучению подвергали:

- соединения гуминовой природы (известно, что в хлорированной воде с их участием образуются канцерогенные хлорорганические соединения);
- коллоидные примеси, которые, как показано ранее, содержат белковые и гуминовые соединения, т.е. являются потенциальными аллергенами и канцерогенами;
- железосодержащие примеси (длительное употребление воды с повышенным содержанием железа может привести к заболеванию печени – гемосидериту);
- алюминийсодержащие примеси (токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, функцию нервной системы, в способности действовать непосредственно на клетки – их размножение и рост).

Соединения гуминовой природы выделяли из анализируемых проб путем ионообменной хроматографии на ДЕАЕ-целлюлозе с предварительной фильтрацией воды через трековые мембраны (с диаметром пор 60 нм), либо без нее. Элюцию проводили 0,3N раствором NaOH, отфильтрованные железосодержащие примеси извлекали 0,4N раствором HCl. Выделенные соединения характеризовали спектрами поглощения в ультрафиолетовой области, по градуировочному графику определяли их концентрацию. Молекулярную массу оценивали путем эксклюзионной хроматографии с использованием набора колонок с сефадексом разных пределов эксклюзии. Численную концентрацию коллоидных компонентов и их относительные размеры определяли методом поточной ультрамикроскопии (регистрируются частицы с минимальным размером 65 нм при относительном показателе преломления 1,20). Электрокинетический потенциал коллоидов измеряли методом микроэлектрофореза в ячейке закрытого типа.

Концентрацию железа и алюминия определяли в исходных пробах, фильтраатах, на трековых мембранах, в элюатах, прошедших через ионообменные колонки, в

концентратах гуминовых соединений и в окрашенном верхнем слое ионообменной колонки (после стадии извлечения гуминовых соединений). При этом использовали колориметрические методики определения общего железа (с роданидом калия или сульфосалициловой кислотой) и алюминия (с алюминоном).

Исследования показали, что концентрация гуминовых соединений (ГС) в невской воде составляет 40-50 мг/л, в очищенной на ЦВС, в водопроводной воде магистралей и у потребителя (из крана) – 10-20 мг/л. Полученные результаты коррелируют со значениями перманганатной окисляемости (соответственно, 8 и 1,5-2 мг O₂/л).

ГС, выделенные из всех объектов, обладали сходными спектральными характеристиками в ультрафиолетовой области. В то же время, в спектрах отсутствовали ярко выраженные пики, характерные для почвенных гуминовых и фульвокислот [1]. Молекулярную массу ГС определяли при хранении выделенного образца и при его элюции (в процессе эксклюзионной хроматографии на сефадексах) в щелочных и нейтральных условиях. При этом получали значения от 700 до 10000 дальтон. В целом, проведенные исследования показали, что в ходе водоподготовки и транспортировки по трубопроводу не происходит значительных изменений спектральных и молекулярно-массовых характеристик гуминовых соединений невской воды.

Концентрации коллоидных частиц в питьевой воде за анализируемый промежуток времени существенно уменьшилась. Так, в 1998-1999 гг. очищенная на ГВС, а также водопроводная вода, содержала не менее 10⁸ шт/см³ (размером не выше 0,1-0,2 мкм). Максимальные значения доходили до 4*10⁸ см⁻³. В 2002-2003 г.г. в водопроводной воде определялась на порядок меньшая концентрация коллоидных примесей. Такое снижение можно объяснить модификацией технологии водоподготовки, в частности связанной с оптимизацией дозы коагулянта. Для невской воды получены значения концентрации взвешенных примесей порядка 10⁷ см⁻³, однако их средние размеры превосходят размеры коллоидов водопроводной воды. В водопроводной воде также присутствуют более крупные взвешенные примеси, но их численная концентрация на порядок ниже.

С привлечением литературных данных о максимальной адсорбционной емкости минеральных коллоидов по отношению с ГС (5*10⁻⁷ г/см² [2]), была рассчитана концентрация ГС, содержащихся в поверхностном слое взвешенных примесных частиц. Если принять размер коллоидных примесей водопроводной воды, равным 0,2 мкм, а их концентрацию ~10⁸ см⁻³, то суммарная поверхность коллоидов в 1 мл воды составляет 0,12 см², соответственно на 1 л воды приходится менее 0,1 мг поверхностно связанных ГС (при этом суммарная масса коллоидов составляет ~1 мг на 1 л воды). Таким образом, подавляющее большинство гуминовых соединений присутствует в питьевой воде в молекулярно растворенной форме, либо в составе примесей ультрадисперсного диапазона.

Содержание алюминия и общего железа в пробах питьевой воды было более высоким, чем в исходной невской, однако источники их поступления в питьевую воду различны. Так концентрация алюминия в водопроводной воде находилась в пределах 0,11-0,28 мг/л, в невской – составляла менее 0,07 мг/л. Причем в питьевой воде весь алюминий входил в состав коллоидных примесей. Это – результат использования в технологии водоподготовки сульфата алюминия в качестве коагулянта.

Концентрация общего железа для невской воды составила 0,15 мг/л, а для питьевой варьировала в зависимости от места отбора и способа предварительного промыва трубопровода. Так, в питьевой воде, отобранной из магистрального трубопровода, подводимого к СПбГПУ, содержалось 0,27-0,37 мг/л общего железа, а в воде, поступающей потребителю, – 0,45-0,65 мг/л при предварительном промыве трубопровода и до 1,4 мг/л без промыва. Полученные результаты являются следствием коррозии магистрального, а в большей степени, местного трубопровода. Исследования показали, что от 50 до 80% общего железа находится в коллоидном виде и задерживается на трековой мембране с диаметром пор 60 нм, а также на ионообменной DEAE-целлюлозе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Орлов Д.С, Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса, М, 1981
2. Почвоведение. В 2-х частях./ Г.Д.Белицина, В.Д.Василевская, Л.А.Гришина и др. М.: Высш. школа, 1988.-Т.1. - 400с.