

УДК: 628.1

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАСТВОРЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ. БАРЬЕРНАЯ РОЛЬ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Кюберис Э.А.¹, Клементьева М.Е.¹

¹ННГАСУ-Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Нижний Новгород, e-mail: masha9781@gmail.com

В опубликованных работах по изучению качества природных и питьевых вод, а также эффективности очистки воды на водопроводных очистных сооружениях, большое внимание уделяется возрастающему загрязнению источников водоснабжения промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами и недостаточной эффективности очистных сооружений водопровода в отношении органических загрязнителей. Все более жесткие требования органов здравоохранения, санитарно-эпидемиологического надзора к качеству питьевой воды привели к необходимости всесторонней оценки качества не только исходной воды, но и воды после обработки, включая ее токсичность. В моей работе рассмотрены вещества и соединения, содержащиеся в питьевой воде; представлены результаты натурных наблюдений и экспериментальных исследований свидетельствуют о токсичном действии и отдаленных последствиях, вызываемых влиянием хлороформа. С помощью газового хроматографа в питьевой идентифицированы галогеносодержащие соединения, предельные углеводороды и другие. Изучалось влияние концентрации общего органического углерода на скорость образования тригалогенметанов, а также отношение величин скоростей образования тригалогенметанов к уровню общего органического углерода. Произведен анализ природы возникновения факторов влияющих на содержание вредных веществ. Выявлены причины содержания токсичных летучих галогенорганических соединений.

Ключевые слова: питьевая вода, органические соединения, очистные сооружения, галогенсодержащие соединения, хлорирование воды.

IDENTIFICATION OF DISSOLVED ORGANIC COMPOUNDS IN THE PROCESS OF DRINKING WATER PREPARATION. BARRIER ROLE SEWAGE TREATMENT PLANTS

Kyuberis E.A.¹, Klementyeva M.E.¹

¹NNGASU-Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, e-mail: masha9781@gmail.com

In the published works on the study of the quality of natural and drinking water, as well as the efficiency of water treatment at water treatment plants, much attention is paid to the increasing pollution of water supply sources with industrial and household wastewater and the insufficient efficiency of water treatment plants with respect to organic pollutants. Increasingly stringent requirements of health authorities, sanitary and epidemiological surveillance to the quality of drinking water have led to the need for a comprehensive assessment of the quality of not only source water, but also water after treatment, including its toxicity. In my work, the substances and compounds contained in drinking water are considered; the results of field observations and experimental studies indicate the toxic effect and long-term consequences caused by the influence of chloroform. With the help of a gas chromatograph, halogen-containing compounds and limiting hydrocarbons were identified in drinking water

Keywords: drinking water, organic compounds, sewage treatment plants, halogen-containing compounds, chlorination of water.

Введение.

В настоящее время озонирование при подготовке воды для питьевых целей широко внедряется не только на вновь строящихся, но и на реконструируемых водопроводных станциях, как в нашей стране, так и за рубежом.

Питьевая вода представляет сложную многокомпонентную систему, содержащую значительное количество органических соединений.

Концентрация летучих галогенорганических соединений в воде колеблется в широких пределах – от следов до сотен микрограмм в литре. За рубежом предельно допустимая концентрация тригалогенметанов установлена в пределах 25–30 мкг/л, в России – 200 мкг/л.

Материалы и методы.

Изучение процессов озонирования воды происходит при обследовании станций водоподготовки. Особое внимание уделяется всем факторам, влияющим на очистку воды. Проводятся исследования, идентифицирующие природу появления таких факторов и выясняется степень их воздействия на очищаемую воду. Впоследствии происходит разработка методов устранения вредных факторов или ослабления их действия.

Основная часть.

При обследовании одной из водоочистных станций [4], работающей по схеме:

первичное хлорирование → коагулирование → отстаивание → фильтрование → вторичное хлорирование установлено, что питьевая вода содержит хлороформ в концентрациях в 2–6 раз превышающих предельно допустимые нормы.

Наличие тригалогенметанов в питьевой воде обычно связывают с присутствием в водоисточниках природных высокомолекулярных полифункциональных соединений циклического строения – гумусовых веществ. Кроме того, вода в водоисточниках подвержена значительным воздействиям промышленных стоков (химической, нефтехимической и других видов промышленности). Синтетические органические примеси также могут являться предшественниками тригалогенметанов.

На одной из водоочистных станций, водоисточником которой служит река Ока, была проведена работа по определению барьерной роли очистных сооружений при задержании различных загрязнителей. В ходе исследований были идентифицированы органические примеси в исходной воде и на разных стадиях ее очистки, изучен качественный и количественный состав загрязнителей, а также выяснена степень участия этих загрязнителей в образовании летучих галогенорганических соединений.

На обследуемой станции водоподготовки доза хлора при первичном хлорировании составляла 3,5–4,0 мг/л, продолжительность контакта – 2 ч., до т коагулянта – 30 мг/л.

Хромато-масс-спектрометрическим методом в природной воде и по этапам очистки идентифицировано более 50 органических соединений с температурой кипения до 200°C: предельные и ароматические углеводороды, олефины, галогенсодержащие соединения, спирты, альдегиды, кетоны, простые и сложные эфиры и др. На рис. 1, 2, 3, приведены хроматограммы природной воды, воды после смесителя и питьевой воды.

В природной воде было обнаружено семь галогенсодержащих соединений, в воде после смесителя – 10, в питьевой – 12. Рассмотрим таблицу количественного и качественного состава идентифицированных галогенсодержащих органических соединений в пробах воды.

Вещество	Природная	После смесителя	Питьевая
Метилхлорид	0	0	20
Хлороформ	0	0	115
Четыреххлористый углерод	0	5	8
Дибромхлорметан	следы	3	3
Брохдихлорметан	следы	15	10
1,2,- Дихлорэтен	5	5	5
Трихлорэтен	20	10	10
Тетрахлорэтен	6	6	7
1,2,- Дихлорэтан	120	100	60
1,1,2,- Трихлорэтан	6	6	5
1,1,2,2,- Тетрахлорэтан	45	35	30
Хлорбензол	40	50	35
Сумма ЛГС	242	235	308

Таблица количественного и качественного состава идентифицированных галогенсодержащих органических соединений в пробах воды, мкг/л.

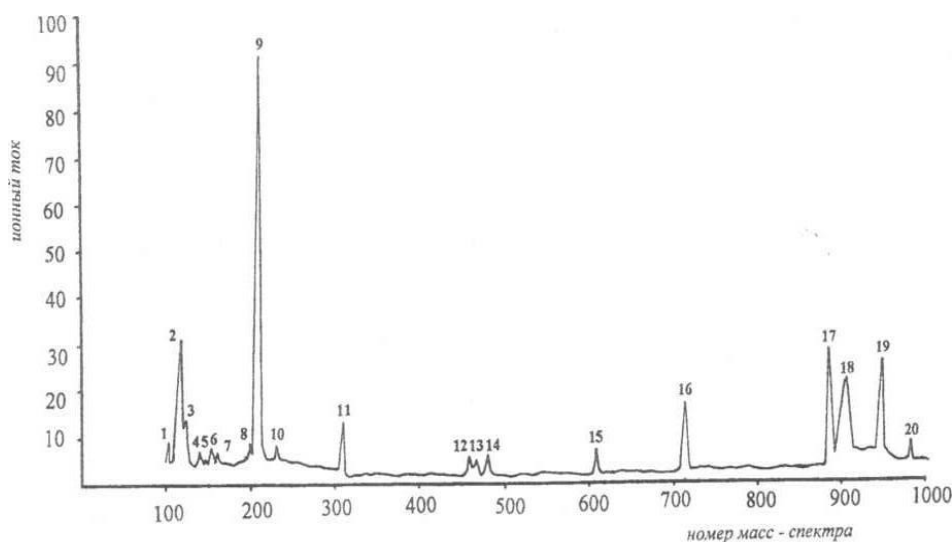


Рис. 1. Компьютеризированная хроматограмма органических соединений в природной воде.

1 – ацетальдегид; 2 – этанол; 3 – диэтиловый эфир; 4 – 2-метилпентан; 5 – 3-метилпентан; 6 – 1,2-дихлорэтан; 7 – гексан; 8 – тетрагидрофуран; 9 – 1,2-дихлорэтан; 10 – бензол; 11 – трихлорэтан; 12 – 1,1,2-трихлорэтан; 13 – октан; 14 – толуол; 15 – тетрахлорэтан; 16 – хлорбензол; 17 – 1,1,2,2-тетрахлорэтан; 19 – 2,5,5-триметилпентан; 20 – декан

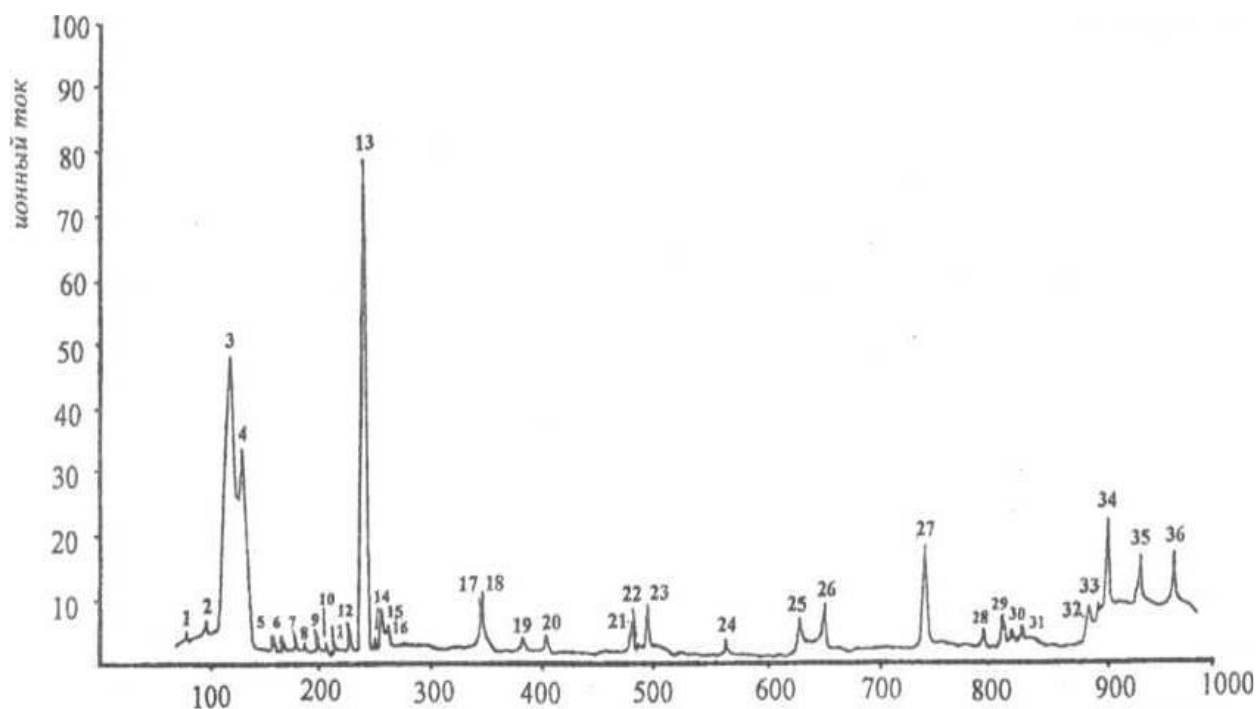


Рис. 2. Компьютеризированная хроматограмма органических соединений в воде после смесителя.

1 – бутен; 2 - ацетальдегид; 3 – этанол; 4 – диэтиловый эфир; 5 – 2-метилпропанал; 6 – 2-метилпропенал; 7 – 2-метилпентан; 8 – винилацетат; 9 – 3-метилпентан; 10 – 1,2-дихлорэтан; 11 – гексан; 12 – тетрагидрофуран; 13 – 1,2-дихлорэтан; 14 – 3-метилбутанал; 15 – бензол; 16 – четыреххлористый углерод; 17 – трихлорэтен; 18 – бромдихлорметан; 19 – пропиленсульфид; 20 – пропилацетат; 21 – 1,1,2-, трихлорэтан; 22 – октан; 23 – толуол; 24 – дибромхлорметан; 25 – изоктан; 26 - тетрахлорэтан; 27 - хлорбензол; 28 - этилбензол; 29,30 – м-п-ксилолы; 31 – циклогексанон; 32 – о-ксилол; 33 – нонан; 34 – 1,1,2,2-тетрахлорэтан; 35,36 – изомеры нонана

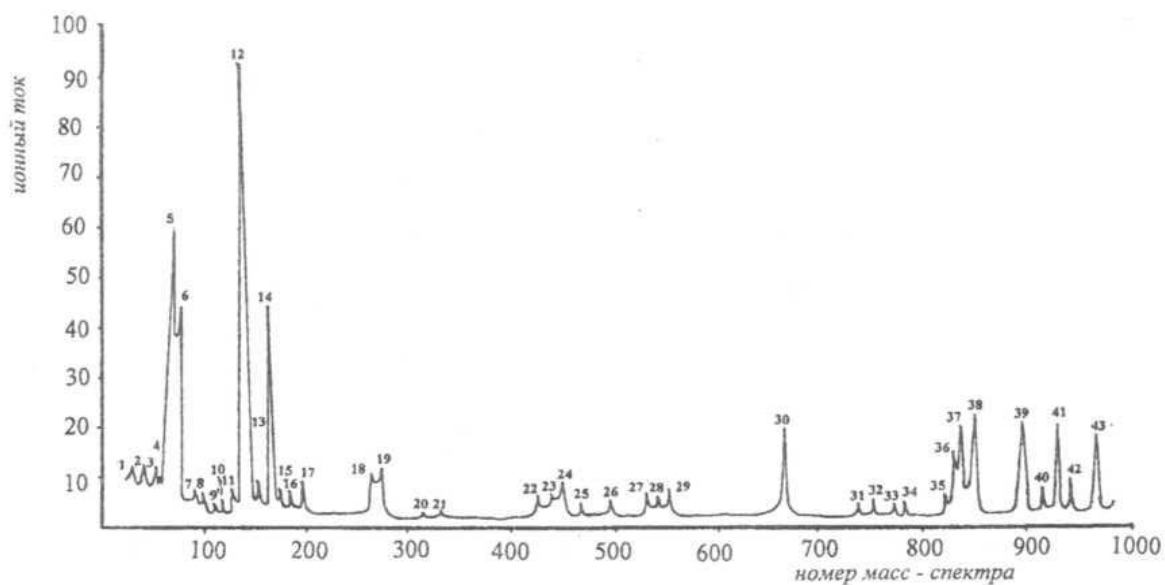


Рис. 3. Компьютеризированная хроматограмма органических соединений в воде после смесителя.

1 – метилхлорид; 2 – пропилен; 3 – ацетальдегид; 4 – изопентан; 5 – этанол; 6 – диэтиловый эфир; 7– 2-метилпропанал; 8 – 3-метилпентан; 9 – винилацетат; 10 – метилпентан; 11 – 1,2-дихлорэтан; 12 – хлороформ; 13 – тетрагидрофуран; 14 – 1,2-дихлорэтан; 15 – 3-метилбутанал; 16 – бензол; 17 – четыреххлористый углерод; 18 – трихлорэтан; 19 – бромдихлорметан; 20 – пропиленсульфид; 21 – пропилацетат; 22 – 1,1,2-трихлорэтан; 23 – октан; 24 – толуол; 25–28 – изомеры октана; 29 – тетрахлорэтан; 30 – хлорбензол; 31 – этилбензол; 32, 33 – м-п-ксилолы; 34 – циклогексанон; 35 – о-ксилол; 36 – нонан; 37 – 1,2,2,2-тетрахлорэтан; 38–43 – изомеры нонана

Наличие в природной воде ряда токсичных летучих галогенорганических соединений (ди- три- и тетрапроизводных этана и этилена, хлорбензола) можно отнести за счет загрязнения промышленными сточными водами. Среди них основную долю составляют (мкг/л): 1,2-дихлорэтан – 120, хлорбензол – 40 и 1,1,2,2- тетрахлорэтан – 45. Концентрация ЛГС, поступающих с природной водой, в процессе очистки не меняется, за исключением 1,2-дихлорэтана, содержание которого в питьевой воде уменьшается в 2 раза.

Результаты.

В питьевой воде после хлорирования обнаружено по составу и по количеству примерно в 2 раза больше галогенсодержащих соединений, чем в исходной воде: появляются хлор - и бромпроизводные метана.

Среди тригалогенметанов в питьевой воде выявлены дибромхлорметан и бромди- хлорметан. Поскольку бромидов естественного происхождения в окской воде нет, очевидно, что в природную воду они поступают с промышленными стоками, которые в процессе водоподготовки образуют бромноватистую кислоту, которая затем вступает в реакцию с органическими веществами с образованием бромсодержащих тригалогенметанов.

Заключение.

Таким образом, в рассматриваемых пробах общее содержание летучих галогенорганических соединений в природной воде составило 242 мкг/л, после первичного хлорирования оно уменьшилось до 235, в питьевой воде увеличилось до 308 мкг/л.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что технология водоочистки на обследованной водопроводной станции не только не обеспечивает барьерной роли по задержанию органических соединений, но и способствует образованию токсичных летучих галогенорганических соединений.

Список литературы

1. Алексеева, Л.П. Влияние сочетания озонирования и хлорирования воды на образование хлороформа //Химия и технология воды. – 1986. – №5. – С. 62–64.
2. Соловьев, В.Е., Фролов, К.И., Чипкина, Л.С., Кудрявцев Ю.В., Батурина И.А. Реконструкция очистных сооружений г.Перми. Использование озона в технологии получения питьевой воды. Обеззараживающее действие озона. //Вода и экология. – 2003. – №4. – С. 17–18.
3. Петров, Е.Г., Семенов, Е.В. Эффективность предварительной обработки природных цветных вод озоном при очистке их фильтрованием через активированный алюмосиликатныйадсорбент.// //Вода и экология. – 2003. – №4. – С.8–10.
4. Васильев, Л.А., Санина, Н.Л., Силаева, Л.В. Идентификация растворенных органических соединений в процессе подготовки питьевой воды. // Химия и технология воды. – 1987. – №9. – С. 526–528.
5. Найденко В.В., Васильев Л.А., Санина Н.Л. Образование тригалогенметанов при хлорировании органических соединений в водной среде. // Химия и технология воды. – 1988. – 10. № 5 – С. 387–390.
6. Найденко В.В., Васильев Л.А. Гигиенические аспекты проблемы подготовки питьевой воды. // «Озон в биологии и медицине»: Тез. докл. 1-ой Всероссийской научно-практической конференции: – Н.Новгород, 1992. – С.65.