

Одорирующие вещества в природных водах

*А.Ю. Черкесов, А.Т. Богогосян, Е.Г. Угроватова,
Р.В. Исраилов, С.А. Щукин*

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия*

Аннотация: Проведен обзор одорирующих веществ в природных водах. Рассмотрены этапы на которых возможно привнесение в воду одорирующих веществ. Дана характеристика одорирующих веществ, вносимых на каждом этапе водоподготовки. Систематизированы источники одорантов питьевой воды по отношениям к этапам водоподготовки и по типам происхождения. Рассмотрены методы определения одорантов в сырой воде. Приведены пороговые ощущения, тип запаха и химическая формула некоторых одорирующих веществ.

Ключевые слова: очистка природных вод, дезодорация воды, одоранты, водоподготовка, углевание воды, поверхностные источники водоснабжения.

Проблема запахов и привкусов в питьевой воде давно изучается в различных лабораториях мира, но до сих пор далека от решения. Это связано с многообразием одорирующих веществ.

Ухудшение органолептических показателей обусловлено их загрязнением минеральными и органическими веществами [1]. Питьевая вода, до того, как попадет к конечному потребителю, проходит множество этапов подготовки. Прежде чем говорить об удалении неприятного запаха и привкуса из воды, следует разобраться на каких этапах водоподготовки происходит загрязнение одорирующими веществами.

Путь воды от водоисточника до конечного потребителя можно условно разделить на три основных этапа:

- 1) забор воды из водоисточника;
- 2) подготовка воды на водопроводной очистной станции (ВОС);
- 3) распределение и транспортировка воды до конечного потребителя.

На каждом из этих этапов возможно привнесение в воду одорирующих веществ. Рассмотрим каждый этап в отдельности.

Поверхностные источники питьевой воды, особенно резервуарного типа и реки имеющие участки с зарегулированным объемом, часто имеют

неприятный запах и привкус, обусловленный факторами присутствия водорослей, актиномицетов, простейших, грибов, и другой водной микрофлоры [2, 3]. Одни виды водорослей являются выраженными продуцентами специфических привкусов и запахов, другие же изменяют органолептические показания воды при определенных условиях. Жгутиковые, сине-зеленые и диатомовые водоросли определенных типов, таких как *Coscinodiscus radiatus*, *M. grevillei*, *Mougeotia* sp., оказывают наибольшее влияние на цвет, привкус и запах воды [4]. Наиболее часто встречаемые одоранты биологического происхождения, это: геосмин и 2-метилизоборнеол. Одорантами могут выступать и антропогенные загрязнения, они многочисленны и разнообразны, в большинстве случаев антропогенные вещества, придающие воде привкус и запах, поступают в водоисточник вместе с промышленными сточными водами, сброшенными без надлежащей очистки. В некоторых случаях поступление антропогенных веществ, связано с атмосферными осадками, смывающими загрязнения с территории, прилегающей к водоисточнику. Считается, что наиболее загрязненный сток образуется с автострад и полей.

Следующим этапом, на котором существует возможность появления одорантов, является станция водоподготовки. Здесь органолептические показатели воды могут быть ухудшены в результате неправильной эксплуатации сооружений водоподготовки и передозировке реагентов. При коагулировании воды, без стабилизационной обработки, возрастает коррозионная активность воды и вода приобретает неприятный привкус и запах. Установлено что в процессе хлорирования, в воде образуются диоксины, а присутствующее в воде железо является катализатором реакции фенолов и хлорсодержащих веществ, в последствие диоксины переходят в высокотоксичные хлорфенолы [5]. При обработке воды другим окислителем

- озоном, в воду попадают альдегиды, имеющие цитрусовые и фруктовые запахи [6].

После очистки воды на станции еще одним этапом загрязнения одорантами может стать система водораспределения. Устаревшая водопроводная сеть вносит свой вклад в ухудшения органолептических показателей воды. Помимо прорыва трубопроводов, сами трубы не редко становятся источниками одорирующих веществ. Привкус и запах в сети может появиться, когда трубопровод работает не полным сечением и в нем развиваются микроорганизмы, продуцирующие метаболиты с затхлым или землянистым запахом [7]. Также неприятный запах и привкус в системе водораспределения возникает в процессе жизнедеятельности железобактерий и серных бактерий. Такие бактерии придают воде огуречный и нефтяной запах [8, 9].

На основании проведенного анализа источников неприятного привкуса и запаха питьевой воды, была составлена таблица №1.

Наиболее простым способом выявления одорантов в воде остается обоняние, однако метод не дает точных результатов о количественном и качественном составе одорирующих веществ. Это связано с неизвестным порогом ощущения многих веществ. Часто встречаемые одоранты с известным порогом ощущения [10] представлены в таблице №2. Многие одоранты имеют низкий порог ощущения, при этом некоторые вещества маскируют друг друга [11].

Более точным методом определения одорантов является метод газовой хроматографии, данный метод даёт точные данные по количественному и качественному составу одорирующих веществ в воде, однако процесс проведения анализа трудоемкий и дорогостоящий, что не позволяет использовать его на небольших станциях водоподготовки.

Таблица №1

Источники одорантов в питьевой воде

№ п/п	Этап водоподготовки	Одоранты антропогенного происхождения	Одоранты биологического происхождения
1	Водоисточник	Источник: сточные воды, сток с полей и др. Сезонность: не зависит от времени года. Наиболее часто встречающиеся вещества: хлорорганика, азот, фосфор.	Источник: микроорганизмы живущие в воде. Сезонность: носит сезонный характер, преимущественно конец лета, начало осени. Наиболее часто встречающиеся вещества: геосмин, 2-метилизоборнеол.
2	Водопроводная очистная станция	Источник: вносятся в процессе водоподготовки. Сезонность: не зависит от времени года. Наиболее часто встречающиеся вещества: хлорамины, алюминий, железо.	Источник: заросшие трубы и оборудование. Сезонность: зависит от температуры воды, преимущественно с конца апреля по ноябрь. Наиболее часто встречающиеся вещества: соединения азота
3	Распределительно-транспортная система	Источник: прорыв трубопровода. Сезонность: не зависит от времени года. Наиболее часто встречающиеся вещества: от нефтепродуктов до минеральных солей.	Источник: заросшие трубы и трубы, не работающие полным сечением. Сезонность: не зависит от времени года. Наиболее часто встречающиеся вещества: окислы железа и серы.

Для более качественного подбора метода дезодорации, необходимо определить тип одоранта и этап водоподготовки, на котором одорант поступает в воду.

Таблица №2

Пороговые ощущения некоторых известных одорантов в питьевой воде

Соединение	Запах	Формула	Порог ощущения, мкг/л
Цис-3-гексен-1-ол	Т, Р	$C_6H_{12}O$	50,0
цис-3-гексинил ацетат	Т, С	$C_8H_{14}O_2$	1,0-2,0
4-хлорфенол	З, С, Ц, Х	C_6H_5ClO	0,5-1200,0
2,4-дихлорфенол	З, А, М	$C_6H_4Cl_2O$	2,0-210,0
геосмин	З, Зм, Б, Т, Пл	$C_{12}H_{22}O$	0,005-0,06
2-метилизборнеол	З, Зм, Т	$C_{11}H_{20}O$	0,005-0,01
2,4,6-трихлоранизол	П, З, Зм, Б, Г	$C_7H_5Cl_3O$	0,00003
Соединения серы	Б, З	R-SH	100
Гипохлориты	М, А	NaOCl, KOCl	150-650

Примечание: Т – травянистый, Р – рыбный, З – затхлый, С – сладкий, Ц – цветочный, Х – химический, А – антисептический, М – медицинский, Зм – землистый, Б – болотистый, Пл – плесневый, Г – гнилостный.

По результатам выполненной классификации одорантов, присущих питьевой воде, можно сделать следующие выводы:

1. Источники одорирующих веществ в питьевой воде антропогенного и биологического происхождения. В связи с проявлением одорантов на всех этапах водоподготовки, нормы по контролю запахов и привкусов в питьевой воде требуют доработки.
2. Дезодорация воды на станциях водоподготовки даст результат только в комплексе с заменой старых разводящих сетей.
3. По-прежнему необходимы поисковые исследования, направленные на разработку простой технологии определения низких концентраций одорирующих веществ, для станций водоподготовки малой производительности.



Литература

1. Фрог Б. Н., Левченко А. П. Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов. М. : Издательство МГУ, 1996. - 680 с.
2. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология: Учеб. для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1995. - 208 с.
3. Способ определения экологического состояния пресноводных водоемов А.с. 2050128 RU, G01N 33/18, A01K 61/00. / Цветкова Л. И., Пономарева В. Н., Копина Г. И. Опубл. 20.12. 1995.
4. Зоетман Б. Органолептическая оценка качества воды. М.: Стройиздат, 1984. - 68 с.
5. Бабенков Е.Д. Коагулянты в очистке воды. – М.: Наука, 1084. – 258 с.
6. Кузубова Л.И., Кобрин В.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналитический обзор./ СО РАН, ГННТБ, НИОХ. Новосибирск, 1996. - 132 с.
7. Берюх А.Ф. Санитарно-гигиеническая оценка экологического риска влияния деятельности предприятий химической промышленности на состояние водной среды и здоровье населения: дисс. к-та биолог-х наук – Петрозаводск, 2011. – 194 с.
8. Ананьин Н.И., Волобоев Н.А. Подашвалов Б.Ю. Влияние микроэлементного состава, жесткости и нитритов питьевой воды на заболеваемость населения злокачественными новообразованиями // Здравоохранение Казахстана. – 1983. - №1. – С. 15-17.
9. Архипчук В.В., Гончарук В.В. Проблемы качества питьевых бутылированных вод // Химия и технология воды. – 2004. – Т.26, №4. – С. 403-413.
10. Fontani N., Cucchi A., Caratteristiche organolettiche delle acque destinate al consumo umano: l'odore. Biología Ambiental. 1998, № 3, pp. 3-9.

11. Rashash D.M.C., Hoehn R.C., Dietrich A.M., T.J. Grizzard. Identification and Control of Odorous Algal Metabolites. AWWARF, проект № 90682, 1996. awwarf.com/et9/.htm.

References

1. Frog B. N., Levchenko A. P. Vodopodgotovka [Water treatment]: Uchebn. posobie dlya vuzov. M.: Izdatel'stvo MGU, 1996. 680 pp.
2. Karyuxina T.A., Churbanova I.N. Ximiya vody` i mikrobiologiya [Water Chemistry and Microbiology]: Ucheb. dlya texnikumov. 3 izd., pererab. i dop. M.: Strojizdat, 1995. 208 pp.
3. Sposob opredeleniya e`kologicheskogo sostoyaniya presnovodny`x vodoemov [A method for determining the ecological status of freshwater bodies of water], A.s. 2050128 RU, G01N 33.18, A01K 61.00. Czvetkova L. I., Ponomareva V. N., Kopina G. I. Opubl. 20.12. 1995.
4. Zoetman B. Organolepticheskaya ocenka kachestva vody [Organoleptic assessment of water quality]. M.: Strojizdat, 1984. 68 pp.
5. Babenkov E.D. Koagulyanty` v oчитке vody` [Coagulants in water treatment]. M.: Nauka, 1084. 258 p.
6. Kuzubova L.I., Kobrina V.N. Ximicheskie metody` podgotovki vody` (xlorirovanie, ozonirovanie, fluorirovanie) [Chemical methods for water treatment (chlorination, ozonation, and fluorination)]: Analiticheskij obzor. SO RAN, GNNTB, NIOX. Novosibirsk, 1996. 132 pp.
7. Beryux A.F. Sanitarno-gigienicheskaya ocenka e`kologicheskogo riska vliyaniya deyatel`nosti predpriyatij ximicheskoy promy`shlennosti na sostoyanie vodnoj sredy` i zdorov`e naseleniya [Sanitary and hygienic assessment of environmental risk of the impact of the activities of chemical industry enterprises on the state of the aquatic environment and public health]: diss. k-ta biolog-x nauk Petrozavodsk, 2011. 194 pp.



8. Anan`in N.I., Voloboev N.A. Podashvalov B.Yu. Zdravooxranenie Kazaxstana. 1983. №1. p.17.
9. Arxipchuk V.V., Goncharuk V.V. Problemy` kachestva pit`evy`x buty`lirovanny`x vod [Quality problems of bottled drinking water. Chemistry and Water Technology]. 2004. T.26, №4. p. 403.
10. Fontani N., Cucchi A., Biología Ambiental. 1998, № 3, pp. 3-9.
11. Rashash D.M.C., Hoehn R.C., Dietrich A.M., T.J. Grizzard. Identification and Control of Odorous Algal Metabolites. AWWARF, проект № 90682, 1996. awwarf.com/et9/.htm.