

О. Р. Каратаев, Ю. Ф. Новиков, З. Р. Шамсутдинова

ПРОБЛЕМА АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Ключевые слова: здоровье населения, экологическое состояние водной среды, хлорирование, анализ питьевой воды, экологический мониторинг, оценка риска, источники водоснабжения, обеззараживание.

В работе обсуждается проблема аналитического контроля и экологической безопасности источников водоснабжения, и предлагаются пути ее решения. Также рассматриваются различные методы анализа водной среды, и проводится анализ воды Нижнекамского водозабора инструментальными методами. Для решения проблемы экологической безопасности предлагается провести дополнительные исследования в плане совершенствования технологии водоподготовки.

Keywords: health of population, ecological state of water environment, chlorine treatment, analysis of drinking water, ecological monitoring, risk assessment, water-supply sources, water sterilization.

A problem of analytical monitoring and ecological safety of water supply sources is discussed and the ways of its solution are offered in the given work. Some various methods of the analysis of water environment are also considered and the analysis of water from Nizhnekamsk water withdrawal by means of instrumental control is performed. To solve the problem of ecological safety some additional researches are offered to perform regarding improvement of the technology of water treatment.

Как известно в современных условиях техногенной деятельности человек оказывается под влиянием различных негативных факторов окружающей среды, связанных с ее загрязнением токсичными химическими веществами. Интенсивное развитие промышленного производства и транспорта, химизации сельского хозяйства, роста промышленных городов, а также формирование научно-производственных комплексов, приводящие к интенсивному загрязнению окружающей природной среды, непосредственно влияют на состояние здоровья населения и его заболеваемость. Большинство научных исследований в области экологии человека основаны на оценке загрязнения вдыхаемого воздуха и определения вклада, различных составляющих в общую величину строго специфических показателей. Поэтому уровень заболеваемости населения конкретного промышленного региона, является интегрируемой величиной, которая включает показатели заболеваемости работников конкретного предприятия, а также экологически и социально обусловленные болезни с учетом возрастного, полового, этнического состава и так далее. При этом определяющее влияние оказывают бытовые, социальные и экологические факторы конкретного населенного пункта [1].

Обычно при оценке риска для здоровья человека выделяются четыре этапа. Первый этап характеризует идентификацию опасности, включающую учет всех химических веществ, загрязняющих окружающую природную среду, а также определение токсичности последних для организма человека.

Второй этап заключается в оценке экспозиции дозы загрязняющих веществ, попадающих в организм человека и в оценке численности лиц, которые подвергаются такому воздействию. В этом случае оценивается не только уровень экспозиции, но и фактор времени, что позволяет судить о получаемой дозе загрязняющих веществ.

Третий этап обусловлен поиском количественных закономерностей, связывающих получаемую

организмом человека дозу химических веществ, с вероятностью развития негативного эффекта.

Четвертый этап включает оценку возможных и выявление неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья, оценку риска токсических и канцерогенных эффектов, анализ распространения рисков и характеристику их динамики, ранжирования источников загрязнения и др.

Если вклад социально-экономических факторов здоровья относительно постоянен, то доля влияния негативных факторов окружающей среды существенно зависит от региональных условий и уровня экспозиции загрязняющих веществ. Негативное влияние на организм человека оказывает питьевая вода и вода водоемов, используемых для рекреационных целей. С химическим загрязнением питьевой воды связаны угрозы здоровью населения. Поэтому суммарный риск, связанный с действием водного фактора на здоровье населения можно оценить только путем прямого анализа всех его химических компонентов [2].

При проведении экологического мониторинга водной среды необходимо выявить причинно-следственные связи между состоянием здоровья населения и воздействием химических факторов риска на основе системного анализа. При этом актуальное значение имеет комплексное изучение экологического состояния водной и воздушных сред с разработкой адресных подходов и мероприятий по обеспечению санитарно-гигиенической безопасности населения [3-5].

В воде источников водоснабжения крупных промышленных городов обнаружено несколько тысяч органических соединений, относящихся к разным классам химических веществ. Органические вещества природного происхождения, к которым, например, относятся гуминовые соединения, удаляются в процессе водоподготовки и поэтому их токсические свойства не проявляются. Органические вещества техногенного происхождения при поступлении их с питьевой водой в организм человека могут оказывать токсическое воз-

действие. В виду, огромного числа этих веществ, которые в тоже время могут трансформироваться в более токсичные соединения, аналитический контроль последних, в питьевой воде затруднен.

В последнее время источники водоснабжения крупных городов загрязняются хлорорганическими или фосфорорганическими пестицидами, поступление которых в источник водоснабжения возможно с поверхностным стоком обрабатываемых полей в результате миграции их в грунтовые и водоносные горизонты с производственными сточными водами. Высокие концентрации пестицидов в воде источников водоснабжения способны оказать определенное влияние на микрофлору воды, изменять устойчивость соотношения между количеством патогенных видов микрофлоры.

Кроме того, в питьевой воде промышленных городов России обнаруживаются легкокипящие галогеносодержащие соединения, образование которых в основном связано с процессом обеззараживания водной среды ее хлорированием. В процессе хлорирования воды образуются сотни галогенорганических соединений, качественный и количественный состав которых, зависит от исходного содержания в воде углеводородов, гуминовых кислот, фенолов и др. Из них к наиболее токсичным относятся хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорбромметан, трихлорэтилен, бромформ, дихлорметан, которые обладают высокой биологической активностью, а их воздействие на организм человека проявляется позднее в образовании злокачественных опухолей и генетических заболеваний [6-9]. Поэтому организация статистического контроля источников водоснабжения имеет важное значение.

Как правило, с этой целью используют инструментальные методы анализа, такие как атомно-эмиссионную спектроскопию, фотометрическое тестирование, молекулярно-абсорбционный анализ, фурье-спектроскопию, инфракрасную спектроскопию, спектроскопию комбинационного рассеяния, люминесцентный анализ [10]. Для элементного анализа используется масс-спектроскопия с ионизацией в плазме по изотопным пикам в масс-спектре [11-12]. Широкое распространение получили электрохимические методы анализа, к которым относятся: потенциометрическое титрование с индикаторными электродами, вольтамперометрические методы, основанные на интерпретации зависимости между силой тока в цепи электролитической ячейки и напряжением, поляризацией, заключающихся в измерении зависимости между силой постоянного тока и напряжением, подаваемым на электроды при электролизе раствора, содержащего определяемые вещества, вольтамперометрия, основанная на изучении зависимости силы тока от потенциала, кондуктометрические методы анализа, когда измеряется удельная теплопроводность анализируемого раствора и др. [13].

Для анализа органических соединений используют газохроматографические методы анализа, особенно на новых сорбентах с изменяющимися селективными характеристиками [14-15]. В последнее время интенсивно внедряется в практику контроля водных объектов новый метод анализа «Система ка-

пиллярного электрофореза», который позволяет анализировать ионные и нейтральные компоненты различной природы с высокой экспрессностью и уникальной эффективностью [16].

Инструментальными методами в 2011 году был проведен контроль качества воды Нижнекамского водозабора. Результаты анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты анализа питьевой воды источников водоснабжения г. Нижнекамска

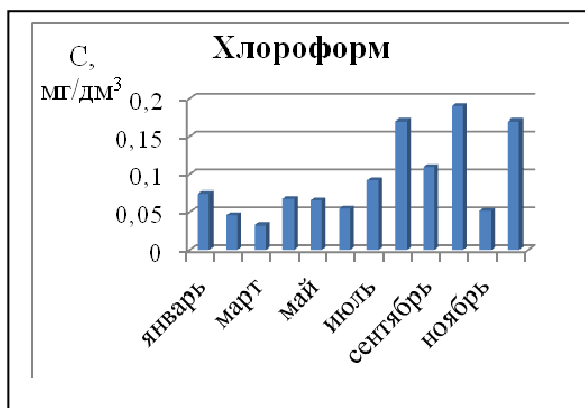
Показатели	Ед. изм.	Норматив по СанПиН 2.1.4.1074-01 не более	Результаты КХП Питьевая вода
Хлор остаточный связанный	мг/дм ³	0,8-1,2	0,92
Хлор остаточный свободный	мг/дм ³	0,3-0,5	0,38
Водородный показатель	ед. рН	6,0-9,0	7,18
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	1000,0	34,5
Жесткость общая	° Ж	7	4,0
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	5,0	196,0
Удельная электропроводимость	мкСм/см	н/н	420,0
Солесодержание (NaCl)	мг/дм ³	н/н	228,0
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,1	0,01
Алюминий (Al ³⁺)	мг/дм ³	0,5	0,05
Бор (суммарно)	мг/дм ³	0,5	0,01
Железо общее	мг/дм ³	0,3	0,06
Калий (K ⁺)	мг/дм ³	н/н	2,65
Кальций (Ca ²⁺)	мг/дм ³	н/н	64,0
Активированная кремнекислота (по Si)	мг/дм ³	10,0	2,60
Магний (Mg ²⁺)	мг/дм ³	н/н	12,0
Медь (суммарно)	мг/дм ³	1,0	0,06
Натрий (Na ⁺)	мг/дм ³	200,0	23,4
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	45,0	2,80
Стронций (Sr ²⁺)	мг/дм ³	7,0	0,34
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500,0	84,2
Формальдегид	мг/дм ³	0,05	0,02
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	350,0	54,6
Цинк (Zn ²⁺)	мг/дм ³	5,0	0,01
Фенол (общие и летучие)	мг/дм ³	0,001	0,001
Бензол	мг/дм ³	0,01	0,001
Толуол	мг/дм ³	0,5	0,001
Этилбензол	мг/дм ³	0,01	0,03
О-Ксилол	мг/дм ³	0,05	0,01
Хлороформ	мг/дм ³	0,2	0,12
Четыреххлористый углерод	мг/дм ³	0,006	0,001
1,2-дихлорэтан	мг/дм ³	н/н	0,006
Трихлорэтилен	мг/дм ³	0,005	0,001
Бромдихлорметан	мг/дм ³	0,03	0,002
Дибромхлорметан	мг/дм ³	0,03	0,001
Бромформ	мг/дм ³	0,1	0,001
2,4 ДДТ	мг/дм ³	0,03	0,0001
Гексахлорбензол	мг/дм ³	0,001	0,0001
γ-ГХЦГ (линдан)	мг/дм ³	0,002	0,001

Как видно из табл. 1, вода Нижнекамского водозабора характеризуется умеренными значениями рН с общей минерализацией 345 мг/дм³ и содержа-

ем солей 228 мг/дм³, что соответствует нормативам СанПин. Содержание неорганических веществ, летучих ароматических углеводородов, галогенорганических соединений и хлорорганических пестицидов также находится в норме. Однако необходимо учитывать то обстоятельство, что суммарное содержание



а



б

Рис. 1 - Значения концентраций свободного хлора (а) и хлороформа (б) от месяца эксплуатации Нижнекамского водозабора

летучих ароматических углеводородов в пробе воды составляет 0,13 мг/дм³, летучих галогенорганических соединений и хлорорганических пестицидов – 0,0003 мг/дм³. С учетом того, что указанные классы относятся к токсичным и могут оказывать на организм человека опасное воздействие, необходима разработка дополнительных технологических мероприятий по очистке воды Нижнекамского водозабора от сопутствующих примесей приоритетных загрязнителей.

Кроме того качество воды Нижнекамского водозабора подвержено сезонным колебаниям. Так на рисунке приведены значения концентраций свободного хлора (а) и хлороформа (б) от месяца эксплуатации Нижнекамского водозабора. Как видно из рисунка со-

держание свободного хлора в воде не особенно сильно подвержено сезонным колебаниям, что связано со стабильностью работы системы водоподготовки технологических установок Нижнекамского водозабора. При этом содержание свободного хлора практически во всех случаях не превышает норматив СанПин, который находится в интервале от 0,30 до 0,50 мг/дм³.

В то же время содержание хлороформа в водной среде Нижнекамского водозабора подвержено сезонным колебаниям. С января по апрель содержание хлороформа в воде закономерно уменьшается, а с мая по июль повышается, что связано с изменением биохимического состава воды в районе Нижнекамского водозабора. Наиболее низкие концентрации хлороформа отмечены в августе и сентябре, а наиболее высокие в октябре и декабре.

Вывод

Таким образом, для обеспечения экологической безопасности населения г. Нижнекамска необходимо провести дополнительные исследования в плане совершенствования технологии водоподготовки.

Литература

1. С.М. Омирбаева, Г.А. Кулкыбаев, А.Е. Шпиков, К.К. Тагиметов, Б.К. Жетибаев, *Санитария и гигиена*, 1, 23-26 (2008).
2. Ю.А. Рахманин С.М. Иванов, Ю.А. Ревазова, Н.В. Русаков, *Санитария и гигиена*, 5, 5-8 (2007).
3. Г.Г. Онищенко, *Санитария и гигиена*, 5, 3-5 (2007).
4. Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина, *Санитария и гигиена*, 5, 15-17 (2004).
5. А.Г. Малышева, *Санитария и гигиена*, 5, 31-34 (2004).
6. О. Р. Каратаев, В.Р. Новиков, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, 5, 10, 113-115 (2012).
7. Е.С. Перикова, О.Р. Каратаев, В.А. Танеева, В.Ф. Новиков, *Теория и практика физической культуры*, 2, 87-90 (2008).
8. О.Р. Каратаев, Е.С. Перикова, А.В. Танеева, В.Ф. Новиков, *Теория и практика физической культуры*, 2, 80-83 (2008).
9. О.Р. Каратаев, А.А. Лапин, Е.С. Перикова, В.Ф. Новиков, *Известия КазГАСУ*, 2, 223-226 (2009).
10. М. Отто, *Современные методы аналитической химии*, Техносфера, Москва, 2006. 281 с.
11. M.T. Bowers, A.J. Marshall, F.M. Medallerty, *J.Phys. Chem.*, **100**, 12897-12910 (1996).
12. А.Г. Лебедев, *Масс-спектропия в органической химии*, Бином, Москва, 2009. 493 с.
13. Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, В.И. Дворкин, *Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*, Академия, Москва, 2010. 352 с.
14. О.Р. Каратаев, А.В. Танеева, А.А. Карташова, В.Ф. Новиков, *Инструментальные методы анализа. Концентрирование примесей и хроматография. Ч. I*, Казан. гос. энерг. ун-т, Казань, 2009. 300 с.
15. Н.В. Комарова, Я.С. Каменцев, *Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза*, Капель, Санкт-Петербург, 2006. 212 с.