

ник / Под ред. В.В. Меньшикова. — М.: Медицина, 1987. — 368 с.

4. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — К.: Морион, 2000. — 320 с.

5. Микроскопическая техника: руководство / Под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. — М.: Медицина, 1996. — 544 с.

6. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.

7. Научно-практичные рекомендации з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / Ю.М. Кожем'якін, О.С. Хромов, М.А. Філоненко, Г.А. Сайфетдінова. — К.: Авіценна, 2002. — 156 с.

8. Патология человека на Севере / Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г. и др. — М.: Медицина, 1985. — 416 с.

9. Порфирии / И.П. Кузнецова, Б.С. Панков, А.С. Чубарова и др. — М.: Медицина, 1981. — 192 с.

10. Проблема нормы в токсикологии (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы) / И.М. Трахтенберг, Р.Е. Сова, В.О. Шефтель и др. [Под ред. И.М. Трахтенберга]. — М.: Медицина, 1991. — 208 с.

11. Самойлов М.В. Трансформированные и патологические эритроциты при эндогенной интоксикации и экстракорпоральной детоксикации / М.В. Самойлов, О.Д. Мишнев, Ю.В. Кудрявцев // Арх. патологии. — 2000. — № 5. — С. 36-40.

12. Трахтенберг И.М. Общие и частные предпосылки становления возрастной токсикологии / И.М. Трахтенберг, М.Н. Коршун // Очерки возрастной токсикологии. — Пер. с укр. / Под ред. И.М. Трахтенберга. — К.: Авиценна, 2006. — С. 21-33.

13. Трахтенберг И.М. Особенности формирования адаптации до токсичных влияний у зв'язку з віком / И.М. Трахтенберг, М.М. Коршун, О.О. Вербілов // Нариси вікової токсикології / [За ред. И.М. Трахтенберга] — К.: Авиценна, 2005. — С. 27-36.

14. European convention for the protection of vertebrate animal used for experimental and other scientific purposes / Council of Europe. — Strasburg, 1986. — 53 p.

Надійшла до редакції 17.02.2010.

DISTINCTIONS OF CHLOROFORM DISTRIBUTION IN WATER OF DOMESTIC-AND-DRINKING WATER PIPELINES

Dmitrenko O.A.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ХЛОРОФОРМУ У ВОДІ ГОСПОДАРСЬКО-ПІТНИХ ВОДОГОНІВ



ДМИТРЕНКО О.А.

Донецький національний
медичний університет
ім. М. Горького

УДК 614.777:628.1+546.121

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРОФОРМА В ВОДЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ ВОДОПРОВОДОВ Дмитренко О.А.

Проведены исследования воды поверхностных источников, смешанной воды (артезианская : поверхностная = 60 : 40) и подземных источников по этапам ее транспортировки от водозаборов до распределительных сетей населенных пунктов. Установлены значительные колебания интенсивности загрязнения проб хлороформом по точкам отбора проб. Содержание побочных продуктов хлорирования в водопроводе поверхностных водоемов в 2 раза выше, нежели в смешанной воде. В воде артезианских скважин хлороформ не определялся.

© **Дмитренко О.А.**
СТАТТЯ, 2010.

дним з інтегральних критеріїв, що визначають якість життя нації, є безпека умов навколишнього середовища, особливо доброякісність питної води [1]. Тому підготовка питної води для споживання населенням надалі стає життєво необхідним національним стратегічним напрямом будь-якої країни [2].

Найважливішим етапом водопідготовки визнане знезараження, зокрема хлорування. Проте значна біоцидна дія хлору, що забезпечує його високу ефективність щодо практично всіх мікробіологічних об'єктів, компрометується утворенням побічних продуктів хлорування з віддаленими небезпечними ефектами [3, 4]. Домінуюче значення серед хлорвмісних похідних процесу дезінфекції води належить тризаміщеним галоїдам — тригалометанам (ТГМ), маркером наявності яких через його найбільшу питому вагу є хлороформ (ХФ) [5]. У воді відкритих водоймищ вміст ХФ та інших ТГМ може бути зумовленим забрудненням стічними водами підприємств целюлозно-паперової промисловості, органічного синтезу, коксохімічних і фармацевтичних заводів, лакофарбувальних виробництв [6], а також використанням хлорвмісних пестицидів і розчинників. У процесі хлорування води утворення ТГМ відбувається у результаті реакції заміщення атомів водню гумусних кислот, що містяться у воді поверхневих вододжерел, на атоми галогенів [3, 5].

Транспортування води від водопровідних станцій до водорозбірних пристроїв споживачів супроводжується змінами вмісту ТГМ. Поетапне дослідження води на маршруті її доставки від водозабору до



розподільної мережі населених пунктів дозволить обґрунтувати пріоритетні точки контролю якісних і кількісних показників забруднення води ТГМ, отже організувати моніторинг рівнів вмісту їх у питній воді оптимально за часом і економічно раціонально.

Мета роботи — встановити закономірності утворення та вмісту ТГМ на всіх етапах водопідготовки у Донецькій області.

Матеріали і методи досліджень. Санітарно-гігієнічний моніторинг забруднення води ХФ здійснювався протягом 7-ми років у містах Донецьк (м. Д), Горлівка (м. Г), Макіївка (м. Мак), Маріуполь (м. Мар), Артемівськ (м. А) на таких етапах водопідготовки: джерело водозабору (ДВ), головні споруди водопровідної станції (ВС), водопровідні вузли (ВВ), магістральні водоводи (МВ) і розподільна мережа (РМ). Водопостачання міст Д, Г, Мак, Мар організоване від поверхневих водоймищ, м. А — шляхом змішування води підземних джерел, що не знезаражується хлором, та поверхневих, воду яких хлорують (співвідношення 60 : 40). Контрольним населеним пунктом обрано місто Сіверськ (м. С), де водопостачання населення здійснюється підземними во-

DISTINCTIONS OF CHLOROFORM DISTRIBUTION IN WATER OF DOMESTIC-AND-DRINKING WATER PIPELINES

Dmitrenko O.A.

Examinations of water from surface, mixed (artesian : surface = 60 : 40) and underground sources along its transportation from intakes to distribution systems of the settlements were carried out. Significant variations in the intensity of chloroform contamination of the samples in the points of sampling were determined. Content of chlorination by-products in surface water pipes was as twice as much than in mixed water. Chloroform was not determined in the water from artesian holes.

дами, що не піддаються обробці хлорвмісними препаратами. Визначали концентрації ХФ методом газової хроматографії [7]. Проби води, рівень забруднення ХФ яких перевищував ГДК, були розподілені на три групи: I — концентрація ХФ у межах 2 ГДК (61-120 мкг/дм³), II — від 2 до 5 ГДК (121-300 мкг/дм³), III — понад 5 ГДК (301 мкг/дм³).

Результати та їх обговорення. Аналіз отриманих результатів дослідження води дозволив встановити значні коливання інтенсивності забруднення проб ХФ на різних ділянках господарсько-питних водогонів (рис. 1).

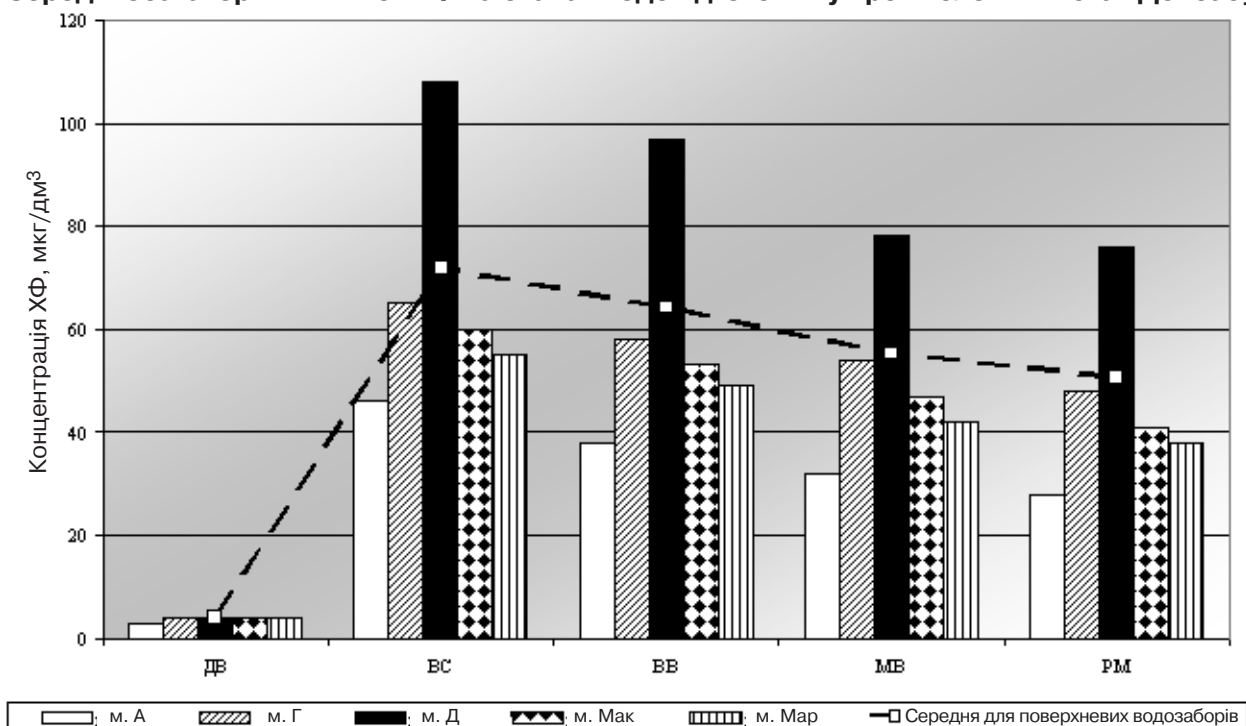
Рівні вмісту ХФ у вихідній воді поверхневих водозаборів перебували у межах 5 мкг/дм³, що може вказувати на можливе її забруднення стічними водами промислових підприємств, які містять ХФ.

Як видно з рисунка 1, процес проведення водопідготовки на водопровідних станціях супроводжувався підйомом концентрації ХФ в обробленій хлором воді з поверхневих вододжерел, порівняно з вихідною, у 18-27 разів до середньомісячного рівня 60-109 мкг/дм³ за максимальних концентрацій 100-452 мкг/дм³.

Дослідження проб змішаної води також вказувало на кількісний приріст вмісту ХФ, проте кратність приросту не перевищувала 10-14 разів, і відповідний середньомісячний показник становив 46 мкг/дм³, максимальний — 85 мкг/дм³ (табл.).

Встановлено зниження вмісту ХФ в 1,1-1,2 рази на водопровідних вузлах щодо рівнів, зареєстрованих у резервуарах водопровідних станцій, причому і у воді поверхневих джерел, і у змішаній.

Рисунок 1
Середньобагаторічний вміст ХФ на етапах водопідготовки у промислових містах Донбасу



Максимальна середньомісячна концентрація ХФ при цьому сягала 96-531 мкг/дм³ у пробах води міст Д, Г, Мак, Мар і 79 мкг/дм³ — у м. А.

Зменшення забруднення води ХФ так само відзначалося на магістральних водоводах, де падіння рівня його вмісту щодо попереднього етапу (водопровідні вузли) становило 1,2-1,4 рази у воді з поверхневих вододжерел і 1,1 рази — у

змішаній воді, внаслідок чого максимальний рівень ХФ встановлено у межах 80-386 мкг/дм³ (м. Д, Г, Мак, Мар) і 75 мкг/дм³ (м. А).

Аналогічна спрямованість змін у концентраціях ХФ спостерігалася і у воді розподільної мережі. Вміст ХФ знизився від рівнів магістральних водоводів в 1,3-1,6 рази у воді поверхневих джерел, в 1,1 рази — у змішаній воді. Найвищий середньомісячний показник забруднення ХФ питної води відповідав рівню 74-239 мкг/дм³ у м. Д, Г, Мак, Мар і 71 мкг/дм³ — у м. А.

У воді контрольного м. С на всіх етапах обробки і транспортування ХФ не визначався.

Наступний етап роботи полягав в оцінці структури всієї сукупності проб, які містять ХФ, за ступенем їх відхилення від ГДК — з метою обліку всіх можливих коливань забруднення води ХФ на етапах водопідготовки для отримання цілісної інформації про безпеку питної води за даним показником.

Згідно з результатами досліджень, зображених на рисунку 2, максимальна інтенсивність контамінації ХФ змішаної води не перевищувала 2 ГДК, при цьому питома вага усіх проб, що містять ХФ у концентраціях, які перевищують ГДК, становила 22,37%. У воді водогонів поверхневих джерел (рис. 3) кожна друга проба була забрудненою ХФ вище за ГДК. Причому рівні його вмісту в окремих випадках перевищували ГДК більш ніж у 5 разів (майже 2% проб), у 5% проб реєструвалися в інтервалі 2-5 ГДК. Кількість проб води по-

Таблиця
Середньомісячні концентрації ХФ у різних точках господарсько-питних водогонів (мкг/дм³)

Об'єкт водогону	Вид концентрації	м. А	м. Г	м. Д	м. Мак	м. Мар	Середня величина для поверхневих джерел
ВС	max	85	144	452	148	100	207±3,26
	min	5	14	34	9	7	21±0,25
	середня	46±1,71	65±2,77	109±8,91	60±2,96	55±1,98	72±3,97
ВВ	max	79	120	531	111	96	213±4,03
	min	<5	12	28	8	5	16±0,21
	середня	38±1,62	58±2,30	97±10,72	53±2,20	49±1,94	64±4,18
МВ	max	75	87	386	84	80	156±2,84
	min	<5	9	24	8	<5	12±0,19
	середня	32±1,56	54±1,66	78±7,72	47±1,62	42±1,62	55±3,07
РМ	max	71	83	239	79	74	118±1,53
	min	<5	6	17	6	<5	8±0,12
	середня	28±1,49	48±1,64	76±4,73	41±1,56	38±1,51	51±2,35
Весь водогін	max	85	144	531	148	100	213±3,99
	min	<5	6	17	6	<5	8±0,12
	середня	36±0,66	56±1,10	90±4,08	50±1,13	46±0,77	61±4,35

Рисунок 2

Структура рівнів забруднення ХФ змішаної води

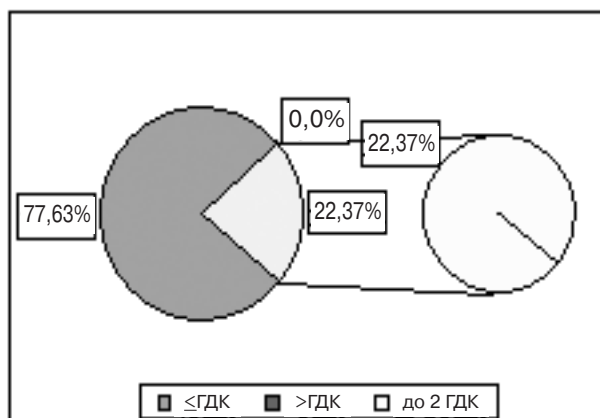
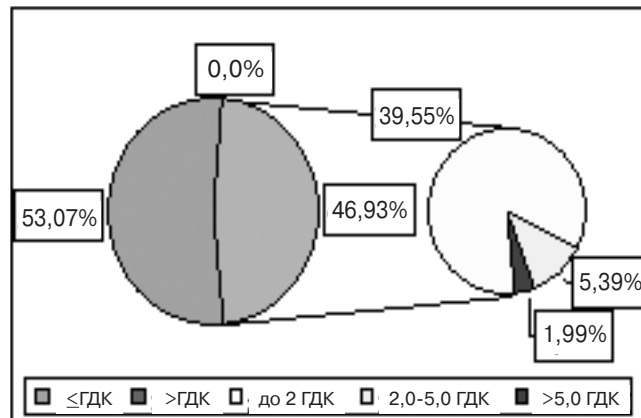


Рисунок 3

Структура рівнів забруднення ХФ води поверхневих вододжерел



верхневих вододжерел з концентрацією ХФ до 2 ГДК приблизно вдвічі перевищувала аналогічний показник, встановлений для змішаної води, і сягала 40%.

Порівнюючи розподіл проб з концентраціями вище за ГДК на окремих водопровідних спорудах (мал. 4), спостерігаємо таку особливість. Найбільша питома вага проб, що містять ХФ вище за ГДК, притамана етапу обробки води на головних спорудах водопровідних станцій. З віддаленням точок відбору проб від резервуарів концентрація ХФ знижувалася, відповідно зменшувалася кількість проб, що не відповідають вимогам ДСанПіН № 136/1940-96. Виявлена тенденція характерна для всіх водогонів, незалежно від типу вододжерела.

Проте якщо у змішаній воді показник нестандартних проб за ХФ у розподільній мережі порівняно з резервуаром водопровідних станцій знижувався у 3,6 рази, то у воді поверхневих джерел відповідні екстенсивні показники проб, що містять ХФ вище ГДК, розрізнялися в 1,7 раз.

Співставлення питомих ваг проб з перевищенням ГДК ХФ від різних типів вододжерел дозволило встановити, що вміст побічних продуктів хлорування у змішаній воді у середньому по водогону вдвічі нижчий, ніж у воді поверхневих водоймищ. Притому ступінь відмінності зростала з віддаленням місць відбору від во-

допровідних станцій, сягаючи максимуму на магістральних водоводах, і зберігалася практично без змін у розподільній мережі. Так, співвідношення питомої ваги нестандартних за ХФ проб води поверхневих водозаборів і змішаної на ВС становило 1,5, на ВВ — 2,0, на МВ і у РМ — 3,2-3,3.

Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити відмінності у процесі розподілу ХФ на етапах водопідготовки води поверхневих вододжерел, змішаної і артезіанських свердловин. Виявлені особливості можуть стати основою для розробки методичних підходів до удосконалення системи профілактичних заходів з обмеження шкідливого впливу якості об'єктів міського середовища на здоров'я населення.

Висновки

1. Встановлено, що інтенсивність забруднення води хлороформом мала чітко виражену тенденцію залежності від етапу її підготовки. Так, вихідна вода водозаборів містила хлороформ на рівні до 5 мкг/дм³; головних споруд водопровідних станцій — 85-452 мкг/дм³; магістральних водопроводів — 75-386 мкг/дм³, розподільної мережі — 0,071-0,239 мкг/дм³.

2. Виявлено суттєві відмінності вмісту хлороформу у воді водогонів від різних типів вододжерел: максимальні концентрації хлороформу у процесі водопідготовки води по-

верхневих водоймищ перевищували ГДК більш ніж у 5 разів, у пробах змішаної води — до 2-х разів, в артезіанській воді ХФ не визначався.

3. Організація водопостачання промислових міст шляхом змішування води поверхневих та підземних вододжерел є ефективним напрямом зниження інтенсивності забруднення питної води побічними продуктами хлорування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Резолюция А 55/7 55-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохран. (19 апреля 2002 г.). — Женева: Изд. ВОЗ, 2002.

2. Закон України «Про основи національної безпеки України» // Відомості Верховної Ради України. — 2003. — № 39. — 351 с.

3. Руководство по контролю качества питьевой воды. — 2-е изд. — Т. 1. Рекомендации. — Женева: Изд. ВОЗ, 1994. — 258 с.

4. Закон України «Загальнодержавна програма «Питна вода України на 2006-2020 роки» (редакція від 03.03.2005 р. № 2455-IV) // Відомості Верховної Ради України. — 2005. — № 15. — 24 с.

5. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова, А.Г. Малышева, Е.Г. Растяльников [и др.] // Гигиена и санитария. — 2006. — № 2. — С. 8-12.

6. Кириченко В.Е. Галогенорганические соединения в питьевой воде и методы их определения / В.Е. Кириченко, М.Г. Первова, К.И. Пашкевич // Рос. хим. журнал. — 2002. — Т. XLVI, № 4. — С. 18-27.

7. Газохроматографічне визначення тригалогенметанів (хлороформу) у воді: метод. вказівки № 005298 (№ 2 від 01.02.1999 р.). — К.: МОЗ України, 1999. — 9 с.

Надійшла до редакції 02.04.2010.

Рисунок 4
Перевищення ГДК ХФ на окремих етапах водопідготовки залежно від типу вододжерела

