

основі та преформованих засобів —
 Ч.2. Мікробіологічні дослідження /
 С. І. Ніколенко, С. М. Глуховська,
 О. М. Хмельєвська, В. Б. Петровська //
 Київ . — «КІМ». — 2011. — 52 с.

УДК 613.31:615.327

ГИГИЕНИЧНА ОЦІНКА ВИСІЮВАННЯ
 САНІТАРНО-ПОКАЗОВИХ
 МІКРООРГАНІЗМІВ З ФАСОВАНИХ
 МІНЕРАЛЬНИХ ВОД УКРАЇНИ

С.І. Ніколенко, О.М. Хмельєвська,
 А.В. Мокієнко, Г.К. Біцилли

*Державна установа «Український
 науково-дослідний інститут медичної
 реабілітації та курортології
 Міністерства охорони здоров'я
 України», м.Одеса*

В роботі показано коливання у
 висіюванні санітарно-показових
 мікроорганізмів як з негазованих, так із
 слабо- та сильногазованих МВ впродовж
 всього терміну спостереження (2010 –
 2012 рр.)

Ключові слова: фасовані
 мінеральні води, санітарно-показові
 мікроорганізми, діоксид вуглецю.

УДК 613.31:615.327

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
 ВЫСЕВАЕМОСТИ САНИТАРНО-
 ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗ-
 МОВ ИЗ ФАСОВАННЫХ
 МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД УКРАИНЫ

С.И. Николенко, О.Н. Хмельевская,
 А.В. Мокиенко, Г.К. Бицилли

*Государственное учреждение «Украин-
 ский научно-исследовательский
 институт медицинской реабилитации*

*и курортологии Министерства
 здравоохранения Украины», г. Одесса*

В работе показано колебания в
 высеваемости санитарно-показательных
 микроорганизмов как из негазированных,
 так из слабо- и сильногазированных ми-
 неральных вод на протяжении всего
 срока наблюдения (2010 - 2012 рр.)

Ключевые слова: фасованные
 минеральные воды, санитарно-
 показательные микроорганизмы, диок-
 сид углерода.

HYGIENIC ESTIMATION OF SANITARY
 INDICATIVE MICROORGANISMS FROM
 THE BOTTLED MINERAL WATER IN
 UKRAINE

S.I. Nikolenko, O.N. Khmyelyevska,
 A.V. Mokienko, G.K. Bicylli

*State establishment «Ukrainian Research
 Institute for Medical Rehabilitation and
 Resort Therapy of Ministry of Health Care»,
 Odessa*

In the paper presented the fluctua-
 tions in identifying sanitary indicative mi-
 croorganisms in both noncarbonated and
 slightly and highly carbonated mineral
 waters are discussed. The period of obser-
 vation period was from 2010 till 2012.

Keywords: bottled mineral water,
 sanitary indicative microorganisms, carbon
 dioxide.

Впервые поступила в редакцию
 06.06.2013 г. Рекомендована к печати
 на заседании редакционной коллегии
 после рецензирования.

УДК 614.777:628.168.4

ДООЧИЩЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ В ПУНКТАХ РОЗЛИВУ ТА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФАСОВАНИХ ПИТНИХ ВОД

Н.Ф.Петренко, А.І.Андрейцова*, Л.В.Болотнікова***

**Державне підприємство Український науково-дослідний
інститут медицини транспорту
Міністерства охорони здоров'я України;*

*** Державна установа «Одеський обласний лабораторний
центр Дежсаепідслужби України»*

Вступ

Одним із шляхів оптимізації якості питної води для населення України є додаткове очищення води централізованого господарсько-питного водопостачання у водоочисних пристроях (ВОП) колективного використання та виробництво фасованої питної води (ФПВ).

Пріоритетними забруднювачами водопровідної води, яка хлорується, є хлорорганічні сполуки (ХОС), серед яких переважають тригалогенметани (ТГМ), а хлороформ складає 70–90 % [1, 2].

За даними [3-6], підвищений вміст ТГМ у питній воді констатовано у Дніпропетровській, Полтавській, Черкаській, Херсонській, Кіровоградській, Запорізькій, Миколаївській областях, населені пункти яких забезпечуються дніпровською водою, для обробки якої використовується газоподібний хлор у значних дозах, рівні хлороформу у питній воді становлять 2-3 ГДК. Населення цих регіонів має підвищений ризик виникнення онкозахворювань.

Згідно з думкою Р.С. Singer [7] галогеноцтові кислоти (ГОК) є другим головним класом побічних продуктів знезараження при хлоруванні питної води. Вони виявлені у багатьох водах, їх концентрації рівні або більші, ніж концентрації ТГМ. Дослідження їх впливу на здоров'я людини показало, що деякі ГОК більш шкідливі, ніж ТГМ.

Хлорована вода централізованого господарсько-питного водопостачання є також джерелом для виробництва ФПВ, споживання яких населенням України з кожним роком зростає, але їх якість часто буває незадовільною [8-10]. Остання визначається, насамперед, джерелом ФПВ та технологією, що застосовується для її виробництва. Якщо джерелом є хлорована вода централізованого господарсько-питного водопостачання, то обов'язково повинні видалятися пріоритетні забруднювачі - тригалогенметани (ТГМ): хлороформ, тетрахлорвуглець, трихлоретилен (ТХЕ), залишковий алюміній тощо.

Найчастіше застосовують технології, які включають механічне фільтрування, адсорбцію на активованому вугіллі (АВ), озono-сорбцію, іонний обмін, зворотний осмос, УФ-знезараження та їх комбінації. Використання даних технологій дозволяє поліпшити органолептичні якості водопровідної води, знизити концентрації неорганічних, органічних, хлорорганічних сполук, дехлорувати вихідну воду.

Видалення ХОС, у тому числі ТГМ, із питної води є достатньо складною технологічною задачею, яка вирішується здебільшого за рахунок комбінованого багатоступеневого очищення води. Ці технології повинні, насамперед, видаляти із води ХОС, якщо не до рівнів чутливості методу визначення, то до гігієнічних нормативів їх вмісту. Особливо це стосується очищеної води з пунктів розливу та ФПВ, де норматив вмісту хлороформу 6 мкг/дм³ регламентується ДСанПін 2.2.4-171-10 [11].

Мета дослідження – оцінка ефективності видалення ТГМ технологіями очищення, які застосовуються для додаткового очищення хлорованої водопровідної води у ВОП колективного використання та при виробництві ФПВ.

Матеріали та методи

Дослідження включали:

- аналіз зразків водопровідної води м. Одеси на вміст ТГМ (хлороформу, тетрахлорвуглецю, трихлоретилену).
- аналіз зразків питної води, яка очищена за допомогою ВОП, та ФПВ, джерелом якої є хлорована водопровідна вода, на вміст ТГМ (хлороформу, тетрахлорвуглецю, трихлоретилену).

Досліджували якість додатково очищеної водопровідної води м. Одеси у наступних ВОП колективного використання (пунктах розливу):

- ВОП-1 – механічне фільтрування, озонування, адсорбція на АВ, озонування;
- ВОП-2 – механічне фільтрування, зворотно-осмотичне опріснення половини об'єму води, адсорбція на АВ, УФ-знезараження;
- ВОП-3 – механічне фільтрування, пом'якшення води за допомогою іонно-обмінних смол, адсорбція на АВ, УФ-знезараження.
- Проведені дослідження на вміст ТГМ у фасованій питній воді (ФПВ), джерелом якої є вода централізованого господарсько-питного водопостачання: ФПВ-1, ФПВ-2, ФПВ-3, ФПВ-4.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили відповідно до [12]: визначали середньоарифметичне значення (M), середню похибку середньоарифметичного значення (m) та середнє квадратичне відхилення (σ).

Ефективність очищення води від ТГМ за допомогою ВОП оцінювали за ступіню видалення (очищення), %, який вичислювали за формулою:

$$\left(\frac{C_{\text{водопровідна вода}} - C_{\text{очищена вода}}}{C_{\text{водопровідна вода}}} \right) \times 100 \%,$$

$C_{\text{водопровідна вода}}$

де $C_{\text{водопровідна вода}}$, $C_{\text{очищена вода}}$ – концентрації ТГМ у водопровідній та очищеній воді.

Результати та їх обговорення

За період проведення досліджень (2009 р.) середні концентрації ТГМ (мкг/дм³) у водопровідній воді м. Одеси (n=25) мали наступні значення:

- хлороформ (CHCl₃) – 50,8 ± 3,7, σ = 18,6 (ГДК = 60 мкг/дм³);
- тетрахлорвуглець (CCl₄) – 1,7 ± 0,6, σ = 2,2 (ГДК = 2 мкг/дм³);
- трихлоретилен (C₂HCl₃) – 180,0 ± 31,7, σ = 159,0 (ОДР = 60 мкг/дм³).

При дослідженні вмісту ТГМ у 25 зразках водопровідної води виявлено перевищення гігієнічних нормативів наступних речовин:

- хлороформ – у 4 зразках (16,0 %);
- тетрахлорвуглець – у 6 зразках (24,0 %);
- трихлоретилен – у 18 зразках (72,0 %).

Серед ТГМ переважає трихлоретилен, концентрація якого у 72 % досліджених зразків води перевищувала ОДР.

Слід зазначити, що на ВОС «Дністер», яка виробляє воду централізованого господарсько-питного водопостачання для м. Одеси, не застосовується перекислення хлором.

Ефективність очищення водопровідної води від ТГМ за допомогою ВОП-1, де застосовується озонування та адсорбція на АВ, складає (табл. 1):

- від CHCl₃: 10,1 - 99,9 %, середнє значення (n=17) складає 60,0 ± 7,8 %, σ = 32,0 %;

процес десорбції CHCl₃ із АВ до очищеної води не спостерігався. Середнє значення концентрації (мкг/дм³) CHCl₃ в очищеній воді 20,5 ± 4,5, σ = 18,6 (n=17), що перевищує гігієнічний норматив для очищеної питної води з пунктів розливу – 6 мкг/дм³ [11];

- від C₂HCl₃: -117,4 – 99,9 %, середнє значення (n=17) 36,0 ± 15,7 %, σ = 64,7 %; процес десорбції C₂HCl₃ із АВ до очищеної води спостерігався у 17,65 % зразків очищеної води. Середнє значення концентрації (мкг/дм³) в очищеній воді 70,4 ± 20,8, σ = 85,9, що перевищує гігієнічний норматив (ОДР = 60 мкг/дм³);
- від CCl₄: із 17 зразків вихідної води 14 не містили CCl₄; у 3 зразках вихідної води виявлено CCl₄ у концентраціях 5,0; 2,3; 5,4 мкг/дм³, в очищеній воді виявлено CCl₄ в 1 зразку води – 1,4 мкг/дм³ (при концентрації його у вихідній воді 5,4 мкг/дм³). Процес десорбції CCl₄ із АВ до очищеної води не спостерігався.

Отже, технологія очищення, яка включає механічне фільтрування, озонування та одностадійну адсорбцію на АВ не забезпечує постійного видалення ТГМ до рівня гігієнічних нормативів.

Ефективність очищення водопровідної води від ТГМ за допомогою ВОП-2, де застосовуються механічне фільтрування, зворотно-осмотичне опріснення половини об'єму води, адсорбція на АВ та УФ-знезараження представлено в табл. 2.

Таблица 1

Ефективність видалення ТГМ за допомогою ВОП-1

№ з/п	Найменування зразка води	CHCl ₃		C ₂ HCl ₃	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
1.	Вихідна вода	63,2	84,0	350,2	58,6
	Очищена вода	10,1		145,0	
2.	Вихідна вода	52,0	80,8	339,8	56,8
	Очищена вода	10,0		146,9	
3.	Вихідна вода	63,1	50,9	350,0	40,0
	Очищена вода	31,0		210,0	
4.	Вихідна вода	63,5	20,6	350,2	11,4
	Очищена вода	50,4		310,3	
5.	Вихідна вода	76,4	61,9	68,8	99,9
	Очищена вода	29,1		< 5	
6.	Вихідна вода	76,1	17,1	69,2	-7,2
	Очищена вода	63,1		74,2	
7.	Вихідна вода	57,9	33,0	55,1	13,2
	Очищена вода	38,8		47,8	
8.	Вихідна вода	71,3	99,9	67,8	86,8
	Очищена вода	< 2,5		8,9	
9.	Вихідна вода	70,5	99,9	68,0	70,6
	Очищена вода	< 2,5		20,0	
10.	Вихідна вода	30,6	10,1	60,1	10,0
	Очищена вода	27,5		54,1	
11.	Вихідна вода	59,8	80,1	22,5	-100,0
	Очищена вода	11,9		45,0	
12.	Вихідна вода	60,0	75,0	23,5	-117,4
	Очищена вода	15,0		51,1	
13.	Вихідна вода	50,7	99,9	80,0	71,4
	Очищена вода	< 2,5		22,9	
14.	Вихідна вода	23,8	50,0	66,0	90,9
	Очищена вода	11,9		6,0	
15.	Вихідна вода	26,0	99,9	52,4	99,9
	Очищена вода	< 2,5		< 5	
16.	Вихідна вода	24,8	36,0	76,7	26,9
	Очищена вода	15,9		56,1	
17.	Вихідна вода	55,2	36,4	40,3	99,9
	Очищена вода	35,1		< 5	
n=17	Очищена вода, M±m, σ	20,5 ± 4,5 σ=18,6	60,0 ± 7,8 σ=32	70,4 ± 20,8 σ=85,9	36,0 ± 15,7 σ=64,7

Ефективність видалення ТГМ за допомогою ВОП-2

№ з/п	Найменування зразка води	CHCl ₃		C ₂ HCl ₃	
		С, мкг/дм ³	видалення, %	С, мкг/дм ³	видалення, %
1	Вихідна вода	53	86,8	350	77,1
	Очищена вода	7		80	
2	Вихідна вода	52	90,4	340	76,5
	Очищена вода	5		80	
3	Вихідна вода	40	62,5	350	89,7
	Очищена вода	15		36	
4	Вихідна вода	60	91,7	430	82,1
	Очищена вода	5		77	
5	Вихідна вода	30	40,0	60	58,3
	Очищена вода	18		25	
6	Вихідна вода	23	-13,0	53	27,4
	Очищена вода	26		14,6	
7	Вихідна вода	59,8	99,9	23	56,2
	Очищена вода	< 2,5		10	
8	Вихідна вода	51	80,4	80	99,9
	Очищена вода	10		< 5	
9	Вихідна вода	23,2	99,9	63	75,2
	Очищена вода	< 2,5		15,6	
10	Вихідна вода	26	52,7	52	66,1
	Очищена вода	12		17,6	
11	Вихідна вода	55	90,9	48	16,7
	Очищена вода	5		40	
n=11	Очищена вода, середні значення	9,4 ± 2,4 σ=7,94	71,1 ± 10,3 σ=34,1	36,0 ± 9,0 σ=29,8	65,9 ± 7,6 σ=25,2

Як видно із табл.2, ефективність очищення водопровідної води від ТГМ за допомогою ВОП-2 складає:

- від CHCl₃: -13,0 – 99,9 %, середнє значення (n=11) складає 71,1 ± 10,3%, σ = 34,1 %; процес десорбції CHCl₃ із АВ до очищеної води виявлено в одному дослідженому зразку води; середній вміст CHCl₃ у очищеній воді 9,4 ± 2,4, σ = 7,9 мкг/дм³ (n=11), що перевищує ГДК для очищеної питної води – 6,0 мкг/дм³ [11];
- від C₂HCl₃: 16,7 – 99,9 %, середнє значення (n=11) 65,9 ± 7,6 %, σ = 25,2 %; процес десорбції C₂HCl₃ із АВ до очищеної води не спостерігався. Середній вміст C₂HCl₃ у очищеній воді – 36,0 ± 9,0 мкг/дм³, σ = 29,8 мкг/дм³, що не перевищує гігієнічний норматив (ОДР = 60 мкг/дм³).
- від CCl₄: із 11 зразків вихідної води CCl₄ містили тільки 3 зразки у концентраціях 1,0; 5,0; 5,4 мкг/дм³, концен-

трації у відповідних зразках очищеної води складала 4,7; 2,3; < 1 мкг/дм³. Процес десорбції із АВ до очищеної води спостерігався в 1 із 11 досліджених зразків води.

У табл. 3 приведено ефективність очищення води від ТГМ за допомогою ВОП-3, де технологія очищення включає механічне фільтрування, пом'якшення води за допомогою іонно-обмінних смол, адсорбція на АВ, УФ-знезараження.

Ефективність очищення водопровідної води від ТГМ за допомогою ВОП-3 " складає:

- від СНСl₃: -7,1 – 99,9 %, середнє значення (n=10) складає 67,7 ± 10,9 %, σ = 34,4 %; процес десорбції СНСl₃ із АВ до води спостерігався в одному дослідженому зразку води;
- від С₂НСl₃: 16,7 – 99,9 %, середнє значення (n=10) 65,9 ± 7,6 %, σ = 25,2 %; процес десорбції С₂НСl₃ із АВ до очищеної води не спостерігався. Середній вміст С₂НСl₃

у очищеній воді 70,4 ± 27,7 мкг/дм³, σ = 87,5 мкг/дм³;

- від ССl₄: із 10 зразків вихідної води тетрахлорвуглець виявлено у 2 зразках у концентраціях 1,0; 5,4 мкг/дм³, у відповідних зразках очищеної води концентрації ССl₄ складала – 5; < 1 мкг/дм³. Процес десорбції із АВ до очищеної води спостерігався в 1 із 10 досліджених зразків води.

Таким чином, концентрація ТГМ у досліджених зразках очищеної водопровідної води за допомогою ВОП з різними технологіями кондиціювання, перевищує гігієнічні нормативи: вміст СНСl₃> 6,0 мкг/дм³; С₂НСl₃> 60 мкг/дм³ (рис. 1).

Найбільш ефективним є ВОП-2, де застосовується комбінована технологія очищення води – зворотний осмос та адсорбція на АВ. Включення методу зворотного осмосу у технологію очищення води впливає на ефективність видалення ТГМ.

Таблиця 3

Ефективність видалення ТГМ при очищенні водопровідної води за допомогою ВОП-3

№ з/п	Найменування зразка води	СНСl ₃		С ₂ НСl ₃	
		С, мкг/дм ³	видалення, %	С, мкг/дм ³	видалення, %
1.	Вихідна вода	56,3	99,9	379,7	92,1
	Очищена вода	< 2,5		30,0	
2	Вихідна вода	49,7	84,0	410,3	84,9
	Очищена вода	8,0		62,0	
3	Вихідна вода	58,2	84,4	55,0	89,8
	Очищена вода	9,1		5,6	
4	Вихідна вода	70,0	-7,1	68,2	-107
	Очищена вода	75,0		141,2	

№ з/п	Найменування зразка води	CHCl ₃		C ₂ HCl ₃	
		С, мкг/дм ³	видалення, %	С, мкг/дм ³	видалення, %
5	Вихідна вода	22,8	99,9	63,3	92,1
	Очищена вода	< 2,5		5,0	
6	Вихідна вода	56,5	99,9	379,5	92,1
	Очищена вода	< 2,5		30,1	
7	Вихідна вода	75,5	42,1	69,5	99,9
	Очищена вода	43,7		< 5	
8	Вихідна вода	54,8	65,4	40,8	99,9
	Очищена вода	19,0		< 5	
9	Вихідна вода	63,2	68,2	349,2	42,8
	Очищена вода	20,1		199,7	
10	Вихідна вода	52,0	23,1	340,0	32,3
	Очищена вода	40,0		230,1	
n=10	Очищена вода, середні значення	21,5 ± 7,8 σ =24,6	67,7 ± 10,9 σ =34,4	70,4 ±27,7 σ =87,5	61,9±20,2 σ =63,9

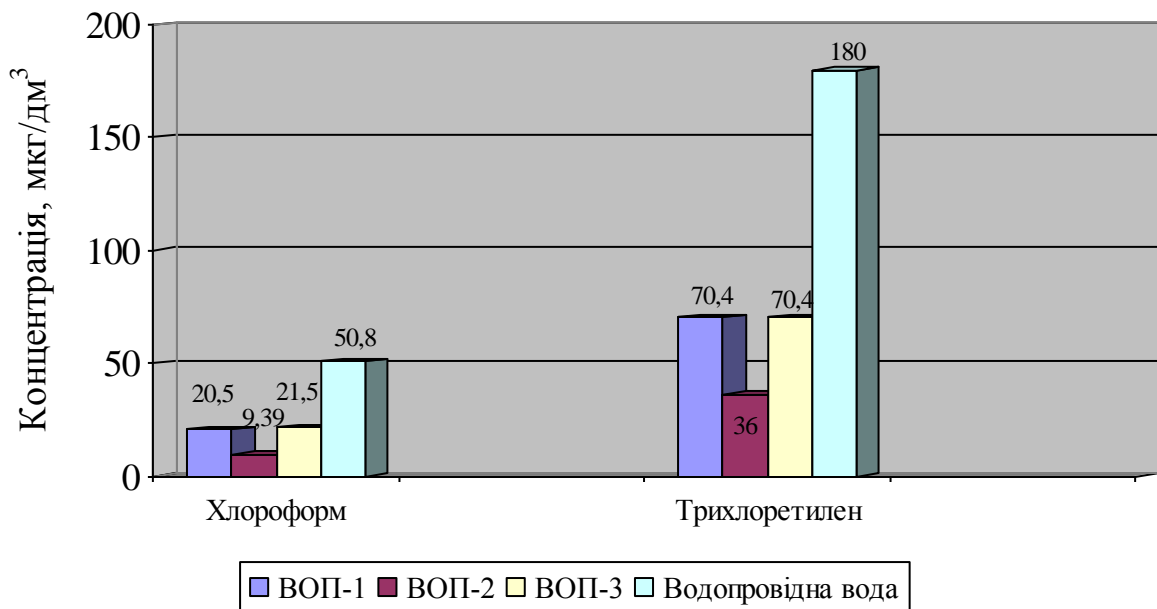


Рис. 1 – Середні значення концентрацій ТГМ в очищеній питній воді

Порівняльна ефективність видалення ТГМ із водопровідної води (ступінь видалення) за допомогою ВОП представлена на рис. 2.

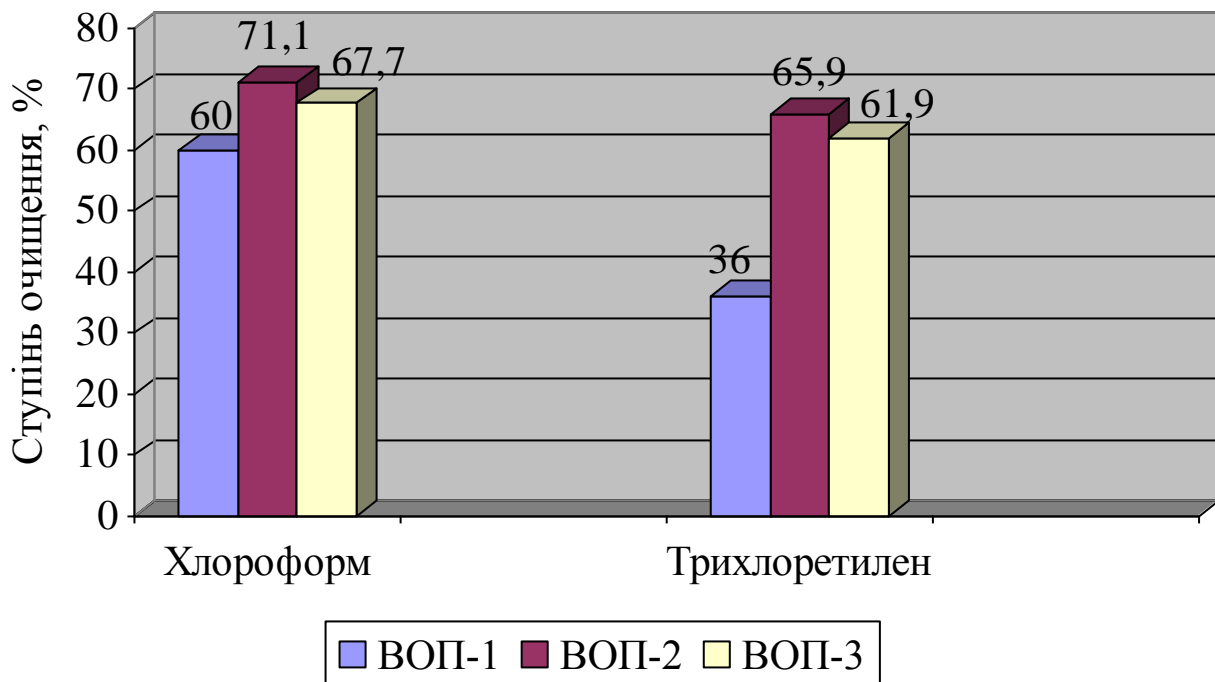


Рис. 2 – Ефективність видалення ТГМ із водопровідної води (ступінь видалення) за допомогою ВОП.

ВОП-2 та ВОП-3 мають близькі середні значення ступенів очищення водопровідної води від хлороформу та трихлоретилену.

Це свідчить про те, що методом очищення води від ТГМ є зворотний осмос та адсорбція на АВ. Озонсорбційне очищення не збільшує видалення ТГМ у порівнянні з адсорбцією АВ. В умовах проведення озонування води практично не відбувається окислення ТГМ: по-перше, ці сполуки стійкі до окислення, по-друге, концентрації їх та озону у воді низькі. Незначне видалення летких ТГМ може відбуватися в результаті барботування води озono-повітряною сумішшю.

Озонування води збільшує кількість функціональних кисневмісних груп на поверхні АВ, підвищує полярність АВ, внаслідок чого знижується адсорбція ТГМ, які є неполярними речовинами. Крім того, на відмінну від кисневмісних сполук, які сорбуються на АВ, ТГМ не підлягають біохімічному окисленню.

Процеси десорбції ТГМ із АВ до очищеної води свідчать про те, що має місце фізична адсорбція, яка має низьку енергію зв'язку АВ - ТГМ та завжди зворотна [13].

Отримані результати свідчать, по-перше, що досліджені водоочисні пристрої не забезпечують стабільне видалення ТГМ до гігієнічних нормативів,

незважаючи на високий ступінь очищення, по-друге, що необхідним є систематичний контроль якості очищеної води за вмістом ТГМ.

Результати проведених досліджень (2009-2011 рр.) свідчать, що водопровідна вода м. Одеси містить хлороформ та трихлоретилен. Тетрахлорвуглець не виявлено у зразках водопровідної води, які досліджувалися у 2010-2011 р. Досліджено вміст ТГМ у воді централізованого господарсько-питного водопостачання м. Одеси протягом 2010-2011 рр. Середньорічні концентрації (мкг/дм³)

мали наступні значення: 2010 р. (n=24) – хлороформ $65,2 \pm 4,6$, $\sigma = 22,7$; ТХЕ $85,5 \pm 4,1$, $\sigma=20,0$; 2011 р. (n=36) – хлороформ $27,5 \pm 0,8$, $\sigma = 4,8$; ТХЕ $104,0 \pm 1,5$, $\sigma=9,2$; тетрахлорвуглець не виявлено.

Середні значення концентрацій (мкг/дм³) за 3 роки складають (n=75): хлороформу - $47,8 \pm 3,0$, $\sigma=15,4$; ТХЕ $123,2 \pm 12,4$; $\sigma=62,7$. Вміст ТГМ у водопровідній воді м. Одеси у період спостереження представлено на рис. 3. Слід зазначити, що вміст ТГМ у водопровідній воді має сезонну залежність (рис. 4).

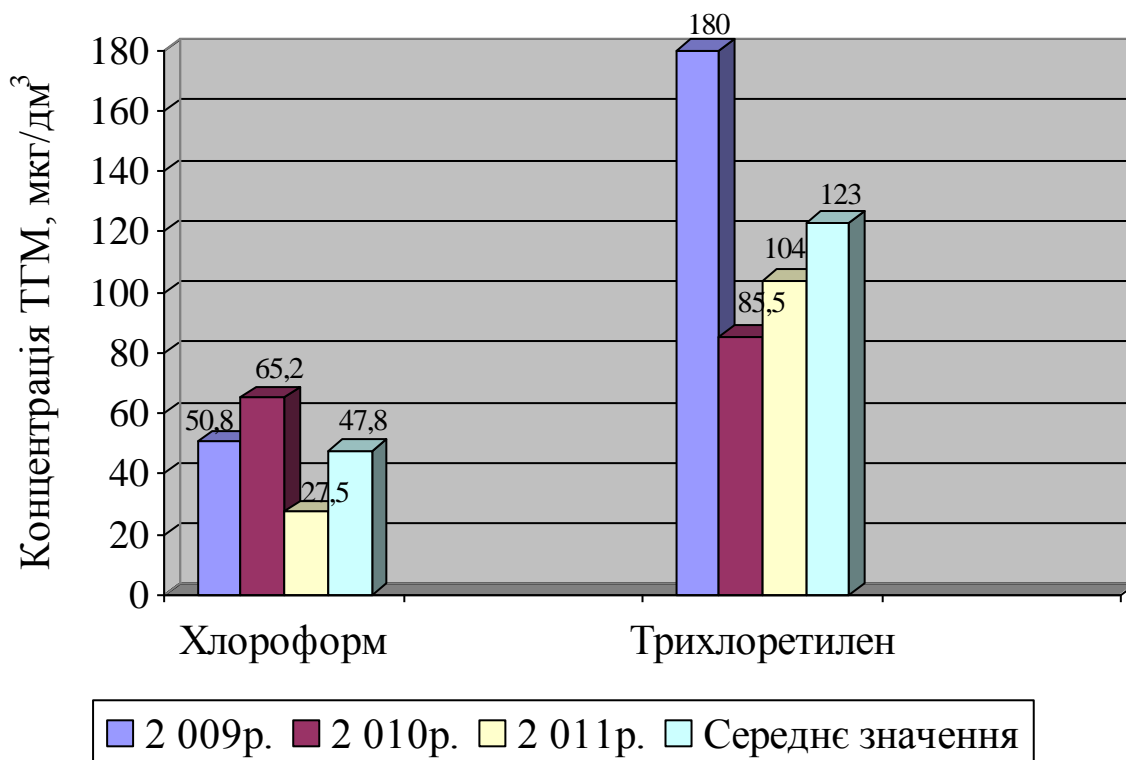


Рис. 3 – Концентрації ТГМ у водопровідній воді м. Одеси (2009-2011 р.р.).

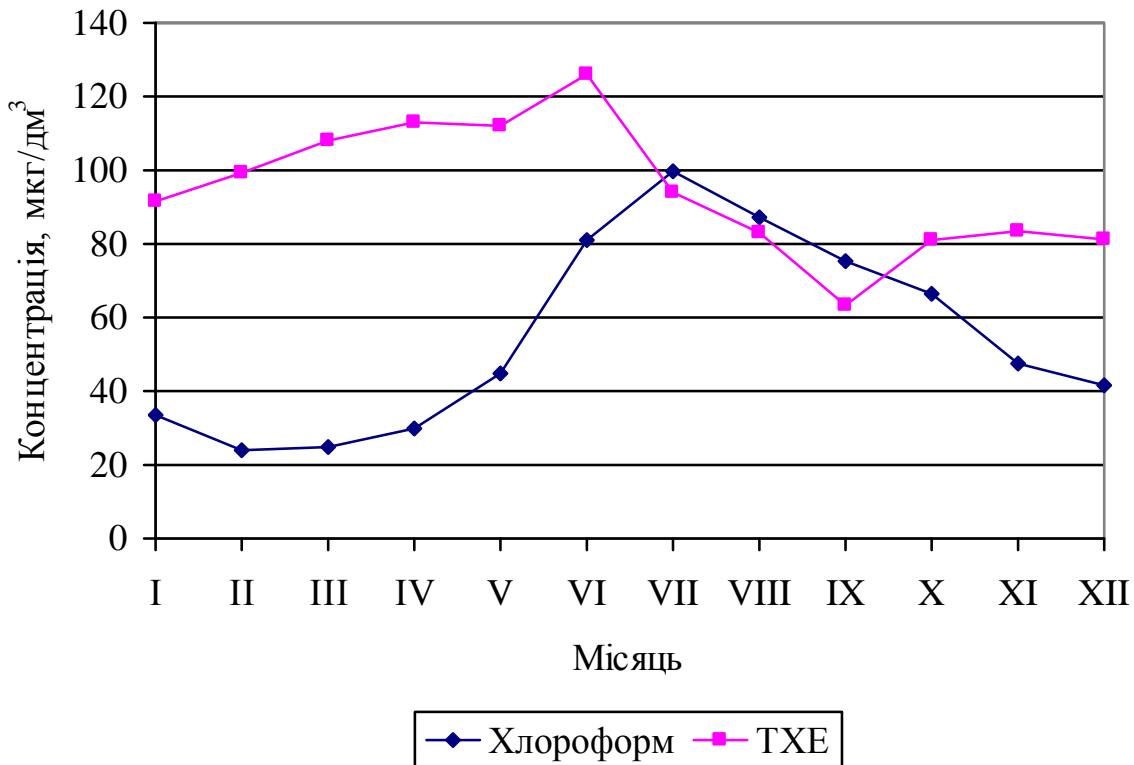


Рис. 4 – Середньомісячний вміст ТГМ у воді централізованого господарсько-питного водопостачання м. Одеси (2010-2011 рр.).

Найвищі концентрації (мкг/дм³) спостерігаються влітку (n=7): хлороформ – $89,0 \pm 8,8$; $\sigma = 23,3$; ТХЕ - $98,1 \pm 10,6$; $\sigma = 28,0$; восени (n=11): хлороформ - $62,0 \pm 3,8$; $\sigma = 12,5$; ТХЕ - $77,1 \pm 4,1$; $\sigma = 13,6$; взимку (n=5): хлороформ - $41,6 \pm 1,2$; $\sigma = 2,7$; ТХЕ - $82,5 \pm 2,6$; $\sigma = 5,3$.

Трихлоретилен є одним із переважаючих ТГМ у воді централізованого господарсько-питного водопостачання м. Одеси.

Проведені дослідження якості деяких фасованих питних вод, джерелом яких є вода централізованого водопостачання м. Одеси (2010-2011 рр): ФПВ-1, ФПВ-2, ФПВ-3, ФПВ-4 на вміст ТГМ.

Результати дослідження на вміст ТГМ зразків ФПВ, джерелом яких є водопровідна вода м. Одеси: ФПВ-1, представлені в табл. 4 - 7.

Технологія очищення водопровідної води на підприємствах з виробництва цих ФПВ включає зворотно-осмотичне опріснення водопровідної води (повне - при виробництві ФПВ-1 з наступною штучною мінералізацією; часткове - при виробництві ФПВ-2, ФПВ-3, ФПВ-4), очищення води шляхом адсорбції на АВ, УФ-знезараження.

Ступінь очищення водопровідної води від ТГМ має наступні значення (рис. 5):

- ФПВ-2 - від CHCl_3 $61,9 \pm 2,4$ %; від C_2HCl_3 $86,1 \pm 1,5$ %;
- ФПВ-1 - від CHCl_3 $70,3 \pm 5,9$ %; від C_2HCl_3 - $80,7 \pm 4,1$ %;
- ФПВ-3 - від CHCl_3 $93,6 \pm 1,2$ %; від C_2HCl_3 - $94,2 \pm 0,9$ %;

– ФПВ-4 - від CHCl_3 $92,1 \pm 0,9$ %; від C_2HCl_3 - $91,4 \pm 0,8$ %.

Незважаючи на високі значення ступенів очищення від ТГМ, вміст хлороформу відповідає гігієнічному нормативу для фасованих питних вод (≤ 6 мкг/дм³ [11]) лише у ФПВ-3 та ФПВ-4 (рис. 6).

Слід зазначити, що технологія очищення води централізованого господарсько-питного водопостачання, що застосовується при виробництві ФВП-3 та ФПВ-4, включає 6 стадій адсорбційного очищення на АВ, крім часткового зворотно-осмотичного опріснення вихідної води.

Таблиця 4

Ефективність видалення ТГМ із водопровідної води в процесі виробництва ФПВ-1 (2010-2011 рр.)

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
1	2	3	4	5	6
11.05.2 010	Водопровідна вода	52,0	71,2 73,1	110,1	77,3 76,4
	Пермеат	15,0		25,0	
	ФПВ-1	14,0		26,1	
07.09.2 010	Водопровідна вода	74,0	74,3 79,7	67,0	64,2 67,2
	Пермеат	19,0		24,0	
	ФПВ-1	15,0		22,0	
06.10.2 010	Водопровідна вода	66,1	99,9 99,9	80,4	99,9 99,9
	Пермеат	<2,5		< 5,0	
	ФПВ-1	<2,5		< 5,0	
08.11.2 010	Водопровідна вода	54,0	54,3 70,4	92,2	83,7 92,6
	Пермеат	24,7		15,1	
	ФПВ-1	16,0		6,8	
08.12.2 010	Водопровідна вода	42,1	42,9 54,8	87,0	70,1 75,9
	Пермеат	24,0		26,1	
	ФПВ-1	19,0		21,0	
10.01.2 011	Водопровідна вода	35,4	68,9 75,5	83,3	68,4 73,0
	Пермеат	11,0		26,3	
	ФПВ-1	8,7		22,5	
26.01.2 011	Водопровідна вода	32,0	65,6	93,0	65,6
	ФПВ-1	11,0		32,0	
31.01.2 011	Водопровідна вода	31,0	71,6	98,0	78,1
	«Миколінська»	8,8		21,5	

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
08.02.2011	Водопровідна вода	28,0	54,3	98,0	65,0
	Пермеат	12,8		34,3	
	ФПВ-1	11,4		27,2	
23.02.2011	Водопровідна вода	19,3	40,9	102,0	66,7
	ФПВ-1	11,4		34,0	
28.02.2011	Водопровідна вода	18,9	55,6	98,0	64,1
	ФПВ-1	8,4		35,2	
01.03.2011	Водопровідна вода	19,0	55,8	100,0	65,1
	ФПВ-1	8,4		34,9	
14.03.2011	Водопровідна вода	23,0	63,9	110,5	65,7
	ФПВ-1	8,3		37,9	
21.03.2011	Водопровідна вода	24,4	66,8	99,8	57,7
	ФПВ-1	8,1		42,2	
28.03.2011	Водопровідна вода	28,8	60,1	113,0	43,5
	ФПВ-1	11,5		63,9	
05.04.2011	Водопровідна вода	29,7	29,6	114,3	46,4
	Пермеат	20,9		61,3	
	ФПВ-1	17,0		55,6	
12.04.2011	Водопровідна вода	32,1	99,9	120,0	81,6
	ФПВ-1	<2,5		22,1	
18.04.2011	Водопровідна вода	27,0	99,9	100,1	99,9
	ФПВ-1	<2,5		<5,0	
26.04.2011	Водопровідна вода	30,0	99,9	114,6	99,9
	ФПВ-1	<2,5		<5,0	
n=19	ФПВ-1, M±m, σ	9,3 ± 1,4 σ=5,9	70,3 ± 4,3 σ=18,6	26,6 ± 4,0 σ=17,4	73,5 ± 3,7 σ=15,9
n=8	Пермеат, M±m, σ	15,9±2,9 σ=8,15	61,9 ± 7,6 σ=21,6	26,5 ± 6,2 σ=17,4	71,9 ± 5,6 σ=15,7

Таблиця 5

Ефективність видалення ТГМ із водопровідної води в процесі виробництва ФПВ-2

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
1	2	3	4	5	6
09.09.2010	Водопровідна	74,1	79,1	67,2	86,6
	ФПВ-2	15,5		9,0	
19.10.2010	Водопровідна	64,6	69,2	80,0	90,0
	ФПВ-2	19,9		8,0	
25.10.2010	Водопровідна	64,5	68,7	81,1	92,8
	ФПВ-2	20,2		5,8	
08.11.2010	Водопровідна	54,0	63,0	91,8	85,9
	ФПВ-2	20,0		12,9	
15.11.2010	Водопровідна	44,8	56,4	82,5	85,5
	ФПВ-2	19,5		12,0	
22.11.2010	Водопровідна	42,9	52,3	86,1	88,4
	ФПВ-2	20,5		10,0	
29.11.2010	Водопровідна	48,1	60,7	73,0	87,0
	ФПВ-2	18,9		9,5	
08.12.2010	Водопровідна	42,0	56,0	87,0	89,1
	ФПВ-2	18,5		9,5	
13.12.2010	Водопровідна	43,5	60,5	82,8	86,8
	ФПВ-2	17,2		10,9	
21.12.2010	Водопровідна	40,0	55,0	75,0	80,0
	ФПВ-2	18,0		15,0	
28.12.2010	Водопровідна	38,1	60,5	75,2	74,7
	ФПВ-2	15,0		19,0	
11.01.2011	Водопровідна	38,5	65,7	86,0	79,1
	ФПВ-2	13,2		18,0	
31.01.2011	Водопровідна	31,0	59,7	98,0	81,6
	ФПВ-2	12,5		18,0	
08.02.2011	Водопровідна	28,0	58,9	98,0	80,2
	ФПВ-2	11,5		19,4	
21.02.2011	Водопровідна	20,0	37,5	100,0	76,3
	ФПВ-2	12,5		23,7	
21.03.2011	Водопровідна	24,4	39,3	99,8	63,1
	ФПВ-2	14,8		36,8	
04.04.2011	Водопровідна	28,9	38,1	112,0	64,4
	ФПВ-2	17,9		39,9	
11.04.2011	Водопровідна	31,0	38,1	118	61,2
	ФПВ-2	19,2		45,8	
18.04.2011	Водопровідна	27,0	28,5	100,1	55,2
	ФПВ-2	19,3		44,9	
n=19	ФПВ-2 M±m, σ	17,0 ± 0,7 σ =3,0	55,1±3,0 σ =13,2	19,4 ± 3,0 σ =12,9	79,4 ± 2,5 σ =10,9

Таблиця 6

Ефективність видалення ТГМ із водопровідної води в процесі виробництва ФПВ-3

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
1	2	3	4	5	6
11.05. 2010	Водопровідна	52,3	99,9	110	91,8
	ФПВ-3	<2,5		9,0	
31.05. 2010	Водопровідна	63,1	99,9	149,8	99,9
	ФПВ-3	<2,5		<5,0	
08.06. 2010	Водопровідна	51	64,7	57	91,2
	ФПВ-3	18		5,0	
25.06. 2010	Водопровідна	100,4	99,9	110	94,6
	ФПВ-3	<2,5		6,0	
13.09. 2010	Водопровідна	79,9	91,3	40,8	99,9
	ФПВ-3	6,8		<5,0	
04.10. 2010	Водопровідна	66,1	93,2	80,0	90,0
	ФПВ-3	4,5		8,0	
12.10. 2010	Водопровідна	70	93,3	83,2	86,8
	ФПВ-3	4,7		11,0	
19.10. 2010	Водопровідна	65	93,9	80,1	92,9
	ФПВ-3	4		5,7	
25.10. 2010	Водопровідна	64,5	95,2	81,3	99,9
	ФПВ-3	3,1		< 5,0	
15.11. 2010	Водопровідна	45,0	92,0	83,5	92,5
	ФПВ-3	3,6		6,3	
22.11. 2010	Водопровідна	43	91,4	86,0	94,3
	ФПВ-3	3,7		6,1	
06.12. 2010	Водопровідна	45	99,9	76,3	99,9
	ФПВ-3	< 2,5		< 5,0	
13.12. 2010	Водопровідна вода	43,0	92,1	83,1	93,3
	ФПВ-3	3,4		5,6	
21.12. 2010	Водопровідна	40	88,8	75,1	91,3
	ФПВ-3	4,5		6,5	
28.12. 2010	Водопровідна	38	99,9	75	88, 7
	ФПВ-3	< 2,5		8,5	
11.01.	Водопровідна	38,5	89,8	86,0	88,3

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
2011	ФПВ-3	3,93		10,1	
17.01. 2011	Водопровідна	32,0	88,4	97,8	89,6
	ФПВ-3	3,7		10,2	
24.01. 2011	Водопровідна	32,0	87,8	91,0	86,8
	ФПВ-3	3,9		12,0	
31.01. 2011	Водопровідна	31,0	87,6	98,0	88,8
	ФПВ-3	3,9		11,0	
02.02. 2011	Водопровідна	31,5	87,5	99,0	87,4
	ФПВ-3	3,9		12,5	
07.02. 2011	Водопровідна	29,0	85,2	97,0	91,8
	ФПВ-3	4,3		8,0	
21.02. 2011	Водопровідна	20,0	99,9	100,0	93,0
	ФПВ-3	< 2,5		7,0	
28.02. 2011	Водопровідна вода	18,0	99,9	98,0	88,2
	ФПВ-3	< 2,5		11,6	
09.03. 2011	Водопровідна	23,0	88,7	102,8	88,5
	ФПВ-3	2,6		11,8	
15.03. 2011	Водопровідна	25,3	88,9	114	84,4
	ФПВ-3	2,8		17,8	
21.03. 2011	Водопровідна	24,4	81,6	99,8	89,8
	ФПВ-3	4,5		10,2	
28.03. 2011	Водопровідна	28,8	87,9	113,0	84,9
	ФПВ-3	3,5		17,1	
04.04. 2011	Водопровідна	28,9	87,2	112,0	84,5
	ФПВ-3	3,7		17,4	
11.04. 2011	Водопровідна	31,0	99,9	118,0	91,1
	ФПВ-3	< 2,5		10,5	
18.04. 2011	Водопровідна	27,0	99,9	100,1	89,7
	ФПВ-3	< 2,5		10,3	
26.04. 2011	Водопровідна	30,0	90,0	114,6	92,0
	ФПВ-3	3,0		9,2	
04.05. 2011	Водопровідна	30,0	90,7	105,0	90,2
	ФПВ-3	2,8		10,3	
n=32	ФПВ-3 M±m, σ	3,2 ± 0,6 σ =3,3	91,7±1,3 σ =7,3	8,6 ± 0,8 σ =4,6	91,1±0,8 σ =4,3

Таблиця 7

Ефективність видалення ТГМ із водопровідної води в процесі виробництва ФПВ-4

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
1	2	3	4	5	6
13.09.2010	Водопровідна	80,2	91,3	41,1	99,9
	ФПВ-4	7,0		< 5,0	
22.09.2010	Водопровідна	72,0	93,1	81,8	89,0
	ФПВ-4	5,0		8,9	
04.10.2010	Водопровідна	66,1	92,1	80,0	88,8
	ФПВ-4	5,2		9,0	
12.10.2010	Водопровідна	70,0	92,6	83,2	86,8
	ФПВ-4	5,2		11,0	
19.10.2010	Водопровідна	65	94,6	80,0	93,8
	ФПВ-4	3,5		5,0	
25.10.2010	Водопровідна	64,5	95,5	81,3	99,9
	ФПВ-4	2,9		< 5,0	
15.11.2010	Водопровідна	45,0	92,0	83,0	94,0
	ФПВ-4	3,6		5,0	
22.11.2010	Водопровідна	43,1	90,7	86,1	99,9
	ФПВ-4	4,0		< 5,0	
29.11.2010	Водопровідна	48,4	99,9	73,4	99,9
	ФПВ-4	< 2,5		< 5,0	
06.12.2010	Водопровідна	44,7	99,9	75,5	99,9
	ФПВ-4	< 2,5		< 5,0	
13.12.2010	Водопровідна	43,0	90,5	83,1	93,3
	ФПВ-4	4,1		5,6	
21.12.2010	Водопровідна	40,0	88,8	75,0	91,7
	ФПВ-4	4,5		6,2	
28.12.2010	Водопровідна	38,1	99,9	75,0	86,7
	ФПВ-4	< 2,5		10,0	
11.01.2011	Водопровідна	38,5	89,8	86,0	88,3
	ФПВ-4	3,9		10,1	
17.01.2011	Водопровідна	32,1	88,5	97,8	90,7
	ФПВ-4	3,7		9,1	

Дата	Найменування зразка води	Хлороформ		Трихлоретилен	
		С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %	С, мкг/дм ³	Ступінь видалення, %
24.01 2011	Водопровідна	32,0	88,3	91,0	89,2
	ФПВ-4	3,75		9,8	
31.01.2 011	Водопровідна	31,0	88,1	98,0	90,1
	ФПВ-4	3,7		9,7	
02.02.2 011	Водопровідна	31,5	88,1	99,0	90,0
	ФПВ-4	3,75		9,9	
07.02. 2011	Водопровідна	29,0	87,9	97,0	92,8
	ФПВ-4	3,5		7,0	
21.02 2011	Водопровідна	20,3	99,9	100,0	93,4
	ФПВ-4	< 2,5		6,6	
28.02. 2011	Водопровідна	18,1	99,9	98,0	90,4
	ФПВ-4	< 2,5		9,4	
09.03.2 011	Водопровідна	23,0	89,1	102,8	89,1
	ФПВ-4	2,5		11,2	
15.03.2 011	Водопровідна	25,3	90,1	114,0	86,3
	ФПВ-4	2,5		15,6	
21.03.2 011	Водопровідна	24,4	80,3	99,8	88,1
	ФПВ-4	4,8		11,9	
28.03.2 011	Водопровідна	28,8	87,2	113,0	84,5
	ФПВ-4	3,7		17,5	
04.04.2 011	Водопровідна	28,9	87,2	112,0	84,3
	ФПВ-4	3,7		17,6	
11.04. 2011	Водопровідна	31,5	99,9	118,0	91,6
	ФПВ-4	< 2,5		9,9	
18.04. 2011	Водопровідна	27,1	99,9	100,1	89,5
	ФПВ-4	< 2,5		10,5	
26.04. 2011	Водопровідна	30,0	88,3	114,6	90,4
	ФПВ-4	3,5		11,5	
04.05. 2011	Водопровідна	30,0	90,7	105,0	90,0
	ФПВ-4	2,8		10,5	
n=30	ФПВ-4 M±m, σ	3,0 ± 0,4 σ =1,9	92,1 ± 0,9 σ =5,1	8,3 ± 0,9 σ =4,8	91,4 ± 0,8 σ =4,6

Результати досліджень вмісту ТГМ у ФПВ-1 дозволяють зробити висновок, що повне зворотно-осмотичне опріснення водопровідної води не приз-

водить до повного видалення ТГМ, так як і одноступеневе адсорбційне очищення на АВ.

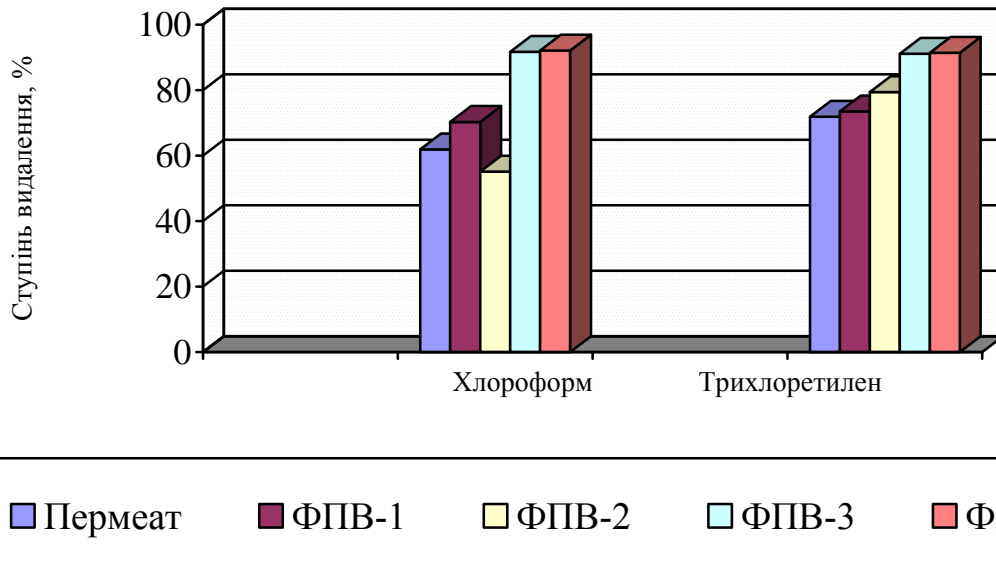


Рис. 5 – Середні значення ступеня видалення хлороформу та трихлоретилену із водопровідної води при виробництві ФПВ.

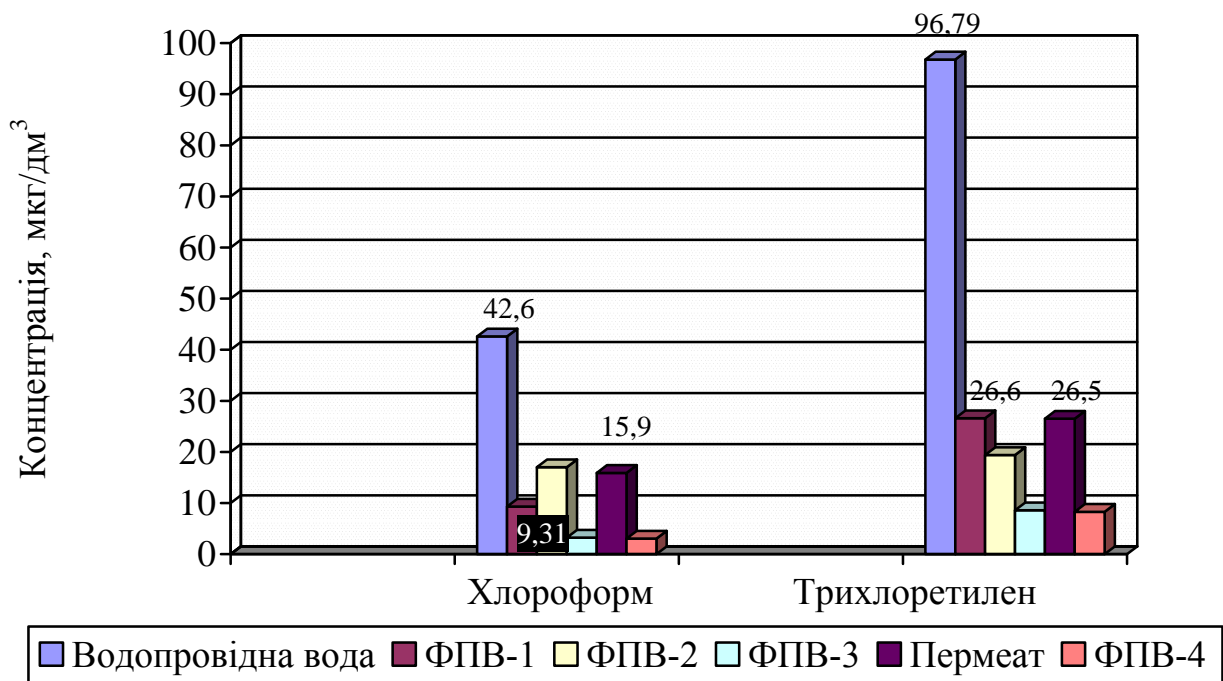


Рис. 6 – Середні значення вмісту ТГМ у фасованих питних водах.

Ефективність видалення ТХЕ з вихідної води вище, ніж хлороформу, якщо до технологій очищення входить метод зворотного осмосу, де має значення розмір молекули речовини, що видаляється.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про те, що стабільне видалення ТГМ із водопровідної води для досягнення гігієнічного нормативу для очищеної та фасованої питної води для хлороформу 6 мкг/дм^3 є складним технологічним завданням. Показано, що для досягнення необхідного ступеню очищення необхідно застосування багатостадійних комбінованих методів, найбільш ефективним є послідовне застосування зворотного осмосу та декількох стадій адсорбційного очищення на активованому вугіллі.

Досконалість та ефективність технологій видалення побічних продуктів знезараження є шляхом для досягнення питної води високої якості.

Висновки

1. Досліджено вміст ТГМ у воді централізованого господарсько-питного водопостачання м. Одеси протягом 2009-2011 рр. Середньорічні концентрації (мкг/дм^3) мали наступні значення: хлороформу $47,8 \pm 3,0$, $\sigma=15,4$; ТХЕ $123,2 \pm 12,4$; $\sigma=62,7$; тетрахлорвуглець (виявлено тільки у 2009 р.) $1,7 \pm 0,6$, $\sigma=2,2$. Переважає ТХЕ, перевищення нормативу якого виявлено у 72,0 % досліджених зразків у 2009 р., 91,7 % - у 2010 р. та 100 % - у 2011 р. Вміст ТГМ у водопровідній воді має сезонну залежність, найвищі концентрації спостерігаються влітку.

2. Встановлено ефективність видалення ТГМ технологіями очищення, що застосовуються у ВОП. Середні

ступені видалення (%) хлороформу із водопровідної води мали значення: $60,0 \pm 7,8$ (ВОП-1); $71,1 \pm 10,3$ (ВОП-2); $67,7 \pm 10,9$ (ВОП-3). Середні значення концентрацій (мкг/дм^3) в зразках очищених вод перевищували гігієнічні нормативи: хлороформ - $20,5 \pm 4,5$ (ВОП-1); $9,4 \pm 2,4$ (ВОП-2); $21,5 \pm 7,8$ (ВОП-3); ТХЕ - $70,4 \pm 20,8$ (ВОП-1); $36,0 \pm 9,0$ (ВОП-2); $70,4 \pm 27,7$ (ВОП-3).

3. Встановлено ефективність видалення ТГМ технологіями очищення, що застосовуються при виробництві ФПВ. Середні ступені видалення (%) хлороформу із водопровідної води мали значення: $61,9 \pm 7,6$ (ФПВ-1); $55,1 \pm 3,0$ (ФПВ-2); $91,7 \pm 1,3$ (ФПВ-3); $92,1 \pm 0,9$ (ФПВ-4).

Середні значення концентрацій (мкг/дм^3) ТГМ в зразках ФПВ: хлороформ (мкг/дм^3) - $9,3 \pm 1,4$, $\sigma=5,9$ (ФПВ-1); $17,0 \pm 0,7$, $\sigma=3,0$ (ФПВ-2); $3,2 \pm 0,6$, $\sigma=3,3$ (ФПВ-3); $3,0 \pm 0,4$, $\sigma=1,9$; (ФПВ-4); ТХЕ - $26,6 \pm 4,0$, $\sigma=17,4$ (ФПВ-1); $19,4 \pm 3,0$, $\sigma=12,9$ (ФПВ-2); $8,6 \pm 0,8$, $\sigma=4,6$ (ФПВ-3); $8,3 \pm 0,9$, $\sigma=4,8$ (ФПВ-4).

4. Встановлено, що досліджені ВОП та технології очищення водопровідної води, що застосовуються при виробництві деяких ФПВ, не забезпечують стабільне видалення з води ТГМ до гігієнічних нормативів. Мають місце процеси десорбції ТГМ із активованого вугілля до очищеної води.

5. Аналіз технологій очищення водопровідної води від ТГМ свідчить, що при застосуванні у процесі очищення хлорованої водопровідної води сучасних багатоступневих комбінованих методів (зворотний осмос, адсорбція на АВ та ін.) можливе видалення хлороформу до гігієнічного нормативу 6 мкг/дм^3 .

Література

1. Trihalomethanes in drinking water distribution system of four waterworks / T. K. Nissinen, J. T. Miettinen, P. Martikainen [et al.] // IV Intern. Confer. "Water Supply and Water Quality". – Krakow (Poland).– 2000.– P.1195 – 1198.
2. Мокиенко А. В. Обеззараживания воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Т. 1. Хлор и его соединения /А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко, А.И. Гоженко / Одесса: ТЭС, 2011.- 484 с.
3. Прокопов В.О. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу хлорованої питної води України щодо вмісту хлороформу / В.О. Прокопов, Г. В. Чичковська // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2005. – Вып. 46. – С. 61–65.
4. Прокопов В. О. Хлороорганічні сполуки у питній воді та ризики для здоров'я / В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, О. І. Волощенко // ЕТЕВК-2007 : міжнар. конгрес, 22 – 26 травня, 2007 р.: зб. доп. – Ялта, 2007. – С. 21– 28.
5. Моніторингові спостереження за вмістом хлороорганічних сполук у питній воді м. Києва / В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, О. М. Поліщук [та ін.] // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : наук.- практ. конф. молодих вчених (п'яті марзєєвські читання) : зб. тез доповідей – Київ: ДУ «ІГМЕ ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», 2009.– С. 47–49.
6. Прокопов В.О. Хлороорганічні сполуки у питній воді та шляхи мінімізації їх утворення на водопровідних станціях / В.О. Прокопов // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : наук. – практ. конф. (шості марзєєвські читання) : зб. тез доповідей. – Київ: ДУ «ІГМЕ ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», 2010. – С. 111–112.
7. Singer P.C. Occurrence of haloacetic acids in chlorinated drinking water / P.C. Singer // Water Supply. – 2002. – V. 2, N 5 – 6. – P. 487–492.
8. Комплексна оцінка якості фасованих вод / В. Гончарук, В. Архипчук, Г. Терлецька [та ін.] // Комплексна оцінка якості фасованих вод // Вісник НАНУ. – 2005. – № 3. – С. 47–58.
9. Прокопов В.О. Стан виробництва та сучасні вимоги до фасованої питної води в Україні / В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, В. А. Соболев // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: наук.-практ. конф. : зб. тез доп. – К.: ДУ «ІГМЕ ім.О.М.Марзєєва НАМНУ», 2011. – С. 92 – 94.
10. Гончарук В. В. Комплексная оценка качества фасованных негазированных питьевых вод / В. В. Гончарук, В. Ф. Коваленко // Химия и технология воды. – 2011. – Т. 33, № 6. – С. 656–665.
11. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – Затверджено наказом МОЗ України від 12.05.2010 р., № 400. – Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 р. за № 452/17747. – Київ: МОЗ України. – 2010. – 36 с. – (Державні санітарні правила і норми).
12. Якість води. Визначання високолетких галогенованих вуглеводнів методом газової хроматографії (ISO 10301:1997, IDT) : ДСТУ ISO 10301. –2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 34 с. – (Національний стандарт України).

13. Смирнов А. Д. Сорбционная очистка воды / А. Д. Смирнов. – Ленинград : "Химия", 1982. – 168 с.

Ключові слова: водопровідна, очищена, фасована питна вода, тригалогенметани, водоочисні пристрої, технології очищення.

УДК 614.777:628.168.4
 ДООЧИЩЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ
 ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ В ПУНКТАХ РОЗЛИВУ
 ТА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФАСОВАНИХ
 ПИТНИХ ВОД

Н.Ф.Петренко, А.І.Андрейцова*,
 Л.В.Болотнікова***

**Державне підприємство Український
 науково-дослідний інститут медицини
 транспорту Міністерства охорони
 здоров'я України;*

*** Державна установа «Одеський
 обласний лабораторний центр
 Дежсаепідслужби України»*

Мета дослідження - оцінка ефективності видалення ТГМ технологіями очищення, які застосовуються для додаткового очищення хлорованої водопровідної води у водоочисних пристроях (ВОП) колективного використання та при виробництві фасованих питних вод (ФПВ).

Досліджено вміст ТГМ у водопровідній воді м. Одеси протягом 2009-2011 рр. Середні значення концентрацій (мкг/дм³) за цей період (n=75) склали: хлороформу - $47,8 \pm 3,0$, $\sigma=15,4$; трихлоретилен $123,2 \pm 12,4$, $\sigma=62,7$; тетрахлорвуглець (виявляли тільки у 2009 р.) $1,7 \pm 0,6$, $\sigma=2,2$.

Встановлено ефективність видалення ТГМ технологіями очищення, що застосовуються у ВОП. Середні ступені видалення (%) хлороформу із водопровідної води мали значення: $60,0 \pm 7,8$ (ВОП-1); $71,1 \pm 10,3$ (ВОП-2);

$67,7 \pm 10,9$ (ВОП-3). Вміст хлороформу в зразках очищених вод перевищував гігієнічний норматив (6 мкг/дм³).

Досліджено вміст ТГМ у зразках ФПВ: хлороформ (мкг/дм³) - $9,3 \pm 1,4$, $\sigma=5,9$ (ФПВ-1); $17,0 \pm 0,7$, $\sigma=3,0$ (ФПВ-2); $3,2 \pm 0,6$, $\sigma=3,3$ (ФПВ-3); $3,0 \pm 0,4$, $\sigma=1,9$ (ФПВ-4). Встановлено ефективність видалення ТГМ технологіями очищення, що застосовуються при виробництві ФПВ. Середні ступені видалення (%) хлороформу із водопровідної води мали значення: $61,9 \pm 7,6$ (ФПВ-1); $55,1 \pm 3,0$ (ФПВ-2); $91,7 \pm 1,3$ (ФПВ-3); $92,1 \pm 0,9$ (ФПВ-4). Вміст хлороформу в 50 % зразків ФПВ перевищував гігієнічний норматив 6 мкг/дм³.

Доведена необхідність застосування багатоступеневих комбінованих методів (зворотний осмос, адсорбція на активному вугіллі та ін.) для ефективного очищення водопровідної води від ТГМ.

Ключові слова: водопровідна, очищена, фасована питна вода, тригалогенметани, водоочисні пристрої, технології очищення.

УДК 614.777:628.168.4

ДООЧИСТКА ВОДОПРОВІДНОЇ
 ВОДИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ В ПУНКТАХ
 РАЗЛИВА И ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
 ФАСОВАННЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД

Н.Ф.Петренко, А.И.Андрейцова*,
 Л.В.Болотникова***

**Государственное предприятие
 «Украинский научно-исследовательский
 институт медицины транспорта» Ми-
 нистерства здравоохранения Украины;*

*** Государственное учреждение
 «Одесский областной лабораторный
 центр Госсанэпидслужбы Украины»*

Цель исследования - оценка эффективности удаления ТГМ технология-

ми очистки, которые применяются для дополнительной очистки хлорированной водопроводной воды в водоочистных устройствах (ВОУ) коллективного использования и при производстве расфасованных питьевых вод (РПВ). Исследовано содержание ТГМ в водопроводной воде г. Одессы на протяжении 2009-2011 гг. Средние значения концентраций (мкг/дм³) за этот период (n=75) составили: хлороформ - $47,8 \pm 3,0$, $\sigma=15,4$; трихлорэтилен $123,2 \pm 12,4$; $\sigma=62,7$; тетрахлоруглерод (обнаружен только в 2009 г.) $1,7 \pm 0,6$, $\sigma=2,2$. Определена эффективность удаления ТГМ технологиями очистки, которые применяются в ВОУ. Средние степени удаления (%) хлороформа из водопроводной воды имели значения: $60,0 \pm 7,8$ (ВОУ-1); $71,1 \pm 10,3$ (ВОУ-2); $67,7 \pm 10,9$ (ВОУ-3). Содержание хлороформа в пробах очищенных вод превышало гигиенический норматив (6 мкг/дм³). Исследовано содержание ТГМ в пробах РПВ: хлороформ (мкг/дм³) - $9,3 \pm 1,4$, $\sigma=5,9$ (ФПВ-1); $17,0 \pm 0,7$, $\sigma=3,0$ (ФПВ-2); $3,2 \pm 0,6$, $\sigma=3,3$ (ФПВ-3); $3,0 \pm 0,4$, $\sigma=1,9$ (ФПВ-4). Установлена эффективность удаления ТГМ технологиями очистки, которые применяются при производстве РПВ. Средние степени удаления (%) хлороформа из водопроводной воды имели значения: $61,9 \pm 7,6$ (РПВ-1); $55,1 \pm 3,0$ (РПВ-2); $91,7 \pm 1,3$ (РПВ-3); $92,1 \pm 0,9$ (РПВ-4). Содержание хлороформа в 50 % проб РПВ превышало гигиенический норматив (6 мкг/дм³). Доказана необходимость применения многоступенчатых комбинированных методов (обратный осмос, адсорбция на активном угле и др.) для эффективной очистки водопроводной воды от ТГМ.

Ключевые слова: водопроводная, очищенная, расфасованная питье-

вая вода, тригалогенметаны, водоочистные устройства, технологии очистки.

ADDITIONAL CLEANING OF TAP WATER FOR REALIZATION IN POINTS OF FLOOD AND BY MANUFACTURE OF THE PACKED UP POTABLE WATER

*N.F.Petrenko**, *A.I.Andrejtsova**,
*L.V.Bolotnikova***

**State Enterprise Ukrainian scientific research institute of medicine of transport of Ministry of Health of Ukraine, Odessa;*

***State Enterprise «Odessa regional laboratory centre of State sanitary-epidemiologicheskaja service of Ukraine», Odessa*

The objective – to estimate the efficacy of trihalomethanes (TGM) removal with the purification technologies which are used for the additional purification of chlorine running water in the water - purifying equipment (WPE) of collective usage and at the manufacturing of packing drinking waters (PDW). The content of TGM has been investigated in the running drinking water in the city of Odessa from 2009 to 2011. The average concentration (mkg/dm³) for this period were (n=75): chloroform - $47,8 \pm 3,0$, $\sigma=15,4$; trichlorethylene $123,2 \pm 12,4$; $\sigma=62,7$; tetrechlocarbon (the latter was found only in 2009) $1,7 \pm 0,6$, $\sigma=2,2$.

The efficacy of TGM removal with the purification technologies under discussion has been revealed. The average degree of removal of chloroform (%) from the running water were: $60,0 \pm 7,8$ (WPE - 1); $71,1 \pm 10,3$ (WPE - 2); $67,7 \pm 10,9$ (WPE). Chloroform content in the samples of the purified water was higher than hygienical norm (6 mkg/dm³). Content of TGM in the samples of PWD has been investigated, too. Chloroform (mkg/dm³) - $9,3 \pm 1,4$, $\sigma=5,9$ (PWD - 1); $17,0 \pm 0,7$, $\sigma=3,0$ (PWD - 2); $3,2 \pm 0,6$, $\sigma=3,3$ (PWD - 3); $3,0 \pm 0,4$, σ

=1,9 (PWD - 4). The efficacy of TGM removal has used for the manufacturing of PDW has been revealed. The average degree of removal of chloroform (%) from the running water were: 61,9 ±7,6 (PWD - 1); 55,1±3,0 (PWD - 2); 91,7±1,3 (PWD - 3); 92,1±0,9 (PWD - 4). Chloroform content in 50 % of the PWD samples overpassed the hygienic norm 6 mkg/dm³. The necessity of many-staged combined methods (reverse osmos, adsorption on the activated carbon, etc.) for the effective purification

of running water from TGM has been proved.

Keywords: running water, purified water, packed drinking water, water-purifying equipment, technologies for purification.

Впервые поступила в редакцию 02.06.2013 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.

УДК 504.06

TALORCHESTIA DESHAYESII (AUDOUIN, 1826) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ БИОИНДИКАТОР В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА МОРСКОЙ СРЕДЫ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЧЕРНОГО МОРЯ

М. О. Сон, А. В. Кошелев

*Одесский филиал Института биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского НАН Украины*

Введение

Бурное развитие рекреации и застройки побережий привело к массовым антропогенным вмешательствам в экосистемы береговой зоны Черного моря. Современные исследования показывают, что комплексная рекреационная нагрузка и ряд различных нарушений экосистем пляжей принципиально изменяют условия обитания организмов в биотопах зоны «море-берег» [1, 3 – 5]. Вместе с тем, подобные исследования проводились преимущественно на побережьях приливных морей и океанов, и аналогичные механизмы влияния в условиях супралиторали внутренних морей до последнего времени оставались неизучен-

ными. Виды – обитатели прибойной зоны в связи с их эволюцией в экстремальной контактной зоне, для которой характерны значительные концентрации загрязняющих веществ, радиации и других опасных агентов, крайне устойчивы к действию химического загрязнения, что позволяет их использование для независимой индикации других антропогенных нарушений. Напротив, чувствительность к не химическим воздействиям у многих таких видов очень высока, причем различные виды в различной степени реагируют на различные типы воздействия.

При исследованиях антропогенно нарушенных песчаных пляжей Атлантического океана и Западного Средизем-