УДК 613.38:628.161:656.6:661.45(477.63)

Ю.В. Загороднюк*[*],
С.Т. Омельчук*[**],
К.Ю. Загороднюк*[**],
М.І. Василиненко*[***]

ЗАКОНОМІРНОСТІ УТВОРЕННЯ ХЛОРОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ (НА ПРИКЛАДІ ВОДООЧИСНИХ СПОРУД МІСТА НІКОПОЛЬ)

Громадська організація «Фонд розвитку водоочисних технологій»[*]
(голова правління – Ю.В. Загороднюк)
НМУ ім. О.О. Богомольця[**]
Хіміко-бактеріологічна лабораторія комунального підприємства «Нікопольське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства»[***]
(начальник – М.І. Василиненко)

Ключові слова: *якість води, хлорорганічні сполуки, фульвокислоти, гумінові кислоти, технології очищення питної води, технологія транспортування питної води, шляхи покращення якості питної води, реагенти, коагулянти*
Key words: *water quality, chlororganic compounds, technologies of water purification, technology of drinking water transportation, ways of drinking water quality improvement, reagents, coagulants*

Резюме. *Установлены закономерности образования хлорорганических соединений (ХОС) в процессах очистки и транспортировки питьевой воды на примере водоочистных сооружений (ВОС) города Никополь Днепропетровской области, дана гигиеническая оценка ВОС, процессов, методов, способов и технологий очистки поверхностных вод Каховского водохранилища, которые применяются на фильтровальной станции водоочистных сооружений коммунального предприятия «Никопольское производственное управление водопроводно-канализационного хозяйства», а также технологии транспортировки воды конечным потребителям, научно обоснованы пути улучшения качества питьевой воды по содержанию ХОС.*
Summary. *Regularities of chlororganic compounds formation in the processes of purification and transportation of drinking water by the example of Nikopol, town of Dnipropetrovsk region water treating facilities (WTF) was established, hygienic evaluation of WTF, processes, methods, means and technologies of purification of Kachovsk surface water storage pond used by filtration plant of water treating facilities of municipal company "Nikopol production administration of water supply and sewer utility" and technology of water transportation to the finite consumers was given, ways of drinking water quality improving were scientifically substantiated.*

За даними моніторингу, який проводить санепідслужба, одним із найбільш проблемних забруднювачів питної води в Україні є хлорорганічні сполуки (ХОС) [17].

Найбільш високі концентрації ХОС визначаються у питній воді водопроводів, які забирають воду із річки Дніпро, в першу чергу із Кременчуцького, Дніпродзержинського, Дніпровського та Каховського водосховищ.

Так, кількість проб із перевищенням ГДК ХОС у Полтавській області становить 40%, Черкаській – 41%, Кіровоградській 67%, Дніпропетровській – 76%, Херсонській – 90%.

Наприклад, вміст хлороформу у питній воді Іванівського групового водопроводу Херсонської області, що забирає воду із Каховського магістрального каналу, досягає 120-190 мкг/л (2-3 величини ГДК), а у місті Комсомольськ Полтавської області - 380-400 мкг/л.

Вміст хлороформу в питній воді м. Харкова в окремі періоди перевищує ГДК в 3-6 разів, м. Донецька - 1,5-3 та більше разів, м. Дніпродзержинська та м. Дніпропетровська - в 3 та більше разів [5, 15, 21].

Відомо, що при постійному тривалому надходженні до організму людини ХОС можуть викликати хронічні отруєння. Метаболізм ХОС відбувається в печінці, а накопичення можливе лише у жирових тканинах. Через це при довготривалому надходженні ХОС до організму людини переважно вражаються печінка та центральна нервова система. Виведення метаболітів ХОС з організму людини відбувається через легені та нирки. Встановлено, що ХОС, наприклад хлороформ, здатні проникати через плацентарний бар'єр. Найбільш потенційно небезпечним ефектам від впливу ХОС на організм людини є канцерогенна дія [4, 23].

З високим вмістом ХОС у воді пов'язана підвищена захворюваність населення на хвороби

травної, сечовивідної систем, цереброваскулярної хвороби. Доведено пряму залежність між вмістом ХОС у питній воді та показниками смертності від злоякісних новоутворень шлунково-кишкового тракту і сечовивідної системи [4, 12].

Таким чином, ХОС належать до найбільш небезпечних видів забруднювачів, тому що можуть мати токсичний, канцерогенний, мутагенний та інші впливи на живі організми [12, 16, 24].

ХОС належать до групи забруднювачів, які утворюються виключно в результаті техногенних процесів, при цьому провідне місце серед цих процесів займають процеси очищення води [6].

Серед процесів очищення питної води найбільш значущим з точки зору профілактики епідемічних інфекційних захворювань є знезараження.

Хлорування – найбільш відомий спосіб знезараження води. Хлорування води здійснюється газоподібним хлором або речовинами, які містять активний хлор: хлорним вапном, гіпохлоритом, хлораміном, діоксидом хлору тощо. В останні роки набуває розповсюдження електрохімічний спосіб.

Хлорування має значні переваги, а саме: широкий спектр антимікробної дії, економічність, простота технологічного оформлення, наявність способів технологічного контролю.

У той же час хлорування має ряд суттєвих недоліків, оскільки після хлорування у воді утворюються ХОС [1, 7].

Завдяки сучасним методам дослідження в питній воді виявляють понад 300 летких та нелетких ХОС, у тому числі тригалометанів (ТГМ).

Згідно із сучасними уявленнями, утворення ХОС у питній воді відбувається в результаті взаємодії двох основних чинників: органічних речовин, що містяться у воді водойм, та хлорвмісних реагентів, які використовуються в процесі водопідготовки.

На процес утворення ХОС впливають кількість та якісний склад органічних речовин у воді джерела водопостачання, а також природа їх походження (природні чи антропогенні).

До природних органічних речовин у поверхневих водах відносяться високомолекулярні (гумінові (ГК) та фульвокислоти (ФК), білки, аміноцукри тощо) та низькомолекулярні (амінокислоти, пігменти тощо).

До антропогенних органічних речовин у поверхневих водах відносяться феноли, пестициди, тощо [18].

ГК та ФК становлять 80-90% органічних речовин у поверхневих водах. ГК та ФК у поверхневих водах можуть знаходитись у розчиненому, колоїдному та зваженому станах, співвідношення між якими залежить від хімічного складу, pH води та інших факторів. Вміст ГК та ФК у поверхневих водах коливається від 10-100 мкг/л за вуглецем до декількох. Молекулярна маса ГК та ФК коливається від 500 до 200000 і більше. Відносна молекулярна маса умовно приймається 1300-1500. Будова ГК та ФК має вигляд сітки циклічно полімеризованого вуглецю з боковими ланцюгами. Вміст ГК і ФК в основному визначає такі показники якості води, як кольоровість, перманганатну та біхроматну окиснюваність.

Встановлена залежність утворення ХОС від кольоровості вихідної води (коефіцієнт кореляції 96% (0,96)) та перманганатної окиснюваності, яка визначає вміст легкоокиснюваних органічних сполук (коефіцієнт кореляції 97% (0,97)) [11, 18].

Максимальна швидкість утворення ХОС спостерігається у нейтральному середовищі і пов’язана із окисненням спиртових та фенольних гідроксилів.

Встановлено також, що присутність у воді іонів металів Zn^{2+},Cu^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+} у два-шість разів інтенсифікує утворення хлороформу при хлоруванні поверхневих вод, у той же час іони Fe^{2+}, Na^{+},Ca^{2+} діють як інгібітори утворення ХОС [18].

Спектр ХОС питних вод представлений хлороформом (82,2%), хлоретиленами (2-6%), чотирихлористим вуглецем (4%) і хлорфенолами (3,3-4%).

За однакового вмісту органічних речовин у вихідній воді рівень утворення ХОС, у першу чергу хлороформу, лінійно залежить від дози введеного і залишкового хлору.

До 80% хлороформу та інших ХОС утворюються при первинному хлоруванні. За час перебування в очисних спорудах та при застосуванні вторинного хлорування вміст хлороформу збільшується ще на 10-15%. Утворення ХОС також може продовжуватись у розподільчій мережі. Хлороформ можна вважати маркером наявності інших ТГМ [18].

Вміст хлорорганічних сполук у питній воді має сезонні коливання, які аналогічні коливанням у питній воді РЧВ [3].

Кількість утворюваних ХОС та їх хімічний склад залежать також від складу та стану водопровідних очисних споруд (ВОС) і технологій очищення води, які використовуються на ВОС конкретних водопроводів [3, 14].

Зниження вмісту хлорорганічних сполук у питній воді до величин, встановлених ДСанПіН 2.2.4-171-10, є на сьогодні однією з основних

задач інженерів, технологів та гігієністів [2, 13, 19, 20].

Для правильного добору технологій та методів, які дозволять зменшити кількість ХОС у питній воді конкретних водопроводів, необхідно знати закономірності утворення ХОС у процесах очищення поверхневих вод на ВОС та під час транспортування питної води кінцевим споживачам у розподільчих мережах цих водопроводів.

Метою даної роботи була гігієнічна оцінка процесів утворення хлорорганічних сполук у процесах очищення поверхневих вод на фільтрувальній станції водоочисних споруд (ФС ВОС) та під час транспортування питної води кінцевим споживачам у водопровідних розподільчих мережах комунального підприємства «Нікопольське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства» (в подальшому КП НВУВКГ).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення вищезазначеної мети нами були визначені наступні задачі:

1. Експериментальним шляхом встановити закономірності утворення ХОС на етапах очищення поверхневих вод Каховського водосховища на ФС ВОС КП НВУВКГ.

2. Експериментальним шляхом встановити закономірності утворення ХОС у водопровідних розподільчих мережах під час транспортування питної води кінцевим споживачам.

3. На підставі отриманих експериментальних даних дати гігієнічну оцінку водоочисних споруд, процесів, методів, способів та технологій очищення поверхневих вод Каховського водосховища, що використовуються на ФС ВОС КП НВУВКГ, та технологій транспортування питної води кінцевим споживачам.

4.Науково обґрунтувати шляхи покращення якості питної води ФС ВОС КП НВУВКГ за вмістом ХОС.

Об’єкти дослідження – процес очищення поверхневих вод Каховського водосховища у традиційній одноступеневій технологічній схемі водопідготовки, процес утворення ХОС на ФС ВОС та у водопровідних розподільчих мережах НВУВКГ м. Нікополя.

Предмет дослідження – показники якості поверхневих вод Каховського водосховища в місці водозабору, на різних етапах її очищення на ФС ВОС КП ВУВКГ та подальшого її транспортування водорозподільчими мережами.

Для вирішення поставлених задач нами були використані наступні методи**:** методи санітарно-гігієнічної та санітарно-технічної експертизи, хімічні та фізико-хімічні методи аналізу якості води, бібліографічний метод аналізу наукової інформації.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Закономірності утворення ХОС у процесах очищення поверхневих вод Каховського водосховища на ФС ВОС КП ВУВКГ та під час транспортування питної води водопровідними розподільчими мережами кінцевим споживачам досліджували шляхом визначення на різних етапах наступних показників якості води: лужність, водневий показник, загальна жорсткість, залізо загальне, марганець, хлороформ, вуглець чотирихлористий, 1,2-дихлоретан, 1,1-дихлоретилен, дибромхлорметан.

Визначення показників якості води проводили у відповідності до затверджених методик з використанням такого обладнання: атомно-абсорбційного спектрометра АА-7003 з електротермічною атомізацією, системи капілярного електрофорезу «Капель-104Т», рідинного хроматографа GC – 4000 А з детектором ЕЗД, фотоелектрокалориметра.

Дослідження проводили у липні, оскільки, за літературними даними та даними багаторічних спостережень, саме в цей період утворюється найбільша кількість побічних продуктів підготовки води із поверхневих джерел водопостачання, зокрема ХОС.

Проби води на етапах водопідготовки та під час транспортування у водопровідних мережах відбиралися у відповідності до вимог ГОСТ 24481-80 у таких місцях:

- насосна станція І-го підйому «Береговая» (вода вихідна, Каховське водосховище);
- аванкамера блоку комплексного очищення (БКО) (вода після первинного хлорування);
- пробовідбірник 1-е хлорування БКО (вода після введення коагулянта);
- контактний освітлювач БКО (вода, що надходить до РЧВ до вторинного хлорування);
- вхід до РЧВ №3 (загальний фільтрат після вторинного хлорування);
- насос №3 БКО, ІІ-й підйом КП НВУВКГ (вода питна, вихід у міську мережу);
- вул. Бєлгородська, 17 (водопровідна мережа міста, трубопровід – пластик ПЕ);
- вул. К.Маркса, 180 (водопровідна мережа міста, трубопровід-сталь);
- вул. Альпова, 3 (ІІІ-й підйом КП НВУВКГ);
- вул. К.Цеткин, 1-й споживач КП НВУВКГ (водопровідна мережа міста).

Довжина пластикового трубопроводу від магістрального до вул. Бєлгородської, 17 та довжина сталевого трубопроводу від магістрального до – вул. К.Маркса, 180 однакові.

Вул. Альпова, 3 (ІІІ-й підйом КП НВУВКГ) – один із найвіддаленіших споживачів.

Результати визначення показників якості води та вмісту ХОС у відібраних пробах наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники якості води та вмісту ХОС у місцях відбору проб на ФС ВОС КП ВУВКГ та під час транспортування питної води водопровідними розподільчими мережами

Час відбору проби води	Місце відбору проби води	Лужність, моль/м^3	Водневий показник, одиниці pH	Жорсткість, моль/м^3	Залізо загальне, мг/дм^3 (титриметричний метод)	Залізо загальне, мг/дм^3 (метод ААС)	Марганець, мг/дм^3	Хлороформ, мг/дм^3	Вуглець чотирихлористий, мг/дм^3	1,2-дихлоретан, мг/дм^3	1,1-дихлоретилен, мг/дм^3	Дибромхлорметан, мг/дм^3
10-00	Насосна станція І-го підйому «Берегова» (вода вихідна, Каховське водосховище)	3,0	8,45	3,61	0,060	0,012	0,011	< 0,014	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	< 0,001
10-10	Аванкамера БКО (вода після первинного хлорування)	2,9	7,80	3,56	0,082	0,011	0,008	0,134	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
10-15	Пробовідбірник 1-е хлорування БКО (вода після введення коагулянта)	2,9	7,70	3,50	0,052	0,005	0,007	0,134	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
10-20	Контактний освітлювач БКО (вода, що надходить до РЧВ)	2,8	7,95	3,56	< 0,05	< 0,002	0,004	0,148	< 0,0003	< 0,002	0,003	0,002
10-30	Вхід до РЧВ №3 (загальний фільтрат після вторинного хлорування)	2,8	7,80	3,56	< 0,05	0,003	0,004	0,147	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
10-40	Насос №3 БКО, ІІ-й підйом КП НВУВКГ (вода питна, вихід в міську мережу)	2,8	7,85	3,56	< 0,05	0,009	0,006	0,138	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
13-05	Бєлгородска, 17 (водопровідна мережа міста, трубопровід - ПЕ)	2,8	7,55	3,61	< 0,05	0,013	0,005	0,158	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
12-45	К.Маркса, 180 (водопровідна мережа міста, трубопровід-сталь)	2,7	7,30	3,56	< 0,05	0,010	0,005	0,170	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
12-05	Альпова, 3 (ІІІ-й підйом КП НВУВКГ)	2,8	7,30	3,61	< 0,05	0,010	0,004	0,170	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002
12-55	К.Цеткин, 1-й споживач КП НВУВКГ (водопровідна мережа міста, трубопровід-сталь)	2,7	7,60	3,61	< 0,05	0,034	0,009	0,159	< 0,0003	< 0,002	< 0,002	0,002

Аналіз даних, які наведені в таблиці 1, дозволяє зробити наступні висновки:

- збільшення концентрації ХОС у воді при її обробці на ФС ВОС КП НВУВКГ відбувається в декілька стадій;

- основний приріст концентрації тригалометанів (приблизно в 150 разів) відбувається після первинного хлорування;

- після контактних освітлювачів БКО приріст концентрації тригалометанів незначний (не перевищує 10%);

- другий за значенням приріст концентрації тригалометанів у воді (на 14-23%) відбувається під час проходження розподільчими водопровідними мережами;

- приріст концентрації тригалометанів у воді під час проходження розподільчими водопровідними мережами не залежить від матеріалу труб (пластикові чи сталеві), по яких вона транспортується;

- 99,5% утворених у процесі обробки тригалометанів представлені хлороформом, близько 0,4% дибромхлорметаном, інші тригалометани зустрічаються у фонових кількостях.

Згідно з даними літератури [3, 11, 14, 18], на інтенсивність утворення ХОС у процесах очищення поверхневих вод впливають такі показники якості, як:

- кольоровість, перманганатна та біхроматна окиснюваність;

- присутність у воді іонів металів Zn^{2+},Cu^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+};

- pH;

- залишковий хлор.

Нами було проаналізовано динаміку змін цих та деяких інших показників у воді Каховського водосховища в місці водозабору ФС ВОС НВУВКГ та питній воді із резервуарів чистої води (РЧВ) ФС ВОС КП НВУВКГ за даними останніх п'яти років (2005-2009 роки) та 6 місяців 2010 року (табл. 2).

Ґрунтуючись на результатах багаторічних досліджень, до основних проблемних забруднювачів води питної, очищеної на ФС ВОС КП НВУВКГ, віднесли хлороформ, дибромхлорметан, залишковий алюміній, а також такий показник, як кольоровість, оскільки їх величини в певні періоди року перевищують максимально допустимі, встановлені ДСанПіН 2.2.4 – 171 - 10 "Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною", а також каламутність, перманганатна окиснюваність, значення яких наближаються до ГДК, неприємні запах і присмак.

Із вказаних забруднювачів, у відповідності до класифікації за Ю.А.Рахманіним (табл. 3), кольоровість, каламутність, перманганатна окиснюваність, запах і присмак належать до споживацьких показників якості, по відношенню до яких ВОС з одноступеневою схемою мають забезпечувати високу ефективність очищення.

Хлороформ, дибромхлорметан, залишковий алюміній належать до групи фізико-хімічних показників, за якими якість води, у випадку невідповідності технологічного режиму експлуатації ВОС із класичною одно- або двоступеневою технологічною схемою, погіршується.

Відомо, що при рівні залишкового хлору в межах 0,3-1,1 мг/л кількість хлороформу, який утворюється, не перевищує ГДК (60 мкг/л) [18]. У нашому випадку у питній воді спостерігається понаднормовий вміст хлороформу - 190 мкг/дм^3 при наведених у таблиці 2 коливаннях вмісту залишкового хлору. На нашу думку, така висока концентрація хлороформу у питній воді ФС ВОС КП НВУВКГ пов'язана із підвищеним вмістом у воді водозабору ГК та ФК, які в основному і визначають такі показники якості, як кольоровість та перманганатна окиснюваність.

Для виявлення можливих методів та процесів покращення якості води питної, очищеної на ФС ВОС КП НВУВКГ, нами було проведено аналіз та класифіковано проблемні забруднювачі у відповідності до їх фазово-дисперсного стану за Л.А.Кульським [8].

Встановлено, що проблемні забруднювачі води питної ФС ВОС КП НВУВКГ відносяться до II (гідрофільні і гідрофобні колоїди та високомолекулярні сполуки, що зумовлюють окиснюваність і кольоровість води) та III (органічні речовини, часто токсичні, що надають воді забарвлення, запаху і присмаку, феноли, спирти, альдегіди, розчини неелектролітів) груп.

Виходячи із думки О.М. Марзєєва про те, що «…задача гігієніста полягає в тому, щоб у кожному окремому конкретному випадку вказати способи очистки води, що цілком гарантують громадське здоров'я при суворій відповідності вимогам економіки здорового глузду» [9], та враховуючи економічні проблеми, які унеможливлюють проведення масштабної реконструкції ФС ВОС м. Нікополя, для покращення якості води питної, очищеної на ФС ВОС КП НВУВКГ, на нашу думку, доцільно інтенсифікувати існуючі процеси.

Таблиця 2

Показники якості води водозабору ВОС КП НВУВКГ та води питної РЧВ ФС ВОС КП НВУВКГ

Найменування вимірюваних величин	Одиниці вимірювання	Концентрації величин, що вимірювалися, вода Каховського водосховища		Концентрації величин, що вимірювалися, питна вода	
		максимальна	мінімальна	максимальна	мінімальна
Фізико-хімічні показники					
Температура води	°С	26,1	0,2	26,2	0,3
Інтенсивність запаху 200/600	бали	1 / 2 землистий, болотний, рибний		1 / 2 хлорний	
Присмак	бали	1 / 2 землистий, болотний		1 хлорний	
Кольоровість	град.	82,8	22,0	26,7	7,8
Каламутність	мг/дм3	17,49	0,85	1,47	< 0,58
Зважені речовини	мг/дм3	18,0	1,0	2,4	відсутність
pH	одиниці pH	9,5	7,75	8,55	6,50
Окиснюваність перманганатна	мгО2/дм3	16,48	6,88	13,60	4,48
Залізо загальне	мг/дм3	0,208	< 0,02	< 0,05	
Мідь	мг/дм3	0,105	< 0,002	0,058	< 0,002
Цинк	мг/дм3	< 0,05		< 0,005	
Марганець	мг/дм3	< 0,05		< 0,1	
Алюміній залишковий	мг/дм3	< 0,05		0,396	0,040
Хлороформ	мг/дм3	< 0,005		0,190	0,040
Тетрахлорвуглець	мг/дм3	< 0,0005		< 0,0005	
Дибромхлорметан	мг/дм3	<0,001		0,006	<0,001
Хлор залишковий активний	мг/дм3	-	-	1,60	0,80
Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм3	-	-	0,80	0,50
Хлор залишковий вільний	мг/дм3	-	-	0,80	0,30

У відповідності до класифікації процесів та методів вилучення домішок з води за групами методів очищення та за їх фазово-дисперсним станом за А.К.Запольським [22] до таких процесів та методів можна віднести наступні:

- коагуляція колоїдних систем, агрегація високомолекулярними флокулянтами аніонного та катіонного типу;
- адсорбція на гідроксидах алюмінію і заліза, а також високодисперсних глинистих мінералах та інших високодисперсних матеріалах;
- окиснення хлором, оксидом хлору, озоном, перманганатом.

Інтенсифікацію вказаних процесів і методів можна провести шляхом добору ефективних коагулянтів, флокулянтів, а також окиснюючих хлорвмісних реагентів [10], сумісне або роздільне застосування яких забезпечило б доведення якості питної води ФС ВОС НВУВКГ за вмістом хлороформу, дибромхлорметану, залишкового алюмінію та кольоровістю до вимог ДСанПіНу 2.2.4 – 171 - 10 "Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною".

Таблиця 3

Класифікація показників якості води по ефективності очищення на фільтрувальних станціях із класичною одно- або двоступеневою технологічною схемою за Ю.А. Рахманіним

Група показників	Ефективність очищення			
	висока	помірна	майже відсутня	погіршення
Паразитологічні	яйця гельмінтів, цисти лямблій, ооцисти криптоспоридій			
Бактеріологічні	Загальне мікробне число, колі-індекс, сальмонели	клостридії сульфітредуційні, залізобактерії		
Вірусологічні		віруси, колі-фаги		
Споживацькі	кольоровість, каламутність	присмак, запах	жорсткість, лужність	стабільність, корозивна агресивність, присмак, запах
Фізико-хімічні	поліциклічні ароматичні вуглеводні (бензапірен, тощо)	окиснюваність, залізо, марганець, нафтопродукти, синтетичні поверхнево активні речовини	сольовий склад, важкі метали, пестициди, азотовмістні сполуки, біогенні токсини	алюміній, залишковий хлор, тригалометани, галогенвмістні вуглеводні, формальдегід
Радіологічні			радіонукліди	мутагенна активність
Токсикологічні				нейротоксичність, мутагенна активність, токсичність для гідробіонтів

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що основним чинником утворення хлорорганічних сполук у понаднормових кількостях на ФС ВОС НВУВКГ є підвищений вміст гумінових та фульвокислот у воді Каховського водосховища в місці водозабору, про що свідчать високі рівні таких показників якості поверхневих вод, як кольоровість і перманганатна окиснюваність. Для зменшення утворення ХОС необхідно інтенсифікувати процеси, які дозволяють вилучати гумінові та фульвокислоти на початкових етапах очищення води. До них відносяться процеси коагуляції і агрегації колоїдних систем, а також процеси окиснення органічних речовин.
2. Перспективними реагентами, застосування яких дозволить інтенсифікувати процеси коагуляції та агрегації колоїдних систем з високим рівнем ГК та ФК, можуть бути, в першу чергу, залізовмісний коагулянт із вмістом Fe2+, а також реагенти групи ПоліДАДМАХ.
3. Для уникнення утворення ХОС при транспортуванні води кінцевим споживачам водорозподільчою мережею необхідно застосовувати стабілізаційну обробку та корекцію корозійної агресивності питної води.
4. З метою добору необхідного залізовмісного коагулянту та його дози для зменшення утворення ХОС на ФС ВОС НВУВКГ необхідно провести додаткові гігієнічні та технологічні дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Авчинников А.В. Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды: (обзор) / А.В. Авчинников // Гигиена и санитария.- 2001.-№2.-С.11-20.
2. Бережнов С.П. Питна вода як фактор національної безпеки / С.П. Бережнов // СЕС, профілактична медицина. – 2006. – №4.-С.8-13.
3. Вміст та поведінка хлорорганічних сполук у мережах питної води м. Києва / В.О. Прокопов, Ю.В.Бардик, Г.В.Чичковська, Н.В.Мартищенко [та ін.] // Довкілля та здоров'я.-2003.- №3(26).-С.18-21.
4. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова, А.Г. Малышева, Е.Г. Растянников [и др.] // Гигиена и санитария. – 2006. - № 2- С. 8-12.
5. Григоренко Л.Є. Аналіз сучасного стану небезпеки для здоров'я населення вмісту нітритів, нітратів та хлороформу у питній воді. Зменшення

вмісту хлороформу / Л.Є.Григоренко // Гігієна населених місць. – 2005. – Вып 45. – С.123-139.

6. Загороднюк К.Ю. Стан та перспективи впровадження сучасних технологій очищення та кондиціонування води в Україні (огляд літератури) / К.Ю.Загороднюк // Укр. наук.-мед. молодіжний журнал.- 2009. - №3. – С.48-54.

7. Киселев А.В. Оценка потенциального риска здоровью в системе гигиенического мониторинга при оценке качества окружающей среды / А.В. Киселев. – Санкт-Петербург,1999.-100 с.

8. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды / Кульский Л.А. – К.: Наукова думка, 1991. – 568с.

9. Марзеев А.Н. Основы коммунальной гигиены / Марзеев А.Н., Сысин А.Н., Яковенко В.А. – М., Л.: БИОМЕДГИЗ, 1936. – 492с.

10. Методические рекомендации по повышению барьерной роли водоочистных сооружений / сост.: Е.И. Гончарук, В.И. Циприян, И.П. Козярин, Н.И. Марценюк. – К., 1982. – 24 с.

11. Олексієнко М.М. Екологічна оцінка стану якості води Кременчуцького водосховища / М.М. Олексієнко // Довкілля та здоров'я.-2004.- №2(29).- С.30.

12. Оценка рисков для организма человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья, Совместное издание Программы ООН по окружающей среде Международной организации труда и ВОЗ. – Женева, 1995. – 85с.

13. Проблеми питного водопостачання населення України та шляхи її вирішення / В.Г.Бардов, С.Т.Омельчук, І.М.Пельо, В.В.Карпенко // Профілактична медицина: проблеми і перспективи: матеріали наук.-практ. конф. (травень 2005 р., м.Київ).-К.,2005.- С.106-109.

14. Прокопов В.О. Гігієнічна оцінка новітньої технології підготовки питної води з поверхневої водойми / В.О. Прокопов, Н.В.Чирська, В.М.Шевцов, В.С.Лисюк // Гігієна населених місць-2007. Вып.50 –С.44-49.

15. Прокопов В.О. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу хлорованої питної води України щодо вмісту хлороформу / В.О.Прокопов, Г.В.Чичковська // Гігієна населених місць. – 2005. – Вып. 46. – С.61-66.

16. Прокопов В.О. Канцерогенний ризик для здоров'я тригалометанів – побічних продуктів хлорування питної води / В.О.Прокопов, Г.В.Чичковська // Довкілля та здоров'я.-2002.- №4 (23). – С.20-24.

17. Прокопов В.О. Наукові та практичні питання забезпечення населення України якісною питною водою / В.О.Прокопов // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть: матеріали XIV з'їзду гігієністів України.-Дніпропетровськ, 2004.- Т.1.-С.109-111.

18. Прокопов В.О. Хлорорганічні сполуки у питній воді: фактори та умови їх утворення / В.О.Прокопов, Г.В.Чичковська, О.В.Зоріна // Довкілля та здоров'я.-2004.- №2 (29). – С.70-73.

19. Семчук Г.М. Актуальні проблеми забезпечення населення України якісною водою/ Г.М. Семчук, М.М. Гіроль // Вода'99: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы водоснабжения и водоотведения», 9-11 сентября 1999 г. – Одесса, 1999. – С.46-48.

20. Сліпченко В.О. Сучасні методи видалення з води органічних речовин та розробка технології доочищення водопровідної води до вимог ДержСанПіНу «Вода Питна» / В.О. Сліпченко, О.О. Сліпченко // Водопостачання та водовідведення. – 2009. – №3.– С.31-37.

21. Станкевич В.В. Водні ресурси України; стан питного водопостачання, водо джерел, рекреаційних зон та їх вплив на здоров'я населення / В.В.Станкевич, Г.І.Корчак, С.Б.Тарабарова, І.О.Тетеньова // Гігієна населених місць-2005. – Вып. 46.-С.66-71.

22. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник / А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін [та ін.]. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

23. Чичковська Г.В. Тригалометани у питній воді та аномальні наслідки при дітонародженні / Г.В.Чичковська, В.О.Прокопов, О.В.Зоріна // Довкілля та здоров'я.-2002.- №3(22).-С.28-30.

24. US.EPA. Guidelines for Carcinogen Risc Assessment Draft. – Washington, 1996.-156 p.