

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ М. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА САНІТАРНИМ НОРМАМ

Виконано фізико-хімічний аналіз якості питної води з водопроводу правобережної та лівобережної частин м. Дніпродзержинська, а також доочищеної побутовим фільтром для подальшої розробки рекомендацій з поліпшення системи забезпечення мешканців міста якісною питною водою.

Выполнен физико-химический анализ качества питьевой воды с водопровода правобережной и левобережной частей г. Днепродзержинска, а также доочищенной бытовым фильтром для дальнейшей разработки рекомендаций по улучшению системы обеспечения жителей города качественной питьевой водой.

This article deals with the physical and chemical analysis of quality drinking water from the plumbing of the right and left riversides of Dneprodzerzhinsk, and also water that was clean by home filter for the further development recommendation on improvement of the system of the provision Dneprodzerzhinska qualitative drinking water.

**Вступ.** Вода є одним з найзагадковіших явищ природи, без якого неможливе наше життя. Склад природних вод безперервно змінюється. Хімічні речовини у воді водойм можуть бути як природного, так і техногенного походження, зумовленого надходженням із стічними водами промислових підприємств, із сільськогосподарських об'єктів та територій міст.

В теперішній час у водойми надходить величезна кількість стічних вод, забруднених різними токсичними речовинами, в результаті багато з них почали деградувати. Так, фізичне забруднення пригнічує розвиток водяних рослин, негативно впливає на фауну водойм, знижує прозорість, погіршує смакові властивості води, а іноді робить її взагалі непридатною для споживання.

В організмі людини вода відіграє надзвичайну роль і посідає особливе місце серед усіх сполук як абсолютно необхідна для підтримування життєдіяльності живих організмів. Але позитивну роль у збереженні та зміцненні здоров'я людей, у профілактиці інфекційних та неінфекційних хвороб, у створенні належних санітарно – побутових умов вода відіграватиме лише в разі відповідності її якості певним вимогам [ 1 ].

В останні роки гостро стоїть проблема постійного погіршення якості питної води в містах України та невідповідність її нормативним вимогам. Незадовільне забезпечення населення питною водою, в свою чергу, призводить до збільшення захворюваності людей і навіть до загострення епідеміологічної ситуації з багатьох інфекційних хвороб [ 2 ].

Таким чином, питна вода, яку безпосередньо використовує населення, повинна бути доброякісною, тобто мати відповідні органолептичні властивості, бути нешкідливою за хімічним, у тому числі радіонуклідним, складом, безпечною в епідемічному плані та фізіологічно повноцінною.

Якість питної води залежить від стану джерел водопостачання. Останнім часом в результаті забруднення поверхневих водойм проблема забезпечення людини якісною питною водою стає все більш актуальною і гострою.

Окрім погіршення стану джерел водопостачання, багато проблем є наслідком незадовільного санітарно - технічного стану водопровідно - каналізаційних мереж, частих аварійних ситуацій на них, порушення режиму експлуатації та інше.

Виходячи з цього, подолати екологічну кризу, що охопила всі водоймища країни (і найбільшою мірою – басейн р. Дніпро), за допомогою традиційних підходів вже неможливо. На сьогодні необхідна принципово нова еколого - економічна концепція розвитку та функціонування водного господарства України і широкомасштабні заходи по її реалізації.

**Постановка задачі.** Мета роботи – оцінка відповідності якісного складу питної води, що подається населенню м. Дніпродзержинська, сучасним нормативним вимогам для подальшої розробки рекомендацій з поліпшення системи забезпечення міста якісною питною водою.

Задачею даної роботи є визначення:

- фізико – хімічного складу водопровідної води;
- ефективності доочистки водопровідної води побутовим фільтром марки

Waterpik;

В якості об'єкта дослідження була обрана питна вода, що використовується у побутових умовах з водопроводу централізованого водопостачання правобережної та лівобережної частин м. Дніпродзержинська, а також вода після доочищення на побутовому фільтрі у різні пори року.

Для визначення якісного та кількісного складу питної води, а також її фізичних показників використовувались:

- титриметричний метод – для визначення кислотності, лужності;
- комплекснометричне титрування – для визначення загальної жорсткості, вмісту іонів кальцію, магнію;
- біхроматометричне титрування – для визначення хімічної потреби у кисні;
- аргентометричне титрування – для визначення вмісту хлоридів;
- йодометричне титрування – для визначення вмісту розчиненого кисню та біологічної потреби у кисні БПК<sub>5</sub>, активного хлору;
- гравіметричний метод – для визначення загальної мінералізації;
- органолептичний метод – для визначення запаху, присмаку;
- фотоколориметричний метод – для визначення вмісту заліза, нітратів, нітритів, кольоровості, іону амонію NH<sub>4</sub><sup>+</sup>;
- електрометричний метод – для визначення активної реакції води (рН).

Дослідження проводились згідно з [3] для визначення наступних показників: запаху, присмаку, рН, кольоровості, лужності, кислотності, жорсткості, іонів кальцію, магнію, заліза загального, залишкового активного хлору, іонів амонію, нітратів, нітритів, хімічної потреби у кисні (ХПК), хлорид іону, розчиненого кисню, сухого залишку, біологічної потреби у кисні (БПК<sub>5</sub>).

**Результати роботи.** Для уникнення епідеміологічних, ендемічних та інших захворювань населення необхідно контролювати якість питної води. Конт-

роль якості води повинен сприяти дотриманню правильного технологічного режиму оброблення води, своєчасному виявленню дефектів у роботі очисних споруд і мережі та запобіганню подачі населенню води, що не відповідає вимогам чинного державного стандарту.

Методи визначення якості питної води виконуються на підставі повних хімічних аналізів води. Важливою частиною її аналізу, необхідною умовою правильності отриманих результатів і застосовності їх у практиці є відбір та підготовка проб води. Вірогідність даних аналізів дуже важлива. Повний аналіз води повинен містити відомості про жорсткість води (метод визначення засновано на зв'язуванні іонів кальцію та магнію у комплексні сполуки, які супроводжуються зміною забарвлення індикатора), сухий залишок (визначається гравіметричним методом), окислюваність води та іонів кальцію (визначення проводять комплексометричним методом із застосуванням у якості індикатора мурексиду – даний метод засновано на здатності трилона Б утворювати у лужному середовищі з катіонами  $\text{Ca}^{2+}$  в присутності мурексиду малодисоційований комплекс), магнію (визначається комплексометричним методом – титруванням іонів  $\text{Mg}^{2+}$  комплексом - 3 в присутності індикатора еріохром – чорного), сульфатів (гравіметричне визначення сульфатів засновано на їх осадженні в кислому середовищі хлоридом барію у вигляді сульфату барію), хлоридів (визначається аргентометричним методом, який засновано на титриметричному осадженні хлоридів в нейтральному або слабко лужному середовищі нітратом срібла в присутності хромату калію в якості індикатору), та інших показників. Найчастіше вміст речовин виражається в мг/л, а жорсткість води - у мг-екв /л.

Середні результати дослідження якості питної води в різні пори року наведені у таблиці.

З отриманих даних видно, що питна вода з водопроводів правобережної та лівобережної частин міста не відповідає нормативним вимогам ДСанПіН за деякими показниками. Зокрема, у воді 1 перевищуються такі показники, як запах та присмак. Це зумовлено значним перевищенням концентрації залишкового активного хлору, яка становить 2,57 мг/л при нормативному значенні 0,3–0,5 мг/л. При цьому можна бачити, що навіть доочищення води побутовим фільтром не дає належні результати (вміст залишкового активного хлору у воді після фільтру становить 1,55 мг/л). Крім того, можна бачити перевищення вмісту органічних сполук (за показником окислюваності та нестачею вмісту розчиненого кисню) у воді 1.

Це є дуже небезпечним, оскільки внаслідок реакції хлору з гуміновими сполуками, продуктами життєдіяльності гідробіонтів і деякими речовинами промислового походження утворюються десятки нових надзвичайно небезпечних галоїдовмісних сполук, у тому числі канцерогени, мутагени і високотоксичні речовини з ГДК на рівні сотих і тисячних міліграма на 1л.

Так, наприклад, тригалометани (ТГМ) утворюються у воді в разі її хлорування внаслідок взаємодії активного хлору з аліфатичними вуглеводнями. Діючі норми ГДК складають, мг/л: ТГМ – 0,1, хлороформ – 0,06, дібромхлорметан – 0,01. Загальна токсична дія проявляється в ураженнях печінки і нирок, нейротоксичними і кардіотоксичними ефектами. Притаманна канцерогенна дія хло-

роформа і бромдихлорметана, за даними Міжнародної агенції з вивчення раку, належить до канцерогенів групи 2Б. Діоксини - тетрахлордibenзодіоксини (ТХДД) та дибензофурані (ТХДФ) - утворюються в разі хлорування води, яка містить феноли, гумінові та фульвокислоти, лігніни. Допустима концентрація у перерахунку на 2,3,7,8-ТХДД складає 20 мг/л. Це одна з найтоксичніших речовин, канцерогенна, надзвичайно стабільна [1], викликає отруту політропної дії, при цьому спостерігаються ураження печінки, нирок, центральної нервової системи, порушення жирового та вуглеводного обміну.

Таблиця

Порівняння отриманих результатів дослідження фізико-хімічного складу питної води з нормативними даними (ДСанПіН)

Показник якості води	Одиниці вимі- ру	Отримані значення*			ДСанПіН
		вода 1	вода 2	вода 3	
Запах	бал	<b>3***</b>	2	2	2
Присмак	бал	<b>3***</b>	2	2	2
Кольоровість	град	20	20	20	20 (35)
pH		7,87	6,78	7,65	6,5 – 8,5
Лужність	мг - екв/л	4,21	4,0	4,1	0,5÷6,5
Кислотність	мг/л	0,41	0,3	0,3	не норм.
Жорсткість	мг - екв/л	3,68	3,3	3,4	1,5÷7,0 (10,0)
Кальцій	мг/л	52,3	48,1	47,1	не норм.
Магній	мг/л	14,6	10,9	12,2	10,0 ÷ 80,0
Залізо загальне	мг/л	0,2	0,084	0,05	0,3
Окислюваність	мгО <sub>2</sub> /л	<b>4,8***</b>	<b>5,2***</b>	4,0	4,0
Нітрити	мгN/л	0,003	<0,003	<0,003	0,003**
Нітрати	мгN/л	0,23	0,3	0,15	10
Розчинений кисень	мгО <sub>2</sub> /л	3.03	<b>2,8***</b>	<b>2,9***</b>	>4**
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	0,65	1,0	0,38	<3**
Хлориди	мг/л	23,17	22,5	23,5	250 (360)
Сульфати	мг/л	36,23	33,2	27	250 (500)
Активний хлор	мг/л	<b>2,57***</b>	0,5	1,55	0,3 – 0,5
Сухий залишок	мг/л	316,0	284,0	301,0	100 ÷ 1000 (1500)
Мідь	мг/л	<0,02	<0,02	<0,02	1,0
Свинець	мг/л	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Цинк	мг/л	<0,1	<0,1	<0,1	5,0
Вільний аміак	мг/л	0,01	0,015	<0,05	0,05**

Примітки: - величини, зазначені в дужках, допускаються з урахуванням конкретної ситуації; \* вода 1 - водопровідна вода з правобережної частини міста; \* вода 2 - водопровідна вода з лівобережної частини міста; \* вода 3 - доочищена побутовим фільтром марки Waterpik (водопровідна вода з водопроводу правобережної частини міста); \*\* - згідно з ГОСТ 2874 – 82 концентрації даних показників не повинні перевищувати ГДК для води водоем господарсько – питного призначення за органолептичною та санітарно – токсикологічною ознакою; \*\*\* - перевищення ГДК.

Слід відмітити, що застосування побутового фільтру зменшує значення деяких показників, в тому числі і вмісту органічних сполук (значення окислюваності не перевищує норми).

У воді з водопроводу лівобережної частини міста не спостерігається перевищення концентрації залишкового активного хлору, що може бути пов'язано з більш великою відстанню від станції повторного хлорування до споживачів питної води лівобережної частини міста. В результаті цього залишковий вільний хлор витрачається на окислення органічних та інших домішок води. Це також видно за величиною окислюваності, яка більше у воді 2 проти води 1, а також з того, що вміст розчиненого кисню в воді 2 дещо менший.

Всі інші показники якості питної води з трубопроводів правобережної та лівобережної частин м. Дніпродзержинська не перевищували нормативні значення. Однак слід відмітити, що якість питної води в весняний та літній періоди по ряду домішок відрізняються від середньорічних за рахунок кращих показників у зимовий період.

**Висновки.** В роботі визначені фізико-хімічні властивості питної води м. Дніпродзержинська, наведено методи, якими проводились дослідження, проаналізовано отримані результати, виявлено показники якості, які не відповідають нормативним вимогам.

За результатами досліджень для водопровідної води з правобережної частини міста були встановлені перевищення нормативних концентрацій активного хлору, окислюваності, а також невідповідність нормативним вимогам таких показників як вміст розчиненого кисню, запах та присмак.

Виявлено, що застосування побутового фільтру марки Waterpik для очищення води дозволяє покращити її якість за окремими показниками та зменшити вміст деяких речовин (окиснюваність, запах, присмак, іони кальцію, магнію, заліза загального та ін.). Ефективність роботи залежить від терміну використання побутового фільтру та складу води, яка очищається. При цьому було встановлено, що досліджений фільтр не забезпечує доочистку води по остаточному активному хлору до нормативного значення.

Щодо якості води з лівобережної частини міста, було встановлено невідповідність її вимогам ДСанПіН по вмісту органічних речовин (за показниками окислюваності, вмісту розчиненого кисню). Всі інші показники знаходилися в межах норми, в тому числі по вмісту залишкового активного хлору, запаху, присмаку, що може бути пов'язано з витратою вільного активного хлору на окислення різних домішок води.

Таким чином, одержані дані показують, що необхідно розробляти заходи, які б сприяли покращенню здоров'я населення міста через вживання стабільно якісної питної води. Для цього дані дослідження необхідно продовжити та розширити в напрямі визначення динаміки змін якості питної води в залежності від сезонів року, джерел одержання питної води та розробки заходів для забезпечення водою як з централізованих, так і з альтернативних систем водопостачання.

#### Список літератури

1. Комунальна гігієна / Под. ред. Е.И. Гончарука. – К.: Здоров'я, 2003. – 725 с.
2. Технология очистки природных вод. Кульский Л. А., Строкач П. П. – К.: Вища школа. Главное издательство, 1981. – 328 с.
3. Державні стандартні правила і норми „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості централізованого господарсько – питного постачання”, 1996 р.

*Рекомендована до публікації д.т.н Зберовським О.В.  
Надійшла до редакції 30.03.2012*

УДК 628.334.51:622

© В.Е. Колесник, Д.В. Куликова

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ОТСТОЙНИКА ВОДЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ВОДООТЛИВА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ШАХТЫ**

Получены значения основных гидравлических параметров перфорированных перегородок усовершенствованного горизонтального отстойника для очистки шахтной воды от взвешенных веществ. Установлены зависимости значений чисел Рейнольдса для отверстий круглого сечения, обеспечивающих ламинарный режим течения воды, от величин ее расхода, приходящегося на единицу рабочей площади перегородок. Проведено моделирование гидравлического режима работы усовершенствованного горизонтального отстойника на примере водоотлива шахты «Степная» ОАО «Павлоградуголь».

Отримано значення основних гідравлічних параметрів перфорованих перегородок вдосконаленого горизонтального відстійника для очистки шахтної води від завислих речовин. Встановлено залежності значень чисел Рейнольдса для отворів круглого перетину, що забезпечують ламінарний режим руху рідини, від величин її витрати, які припадають на одиницю робочої площі перегородок. Проведено моделювання гідравлічного режиму роботи вдосконаленого горизонтального відстійника на прикладі водовідливу шахти «Степова» ОАО «Павлоградугілля».

The values of the basic hydraulic parameters of perforated partitions proposed by the authors of horizontal sedimentation tank improved construction for mine water treatment from suspended solids are obtained. The dependences the values of Reynolds criterion for circular cross-section openings that provide laminar flow of water from the values of flow rate, which accounts for one of the working area of partitions, is established. Modeling of the hydraulic regime of horizontal sedimentation tank improved construction on the example of mine drainage "Stepnaya" JSC "Pavlogradugol" is conducted.

**Введение.** Широко применяющаяся в практике очистки шахтной воды технология ее отстаивания (осветления) является самой простой, наименее трудоемкой и относительно недорогой. Она обеспечивает выделение из загрязненной воды грубодисперсных примесей, плотность вещества которых превышает плотность жидкости.

При расчете отстойных сооружений следует учитывать как их гидравлические параметры, так и факторы, характеризующие осветляемую воду. К первым относятся гидравлический режим течения (ламинарный, турбулентный или