

УДК 543.3 : 628.1 : 663.6

А.М.КОТЛЯР, В.А.ШУР, кандидати техн. наук,

І.М.КУЗЬМІН, А.Ю.ГАЄВСЬКА

*Еколого-валеологічний центр, м.Харків*

## **НОВІ ГІГІЄНІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО ПИТНОЇ ВОДИ**

Розглядаються нові гігієнічні та екологічні вимоги до питної води, що пропонуються в проєкті нового державного стандарту України «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, гігієнічні та екологічні вимоги до якості води та правила вибору».

Однією з важливих невирішених соціальних проблем у світі є проблема низької якості питної води та її дефіциту. За прогнозами, до 2025 р. дві третини населення землі будуть жити в умовах постійного браку питної води [1]. Україна є однією з найменш забезпечених водою серед країн Європи. В Україні від невідповідності питної води нормам стандартів страждає кожний п'ятий громадянин, тоді як у середньому на планеті від цього страждає лише кожний десятий житель [2]. Сучасна ситуація з водними ресурсами в Україні характеризується сталим зростанням дефіциту питної води належної якості та захворювань від споживання неякісної питної води.

Рада Європейського Союзу (ЄС) ще в 1998 р. надала Директиву 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною [3]. Метою цієї Директиви є захист людського здоров'я від шкідливих впливів будь-якого забруднення води, призначеної для споживання людиною, шляхом забезпечення її безпечності та чистоти. Згідно зі ст.4 Директиви безпечність та чистота питної води забезпечуються відсутністю в ній будь-яких мікроорганізмів та паразитів, будь-яких речовин, які, у сукупності або концентрації, становлять потенційну загрозу здоров'ю людини, та відповідає мінімальним вимогам стандартів якості питної води, що наведені в ст.5 Директиви. Параметричні значення цих стандартів повинні дотримуватися, зокрема, у випадках, коли вода постачається з цистерн, у пункті, в якому вона з'являється з цистерни (ст.6). Директивою (ст.7) передбачається здійснення постійного моніторингу якості питної води з метою перевірки її відповідності параметрам стандарту.

Стандарти якості води включають мікробіологічні і хімічні параметри, їхні параметричні значення та одиниці виміру, індикатори параметрів (кольоровість, запах, присмак, каламутність, водневий показник (рН) та ін.). Параметри радіоактивності включають концентрацію тритію і загальну дозу іонізуючого опромінювання та їхні параметричні значення.

ЄС з 2002 р. почав здійснювати Глобальну водну ініціативу «Вода для життя – здоров'я, благополуччя, економічний розвиток та безпека». Вона передбачала завершення у 2005 р. підготовку в державах ЄС планів управління водними ресурсами та їх ефективного використання і скорочення до 2015 р. удвічі частки населення, що не має можливості використовувати безпечну питну воду. Ця ініціатива охоплює регіон Східної Європи, включаючи Україну.

В Україні в сфері водопостачання діють три основні закони: «Водний кодекс України» (1995 р.), «Про питну воду та питне водопостачання» (2002 р.) і Закон «Про затвердження загальнодержавної програми «Питна вода України» (2005 р.). Ці закони мають головною метою гарантоване забезпечення громадян України питною водою високої якості, яка залежить від її початкової якості в поверхневих та підземних джерелах. Вода з поверхневих джерел забруднюється відходами промислових підприємств та сільського господарства. Однак і після очищення та обеззаражування вона до 50% за окремими параметрами не відповідає вимогам діючих ГОСТів 2874-82 і 2761-84. Ці стандарти розроблені понад 20 років тому і не відповідають сучасним вимогам світових стандартів щодо якості питної води. Виникла необхідність розробки державного стандарту щодо регулювання та забезпечення санітарно-гігієнічної та екологічної безпеки питної води. Проект нового стандарту «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, гігієнічні та екологічні вимоги до якості води та правила вибору» [4] має на меті розробку комплексу взаємопов'язаних стандартів і норм, включаючи використання, охорону та відновлення водних ресурсів, об'єктивну оцінку екологічного стану і якості поверхневих та підземних вод та відповідності їх вимогам стандартів ЄС. Діюча система нормативної оцінки і вимог до якості природних вод України включає в себе екологічні вимоги (охорона та відновлення екосистем водних об'єктів), санітарно-гігієнічні (охорона здоров'я) та народногосподарські (охорона і раціональне використання водяних та біологічних ресурсів).

Проект стандарту передбачає схему водоспоживання та підготовки питної води, яка має три блоки:

*Блок 1* включає еколого-гігієнічний аспект оцінки якості води і вимог до неї як сировинного ресурсу. *Блок 2* включає технологічний аспект підготовки води, що відповідає вимогам якості і забезпечується сучасним устаткуванням та новими технологіями очищення води. *Блок 3* має гігієнічний аспект оцінки якості води як кінцевого харчового продукту перед розподілом між споживачами. Він забезпечується відповідною системою розподілу питної води.

Пропонується якість води в водних джерелах оцінювати по 4 класам [5]. Води класу 1 – з «відмінним» високим екологічним станом (“high status”) за директивою 2000/60/ЄС [6], які найчастіше знаходяться в підземних джерелах. Води класу 2 – з «добрим» екологічним станом (“good status”). Води класу 3 – із задовольняючим екологічним станом (“moderate status”) – є основним ресурсом і знаходиться у більшості поверхневих вод України. Води класу 4 – з обмеженим і небажаним еколого-гігієнічним станом потребують глибокої технологічної підготовки. Води цього класу знаходяться в основному в східних та південних регіонах України.

Показники всіх чотирьох класів якості поверхневих і підземних вод за гігієнічними та екологічними критеріями розподілені на сім окремих груп: органолептичні, загально-санітарні хімічні, гідробіологічні, мікробіологічні, паразитологічні, радіаційної безпеки, токсикологічні (неорганічні та органічні). Всього якість поверхневих вод оцінюється 80 показниками, а підземних – 71 показником з відповідними одиницями виміру. В таблиці як приклад надано класифікацію підземних вод – джерел централізованого водопостачання за гігієнічними та екологічними критеріями.

Передбачається також введення факультативних токсикологічних показників якості поверхневих вод, у тому числі хлорованих алканів і етиленів, елементоорганічних та інших хімічних сполук.

Однак деякі показники якості питної води в проекті стандарту не відповідають нормам Директиви 98/83/ЄС. Наприклад, за Директивою параметричне значення концентрації алюмінію становить 200  $\mu\text{g}/\text{l}$  (мкг/л), а в проекті стандарту допускається 201-500 мкг/л для поверхневих вод 3-го класу і понад 500 мкг/л – для вод 4-го класу. Для підземних вод цей показник відповідно становить 501-2000 мкг/л для 3-го класу вод і понад 2000 мкг/л – для 4-го класу вод. Аналогічно відносно ртуті: за Директивою ЄС – не більше 1,0 мкг/л, за проектом – до 2,0 мкг/л.; відповідно сурма 5,0 мкг/л – в Директиві і до 20 мкг/л – у проекті Держстандарту.

Наведений вище короткий аналіз проекту Державного стандарту показує, що він в основному відповідає сучасним нормам для питної води, що діють в ЄС, і направлений на поліпшення якості питної води. Втілення цього стандарту дасть змогу частково вирішити проблему покращання здоров'я громадян України. Однак реалізація нових гігієнічних та екологічних вимог до якості питної води потребує виділення з державного та місцевих бюджетів відповідних фінансових ресурсів та значних організаційно-практичних заходів для комплектування сучасним лабораторним устаткуванням санітарно-епідеміологічних та

екологічних організацій, посилення їхніх контролюючих функцій, розробку та введення в дію системи моніторингу якості питної води. Потрібні значні зусилля виробників та постачальників питної води для забезпечення її якості за новими нормами шляхом модернізації діючого і придбання нового устаткування для очищення води та освоєння нових, сучасних технологій підготовки, транспортування та подачі питної води її споживачам і в першу чергу в східних та південних регіонах України, де більшість водних ресурсів, особливо поверхових, відповідають за гігієнічними та екологічними критеріями лише найнижчому 4-му класу якості води.

Класифікація якості підземних вод – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними та екологічними критеріями

| № п/п   | Показники якості в підземних водних об'єктах | Один. виміру           | Класи якості води |           |           |       |
|---|--|------------------------|-------------------|-----------|-----------|-------|
|   |  |                        | 1                 | 2         | 3         | 4     |
| 1   | 2  | 3                      | 4                 | 5         | 6         | 7     |
| <b>I. Органолептичні показники</b>              |  |                        |                   |           |           |       |
| 1   | Запах  | Бал                    | <1                | 1-2       | 3-4       | >4    |
| 2   | Присмак                                      | Бал                    | <2                | 1         | 2         | >3    |
| 3   | Кольоровість                                 | Градус Pt-Co шкали     | <15               | 15-20     | 21-35     | >25   |
| 4   | Завислі речовини                             | мг/дм <sup>3</sup>     | <0,5              | 0,5-1,5   | 1,6-5,0   | >5,0  |
| <b>II. Загально-санітарні хімічні показники</b> |  |                        |                   |           |           |       |
| 5   | Сухий залишок (мінералізація загальна)       | мкг/ дм <sup>3</sup>   | <500              | 500-1000  | 1001-1500 | >1500 |
| 6   | Сульфати                                     | мкг/ дм <sup>3</sup>   | <250              | 250-350   | 351-500   | >500  |
| 7   | Хлориди                                      | мкг/ дм <sup>3</sup>   | <250              | 250-300   | 301-350   | >350  |
| 8   | Магній                                       | мкг/ дм <sup>3</sup>   | <10               | 10-20     | 21-30     | >30   |
| 9   | Твердість загальна                           | ммоль/ дм <sup>3</sup> | <4                | 4-7       | 8-10      | >10   |
| 10  | Лужність                                     | ммоль/ дм <sup>3</sup> | <1,5              | 1,5-4,0   | 4,1-6,5   | >6,5  |
| 11  | Водневий показник                            | Одиниці рН             | <6,5-7,0          | 6,0-8,0   | 6,0-8,5   | >8,5  |
| 12  | Азот амонійний                               | мгN/дм <sup>3</sup>    | відсутність       | 0,05-0,50 | 0,51-2,00 | >2,00 |
| 13  | Азот нітритний                               | мгN/дм <sup>3</sup>    | <0,05             | 0,05-0,50 | 0,51-1,00 | >1,00 |
| 14  | Азот нітратний                               | мгN/дм <sup>3</sup>    | <5,0              | 5,0-7,0   | 7,1-10,0  | >10,0 |
| 15  | Фосфор фосфатів                              | мгP/дм <sup>3</sup>    | <0,3              | 0,3-0,5   | 0,6-1,0   | >1,0  |
| 16  | Окислюваність КМnO <sub>4</sub>              | мгO/дм <sup>3</sup>    | <4,0              | 4,0-5,0   | 5,1-6,0   | >6,0  |
| 17  | Окислюваність біхроматна (ХСК)               | мгO/дм <sup>3</sup>    | <4,0              | 4,0-6,0   | 6,1-10,0  | >10,0 |
| 18  | Загальний органічний вуглець                 | мгC/дм <sup>3</sup>    | <2,0              | 2,0-3,0   | 3,1-4,0   | >4,0  |

| 1  | 2   | 3  | 4           | 5           | 6           | 7                      |
|--|---|--|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| <b>III. Гідробіологічні показники</b>                    |   |  |             |             |             |                        |
| 19   | Загальний рівень хронічної токсичності води                                   | Од. хрон. токсичності.                     | <1          | 1-2         | 3-4         | >4                     |
| 20   | Грибоподібні організми. Ооміцети ( <i>Leptomitius lacteus</i> )               | кл/ дм <sup>3</sup>                        | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність            |
| <b>IV. Мікробіологічні показники</b>                     |   |  |             |             |             |                        |
| 21   | Загальне мікробне число (ЗМЧ)   | КУО/ см <sup>3</sup>                       | десятки     | сотні       | тисячі      | десятки тисяч          |
| 22   | Загальні коліформи індекс БГКП  | КУО/ дм <sup>3</sup>                       | 100         | 1000        | 10000       | 50000                  |
| 23   | Термостабільні кишкові бактерії (ТКБ) індекс СФЗ                              | КУО/ 100 дм <sup>3</sup>                   | відсутність | 50          | 500         | >1000                  |
| 24   | Наявність патогенних ентеробактерій (сальмонели, шигелі)                      | наявність/ дм <sup>3</sup>                 | відсутність | відсутність | відсутність | наявність/ відсутність |
| 25   | Коліфаги, індекс  | БУО/ дм <sup>3</sup>                       | відсутність | 10          | 100         | >1000                  |
| 26   | Ентеровіруси, ротавіруси, аденовіруси, реовіруси, антитиген вірусу гепатиту А | наявність/ дм <sup>3</sup>                 | відсутність | відсутність | відсутність | наявність/ відсутність |
| <b>V. Паразитологічні показники</b>                      |   |  |             |             |             |                        |
| 27   | Число патогенних кишкових найпростіших в 50 дм <sup>3</sup> води              | клітини, цисти/ 50 дм <sup>3</sup>         | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність            |
| 28   | Число кишкових гель-ментів в 50 дм <sup>3</sup> води, що досліджується        | клітини, яйця, личинки/ 50 дм <sup>3</sup> | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність            |
| <b>VI. Показники радіаційної безпеки (позиції 29-37)</b> |   |  |             |             |             |                        |
| 29   | Загальна активність $\alpha$ -випромінювачів ( $\Sigma \alpha$ -активність)   | Бк/ дм <sup>3</sup>                        | <0,1        | <0,1        | <0,1        | <0,1                   |
| 30   | Загальна активність $\beta$ -випромінювачів ( $\Sigma \beta$ -активність)     | Бк/ дм <sup>3</sup>                        | <1          | <1          | <1          | <1                     |
| 31   | Стронцій-90   | Бк/ дм <sup>3</sup>                        | <2          | <2          | <2          | <10                    |
| 32   | Цезій - 137   | Бк/ дм <sup>3</sup>                        | <2          | <2          | <2          | <100                   |

Позиції 33-37 (загальна активність ізотопів урану, радію-226, радію-228, радону-222 і тритію (H-3) є специфічними показниками і в статті не наводяться.

| <b>VII. Токсикологічні показники (пріоритетні)*</b> |               |                      |             |     |          |       |
|---|---------------|----------------------|-------------|-----|----------|-------|
| <b>Неорганічні:</b>                                 |               |                      |             |     |          |       |
| 38  | Алюміній (Al) | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | 500 | 501-2000 | >2000 |

Продовження таблиці

| 1                 | 2                              | 3                    | 4           | 5           | 6           | 7           |
|-------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 39                | Барій (Ba)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | <100        | 100-200     | 201-1000    | >1000       |
| 40                | Берилій (Be)                   | мкг/ дм <sup>3</sup> | <0,2        | 0,2-1,0     | 1,1-2,0     | >2,0        |
| 41                | Бор (B)                        | мкг/ дм <sup>3</sup> | <200        | 200-200     | 501-1000    | >1000       |
| 42                | Броміди                        | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-25       | 26-100      | >100        |
| 43                | Ванадій (V)                    | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-50       | 51-100      | >100        |
| 44                | Залізо загальне (Fe)           | мкг/ дм <sup>3</sup> | <300        | 300-1000    | 1001-2000   | >2000       |
| 45                | Кадмій (Cd)                    | мкг/ дм <sup>3</sup> | <1          | 1-2         | 3-4         | >4          |
| 46                | Кобальт (Co)                   | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-50       | 51-100      | >100        |
| 47                | Літій (Li)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-20       | 21-30       | >30         |
| 48                | Марганець (Mn)                 | мкг/ дм <sup>3</sup> | <50         | 50-100      | 101-500     | >500        |
| 49                | Миш'як (As)                    | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-20       | 21-50       | >50         |
| 50                | Мідь (Cu)                      | мкг/ дм <sup>3</sup> | <1          | 1-2         | 3           | >3          |
| 51                | Молібден (Mo)                  | мкг/ дм <sup>3</sup> | <200        | 200-300     | 301-500     | >500        |
| 52                | Нікель (Ni)                    | мкг/ дм <sup>3</sup> | <20         | 20-50       | 51-100      | >100        |
| 53                | Ртуть (Hg)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | <0,5        | 0,5-1,0     | 1,1-2,0     | >2,0        |
| 54                | Свинець (Pb)                   | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-30       | 31-100      | >100        |
| 55                | Сірководень (H <sub>2</sub> S) | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <5          | 5-10        | >10         |
| 56                | Селен (Se)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | <1          | 1-10        | 11-15       | >15         |
| 57                | Сурма (Sb)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <10         | 10-20       | >20         |
| 58                | Стронцій стабільний            | мкг/ дм <sup>3</sup> | 2000-7000   | 2000-7000   | 2000-7000   | 2000-7000   |
| 59                | Талій (Tl)                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <0,5        | 0,5-1,0     | >1,0        |
| 60                | Флориди (F)                    | мкг/ дм <sup>3</sup> | <700        | 700-1000    | 1001-1500   | >1500       |
| 61                | Хром (Ш) Cr(Ш)                 | мкг/ дм <sup>3</sup> | <100        | 100-200     | 201-500     | >500        |
| 62                | Хром (V1) Cr (V1)              | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-20       | 21-50       | >50         |
| 63                | Цинк (Zn)                      | мкг/ дм <sup>3</sup> | <100        | 100-500     | 501-1000    | >1000       |
| 64                | Ціаніди (CN)                   | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <10         | 10-50       | >50         |
| <b>Органічні:</b> |                                |                      |             |             |             |             |
| 65                | Нафтопродукти (загальні)       | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <20         | 20-50       | >50         |
| 66                | Синтетичні ПАР                 | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <10         | 10-50       | >50         |
| 67                | Пестициди                      | мкг/ дм <sup>3</sup> | <0,1        | 0,1-0,2     | 0,3-0,5     | >0,5        |
| 68                | Тетрахлорвуглець               | мкг/ дм <sup>3</sup> | <0,1        | 0,1-1,0     | 1,1-2,0     | >2,0        |
| 69                | Тригалометани                  | мкг/ дм <sup>3</sup> | <10         | 10-20       | 21-50       | >50         |
| 70                | Феноли летучі                  | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | <1          | 1-2         | >2          |
| 71                | Хлорфеноли                     | мкг/ дм <sup>3</sup> | відсутність | відсутність | відсутність | відсутність |

\* До пріоритетних токсикологічних показників віднесені найважливіші за шкідливістю та розповсюдженню речовини токсичної дії. Вони вимагають першочергової уваги.

1. Стан світу. – К.: Інтелсфера, 2001. – 284 с.
2. Дмитриева Е.А., Игнатенко Л.Г., Колдоба И.В. Социально-экологические проблемы качества воды водоемов – источников питьевого водоснабжения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.55. – К.: Техніка, 2004. – С.50-59.
3. PRAMER В. Про якість води, призначеної для споживання людиною / Директива Ради ЄС №98/83/ЄС. – Брюссель, 1998. – С.1-29.
4. Гончарук В.В., Скубченко В.Ф., Чернявская А.П., Мешкова-Клименко Н.А. Актуальность, новизна, концептуальная и критериальная база предлагаемого проекта государственного стандарта «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, гигиенические и экологические требования к качеству воды и правила выбора» // Матеріали наук.-практ. семінару «Актуальні питання якості води в Україні – 2006». – К., 2006. – С.30-56.
5. Гончарук В.В., Жупинский В.Н., Чернявская А.П., Скубченко В.Ф. Разработка эколого-гигиенической классификации качества поверхностных вод Украины – источников централизованного питьевого водоснабжения // Химия и технология воды. – 2003. – №2. – С.106-157.
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities, 22.12.2000, EN, L. 327/1.

*Отримано 21.01.2008*

УДК 628.35

С.А.ГОРНОСТАЛЬ, А.П.СОЗНИК, д-р физ.-матем. наук  
*Університет громадянської захисти України, г.Харьков*

### **ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В СИСТЕМЕ «АЭРОТЕНК – ВТОРИЧНЫЙ ОТСТОЙНИК», И ИХ ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Анализируются основные процессы, происходящих в сооружениях биологической очистки сточных вод. Для описания эти процессы предложено разбить на четыре отдельные фазы, в каждой из которых рассматривать физико-химические явления в отдельности с последующим согласованием на разделе фаз.

Сточные воды, образующиеся в результате хозяйственно-бытовой, производственной деятельности человека, поступают на сооружения, где очищаются по разным показателям очистки от загрязнений до концентраций, допустимых к сбросу в водоем [1, 2].

Нарушения режима работы сооружений биологической очистки аэротенк – вторичный отстойник (вынос активного ила) приводят к попаданию в водоем загрязнений в концентрациях, превышающих допустимые. Это в свою очередь может привести к возникновению чрезвычайной ситуации [3, 4] – значительному ухудшению условий жизнедеятельности людей и животных, большим экономическим убыткам, ухудшению состояния окружающей природной среды (например, вспышка инфекционных заболеваний, развитие процессов гниения в