

УДК 628.1.033(477.72)

## АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХЕРСОН)

Скок С.В.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет  
вул. Стрітенська, 23, 73006, м. Херсон  
skok\_sv@ukr.net

У статті розглянуті особливості водоспоживання у міських системах. Визначено, що основними проблемами ефективного водозабезпечення є дефіцит якісної питної води, застарілий технічний стан водогінної системи, великі втрати води через санітарно-побутові прилади. За результатами розрахунків встановлено нераціональне її використання у побуті. Запропоновані заходи щодо покращення стану функціонування водогосподарського комплексу у місті Херсон. *Ключові слова:* система водопостачання, втрати води, населення, свердловина, водне господарство, норма водоспоживання.

**Анализ хозяйственно-питьевого водопотребления в городской среде (на примере города Херсона). Скок С.В.** В статье рассмотрены особенности водопотребления в городских системах. Определено, что основными проблемами эффективного водоснабжения являются дефицит качественной питьевой воды, устаревшее техническое состояние водопроводной системы, большие потери воды через санитарно-бытовые приборы. По результатам расчетов расходов воды установлено нерациональное ее использование в быту. Предложенные меры по улучшению состояния функционирования водохозяйственного комплекса в городе Херсон. *Ключевые слова:* система водоснабжения, расходы воды, население, скважина, водное хозяйство, норма водопотребления.

**The analysis of household drinking water consumption in urban systems (exemplified by Kherson). Skok S.** The paper looks at the peculiarities of water consumption in urban systems. It determines that the main problem of efficient water supply is the deficiency of high-quality drinking water, out-of-date technical condition of the water supply system, considerable wastes of water because of sanitary household appliances. Using the results of calculating the wastes of water it has been established that it is used unreasonably by the households. The study suggests the measures to improve the condition of the water management complex in Kherson. *Key words:* water supply system, wastes of water, population, well, water management, water consumption rate.

Забезпечення населення якісною, в достатній кількості, питною водою є найголовнішим завданням сучасності. З огляду на значне антропогенне навантаження на водні ресурси, виникає необхідність формування екологічно-безпечного водокористування в усіх сферах народного господарства. Особливо актуально це питання постає у комунальному секторі міських систем, де обмеженість матеріальних ресурсів створює низку проблем у побутовому водопостачанні. При цьому якісні та кількісні показники питної води набувають соціального характеру, оскільки є визначальними чинниками високого рівня здоров'я суспільства та національної безпеки нашої держави.

Актуальні проблеми стану питної води вимагають вирішення на основі наукових досліджень в їх географічному розподілі, забезпечення комплексного планування, раціонального використання, визнання та розуміння взаємозалежності між елементами, що становлять запаси та визначають її якість. Залучення ефективних фінансових, технічних заходів у водогосподарську сферу покращить стан наявних та надасть змогу освоювати нові альтернативні джерела водопостачання.

Питання ефективного водозабезпечення мешканців міст були висвітлені у багатьох вітчизняних працях. Проте, враховуючи обмежену кількість якісних питних вод, особливу увагу науковці приділяють раціональному використанню водних ресурсів, зменшенню витрат води при транспортуванні до споживачів, необхідності забезпечення технічного стану водоспоруд та водогінної мережі [1–4]. Для здійснення ефективного водопостачання зарубіжний досвід свідчить про важливість залучення інвестицій та приватного капіталу у сферу водного господарства [5]. Незважаючи на широкомасштабну вивченість стану водних ресурсів, питання якісного водозабезпечення населення завжди будуть у пріоритеті містобудівного розвитку.

**Мета досліджень** – здійснити аналіз господарсько-питного водоспоживання населення у місті Херсон.

Із метою раціонального використання питної води на господарсько-питні потреби, економічного режиму роботи насосних станцій, забезпечення необхідного об'єму запасних резервуарів та баків водонапірної башти необхідним стало розрахування середньодобових (Q<sub>доб. сер</sub>), максимально-

Таблиця 1

Кількість мешканців, тис. осіб.	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 і більше
$\beta_{\max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1

добових ( $Q_{\text{доб.мах}}$ ), максимально-годинних ( $q_{\text{мах год}}$ ) та максимально-секундних ( $q_{\text{мах с}}$ ) витрат води за формулами [6]:

$$Q_{\text{доб.сер.}} = \frac{g_M * N}{1000}, \quad (1)$$

де  $Q_{\text{доб.сер.}}$  – середньодобові витрати води, м<sup>3</sup> / добу,  
 $g_M$  – норма водоспоживання на одного мешканця, л/добу,

$N$  – кількість мешканців міста.

$$Q_{\text{доб.мах.}} = K_{\text{мах.}} * Q_{\text{доб.}} \quad (2)$$

де  $K_{\text{мах.}}$  – коефіцієнт сезонної нерівномірності, 1,25.

$$q_{\text{мах.год}} = \frac{Q_{\text{доб.мах.}} * K_{\text{мах.год}}}{24}, \quad (3)$$

де  $K_{\text{мах.год}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності.

Коефіцієнт годинної нерівномірності розраховується за формулою:

$$K_{\text{мах.год}} = \alpha_{\text{мах.}} * \beta_{\text{мах.}} \quad (4)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою (1,2–1,4),

$\beta$  – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців (табл. 1).

$$q_{\text{мах.с}} = \frac{q_{\text{мах.год}}}{24}, \quad (5)$$

Аналіз режиму водоспоживання міста Херсон дав змогу побудувати графік характерної динаміки витрат води протягом доби (годинні витрати води визначені у відсотках від добових витрат). При цьому враховували коефіцієнт максимальної годинної нерівномірності водоспоживання:  $K_{\text{г.мах}} = 1,25$  – для великих,  $K_{\text{г.мах}} = 1,35$  – середніх,  $K_{\text{г.мах}} = 1,5$  – невеликих міст. Згідно з класифікацією міст, за кількістю населення місто Херсон належить до великих міст, тому коефіцієнт нерівномірності дорівнював 1,25.

**Виклад основного матеріалу.** Питання раціонального водокористування особливо актуальні для великих міст, де спостерігається інтенсивний антропогенний пресинг на водні ресурси.

Основним джерелом питного водопостачання у місті Херсон є підземні води, які за якісними характеристиками значно кращі, ніж поверхневі води. Проте нині спостерігається понаднормативна експлуатація свердловин, що призводить до виснаження водоносних горизонтів та виникнення екологічного ризику побутового водоспоживання.

Надання послуг водопостачання населенню здійснює Водно-каналізаційне господарство. На їх балансі знаходяться 132 свердловини. Подається та розподіляється вода насосними станціями водопро-

воду (6 одиниць), які мають енергоємне морально застаріле обладнання. Щодо подача питної води для міста становить 120–130 тис. м<sup>3</sup>. Дефіцит її у літній період становить 30–40 тис. м<sup>3</sup>.

Контроль за якістю питної води здійснюється акредитованою лабораторією МКП «Виробничого управління водопровідно-каналізаційного господарства міста Херсон» за встановленим санстанцією графіком. Беруться десятки проб зі свердловин на виході з насосної станції та в розподільчій мережі. Із них 55 свердловин подають близько 58 тис. м<sup>3</sup> на добу з відхиленнями від Держстандарту за солевим складом. З урахуванням гідрогеологічних умов та дефіциту питної води державними структурами дозволено споживання такої води.

Режим водопостачання мешканців міста Херсона становить 24 години. Для підтримання подачі води на рівні 150–200 л/добу на 1 людину вважається цілком достатнім для створення комфортних умов її проживання. На підставі рішення міської ради від 25.03.2016 р. № 98 «Про розроблення нормативів питного водопостачання населення м. Херсон» норма споживання послуг централізованого питного водопостачання для населення становить 150 л/доб. [7]. При цьому специфіка водокористування визначається виробничими та соціальними умовами в досліджуваній урбоєкосистемі. На рисунку 1 показана динаміка водоспоживання у міському середовищі.

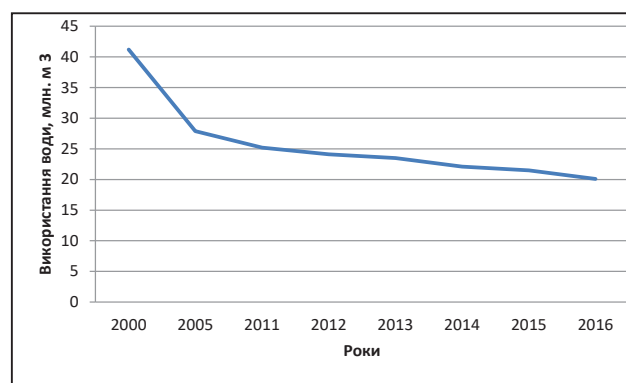


Рис. 1. Динаміка водоспоживання у місті Херсон

Аналіз рисунка свідчить, що найбільше використання води спостерігалось у 2000 р., з 2011 р. відбувалося зменшення використання води, що вказує на скорочення промислової діяльності регіону, запровадження ресурсозберігаючих технологій, зниження чисельності населення та зростання необ-

лікованих втрат води у водогінній мережі під час її транспортування.

При цьому треба зауважити, що споживання води населенням протягом року нерівномірне. Влітку її витрачають більше, ніж взимку. Також нерівномірне водоспоживання спостерігається протягом доби та тижня. Режим водопостачання має відповідати фактичним витратам води споживачами. Протягом доби вода також споживається нерівномірно: вдень витрати більші, ніж уночі (рис. 2).

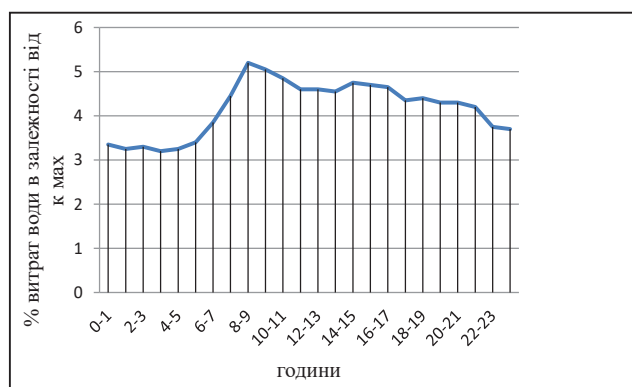


Рис. 2. Залежність витрат води від годин доби, %

При цьому встановлено, що пікові часи водовикористання – перед початком, після закінчення робочого часу та в обід. При цьому споживається близько 80–85% добового обсягу води. На основі проведених розрахунків годинна максимальна витрата становила 3535,1 м<sup>3</sup>/год. Найменше вода використовується у нічний час, приблизно 5–6% від загальної подачі.

З урахуванням кількості мешканців м. Херсон було визначено за відповідними формулами (1–5) добові витрати питної води:

$$Q_{\text{доб}} = 150 \text{ л/добу} * 333700 / 1000 = 50055 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Максимальна добова витрата води становила:

$$Q_{\text{доб.мах}} = 1,25 * 50055 \text{ м}^3/\text{добу} = 62568,75 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Коливання споживання води по годинах залежить від кількості населення: чим менше населений пункт, тим значнішою є ця нерівномірність. Споживання води також змінюється протягом години. Однак при розрахунках дозволяється приймати споживання води у годину постійним.

Розрахункова годинна максимальна витрата води становила згідно з коефіцієнтом максимально-годинної нерівномірності:

$$K_{\text{мах.год}} = 1,3 * 1,05 = 1,365$$

$$q_{\text{мах.год}} = 62568,75 * 1,365 / 24 = 3535,1 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Секундні витрати при цьому становили:

$$q_{\text{мах.с}} = 3535,1 \text{ м}^3/\text{добу} / 3,6 = 981,97 \text{ л/с}$$

З огляду на це водоспоживання в Херсонській області переважає загальнодержавний показник удвічі [7].

Найбільш важливим критерієм оцінки якісного надання послуг з водопостачання є цілодобова безперебійна подача води споживачам.

Станом до 2010 р. 47% жителів Херсона забезпечені цілодобовим водопостачанням, у 2010 р. – 60%, у 2011 р. – 70%, у 2012 р. – 75%, у 2014 р. – 94%. У зв'язку зі здійсненням активної реконструкції Верхньоантонівського водозабору, водогону питної води, насосних станцій № 1, 2, 4 у 2016 р. введено цілодобове водопостачання. Вирішення питання постійного забезпечення споживачів водою є дуже важливим для поліпшення роботи водогінних систем.

Проте внаслідок численних аварій порушується безперебійне забезпечення населення водою, відбуваються витрати води, які оцінюються не тільки тарифами на воду, але і кіловат-годин витраченої електроенергії. Так, за даними МКП «Виробничого управління водопровідно-каналізаційного господарства міста Херсон» витрати води через пошкодження труб становлять 3 млн м<sup>3</sup> питної води за рік, при цьому втрачається кожен 6-й м<sup>3</sup> води. Із загальної довжини водогінної мережі 38% мають технічне зношення через понаднормативний термін експлуатації. Щорічна заміна труб має становити близько 40 км, але фактично цей показник становить 5,5 км [7].

Крім того, необхідно зазначити, що внаслідок аварій на технічно-застарілих водогінних мережах виникає ризик забруднення питних вод. При цьому утворюється від'ємний тиск у системі, через який можуть потрапляти нечистоти та створювати епідеміологічні ситуації у міському середовищі. Зміна якісних показників питної води може відбуватися також у разі застою води у трубах. Це призводить до зменшення концентрації кисню та збільшення бактеріологічних показників. Особливо це спостерігається у центральних районах міста Херсон, що пов'язано зі специфікою інженерних споруджень системи водопостачання.

Проблему ускладнюють також відклади на стінках труб мулових зважених частинок, солей кальцію, магнію, заліза, діяльності мікроорганізмів, внаслідок чого проходить заростання труб. Це веде до збільшення гідравлічного опору і зменшення пропускної здатності водопровідних мереж, порушення режиму роботи системи водопостачання.

Варто зазначити, що причинами втрати питної води, крім незадовільного стану розподільчих мереж, які становлять 50%, є витіки із внутрішніх систем будинків (37%), відсутність лічильників, особливо в секторі приватної забудови (12%) та неточність приладів обліку (1%).

За умови якісного водозабезпечення населення Херсона необхідності набуває тампонаж свердловин із незадовільним станом питної води та буріння нових, придатних для господарсько-побутового використання. Але з урахуванням обмеженості матеріальних ресурсів у МКП «Виробничого управління водопровідно-каналізаційного господарства міста Херсон» протягом останнього десятиліття вироблено лише 10 свердловин замість 50. Часто

тампонування замінюють реконструкцією артезіанських свердловин. Крім того, великих затрат потребує їх декольматація (очистка) для відновлення проектного дебіту, яку необхідно проводити кожні 4 роки.

Наявна тенденція використання води в умовах гострого дефіциту призведе до неспроможності водозабезпечення населення досліджуваної урбо-екосистеми в повному обсязі. При цьому необхідності набуває здійснення правильного проектування водопровідних мереж, використання новітніх матеріалів водогосподарських споруд. Запровадження економного режиму, заходів раціоналізації водокористування із встановленням лічильників обліку витрат води менших за 20–30 л/годину, використання водозберігаючої арматури та сучасної сантехніки зменшать витрати води на 15–30%.

Нерівномірний розподіл та обмежені запаси якісних водних ресурсів вимагають науково-обґрунтованої системи ведення водного господарства у містах, яка забезпечуватиме оптимальний розподіл води за потребами у побутовій сфері та галузях народного господарства. Внаслідок усунення

витоків, поліпшення якості води, уникнення необхідності створення постійних запасів (на період відключення води) споживачами, підвищення рівня послуг водопостачання покращиться фінансово-економічна, соціально-політична та екологічна ситуація водопостачання.

**Головні висновки.** Специфіка водоспоживання визначається виробничими (скорочення виробництва, запровадження ресурсозберігаючих технологій) та соціальними умовами (міграційні та демографічні процеси). При цьому спостерігається тенденція зменшення використання води в місті Херсон. Фактичні витрати питної води перевищують розрахункові через значні її втрати, особливо за відсутності лічильників у комунальному секторі, технічній зношеності водогінних мереж. Згідно з розрахунками, було встановлено, що годинна максимальна витрата становила 3535,1 м<sup>3</sup>. Визначено, що пікові часи водовикористання – перед початком, після закінчення робочого часу та в обід. При цьому споживається близько 80–85% добового обсягу води. Найменше води використовується у нічний час, приблизно 5–6% від загальної подачі.

#### Література

1. Копилевич В.А. К вопросу нормирования качества воды для разных видов водопотребления / В.А. Копилевич, Л.В. Войтенко. Вода і водоочисні технології. 2010. № 5–6. С. 17–20.
2. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2 т. / за ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, С.О. Яковлева. Чернівці: Букрек, 2011. Т. 1. С. 9.
3. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунарьов О.В. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2014. 320 с.
4. Орлов В.О. Інтенсифікація та реконструкція систем водопостачання / В.О. Орлов, В.О. Шаруда, С.М. Назаров. Рівне: НУВГП, 2013. 265 с.
5. Water supply and drain: Manual. Lectures and Guide to laboratory work / V.M. Pershakov, A.A. Bieliatynskiy, K.V. Lisnitska. K.: NAU, 2016. 163 p.
6. ДБН В. 2.5-74: 2013. Водопостачання, зовнішні мережі та споруди. Основні положення, проектування [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Укрархбудінформ, 2013. 168 с.
7. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Херсонської області за 2016 рік. Херсон, 2017. 149 с.