

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ ЧЕРНІВЦІ

*Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.*

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

**Ключові слова:** *питна вода, водозабезпечення, водозабір, водогін, якість води*

**Постановка проблеми.** Одним з важливих чинників нормальної життєдіяльності людини є її забезпеченість чистою та фізіологічно повноцінною питною водою. Питна водопровідна вода є основним показником для здоров'я людини, оскільки вона безпосередньо впливає на стан здоров'я громадян і кардинальним чином визначає ступінь екологічної і епідеміологічної безпеки цілих регіонів [1].

Кількість і якість води з водогону є сутністю даної проблеми враховуючи те, що незадовільний стан водних об'єктів – одна з головних причин низької якості питної води. Трансформація якісного стану води, що подається споживачеві відбувається в трьох стадіях: по-перше в джерелі водопостачання, по – друге на станції водоочистки, і по-третє в магістральних стовбурних водогоних та водопровідній мережі господарсько-питного водоспоживання. Тому надзвичайно актуальним є дослідження процесів формування якості питної води централізованого водопостачання за схемою «Джерело водопостачання – водозабір – станція водоочистки – водопровідна мережа – водоспоживач та децентралізованого водопостачання» Джерело водопостачання – водоспоживач» [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам водопостачання, надійності трубопроводних систем та якості питної води в Україні та за рубежом приділяється велика увага. В даному напрямку активно працюють вчені Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київського національного університету будівництва та архітектури, Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем, Рівненського національного університету водного господарства та природокористування, Одеського екологічного університету, Одеської державної академії будівництва і архітектури, Українського гідрометеоінституту, Харківського НДІ екологічних проблем, Харківської державної академії міського господарства, Луцького державного технічного університету та інших. Так необхідно відмітити роботи українських вчених Хільчевського В.К., Яцика А.В., Запольського А.К., Орлова В.О, Тугая А.М., Гіроля М.М., Ткачука О.А., Грабовського П.А. та ін. [3-9]. Із зарубіжних дослідників відомі роботи Аполінари Л. Коваля, С. Білозора, С.Денчева та ін. [10,11,12].

**Виклад основного матеріалу.** Централізоване водопостачання міста Чернівці здійснюється за рахунок використання підземних вод алювіальних відкладів річки Прут і поверхневих вод річки Дністер.

Схема централізованого водопостачання показана на рис. Децентралізоване водопостачання в основному розповсюджене в приміських районах міста Чернівці за рахунок верховодки та підземних вод алювіальних відкладів в долині річки Прут.

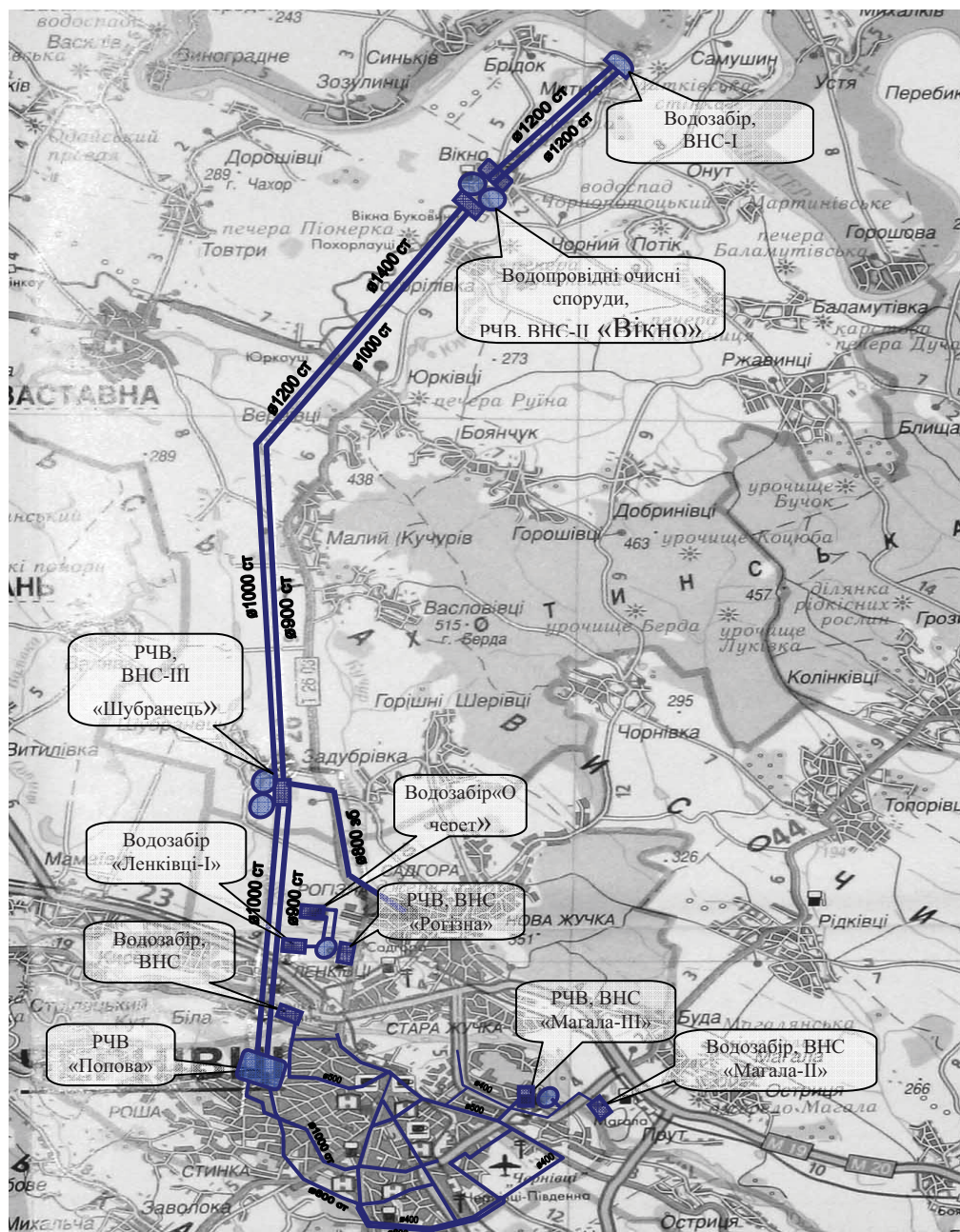


Рис. Схема централізованого водопостачання міста Чернівці

У створі м. Чернівці, вище скиду міських очисних споруд показники якості води такі: БСК – 5,2–5,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, амоній 0,15–0,41 мг/дм<sup>3</sup>, нітрити від 0,011 до 0,031 мг/дм<sup>3</sup>, нітрати 1,4–6,4 мг/дм<sup>3</sup>. Забір води з річки Прут та алювіальних відкладів здійснюється 3-ма насосними станціями.

Район досліджень знаходиться в зоні зі складними умовами для накопичення підземних вод, що зумовлено геологічними,

тектонічними та геоморфологічними особливостями [13, 14].

Показник рН коливається в межах 6,5-8,3, переважають води з рН біля 7,0. Вміст забруднюючих речовин в окремих випадках перевищує ГДК у 2–3 рази, підвищена жорсткість води (сума  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  понад 10 ммоль/дм<sup>3</sup>).

Ріка Дністер у районі існуючого водозабору Дністровського водопроводу досить потужне джерело водопостачання. Середня річна амплітуда коливання рівня води на Дністрі в межах становить 240–600 см [16].

Сезонні зміни гідрохімічного режиму виражаються в коливанні величин мінералізації води в межах від 200 до 600 мг/ дм<sup>3</sup> [17]. В період весняних паводків величини окисності коливаються в межах 4,0-9,3 мг/ дм<sup>3</sup>, а в період межені вони досягають 11,1 мг / дм<sup>3</sup>.

У водах Дністра протягом року спостерігається висока концентрація нітратів[18].

Мутність води коливається від 3–5 мг/дм<sup>3</sup> до 500–600 мг/дм<sup>3</sup>. Підвищення її відзначається у весняні паводки й паводки під час дощів як улітку так і взимку.

Кольоровість води підвищується в літній період і відзначені випадки, коли вона досягає 72°. У зимовий період кольоровість буває 26°.

Твердість води протягом року коливається в межах норми й тільки перед паводком вона трохи підвищується й в окремі роки досягає 8 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Окисність річкової води в розрізі року не постійна, у зимовий період вона буває близько 4 мг/дм<sup>3</sup>, у літній період досягає 10мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація фосфатів у воді в різні сезони коливається в межах 0,002 до 0,064 мг/л. В період паводків у водах Дністра в окремих випадках спостерігається високий вміст заліза 0,76–4,0 мг/ дм<sup>3</sup>, в межень він не перевищує 0,20 мг/л. Вміст кремнію у водах Дністра звичайно не перевищує 4.0 мг/ дм<sup>3</sup> і тільки в одиночних випадках 7–10 мг/ дм<sup>3</sup>.

Забір води з р.Дністер здійснюється при допомозі касетного оголовка, звідки вода по двом самопливним трубам поступає в приймальне відділення споруди насосної станції першого підйому [19].

Далі вода насосами 1-го підйому по двом ниткам водогону (1 робоча, 1резервна) довжиною 6,7 км подається на площадку водоочисних споруд с. Вікно. Вода спочатку поступає в контактну камеру, куди одночасно подається хлор (первинне хлорування) та реагенти: коагулянт  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , флокулянт (виробництво Німеччина) – магнафлок ЛТ-25 та при необхідності перманганат калію.

Після змішування з реагентами вода подається в камеру реакції, в якій відбувається фізико-хімічний процес коагуляції завислих і колоїдних частинок у пластівці та горизонтальні відстійники де пластівці випадають в осад.

Далі вода поступає на піщано-гравійні фільтри з кварцового піску та після вторинного знезараження хлором у два РЧВ об'ємом 3000 м<sup>3</sup>.



Від станції водопідготовки Вікно вода по двом напірним водогонам довжиною 26,6 км подається на насосну станцію 3-го підйому Шубранець, де проводиться її дохлорування. Після чого вода подається по двом робочим напірним водоводам  $\varnothing$  1000–900 мм довжиною 11,8 км кожний на площадку РЧВ Попова (м.Чернівці) в чотири ємності (20, 10, 5 тис м<sup>3</sup>) загальним об'ємом 45000 м<sup>3</sup> та по самопливному водогону  $\varnothing$  800 мм в район міста Садгора.

З РЧВ Попова вода після дохлорування по двом водоводам  $\varnothing$  1000 і 800 мм самопливом поступає в мережі міста.

Всього на балансі ДКП “Чернівціводоканал” знаходиться 388,5 км водоводів і водопровідних мереж, із них водоводів діаметром 600–1400 мм – 130,4 км. Середній діаметр водоводів –  $d_{cp} = 1000$  мм, а водопровідних мереж –  $d_{cp} = 250$  мм. Середній строк експлуатації водопровідних труб – 25 років. Повністю амортизовано понад 30 % трубопроводів водопостачання. В аварійному стані, що потребують негайної заміни, понад 15 км мереж. В останні роки проводиться заміна металевих труб, здебільшого сталевих, на пластмасові (типу ПНТ).

Регулярні перевірки якості води Чернівецької водопровідної мережі санітарно-гігієнічною службою явно показують від'ємне співвідношення між підвищеним числом мікробів (за показником БСК) і концентрацією хлору в воді. У всіх випадках з концентрацією хлору нижче 0,3 мг/л мікробіологічні показники не відповідали нормам.

Якість питної води річки Дністер після підготовки в основному відповідає нормам. Але в водопровідній мережі її якість різко погіршується. Повторне підвищення кількості мікробів, в тому числі і патогенних, в водопровідній мережі викликано поганим загальним станом трубопроводів і регулярними їх висушеннями. Поганий стан трубопроводів сприяє проникненню стічних вод. Підвищення об'єму добавляючого хлору не може вирішити проблему наявності мікробів, навпаки воно викликає підвищення хлорорганічних речовин. Тобто проходить вторинне забруднення питної води. Чинники цих забруднень наступні: гідравлічні, біологічні, фізико-хімічні та експлуатаційні.

За результатами проведених досліджень видно, що проби питної води відібрані у споживачів більш забруднені важкими металами, нітратами в порівнянні з пробами води на виході з водозабору. Так вміст міді зростає в 2,3 раза, а вміст цинку в 6,4, марганцю в 190 раз. При цьому необхідно відмітити, що за вмістом важких металів проби води з р.Прут та Дністер менш забруднені ніж проби питної води. Дані відхилення обумовлюються напевне вторинним забрудненням питної води у водопровідній сітці, що обумовлено поганим станом трубопроводів і регулярними періодами їх осушування через, що бувають часті витіки з них. Поганий стан трубопроводів може сприяти проникненню стічних вод. На протязі транспортування води у кожній з насосних станцій та РЧВ Попова відбувається черговий етап хлорування, і хоча у водоспоживача рівень

хлору у питній воді знижується, але це не гарантує захисту від хлорорганічних /канцерогенних/ речовин.

Також необхідно відмітити, що стан децентралізованого водопостачання в м.Чернівці надзвичайно складний, так як дуже багато проб води не відповідають нормативним документам як за органолептичними так і мікробіологічними показниками, а це своїм чином впливає на здоров'я людей [20,21].

**Висновки.** Забезпечення питною водою жителів міста Чернівці проводиться як з підземних так і поверхневих джерел водопостачання. Джерела водопостачання забруднюються стічними водами, дощами, радіонуклідами, патогенними організмами та бактеріями. На станції водоочистки ряд забрудників води проходять транзитом і підсилюються сполуками алюмінію та хлору. Подальше погіршення якості води проходить в магістральних, розподільчих та внутрішніх водопровідних систем., тобто виникає вторинне забруднення води внаслідок гідравлічних, біологічних, фізико-хімічних та експлуатаційних чинників яке підсилюється продуктами синергізму. Питна вода децентралізованого водопостачання міста Чернівці не відповідає вимогам нормативних документів і в 50% колодязі бакзабруднені. Представлені результати роботи можуть розглядатись як приклад моделювання процесів формування якості питної води і в інших регіонах України

#### Список літератури

1. Шевчук Ю.Ф. Сучасний стан якості питної води централізованого водопостачання м.Чернівці / Ю.Ф. Шевчук, Г.В. Кривчанська // Наук. вісник Чернівецького нац. ун-ту. – 2003. – Вип. 2. – С. 31–46.
2. Явкін В.Г. Процеси формування якості питної води в мережі водопостачання м.Чернівці / В.Г. Явкін, Ю.Ф. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2005.- Т. 8.- С.31-36.
3. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти/ В.К. Хільчевський.- К. : Київський університет, 1999. – 319с.
4. Тугай А.М. Водопостачання / А.М. Тугай, В.О. Орлов.- Рівне: РДГУ, 2001. - 429 с.
5. Орлов В.О. Сільськогосподарське водопостачання / В.О. Орлов. - К. : Вища школа, 1998. – 182 с.
6. Водопровідна мережа комунального господарства України / Гіроль М.М.та ін. // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2001. – Вип. 26. - С. 234-239.
7. Ткачук О.А. Вдосконалення діючих систем подачі і розподілу води населених пунктів / О.А. Ткачук // Актуальні проблеми водного господарства: у 2-х тт. – 1997. – Рівне: УДАВГ, 1997. - Т.2. - С.82-84.
8. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / С.І. Сніжко. - К.: Ніка-Центр, 2001.- 264 с.
9. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні / А.В. Яцик. - К. : Генеза, 2001. – 216 с.
10. Коваль А.Л. Якість питної води за нормами ЄС та України / А.Л. Коваль // Ринок інсталяцій. – 2003. – №11. - С.6-7.
11. Білозор С. Причини вторинного забруднення води у водопровідній мережі / С. Білозор // Ринок інсталяцій. – 2003. – №11. - С.14-16.
12. Денчев С. Системний підхід до проблеми вторинного забруднення води у водопроводах / С. Денчев // Ринок інсталяцій. – червень-липень 2002. - С.52-53.
13. Шторін К.Д. Підземні води західних областей України / К.Д.Шторін, К.С.Гавриленко. – К. : Наук. думка. - 1968.
14. Ландшафти міста Чернівці : монографія / за редакцією В.М.Гуцуляка. – Чернівці : Рута, 2006. - 168с.
15. Концепція сталого екологічного розвитку міста Чернівці (проект). Рішення III сесії міської ради XXIV скликання від 27.06.2002 р.- 33с.
16. Ресурси поверхневих вод СРСР. Том 6, Украина и Молдавия. вип. 1, Западная

Украина и Молдавия / Под ред. М.С. Каганера - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 884с. **17.** Горев Л.Н. Региональная гидрохимия / Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. - К. : Высшая школа, 1989. - 280 с. **18.** Гуцуляк В.М. Ландшафтно-геохимична екологія / В.М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2001. **19.** Шевчук Ю.Ф. Дослідження води річки Дністер – основного джерела водопостачання м.Чернівців / Ю.Ф. Шевчук //Наук. вісник Чернівецького ун-ту. - 2004. - Вип.220: Географія.- С.81-89. **20.** Мізюк М.І. Гігієна : підручник / М.І. Мізюк. - К. : Здоров'я, 2002. – 288 с. **21.** Шевчук Ю.Ф. Сучасний стан децентралізованого водопостачання м.Чернівці / Ю.Ф. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2005. - Том. 9. - С.217-223.

**Моделювання процесів формування якості питної води в місті Чернівці**  
**Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.**

*Нині звертається увага на якість води і води джерел водопостачання. Як для багатьох країн світу, так і для України, ця проблема є актуальною. У статті дана характеристика стану централізованого і децентралізованого водопостачання міста Чернівці. Проаналізовані зміни якості води за період спостереження і можливі джерела антропогенного впливу на природні води.*

**Моделирование процессов формирования качества питьевой воды в городе Черновцы**

**Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.**

*В настоящее время обращается внимание к качеству воды и воды источников водоснабжения. Как и для многих стран мира, так и для Украины, эта проблема является актуальной. В статье дана характеристика состояния централизованного и децентрализованного водоснабжения города Черновцы. Проанализированы изменения качества воды за рассматриваемый период и возможные источники антропогенного воздействия на природные воды.*

**The Process of Quality formation of Potable Water of Chernivtsi**  
**Shevchuk Yu., Shevchuk An.**

*The quality of the potable water and of the water supply sources is in the focus of the attention today. For Ukraine, as for many other countries of the world, this issue is of extreme importance. The article looks in detail at the status of the centralized and decentralized water supply and covers the test results of the potable water samples taken from the wells in the different districts of Chernivtsi. The changes of waters quality for the considered period and possible sources of anthropogenic influence on natural waters are analized.*