

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ МІСЬКОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОРТАТИВНОГО ПРИЛАДУ ЕКСПРЕС- КОНТРОЛЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. У роботі представлено результати лабораторного дослідження якісних показників води: pH, електропровідність (ЕС), загальна мінералізація (TDS), окисно-відновний потенціал (ORP) та температура води за чотирма зразками, відібраними з різних джерел у м. Вінниця. Аналіз здійснено за ключовими параметрами, що регламентуються чинними нормативами ДСТУ та санітарними правилами. Для кожного зразка визначено концентрації основних показників, виконано їх порівняння з нормативними значеннями та проведено оцінку можливих відхилень. Здійснено статистичну обробку результатів, включно з розрахунком середніх значень для підвищення достовірності оцінки. На основі отриманих даних встановлено потенційні ризики для споживачів та сформульовано комплекс рекомендацій щодо покращення якості води.

Ключові слова: якість; вода; параметри; контроль; електропровідність; загальна мінералізація; окисно-відновний потенціал; температура; водопостачання;

Abstract This work presents the results of a laboratory study of water quality indicators, including pH, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), oxidation-reduction potential (ORP), and water temperature, based on four samples collected from different sources in Vinnytsia. The analysis was performed according to key parameters regulated by current DSTU standards and sanitary guidelines. For each sample, the concentrations of the main indicators were determined, compared with normative values, and assessed for possible deviations. Statistical processing of the results was carried out, including the calculation of mean values to increase the reliability of the assessment. Based on the obtained data, potential risks for consumers were identified and a set of recommendations for improving water quality was formulated.

Keywords: quality; water; parameters; monitoring; electrical conductivity; total dissolved solids; oxidation-reduction potential; temperature; water supply.

Вступ

Якість питної води є ключовим фактором здоров'я населення та екологічної безпеки міст. Зростання техногенного навантаження, зношеність інженерних мереж, а також різниця у природних та технічних характеристиках джерел водопостачання призводять до можливих відхилень основних фізико-хімічних показників від нормативних значень. Для оперативного контролю використовують методи, які забезпечують швидко та достовірно визначення параметрів якості води.

Застосування портативних електронних приладів дозволяє здійснювати експрес-оцінку стану води без складної лабораторної підготовки, що підвищує ефективність моніторингу та дозволяє оперативно виявляти потенційні ризики для споживачів.

Метою дослідження є оцінювання якості води з різних джерел міста на основі фізико-хімічних параметрів, визначених за допомогою портативного аналізатора (pH / TDS / EC), та порівняння отриманих значень із нормативними вимогами для питної води.

Результати досліджень

Контроль основних фізико-хімічних параметрів дозволяє своєчасно виявити відхилення від нормативних вимог [1 - 4], оцінити придатність води до споживання та визначити потенційні ризики для здоров'я людини. Основні нормативи ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2] регламентують допустимі

концентрації показників (рН, мінералізація, солевміст тощо); ДБН В.2.5-74:2013 [3] містить загальні вимоги щодо систем водопостачання та якості води; ДСТУ 4077-2001 [4] визначає методики контролю кислотності.

У ході дослідження було проведено експрес-аналіз якості води з різних джерел міста за допомогою портативного рН/TDS/EC-метра, що забезпечує оперативність вимірювань та дозволяє виконувати первинну оцінку якості води без лабораторного обладнання. Вимірювання включали визначення таких показників: рН, електропровідність (ЕС), загальна мінералізація (TDS), окисно-відновний потенціал (ORP) та температура води.

Водневий показник рН характеризує кислотно-лужний баланс води. Нормований діапазон для питної води згідно [2, 3] становить 6,5 – 8,5. Відхилення рН можуть призводити до: корозії трубопроводів (при рН < 6,5), підвищення осадоутворення (при рН > 8,5).

TDS (Total Dissolved Solids, загальна мінералізація) - позначає сумарну концентрацію розчинених солей. Рекомендовані значення для питної води – до 1000 мг/л згідно [2]. Підвищена мінералізація може впливати на: смакові властивості води, утворення накипу, мікрокорозійні процеси, стан нирок при тривалому споживанні.

ЕС - електропровідність. Електропровідність прямо корелює з мінералізацією води. Нормативне значення для питної води - до 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. ЕС використовується як індикатор забруднення солями, мінералами та техногенних домішок.

ORP (окисно-відновний потенціал). ORP характеризує здатність води окиснювати чи відновлювати речовини. Для якісної питної води рекомендовані значення +200...+450 mV. Показник не нормується ДСТУ, однак широко використовується для оцінки безпечності та ефективності водоочищення.

Температура води впливає на: смак та органолептичні властивості, ефективність знезараження, розчиненість кисню. Нормативні вимоги: не вище 20 °С для водопровідної води [2]. Для колодязів та джерел допускається 6 – 12 °С як природна температура.

Отримані результати для зразків 1 – 4 були зведені у таблиці та, що дозволило провести порівняльний аналіз між різними типами джерел міста Вінниці. У таблиці 1 наведено основні фізико-хімічні параметри води для зразків (1 – 4), відібраної з побутових та природних точок забору міста Вінниці (зразок 1, 2 криниці на вул. Бучми; зразок 3 водопровідна вода з крану, зразок 4 «Долина»).

Таблиця 1 – Результат дослідження та нормативних величин

№ зразка	рН	Норма рН	TDS (мг/л)	Норма TDS	ЕС ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Норма ЕС	ORP (мВ)	T (°C)
1	7.05	6.5–8.5	595	≤ 1000	1181	200–800	128	24.8
2	6.96	6.5–8.5	697	≤ 1000	1425	200–800	144	20.1
3	6.91	6.5–8.5	292	≤ 1000	595	200–800	120	20.6
4	5.89	6.5–8.5	324	≤ 1000	663	200–800	148	18.9

Аналіз чотирьох зразків води, відібраних із різних джерел міста, показав значну варіативність фізико-хімічних параметрів. Водневий показник рН знаходився у межах від 5.89 до 7.05. Три зразки (№1 – 3) відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2] (6.5 – 8.5), тоді як зразок №4 характеризувався зниженим рН, що свідчить про підвищену кислотність води та може бути індикатором геохімічної специфіки або локального забруднення. Показник TDS коливався у діапазоні 292 – 697 мг/л. Значення для зразків №3 і №4 характеризували низьку мінералізацію, тоді як зразки №1 і №2 мали підвищений солевміст, хоча й не перевищували граничних значень ДСТУ 7525:2014 (≤ 1000 мг/л). Аналогічні закономірності відзначено для електропровідності ЕС: для зразків №3 і №4 вона не перевищувала типових значень (200 – 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$), у той час як для зразків №1 і №2 електропровідність була суттєво вищою (1181 та 1425 $\mu\text{S}/\text{cm}$ відповідно), що свідчить про підвищену концентрацію розчинених іонів. Значення окисно-відновного потенціалу ORP у всіх чотирьох зразках становили 120 – 148 мВ, що є типовим для природних вод без суттєвих домішок органічних відновників. Отже, аналіз показав, що основні відхилення пов'язані зі зниженим рН зразка №4 та підвищеною мінералізацією зразків №1, 2. Інші параметри перебували в межах нормативних вимог.

За результатами порівняння отриманих значень з нормативами (ДСанПіН) встановлено:

- рН усіх трьох зразків знаходиться в межах нормативного інтервалу 6,5 – 8,5, що свідчить про відсутність кислотно-лужних аномалій.

- Показники TDS та ЕС у зразків коливаються в діапазонах, характерних для слабомінералізованої та помірно мінералізованої води. Усі значення не перевищують граничних 1000 мг/л та 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, відповідно.
- Значення ORP демонструють позитивні величини, що вказує на потенційно безпечний окиснювальний характер води.
- Температурні показники знаходяться в межах природної температури води, що підтверджує коректність відбору проб.

Таким чином, усі чотири зразки відповідають санітарним вимогам і можуть бути охарактеризовані як умовно безпечні при належному знезараженні.

Для того щоб оцінити загальний стан води міста, а не лише одиничні випадки визначено середні значення показників (таблиця 2).

Таблиця 2- Середні значення показників (зразки 1 – 4)

Показник	Середнє значення	Норматив	Коментар
pH	6.70	6.5–8.5	У межах норми
TDS	477 мг/л	≤ 1000 мг/л	У нормі, середня мінералізація
ЕС	966 $\mu\text{S}/\text{cm}$	200–800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (типова питна вода)	Перевищення через зразки 1–2
ORP	135 мВ	Норми немає	Типове значення
Температура	21.1 °C	–	Природне значення

Таблиця 3 - Порівняння з нормативами та відхилення

Показник	Зразки в нормі	Зразки мають відхилення	Характер відхилення	Потенційні причини
pH (6.5–8.5)	1, 2, 3	4	знижений pH = 5.89	кислі домішки, геохімія або локальне забруднення
TDS (≤ 1000 мг/л)	Усі (1–4)	–	норма	норма
ЕС (200–800 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	3, 4	1, 2	висока електропровідність (1181–1425 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	підвищена мінералізація
ORP	Усі	–	нормальна окисна активність	нормальна окисна активність
Температура	Усі	–	природні значення	природні значення

На основі проведених вимірювань та нормативної бази можуть бути надані такі рекомендації:

1. Для джерел із підвищеним TDS та ЕС. Рекомендується застосування побутових або промислових систем пом'якшення води (іонний обмін, зворотний осмос).
2. При pH нижче нормативу. Потрібно перевірити джерело на наявність агресивних домішок та можливу корозію конструкцій. Доцільне встановлення нейтралізаційних фільтрів.
3. При pH вище 8,5. Застосовувати вугільні фільтри або аерацію для зниження лужності.
4. Низький ORP ($< +200$ mV). Може свідчити про органічне забруднення - рекомендується кип'ятіння або знезараження.
5. Температура вище 20 °C. Вказує на можливі застійні ділянки; рекомендується перевірка стану трубопроводів.
6. Періодичний моніторинг. Проводити вимірювання не рідше ніж раз на 3 місяці, а для відкритих джерел – щомісяця.

Комплексне вимірювання pH, TDS, ЕС, ORP та температури дозволяє: проводити експрес-оцінку стану водопостачання без лабораторних умов; визначати техногенний вплив на джерела (солевміст, електропровідність); оцінити ефективність природних фільтраційних процесів; виявляти потенційні ризики корозії та накопичення відкладень у трубопроводах; встановлювати непрямі ознаки мікробіологічного забруднення (за ORP); формувати рекомендації щодо доочищення. Такі вимірювання особливо важливі для міст з різнорідними джерелами водопостачання: колодзями, артезіанськими свердловинами, природними джерелами, річками, централізованим водопроводом.

Визначення ключових фізико-хімічних показників якості води за допомогою портативного pH/TDS/ЕС-метра є інформативним та ефективним способом оперативного контролю стану водних

джерел міста. Порівняння отриманих значень з нормативами дозволяє виявити відхилення, оцінити безпечність води для споживання та сформулювати рекомендації щодо її доочищення або покращення якості. Такий підхід є доцільним для використання в рамках навчальних і наукових досліджень, а також для практичних потреб органів місцевого самоврядування та водоканалів.

Висновки

У ході дослідження проведено порівняльний аналіз показників: рН, електропровідність (ЕС), загальна мінералізація (TDS), окисно-відновний потенціал (ORP) та температура води, відібраної з декількох джерел м. Вінниці. Отримані результати дозволили оцінити стан якості питної води та ступінь її відповідності нормативним вимогам. Встановлено що частина досліджуваних проб відповідає нормативам за всіма контрольованими параметрами. У зразка 1 виявлено відхилення показника рН, нижче нормативного діапазону. Це свідчить про підвищену кислотність води та можливий вплив природних або техногенних факторів, та може спричиняти корозію труб. На основі результатів вимірювань сформульовані практичні рекомендації щодо покращення якості води, а також реомендовано повторний контроль у зразках, що мають відхилення показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною
3. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зі Зміною № 1
4. ДСТУ 4077-2001 Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD)

Горюн Олег Олегович - PhD, старший викладач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет ORCID: 0000-0001-5678-835X, e-mail: oleggoriun@vntu.edu.ua

Гуменчук Анастасія Євгенівна – студент групи СМ-23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Колячинський Юрій Миколайович - студент групи АДВ-23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії e-mail: Kmyurii7@gmail.com

Oleh Horiun — PhD, senior lecturer of the department of engineering systems in construction, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ORCID: 0000-0001-5678-835X, e-mail : oleggoriun@vntu.edu.ua.

Anastasia Humenchuk - student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering e-mail: flora.butterfly68954@gmail.com

Kolachynskyi Yurii Mykolaiovych - student of the Adv-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering e-mail: Kmyurii7@gmail.com