

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний  
(факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології  
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Костирева Микити Михайловича  
(ПІБ)

академічної групи 103М-18-1  
(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія»  
(офіційна назва)

на тему «Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамар'я»  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Інкін О.В.			
розділів:				
Загальний	Інкін О.В.			
Спеціальний	Інкін О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Загриценко А.М.			

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

Рудаков Д.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

ступеню \_\_\_\_\_ магістра \_\_\_\_\_

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Костиреву Микити Михайловичу академічної групи 103м-18-1

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землюза освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія»на тему «Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамар'я»затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 21.11.19 № 2147-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Навести загальну та геологічну характеристику району. Охарактеризувати виконані в районі дослідження.	15.10.19-29.10.19
Спеціальний	Виконати оцінку гідрохімічних параметрів обухівського водоносного горизонту та розрахунок гідрогеологічних параметрів.	30.10.19-01.12.19
	Виконати моделювання показників перетікання підземних вод між водоносними горизонтами, оцінку експлуатаційних запасів та економічне обґрунтування роботи водозабору.	02.12.19-13.12.19

Завдання видано

(підпис керівника)

Інкін О.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

12.10.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії

13.12.2019

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Костирев М.М.

(прізвище, ініціали)



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: текстові додатки 83 с., рисунків 10, таблиць 12, джерел 40.

ВОДОЗАБІР, ПІДЗЕМНІ ВОДИ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЗАПАСИ, ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, БАЛЬНЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ДОСЛІДНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ВІДКАЧКА.

*Об'єкт досліджень* – гідродинамічні процеси та техногенні чинники які супроводжують формування запасів вод обухівського водоносного горизонту Присамарря.

*Предмет досліджень* – технологічні параметри відбору підземних вод із свердловин, що забезпечать експлуатаційні запаси та якість мінерально-столової води обухівського водоносного горизонту.

*Мета роботи* – вивчення умов формування та експлуатації підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамарря та обґрунтування параметрів їх комплексного використання.

*Наукова новизна* – встановлені гідродинамічні та геохімічні умови формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова».

У вступі викладено стан проблеми і конкретизовано завдання на магістерську роботу. У загальній частині зазначено територіальне розташування району робіт, коротко охарактеризовано геологічна будова, гідрологічні умови та екзогенні геологічні процеси, які мають місце на території району досліджень.

У розрахунковій частині за даними аналізу гідрологічних умов ділянки та гідрохімічних параметрів обухівського водоносного горизонту встановлено якість підземних вод, виконана обробка даних дослідно-експлуатаційної відкачки, проведена оцінка гідродинамічних параметрів водоносного горизонту, виконано чисельний аналіз перетікання підземних вод і оцінені їх експлуатаційні запаси. В економічній частині наведено техніко-економічне обґрунтування водопостачання та розраховано економічний ефект від експлуатації свердловини.

*Практичне значення.* На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

*Соціальний ефект.* Реалізація мінеральної столової води обухівського водоносного горизонту буде сприятиме профілактики та лікуванню ряду захворювань серед населення.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНА ТА ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ .....	7
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОНАНИХ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
3. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ.....	29
4. ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБУХОВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ.....	43
5. РОЗРАХУНОК ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	53
6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕТІКАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІЖ ВОДОНОСНИМИ ГОРИЗОНТАМИ.....	58
7. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ.....	62
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ ВОДОЗАБОРУ.....	67
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	79
ДОДАТКИ.....	81

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## ВСТУП

Актуальність досліджень. Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Для забезпечення мешканців міста мінеральною водою ЗАТ “Кришталь” у 1999 р. була пробурена одна свердловина на обухівській водоносний горизонт глибиною 30 м, з якої була видобута сульфатно-гідрокарбонатна натрієва вода без специфічних компонентів і властивостей із загальною мінералізацією  $0,33 \text{ г/дм}^3$ . На даний час свердловина працює 2 години на добу із сумарним водовідбором  $4,65 \text{ м}^3/\text{добу}$ , з перспективою збільшення до  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У відповідності до завдання даної роботи, необхідно затвердити запаси мінеральної природної столової води в обсязі  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ , за умов отримання стабільності її якості згідно нормативів ДСТУ. Основою для підрахунку запасів підземних вод є матеріали раніше виконаних регіональних досліджень, багаторічного вивчення стану підземних вод, пошуків та розвідки підземних вод для водопостачання, 5-ти річний дослід експлуатації свердловини №1 е, дослідно-експлуатаційна відкачка протягом 3-х місяців, геоекологічні та лабораторні дослідження.

Мета роботи – вивчення умов формування та експлуатації підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамарря та обґрунтування параметрів їх комплексного використання.

Досягнення поставленої мети раціонально здійснювати шляхом вирішення наступних завдань:

- вивчити загальні та геологічні умови ділянки водозабоу;
- оцінити режим роботи діючих свердловин та систем водопостачання;
- проаналізувати результати виконаних гідрогеологічних та лабораторних робіт;



- розрахувати гідрогеологічні параметри обухівського водоносного горизонту та експлуатаційні запаси підземних вод;

Об'єкт досліджень – гідродинамічні процеси та техногенні чинники які супроводжують формування запасів вод обухівського водоносного горизонту Присамар'я.

Предмет досліджень – технологічні параметри відбору підземних вод із свердловин, що забезпечать експлуатаційні запаси та якість мінерально-столової води обухівського водоносного горизонту.

Практичне значення. На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

Наукове значення. Встановлені гідродинамічні та геохімічні умови формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова».

Економічний ефект. Очікуваний річної валовій доход підприємства від продажу мінеральної води буде складати 1657,3 тис. грн.

Соціальний ефект. Реалізація мінеральної столової води обухівського водоносного горизонту буде сприятиме профілактики та лікуванню ряду захворювань серед населення.

КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

## 1. ЗАГАЛЬНА ТА ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ

Клімат району характеризується малосніжною зимою і тривалим теплим літом. За даними центру гідрометеорології м. Дніпропетровська, що засновані на матеріалах багатолітніх середньостатистичних спостережень (метеостанції Павлоград, Губиніха), кліматичні умови району досліджень характеризуються наступними даними. Середньорічна температура повітря дорівнює  $7.5^{\circ}\text{C}$ . Найпрохолоднішим місяцем є січень з середньомісячною температурою  $-6.4^{\circ}\text{C}$ , найтеплішим – липень  $+21.2^{\circ}\text{C}$ . Максимальні температури повітря зареєстровані у липні – до  $+40^{\circ}\text{C}$ , мінімальні – у лютому – до  $-37^{\circ}\text{C}$ . Середній мінімум температури коливається у межах від  $-9.3^{\circ}\text{C}$  у січні до  $+15^{\circ}\text{C}$  у липні.

Річна сума опадів змінюється від 373.3 до 643.7 мм, середньомісячна – від 32 мм у лютому до 67 мм у червні. Середньорічна сума опадів складає 508 мм. Максимальна кількість днів з опадами спостерігається в осінньо-зимовий період. Промерзання ґрунту періодичне, максимальне спостерігається у лютому (24-116 см), мінімальне – у листопаді – грудні місяцях (5-8 см). Середня відносна вологість повітря змінюється від 48 до 93 %, середньорічна 70-76 %. Випаровування з поверхні ґрунту в середньому складає 400 мм, випаровування з водної поверхні – 700 мм і більше, максимальне випаровування спостерігається влітку. Атмосферний тиск змінюється від 1000.4 до 1019.6 мб. Переважним напрямком вітрів є східний і південно-східний.

Аналізуючи кліматичні умови району, можливо зробити висновок, що поповнення запасів підземних вод, в основному, відбувається в осінній і весняні періоди. Весною поповнення відбувається за рахунок інтенсивного танення снігу, випадіння значної кількості опадів у вигляді дощів і невеликої величини дефіциту насичення, восени – за рахунок частих і тривалих атмосферних опадів, слабого випаровування з поверхні. Влітку більша частина



опадів не проникає у водоносні горизонти із-за високих температур повітря і великого випаровування, а взимку промерзання ґрунту також перешкоджає поповненню запасів підземних вод.

Рельєф району за своїм типом представляє слабгорбисту рівнину, відмітки поверхні якої коливаються від 130 м на північному сході до 60 м на південному заході, загальний схил поверхні орієнтовано зі сходу на захід, убік головної водної артерії – р. Дніпро, а також у напрямку долин річок Самари та Вовчої. Значення схилів поверхні змінюються від 0.0006 на вододільних плато до 0.04 – на його схилах. Основними формами рельєфу є річні долини, вододільні плато, балки та яри. Район робіт характеризується розвинутою гідрографічною мережею: зі сходу на захід його перетинає р. Самара, з півдня на північний захід р. Вовча.

Річка Самара є ліва притока р. Дніпро і бере свій початок на західному схилі Донецької височини. Довжина річки 393 км, водозбірна площа 22360 км<sup>2</sup>. Русло її по всій довжині сильно меандрує, постійний водотік просліджується у місці впадіння притоки р.Вовчої у гирло. Течія річки спокійна, швидкість до 0.07 м/с у меженний період, від 0.2 до 2.3 м/с у паводковий. Схил ріки в верхів'ї складає 0.00023, в нижній течії 0.00014 – 0.00011. Річка Самара характеризується не постійними витратами, які повністю залежать від кількості атмосферних опадів. Витрати річки і рівня води в ній досягають максимуму в період повені і мінімуму в межень. Максимальні середньорічні витрати відмічаються в 1964 р. – 4.48 м<sup>3</sup>/с та 36.4 м<sup>3</sup>/с в 1970 р. Мінімальні середньомісячні витрати позначені в 1959 р. – 0.39 м<sup>3</sup>/с, мінімальні середньорічні витрати позначені в 1954 р. (1.82 м<sup>3</sup>/с). В верхній своїй течії в окремі роки річка пересихає.

Річка Вовча являється лівою притокою р. Самари і впадає в неї на 23.5 км на заході від м. Павлограда, перетинаючи район робіт з південного сходу на північний захід. Внаслідок незначного схилу річки (0.00008-0.00017), швидкість течії води в річці не перевищує 0.23 м/с. Як і р.Самара характеризується непостійністю витрат і різкими коливаннями рівня. На ос-



нові даних багаторічних спостережень встановлено, що максимальні середньомісячні витрати в річці відмічаються в 1970 р. ( $95.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), мінімальні – в 1953 р. ( $0.11 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Максимальні середньорічні витрати ( $11.89 \text{ м}^3/\text{с}$ ) позначені в 1966 р., мінімальні ( $1.13 \text{ м}^3/\text{с}$ ) – 1954 р.

Річка Гніздка є рукавом р. Вовчої, довжина її близько 6 км, ширина досягає 30-35 м. Водотік в ній відсутній, вода стоїть тільки в окремих плесах, а русло в більшій частині заросло очеретом. Впадає в р. Вовчу в південній частині м. Павлограда.

Тектоніка району визначається його положенням на стику двох структур Дніпровсько-Донецької западини і Українського кристалічного щита. В структурній будові району виділяється три поверхи – жорсткий докембрійський фундамент, товща моноклінально залягаючих палеозойських та мезозойських порід з пологим  $1-4^\circ$  падінням у північно-східному напрямку до осі западини і горизонтально залягаюча товща відкладів кайнозою. Поверхня докембрія також погортається до осі западини під кутом  $1-3^\circ$ .

В межах площі поширення докайнозойських порід широко розвинуті розломи, найбільш великі із них: Центральний, Павлоградський і Добровольський (граф. дод.1). Центральний скид – один із крупних розломів. Амплітуда скиду зменшується з південного сходу на північний захід, змінюючись від 300 до 100 м. Від центрального скиду відгалужується ряд другорядних скидів – апофіз. Простягання скидів переважно північно-західне, падіння північно-східне під кутом  $45-50^\circ$ , рідше  $70-75^\circ$ .

Виникнення скидів відноситься до кінця пермського періоду, коли єдиний масив розчленився на глибові структури. В умовах цього рельєфу відбулось накопичення тріасових опадів. Починаючи з юрського до середньосарматського часу включно на території відбувались неодноразові трансгресії і регресії. Кінець неогену – час закладання сучасної гідрографічної мережі. У четвертинному періоді розпочався ерозійно-аккумулятивний цикл в континентальних умовах, хід якого визначився настанням і відставанням льодовиків (дніпровського і валдайського). Під час цього циклу були сформовані основні

риси сучасного рельєфу і гідрографічної мережі і відбулось накопичення покривної товщі еолових, алювіальних, делювіальних і елювіальних відкладів.

В адміністративному відношенні ділянка робіт розташована у межах м. Павлограда Дніпропетровської області (рис. 1.1). Територія робіт має форму квадрата, зі стороною 2.0 км, площа його дорівнює 4 км<sup>2</sup>. За міжнародною розграфкою масштабу 1:10000 ділянка робіт розташовується на листі М-36-132-Г-6-1 і обмежується географічними координатами:

$48^{\circ}30'40'' - 48^{\circ}31'43''$  ПнШ

$35^{\circ}52'30'' - 35^{\circ}54'07''$  СД

В геоструктурному відношенні район робіт відноситься до зони зчленування Дніпровсько-Донецької западини з Українським кристалічним щитом, північна його частина належить до південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини, південна — до Українського кристалічного щита.

Найбільш давніми відкладами в районі є кристалічні породи докембрію, повсюдно перекриті піщано — глинистою осадовою товщею. Осадовий комплекс в даному районі, представлений відкладами палеозою (кам'яновугільна і девонська системи), мезозою (тріасова і юрська системи), кайнозою (палеогенова, неогенова і четвертинна системи).

*Докембрійські утворення (AR – PR).*

Мають повсюдне поширення. На півдні території, що описується, вони виходять під неогенові та четвертинні відклади, а у бік Дніпровсько-Донецької западини занурюються під осадки кам'яновугільної товщі. Представлені, в основному, піроксенітами, гнейсами, гранітогнейсами, гранітами і дрібною гранітів. Глибина залягання порід коливається від 21.9 до 208.5м. Потужність розкритої товщі складає 52.7м.

*Палеозойські відклади (Pz).*

Палеозойські відклади представлені породами девону і нижнього карбону.



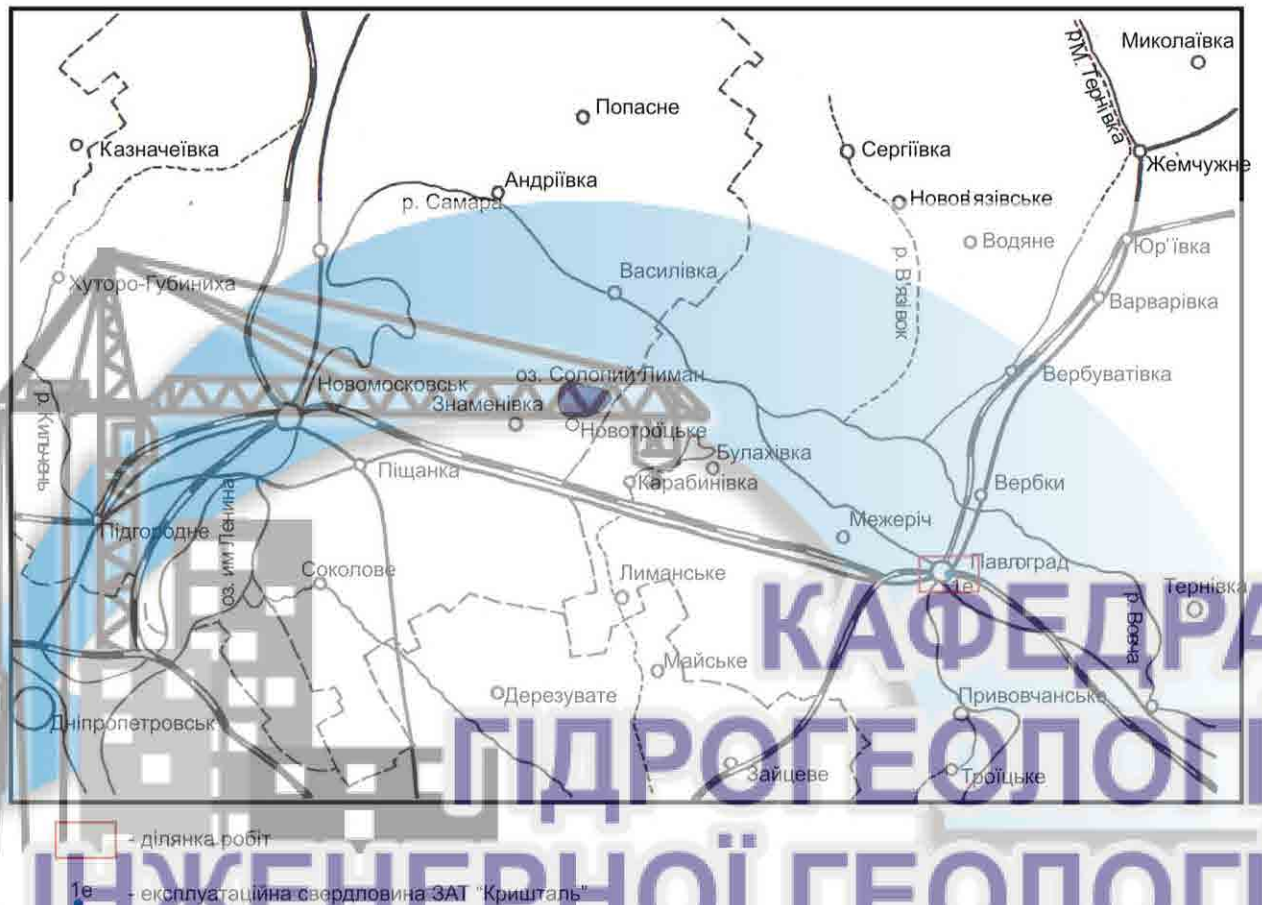


Рис. 1.1 – Оглядова схема ділянки досліджень

*Девонські відклади (D)* розповсюджені на півдні району і залягають на кристалічних породах докембрію. Представлені сірими аркозовими пісковиками, доломітизованими вапняками і аргілітами. Розкрита потужність досягає 15.95м.

*Кам'яновугільні відклади (C)* мають широке розповсюдження на площі району, що описується. Представлені ярусами – турнейським і візейським.

*Турнейський ярус (C<sub>1t</sub>)*. Відклади турнейського ярусу залягають на розмитій поверхні девонських утворень, а ближче до півдня характеруємої площі – безпосередньо на кристалічних породах докембрію. Представлені світло-сірими, крупнокристалічними, місцями кавернозними вапняками і аргілітами, розкрита потужність яких коливається від 13.75 до 71.9 м. Глибина залягання коливається від 30.0 до 126.20 м. Покрівлею вапняків є візейські відклади, а в місцях їх виходу під покривні відклади – піски бучацької світи.



*Візейський ярус ( $C_{1v}$ )* відкладення візейського ярусу мають широке розповсюдження в межах району. Літологічно вони представлені перешарованою товщею аргілітів, алевролітів, пісковиків, вугілля робочої і неробочої потужності і рідше вапняків. Глибина залягання коливається від 40.5 м на півдні району, до декількох сотень метрів на півночі.

#### *Мезозойські відклади ( $Mz$ )*

На даній площі представлені тріасовою та юрською системами, потужність яких складає 320 м.

*Тріасові відклади ( $T$ )* розповсюджені у північній частині району, за межами ділянки робіт (граф. дод.1). Глибина залягання їх коливається від 52 м на південній межі розповсюдження до 280 м на півночі району. Тріасові відклади представлені строкатими піщаними глинами, пісковиками, галечниками.

*Юрські відклади ( $J$ )* також розповсюджені тільки на півночі району, за межами ділянки. Представлені вони перешарованою товщею сірих глин, пісків, пісковиків, рідше вапняків, загальною потужністю до 140.0 м. Глибина залягання коливається від 65.0 до 77,0 м.

*Кайнозой ( $Kz$ )* осадки кайнозою мають повсюдне розповсюдження на площі району і представлені відкладами палеогенової, неогенової та четвертинної систем.

*Палеогенова система ( $Pg$ )* представлена бучацькою, обухівською та межигірською світами.

*Бучацькі відклади ( $Pg_{2b\check{c}}$ )* розвинуті повсюдно, відсутні лише на південно-західній частині – району підняття кристалічного щита. Літологічно вони представлені дрібнозернистими і тонкозернистими, іноді глинистими, темно-сірими з буруватим відтінком пісками, в нижній частині товщі з включеннями гальки. Потужність відкладів досягає 35.0 м, глибина залягання коливається від 26,4 до 61.1 м. Бучацькі піски незгідно залягають на відкладах юрської і тріасової систем, а в місцях їх відсутності на більш древніх відкладах карбону та докембрію.

*Обухівські відклади ( $Pg_{2ob}$ )* розвинуті повсюдно. Вони трансгресивно залягають на пісках бучацької світи на глибині 18.5 – 42.2м. Літологічно вони представлені зеленувато-сірими, кварцево-глауконітовими, тріщинуватими пісковиками з окремими лінзами голубувато-сірого мергелю у покрівлі і лінзами мергелистої глини в підшві пісковиків. У покрівлі обухівських відкладів залягають сірувато-зелені, тонкозернисті кварцево-глауконітові, сильно глинисті піски межигірської світи. Потужність коливається від 2.0 до 26.95м.

*Межигірські відклади ( $Pg_{3mž}$ )* розповсюджені повсюдно, відсутні на півдні характеризуємої площі в місцях підняття порід кристалічного щита. Літологічно відклади представлені кварцево-глауконітовими, тонкозернистими, сильно глинистими пісками, потужністю до 20 м.

*Новопетрівська світа неогену ( $N_{1np}$ )* На переважній площі району неогенові відклади відсутні, розповсюджені тільки на схилах долин і вододільних плато. Літологічно представлені строкатими глинами і жовтуватими сірими, тонко і дрібнозернистими глинистими пісками, загальною потужністю 0-15.0м.

*Нерозчленовані відклади неогену і четвертинної систем ( $N_2-Q_1$ )* в межах характеризуємої площі розповсюджені лише на плато і схилах плато. Представлені вони червоно-бурими глинами, рідше суглинками і дрібнозернистими глинистими пісками, загальною потужністю від 0 до 20.0м.

*Відклади четвертинної системи ( $Q_{1-4}$ )* в межах характеризуємої площі представлені верхнім і сучасним відділами. До верхнього відділу відносяться алювіальні відклади I і II терас річки Вовчої. Представлені сірими різнозернистими, в нижній частині крупнозернистими пісками древнього алювію потужністю 0.50 – 14.20 м. Глибина залягання відкладів коливається від 0.50 до 26.3м.

До сучасного відділу віднесені ґрунтовий покрив, алювіальні і пролювіальні відклади заплави і еолові (кучугурні) відклади. Сучасні алювіальні ві-

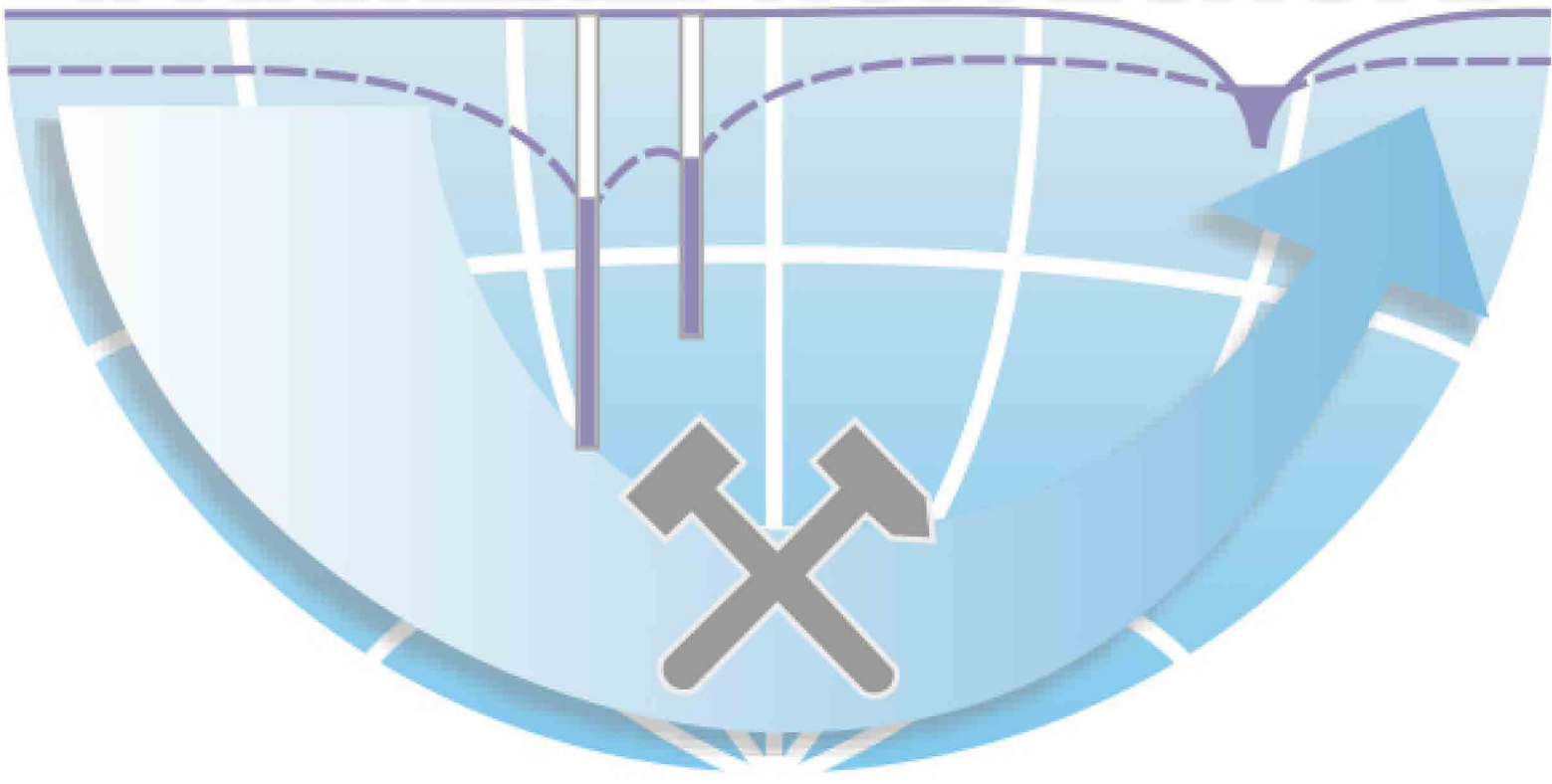


дклади представлені дрібнозернистими слабоглинистими і глинистими пісками з лінзами глин і суглинків.

В геоморфологічному відношенні – це межиріччя річок Самари і Вовчої, прорізана її правою притокою – р.Гніздка (старицею). На території ділянки розташовується м. Павлоград. Найближчими до ділянки робіт великими населеними пунктами є с. Богуслав, с. Межиріч, с. Привовчанське. Зв'язок між ними здійснюється по шосейним та ґрунтовим дорогам. З північного заходу на південний схід через ділянку робіт проходить автомагістраль Київ – Донецьк. На півночі ділянки проходить залізниця Павлоград – Червоноармійськ, яка поєднує Західний Донбас з Великим Донбасом.

Місто Павлоград є крупним вузлом залізних доріг Західного Донбасу. Взагалі населення працює на промислових підприємствах міста. Крім підприємств вугільної промисловості – 10 шахт і центральна збагачувальна фабрика (ЦЗФ), в місті працюють великі заводи: ливарних машин, хімічного машинобудування, хімічний завод та ін.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОНАНИХ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі розвідувальних робіт була проведена дослідно-експлуатаційна відкачка із свердловини № 1е на протязі більш ніж трьох місяців (95 діб) з 17 травня по 20 серпня 2005 р. Відкачка виконувалась у два режимні періоди. У I період (з 17 травня по 2 липня 2005 р) свердловина № 1е працювала в експлуатаційному безпереривчатому режимі з середнім дебітом  $0,29 \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ) при максимальному зниженні рівня  $2,51 \text{ м}$ . В кінці четвертої доби динамічний рівень в свердловині стабілізувався. Цей період відкачки був виконаний з метою визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів обухівського водоносного горизонту.

Відкачка проводилася заглибленим насосом типу БЦП-04-12МУ. II період відкачки (з 5 липня по 20 серпня 2005р.) свердловина №1е працювала в експлуатаційному преривчатому режимі близько шести годин на добу з дебітом  $1,16 \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $25,0 \text{ м}^3/\text{добу}$ ). Максимальне зниження рівня при цьому склало  $10,61 \text{ м}$ . Відкачка проводилася заглибленим насосом типу ЕЦВ 6-6,3-85, що використовується при експлуатації свердловини. Таким чином, при різних дебітах при відкачці водовідбір був сталий –  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У I та II періоди відкачки проводилися спостереження за зміною рівня підземних вод у дослідній №1е та спостережній свердловині № 2с, дебіту – у дослідній № 1е.

У I період заміри рівня та дебіту свердловини проводилися відповідно до методичних вказівок при дослідних відкачках: на початку -1-2-3-4-5-7-10-15-20-25-30-40-50 хвилин, надалі через 1-3 години. Після завершення відкачки були виконані спостереження за відновленням рівня підземних вод. Методика замірів рівня при відновленні аналогічна до проведення замірів при зниженні рівня. У II період заміри рівня та дебіту проводилися відповідно 7 і 2 рази на добу.

Заміри рівня проводилися електрорівнеміром типу ЕУ-50. Заміри дебіту та водовідбору проводилися витратоміром ВСКМ-7/25, та контролювалися об'ємним способом. У ході проведення відкачки було зроблено відбір

проб води для проведення повних хімічних аналізів, визначення вмісту мікрокомпонентів, пестицидів та інших.

Проби води на повний хімічний аналіз та визначення мікрокомпонентів відбиралися приблизно через 10 днів. На визначення пестицидів, на радіологічні та бальнеологічні дослідження відібрано по 1 пробі, на бактеріологічний аналіз – 3 проби. Відкачкою встановлено, що у цей період якість підземних вод обухівського горизонту та його рівневий режим були стабільними.

Обстеження водозаборів проводиться з метою вивчення умов експлуатації цільового водоносного горизонту та запобігання його виснаження та забруднення при обов'язковій участі представників адміністрації.

Для підтвердження даних п'ятирічної експлуатації водозабору (дебіту, зниження, хімічного складу) та встановлення можливості використання підземних вод для промислового розливу, як природних столових вод під назвою «Бірюзова», з підрахунком експлуатаційних запасів був виконаний оптимальний комплекс досліджень, види та обсяги яких приведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Обсяги основних видів робіт

№ п/п	Найменування видів робіт	Одиниця виміру	Обсяги робіт	
			За проектом	Фактично виконаних
1	2	3	4	5
1	Дослідно-гідрогеологічні роботи, усього у т.ч. а) дослідно-експлуатаційна відкачка б) відновлення рівня	бр./зм  <u>к-кість</u> бр./зм. <u>к-кість</u> бр./зм.	334,21  1 332,71 1 1,5	317,27  1 303,55 1 13,72
2	Гідрогеологічне обстеження водозабору	в/з	7	8
3	Випробування, у т.ч. а) відбір проб води б) відбір проб ґрунту	проба	18 19	18 18
4	Лабораторні роботи у т.ч. а) повний хіманаліз проб води б) визначення мікрокомпонентів в) бактеріологічний аналіз г) визначення пестицидів	аналіз -//- -//- -//-	10 10 3 1	16 16 3 1
5	Бальнеологічні дослідження	комплекс	1	1



На території проведення робіт проведено обстеження 8 водозаборів. При обстеженні водозабору згідно методичних рекомендацій необхідно:

- перевірити наявність дозволу на будівництво водозабору;
- встановити наявність технічного паспорту на водозабір, складений організацією, яка споруджує водозабір та передає за актом водоспоживачу;
- оглянути технічний стан устя свердловини;
- перевірити наявність і дотримання встановленого режиму експлуатації підземних вод;
- перевірити наявність зон санітарної охорони водозабору і, у першу чергу, зони суворого режиму і зони обмеження, дотримання у границях цих зон встановленого санітарного режиму;
- перевірити наявність і ведення обліку якості води, яка відбирається, спостережень за динамічним рівнем води в експлуатаційних свердловинах, її якості;
- провести контрольний замір дебіту і рівня, відібрати проби води на хіманаліз.

Результати гідрогеологічного обстеження приведені в таблиці 2.2.

Геолого-екологічні дослідження виконувалися з метою оцінки екологічного стану верхньої зони геологічного середовища на ділянці робіт і прогнозного впливу техногенних факторів на умови експлуатації водозабірної свердловини № 1е. ГЕД виконані в радіусі порядку 1 км від свердловини № 1е і охоплювали усі компоненти геологічного середовища – ґрунти, поверхневі і підземні води.

Відбір літохімічних проб зроблений на площі близько 4 км<sup>2</sup>, за умови 3 точок відбору проб на 1 км<sup>2</sup> (рис. 2.1). На всю ділянку число проб по двох інтервалах склало  $13 + 5 = 18$ . Відбір проб зроблений методом змішаного зразка, відібраного по «конверту». Вага проби змішаного зразка 200 г. Напівкількісний спектральний аналіз (13 проб), виконаний у лабораторних умовах ЦЛ КП «Південукргеологія». Окрім того, кожна 3-я проба направлялася на кіль-

кісне визначення нормованих за величиною ГДК елементів (свинець, марганець, ванадій) – всього 5 проб.

Таблиця 2.2 – Результати гідрогеологічного обстеження водозаборів

№ п/п	№ водозабору геолог. індекс, вод. горизонт	Місцезнаходження відомча належність	Рік введення в експлуатацію	Тип використання	Дебіт, м <sup>3</sup> /добу	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Виявлені недоліки при г/г обстеженні
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1 aQ;Pg2bč+ob	м.Павлоград,0,5 км на південь, ВАТ «Павлоградвугілля» СП ПРУВОКС	1962	Госпитне водопостачання	2398,0	0,51- 0,78	Виміри не ведуться
2	2 Pg2bč+ob	м.Павлоград долина р.Гніздки ВАТ завод «Павлоградхім- маш»	1976	Госпитне та технічне водопостачання	1210,0	0,53-0,8	-/-
3	3 Pg2bč+ob	м.Павлоград східна країна, ВАТ заводу «Палмаш»	1984	Госпитне та технічне водопостачання	33,7	0,82	-/-
4	4 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна, Павлоградський механічний завод ВО „Південмаш” ім.Макарова	1972- 1973	-/-	84,0	0,15- 1,27	-/-
5	5 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна, ДСУ-5 ЗАТ«Павлоградбуд»; ВАТ «Павлограджитлобуд»	1969- 2000	-/-	154,0	0,73- 0,75	-/-
6	6 Pg2bč+ob	с.Вербки, східна країна ВАТ «Павлоградвугілля» СП ПРУВОКС	1978	-/-	1841,0	1,22- 1,74	-/-
7	7 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна хімічний завод	1955	Не експлуатується	-	-	-/-
8	2 Pg2bč+ob	м.Павлоград, пров.Декабристів,3а; ЗАТ «Кришталь»	2000	пром. розл.	5,0	0,33	-/-



Гідрохімічне випробування проводилось при обстеженні 1-ої точки на р. Гніздка і 4 водозабірних свердловини. Усього 5 об'єктів. На кожному об'єкті відібрано проби з визначенням таких інгредієнтів: повний хіманаліз макрокомпонентного складу та мікрокомпоненти: йод, бром, фосфати, бор, літій, нікель, кобальт, мідь, цинк, свинець, кадмій, барій, миш'як, алюміній, залізо, ртуть, берилій, марганець, молібден, стронцій, селен, хром, феноли та нафтопродукти.

Випробування ґрунтів на вміст важких металів і токсичних елементів передбачено відповідно до: Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Номен-клатура показателей санитарного состояния. ГОСТ 17.4.2.01-81. М., 1981, 9с. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. ГОСТ 17.4.1.02.-83. М., 1980, 4с. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84. М. 1986, 11с. У точках відбору літологічних проб паралельно виконувалися заміри потужності експозиційної дози (МЕД)  $\gamma$ -випромінювання, тобто зроблено 13 точечних замірів за допомогою польового радіометра СРП-68-01.

Лабораторні роботи проводились у Центральній лабораторії КП «Південукргеологія», де були зроблені хімічні аналізи макро- та мікрокомпонентного складу води, визначення важких металів у ґрунтах, а також спектральний напівкількісний аналіз проб ґрунту. При обробці отриманих результатів спектральних аналізів перерахунок вмісту у відсотках у кількісний вміст проводився за формулою:

$$C_1 = \frac{10^6 \cdot C}{100} \quad (2.1)$$

де  $C_1$  – вміст елемента, мг/кг;  $C$  – вміст елемента, %;  $10^6$  – коефіцієнт переходу вмісту елемента із % у мг/кг.



Рис. 2.1 – Схема розташування пунктів геолого-екологічного обстеження з радіометричними спостереженнями



Під час виконання розвідувальних робіт режимні спостереження заключались головним чином у вивченні режиму обухівського водоносного горизонту. Результати вивчення були отримані в процесі дослідно-промислової розробки підземних вод обухівського водоносного горизонту в свердловині № 1е. Окрім того, режимні спостереження даного горизонту у районі водозабору ЗАТ «Кришталь» були отримані з матеріалів раніше виконаних робіт в 1995-2006 р.р. на суміжній території [24,29,31,25,36].

З метою вивчення якості підземних вод, визначення їх хімічного складу, встановлення санітарного і екологічного стану території робіт проводився відбір проб води на такі види лабораторних досліджень: повний хіманаліз (рН, фізичні властивості, смак, запах, прозорість, колір, вуглекислота, жорсткість, Fe загальне, Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, карбонати, окисленість, мінералізація, сухий залишок)-16; визначення вмісту мікро- і лікувальних компонентів (I, Br, F, фосфати, B, Li, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Cd, Ba, As, Al, Fe, Hg, Be, Mn, Mo, Sr, Se, Cr, U, феноли, нафтопродукти, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) - 16; скорочений хіманаліз - 2; бактеріологічний аналіз-3; радіологічний аналіз - 1; визначення пестицидів - 1.

Проби води на повний хіманаліз і деякі мікрокомпоненти B, F, I, PO<sub>4</sub>, а також нафтопродукти відправлялися у лабораторію без консервації; проби на визначення інших мікрокомпонентів консервувалися у відповідності з вимогами лабораторії: As, Fe, Al, Ba, Li – HCL; Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Mo, Cr, U, Sr, Be – HNO<sub>3</sub>; феноли – NaOH.

Перечислені види аналізів виконувалися Центральними лабораторіями КП «Південукргеологія» і КП «Кіровгеологія», хімлабораторіями Павлоградської міськСЕС, УкрНДІМРтаК і приведені у текстових додатках С, Т, У, Ф. Зовнішній контроль визначень якості підземних вод здійснювався Центральною лабораторією КП «Кіровгеологія». Пестициди визначено лабораторією Павлоградської міськСЕС. Радіологічний аналіз виконаний у Центральній лабораторії КП «Кіровгеологія». Бактеріологічний аналіз виконаний бакла-

бораторією Павлоградської міськСЕС і УкрНДІМРтаК. Результати аналізів приведені у текстових додатках Р, Х, Ц.

Відповідно до договору № 113 від 14.03.2005р. із ЗАТ «Кришталь» Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології виконав дослідження води по свердловині №1е, розташованої у м. Павлограді Дніпропетровської області. Вода свердловини №1 у даний час використовується для промислового розливу мінеральної води «Бірюзова».

Попередній бальнеологічний висновок про можливість використання води із свердловини № е для промислового розливу було видано водоспоживачу УкрНДІМРтаК у 1999 р. У травні – серпні 2005р. Придніпровська ГПП КП «Південукргеологія» проводила дослідно-експлуатаційну відкачку води зі свердловини № 1е. У середині відкачки вода була вивчена у польових умовах спеціалізованим загonom УкрНДІМРтаК.

Завдання, що було поставлене перед інститутом, включало: оцінку якісного складу підземних вод у процесі відкачки, мікробіологічні дослідження, розробку кондицій, визначення біологічно активного компоненту метакремнієвої кислоти у воді.

Вода із свердловини № 1е вивчалася у польових умовах і в лабораторіях інституту. Під час досліджень вміст метакремнієвої кислоти коливався у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>, але в одному аналізі він перевищив бальнеологічну норму (50,0 мг/дм<sup>3</sup>). Згідно з листком № 918 від 05.09.2005р. УкрНДІМРтаК необхідно провести моніторинг вмісту метакремнієвої кислоти раз у 10 діб, а також дослідження, щодо виявлення її біологічної активності в експерименті. Після проведення досліджень буде вирішено питання щодо категорії мінеральної води «Бірюзова». За результатами виконання робіт складено звіт [27].

*Метрологічна забезпеченість.* Якість і необхідна точність виконаних геологорозвідувальних робіт забезпечувались комплексом метрологічних заходів. При проведенні дослідних робіт заміри дебіту свердловини проводились водоміром ВСКМ-7/25. Забір глибини залягання динамічних рівнів проводився електрорівнеміром ЕУ-1. При лабораторних роботах точність ви-



значення показників забезпечувалась дотриманням встановлених ДГСТУ при підготовці та визначенні показників у лабораторіях.

Зведення про засоби вимірів, що застосовувались для вирішення поставлених задач, приведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця методів і засобів вимірювання параметрів і характеристик вимірювання

Об'єкт вимірювання	Вимірювальна фізична величина, значення, параметр	Одиниця вимірювання	Допустима похибка вимірювання (за проектом)	Метод (методика) вимірювання (рекомендовані)	Фактично використаний метод (методика) вимірювання	Використані засоби вимірювання (назва, тип)	Діапазон вимірювання засобів вимірювання	Характеристики похибок засобу вимірювальної техніки	Систематична похибка вимірювання	Коли, де і ким проводились вимірювання
Рівень підземних вод	Глибина рівня води у м від поверхні землі	м	1см	Методичні рекомендації ДГРІ	Методичні рекомендації ДГРІ	електронний вимір ЕУ-1	0-50м	$\pm 1\text{см}$	відсутня	2005-2006рр. св.№1с,2с Придніпровська ГП
Виміри дебіту	Дебіт свердловини	дм <sup>3</sup> /с	0,2с	Методичні рекомендації ДГРІ	Методичні рекомендації ДГРІ	секундомір	1-60с	$\pm 0,2\text{с}$	відсутня	2005-2006рр. Придніпровська ГП

Серед усього комплексу виконаних робіт найбільш цільовими являються геоекологічні дослідження, дослідні гідрогеологічні роботи, режимні спостереження та бальнеологічні дослідження, тобто ті види робіт, результати яких безпосередньо використовуються для оцінки експлуатаційних запасів. Геолого-екологічні дослідження (ГЕД) виконувались з метою оцінки стану верхньої зони геологічного середовища на ділянці робіт, прогнозування впливу техногенних факторів на умові експлуатації Павлоградського родовища мінеральної столової води «Бірюзова». Прийнята загальна методика досліджень відповідає методичним вказівкам [11-13]. ГЕД виконані в радіусі близько 1км від водозабірної свердловини №1с і охоплювали всі компоненти геологічного середовища.

У ході геолого-екологічних досліджень було відібрано і проаналізовано 18 проб ґрунтів, а також зроблено 13 точко-замірів потужності експозиційної дози  $\gamma$ - випромінювання, за результатами яких можна зробити наступні висновки. Радіаційна обстановка в межах ділянки робіт нормальна. Потужність експозиційної дози  $\gamma$ -випромінювання складає 5-16 мкр/годину, що не перевищує умовно-допустиму дозу 25 мкр/годину. Результати спектрального аналізу ґрунто-ґрунтів надані у текстовому додатку 3Д, кількісного аналізу – у текстовому додатку 2Д. У цілому, ґрунто-ґрунти по одному випробуваному інтервалу на території, що досліджується, характеризується концентраціями хімічних елементів, не перевищуючими ГДК для ґрунто-ґрунтів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Вміст нормованих елементів у ґрунто-ґрунтах

Нормований елемент	ГДК, мг/кг	Вміст у шарі, мг/кг	
		5-20см	
Марганець	1500	300-825	
Мідь	-	15-30	
Свинець	30	20-30	
Нікель	-	20	
Хром	-	100	
Ванадій	150	75-100	

Усього відібрано 1 пробу поверхневих вод (р. Гніздка). З аналізу гідрохімічної проби поверхневих вод можна зробити висновки: значення мінералізації поверхневих вод складає  $824 \text{ мг/дм}^3$ , величина загальної жорсткості –  $5,43 \text{ ммоль/дм}^3$ . Вмісти макро- і мікрокомпонентів не перевищують гранично допустимих концентрацій, за виключенням марганцю і окислюваності: при нормі  $0,1 \text{ мг/дм}^3$  і  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  вміст відповідно складає  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  і  $5,87 \text{ мг/дм}^3$ . Якість підземних вод оцінювалась за результатами 4-х хімічних аналізів проб води. Води четвертинного алювіального водоносного горизонту характеризуються за результатами хімічного аналізу однієї проби води (св. № 4). Випробування показало, що якість вод алювіального водоносного горизонту по свердловині, у цілому, не відповідає санітарним нормам та вимогам.



За хімічним типом випробувані води хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатні, натрієво-кальцієві. Величина сухого залишку складає  $1470 \text{ мг/дм}^3$  (при нормі  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ), загальна жорсткість –  $16,1 \text{ ммоль/дм}^3$  (при нормі  $7,0 \text{ ммоль/дм}^3$ ). У воді підвищений вміст нітратів ( $84 \text{ мг/дм}^3$ ) і марганцю ( $1,5 \text{ мг/дм}^3$ ), що перевищує відповідно у 2 і 15 разів норми ( $45,0$  і  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), і свідчить про забруднення вод даного водоносного горизонту. Це пов'язано із застосуванням на прилягаючих до ділянки робіт площах органічних і мінеральних добрив, що вміщують нітрати і марганець.

Води обухівського водоносного горизонту за хімічним типом відносяться до гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатних кальцієво-натрієвих, хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатних натрієвих. Значення сухого залишку лежать у межах  $299-899 \text{ мг/дм}^3$ , загальна жорсткість –  $1,38-8,72 \text{ ммоль/дм}^3$ . Концентрації нормованих компонентів не перевищують припустимих.

Із виконаних дослідних гідрогеологічних робіт найбільш важливе значення має дослідно-експлуатаційна відкачка. За результатами відкачки були визначені експлуатаційні характеристики ( $Q, S, q$ ) та розрахункові гідрогеологічні параметри ( $K, m, a$ ) обухівського водоносного горизонту, які використані безпосередньо для оцінки експлуатаційних запасів підземних вод спільним застосуванням гідравлічного та гідродинамічного методів.

Розрахункові гідрогеологічні параметри були визначені за результатами обробки досліджень, отриманих в ході I періоду відкачки. Методика обробки досліджень та визначення параметрів приведена нижче. Експлуатаційні характеристики отримані у II періоді дослідно-експлуатаційної відкачки.

Вирішальне значення для визначення оціненої якості експлуатаційних запасів мають результати аналізів проб води, які були відібрані в процесі дослідно-експлуатаційної відкачки. Проби води відбирались на початку, в середині та в кінці дослідно-експлуатаційної відкачки, що дало змогу простежити зміну якості підземної води та підтвердити її стабільність, що спочатку було визначено за результатами багаторічної експлуатації обухівського водоносного горизонту.

Не менш важливе значення мають результати режимних спостережень за підземними водами, які отримані безпосередньо в ході дослідно-промислової розробки столової води свердловини № 1е, та зібрані результати режимних спостережень, виконаних у 1995-2006рр. [24,29,31,25,36]. Це обумовлюється, в першу чергу, тим що формування експлуатаційних запасів підземних вод обухівського водоносного горизонту, відбувається головним чином за рахунок опадів, тобто за рахунок природних ресурсів.

Українським НДІМРтаК у 2005-2006рр. були виконані спеціалізовані бальнеологічні дослідження мінеральної води «Бірюзова» свердловини №1е з метою оцінки її якісного складу у процесі розвідувальних робіт, розробки нових вимог для основних компонентів хімічного складу мінеральної води «Бірюзова», щодо внеску коректив у ДСТУ 878-93 (табл. 3.3) та розробки кондицій. У період проведення дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1е виконано комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних та фізіологічних досліджень. Результатом досліджень є видача звіту і кондицій на мінеральні води свердловини №1е [27].

Виконаний комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних і фізіологічних досліджень підземних вод, які виводяться свердловиною №1е м. Павлограда Дніпропетровської області, дозволяє віднести їх до категорії мінеральних природних столових вод сульфатно-гідрокарбонатного, хлоридно-гідрокарбонатного, хлоридно-сульфатно-гідрокорбонатного, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатного натрієвого, кальцієво-натрієвого складу слабкої мінералізації, від нейтральної до слабко-лужної реакції, холодних.

При додержанні правил експлуатації та відповідності санітарним нормам, фасована мінеральна природна столова вода із свердловини №1е може вживатися споживачем.

У воді в підвищених концентраціях виявлено такий специфічний компонент, як метакремнієва кислота. Згідно з існуючими критеріями для віднесення вод до категорії мінеральних кремнієвих, вміст метакремнієвої кислоти ( $H_2SiO_3$ ) повинен бути не менше  $50,0 \text{ мг/дм}^3$  [17]. За період спостережень



(15.03.1999-16.08.2005р.) концентрація метакремнієвої кислоти у воді свердловини №1е м. Павлограда коливається у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>. За результатами моніторингу вмісту метакремнієвої кислоти чітких тенденцій до збільшення її концентрації не спостерігається.

У зв'язку з підвищеним вмістом у воді свердловини №1е біологічно активного компоненту (метакремнієвої кислоти) було проведено експрес-тестування води з метою виявлення її шкідливості та біологічної активності. Отримані в експериментальних дослідженнях дані дають наукову підставу вважати ці підземні води нешкідливими для організму при внутрішньому застосуванні. Але ці води не мають набір властивостей, які обумовлюють їх біологічну активність, і можуть бути використані для фасування в якості мінеральних природних столових.

Мікрофлора, яка міститься у воді свердловини №1 у, є типовою для багатьох мінеральних вод інфільтрогенного походження і не патогенна для людини. Вона приймає участь у круговороті біогенних елементів та здатна збагачувати воду біологічно активними компонентами. Результати детальних геологорозвідувальних робіт, а також багаторічні дослідження мінеральних вод, які виводяться свердловиною № 1е, підтвердили стабільність фізико-хімічного складу води і відповідність вимогам ДСТУ 878-93, як мінеральної природної столової води.

Вміст нормованих компонентів та сполук у воді не перевищує гранично-допустимих концентрацій для мінеральних природних столових вод. За результатами досліджень мінеральних вод у процесі експлуатації свердловини №1е та детальних геологорозвідувальних робіт розроблено кондиції на родовище мінеральної природної столової води «Бірюзова» та відкореговано межі коливань основних компонентів хімічного складу води для внесення зміни до ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови» (табл. 2.5). При зміні мінералізації, вмісту основних іонів, виходу їхньої концентрації за означені межі необхідно встановити стабільність наявних змін у процесі гідрогеологічних робіт, визначених Інструкцією ДКЗ України (2002р.).

Таблиця 2.5 – Межі коливання основних компонентів хімічного складу мінеральної природної столової води «Бірюзова» для внесення змін до ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови»

Найменування груп і вод	Назва води (місцезнаходження)	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Основні іони, екв.%	Хімічний склад, мг/дм <sup>3</sup>						Специфічні компоненти	Призначення води
				Аніони			Катіони				
				$HCO_3^- + CO_3^{2-}$	$SO_4^{2-}$	$Cl$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ + K^+$		
Сульфатно-гідрокарбонатні, хлоридно-гідрокарбонатні, хлоридно-сульфатно-гідрокорбонатні, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатні натрієві, кальцієво-натрієві	«Бірюзова» (Дніпропетровська обл.)	0,2-0,6	$HCO_3 + CO_3$ 50-70 $SO_4 < 35$ $Cl < 35$ $(K+Na) > 65$ $Ca < 30$	60-250	<120	<80	<50	<20	50-120	-	мінеральна природна столова



### 3. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ

З гідрогеологічної характеристики району робіт, досвіду використання підземних вод, видно, що водоносний горизонт у відкладах обухівської світи палеогену є одним з перспективних джерел для організації господарсько-питного водопостачання, у тому числі промислового розливу мінеральних природних столових вод. Це і визначило вибір ділянки в м. Павлограді, де розташований водозабір (св. №1е) ЗАТ «Кришталь», для виконання розвідувальних робіт з метою оцінки запасів мінеральної природної столової води «Бірюзова», придатної для промислового розливу та затвердження запасів у ДКЗ.

В районі робіт знаходяться в експлуатації 4 водозабори, з яких 3 питних вод і 1 мінеральних вод. Павлоградський водозабір складається із 5 відомчих водозаборів м. Павлограда: ВАТ «Павлоградвугілля», заводів – механічного, «Палмаш», «Хімаш», бази будіндустрії. Введений в експлуатацію у 1962р.

Водоносні горизонти, що використовуються для водопостачання, відносяться до алювіальних відкладів четвертинної системи і відкладів бучацької та обухівської світи палеогенової системи, запаси вод яких затверджені у 1971р. ДКЗ СРСР у кількості 45,9 тис.м<sup>3</sup>/добу. Запаси вод алювіального водоносного горизонту складають 16,9 тис. м<sup>3</sup> /добу, у тому числі за категоріями А+В – 7,6 тис.м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub> – 9,3 тис.м<sup>3</sup>/добу, запаси вод бучацько-обухівського горизонту – 29 тис.м<sup>3</sup>/добу, у тому числі за категоріями А+В – 13,2 тис.м<sup>3</sup> /добу, С<sub>1</sub> – 15,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Максимальний водовідбір на водозабір відзначений у 1987р. (37,8 тис.м<sup>3</sup>/добу.) і склав 82% від сумарної величини затверджених запасів підземних вод. При цьому максимальний водовідбір з алювіального водоносного горизонту відзначений у 1975р. (18,8 тис.м<sup>3</sup>/добу), що у 1,11 рази перевищує затвердженні запаси, а з бучацько-обухівського горизонту – у 1987р. (29,8 тис.м<sup>3</sup>/добу), на рівні затверджених запасів вод (рис. 2.1). Інтенсивна експлуатація водозабору створила погрозу виснаження водоносних горизонтів, коли зниження рівня води переви-

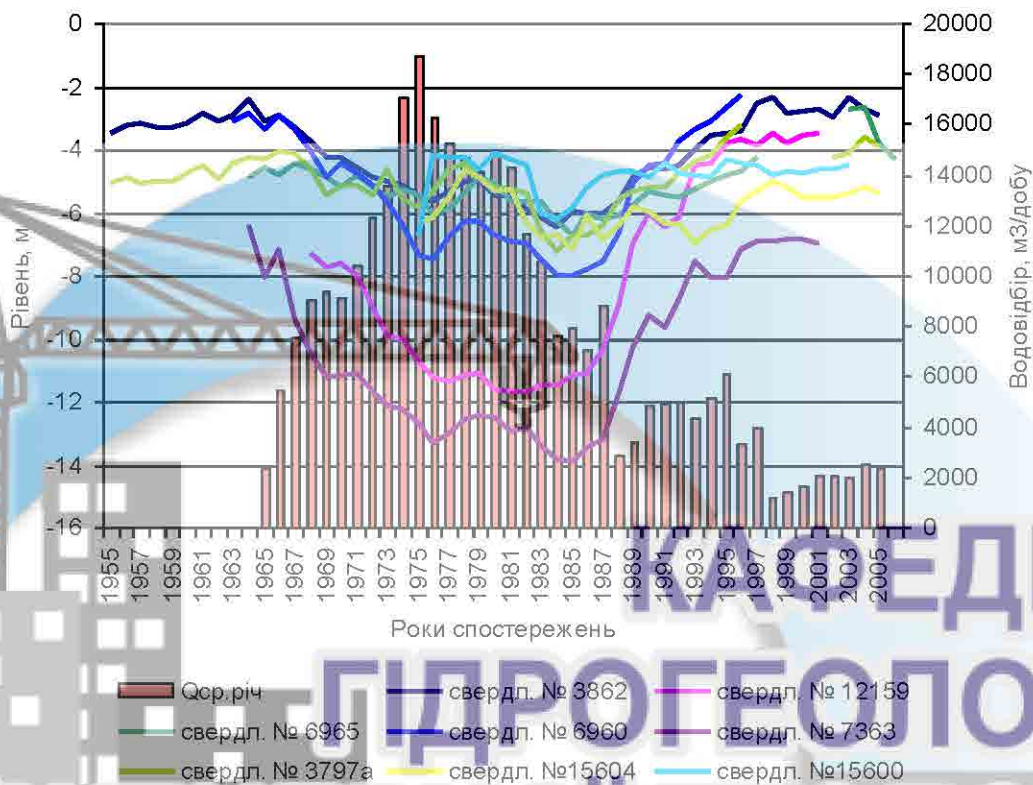
шило граничнодопустимі величини. У 1988р. у зв'язку з подачею води у м. Павлоград по водоводу Дніпро-Західний Донбас, водовідбір скоротився до 21,4 тис.м<sup>3</sup>/добу. Водовідбір підземних вод за 5 років (з 2001р. по 2005р. збільшився на 1,77 тис.м<sup>3</sup>/добу з 3,1 тис.м<sup>3</sup>/добу до 4,87 тис.м<sup>3</sup>/добу у тому числі водовідбір в 2005р.: з алювіального водоносного горизонту – 2,4 тис.м<sup>3</sup>/добу, бучацько-обухівського – 2,47 тис.м<sup>3</sup>/добу).

Положення рівня води у водоносних горизонтах знаходиться у прямій залежності від зміни водовідбору (рис. 2.1). Найбільш низький рівень підземних вод спостерігався у 1984-1985 рр. і у 1987р. У екстремальний період експлуатації водозабору рівень води в алювіальному горизонті на I черзі водозабору знаходиться на глибинах 8-14 м при природному положенні 3-6 м, у бучацько-обухівському – на глибинах 18-27 м при природному положенні 4-7 м. З 1988р. у результаті скорочення водовідбору почалося швидке відновлення рівня води. Станом за 5 років (2001-2005рр.) рівень води підвищився: в алювіальному водоносному горизонті на 0,1-1,2 м, у бучацько-обухівському на 0,4-1,2 м. У порівнянні з 2000 р. в алювіальному водоносному горизонті рівень підвищився на 0,2-0,85 м, у бучацько-обухівському на 0,34-2,4 м (з урахуванням усіх відомчих водозаборів).

Водоносний горизонт четвертинних відкладів. Води четвертинних відкладів розвинуті повсюдно і пристосовані до алювіальних відкладів I і II терас р. Вовчої. Водомісткі породи представлені різнозернистими пісками. Потужність обводненої товщі 0.5 – 14.2 м. Водоносний горизонт алювіальних відкладів ґрунтового типу, тільки в окремих місцях, де у покрівлі пісків залягають лінзи суглинків, мають незначний напір до 1.0 м, іноді більше (до 9,25 м). Статичні рівні встановлюються на глибині 0.08 – 12.40 м від поверхні землі. Напрямок потоку від вододілів убік долин річок і балок. Водоносність алювіальних пісків неоднорідна. Дебіти свердловин складають 0.28-14.8 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебіти – 0.045-12.8 дм<sup>3</sup>/с, коефіцієнти фільтрації – 0.89-107.8 м/добу. Якість вод алювію дуже строката.



### Алювіальні відклади четвертинної системи



### Буцацько-обухівські відклади палеогенової системи

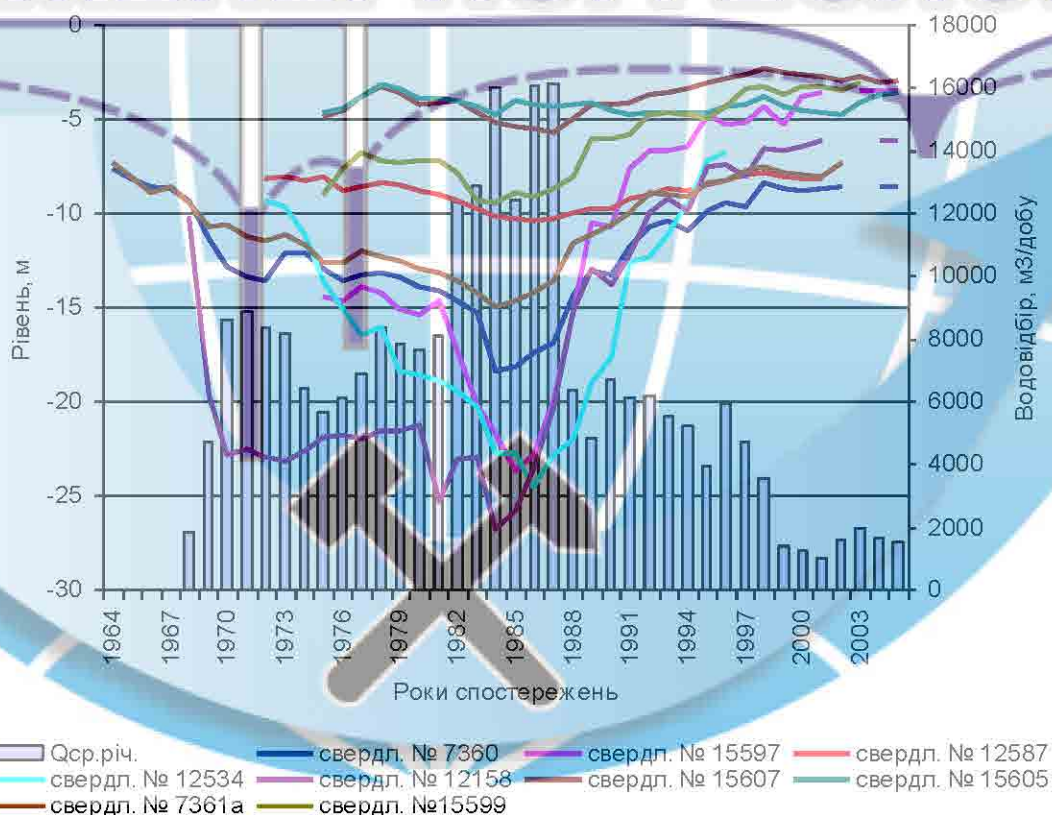


Рис. 3.1 - Графіки водовідбору та рівня підземних вод на Павлоградському водозаборі

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, які інфільтруються найбільш інтенсивно в місцях розвитку кучугурних пісків, а також паводковими водами. Річна амплітуда коливання рівня змінюється від 0.8 до 3.4 м. Запаси цього водоносного горизонту затверджені ДКЗ СРСР у 1959 році в межах всього контуру розповсюдження алювіальних відкладів на території Західного Донбасу в кількості 17.9 тис.м<sup>3</sup>/добу, за категоріями А+В+С<sub>1</sub>, в тому числі по А+В – 13.62 тис. м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub> – 4,28 тис.м<sup>3</sup>/добу.

Водоносний горизонт відкладів новопетрівської світи неогену. Розповсюджений лише на вододілах та їх схилах. У покрівлі водоносного горизонту залягають червоно-бурі глини, у підшві – шєки глинисті межигірської світи, на півдні – породи докембрію. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 18.5 до 27.05 м, потужність – 8,0-15,0 м. Водомісткими є глинисті тонко- і дрібнозернисті піски, які обводнені тільки у нижній частині товщі. Водоносний горизонт безнапірний, лише на окремих ділянках – напірний. Глибина залягання рівня води коливається від 20.0 до 30.0 м.

Водоносність відкладів низька, внаслідок високого гіпсометричного положення і дренаючого впливу долин рік і балок. За межами даного району дебіт свердловин, розкривших неогенові піски, складає 0.015 дм<sup>3</sup>/с, питомий дебіт – 0.0013 дм<sup>3</sup>/с, коефіцієнт фільтрації – 0.0033 м/добу. Мінералізація води складає 0.20 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість 1.28 ммоль/дм<sup>3</sup>. У південно-східній частині району води даного горизонту використовуються дрібними водокористувачами, в цілому по району Західного Донбасу цей горизонт практичного значення для водопостачання не має.

Водоносний горизонт відкладів межигірської світи палеогену. Горизонт має повсюдне поширення у межах району. Водомісткими є тонко- та дрібнозернисті глинисті піски. У підшві горизонту частка глинистої складової збільшується – піски характеризуються як сильноглинисті. Глибина залягання відкладів коливається від 8.0 до 73.55 м, потужність 6.7 – 19.9 м. Покрівлю служать алювіальні піски у центральній частині району і піски ново-



петрівської світи у північній і південній (на вододілах), підшовою є пісковики глинисті обухівської світи палеогену і лише на півдні – породи докембрію.

Водоносність пісків низька. Питомі дебіти складають 0.0013 – 3.97 дм<sup>3</sup>/с, а коефіцієнти фільтрації коливаються від 0.033 – 23.0 м/добу. Водоносний горизонт у пісках межигірської світи напірний, величина напору над покрівлею досягає 27.45–35.4 м. П'езометричні рівні води у свердловинах встановлюються на глибині 3.65 – 56.6 м від поверхні землі. Мінералізація вод горизонту коливається від 0.2 до 2.0 г/дм<sup>3</sup>, а загальна жорсткість 3.6 – 8.0 ммоль/дм<sup>3</sup>. Живлення водоносного горизонту відбувається, в основному, за рахунок атмосферних опадів. Дренується водоносний горизонт долинами річок і крупними балками.

З-за низької водоносності водоносний горизонт, що описується, у даному районі для централізованого водопостачання не придатний. За межами району, що описується, у південно-східній частині, між темно-зеленими сильноглинистими пісками залягають дрібнозернисті і середньозернисті кварцові піски, води яких використовуються для централізованого водопостачання (Першотравенський водозабір).

Водоносний горизонт відкладів обухівської світи палеогену. Водоносний горизонт розвинутий повсюдно. У покрівлі залягають сильноглинисті піски межигірської світи та мергелі обухівської світи, у підшві – буцацькі піски і на самому півдні – породи докембрію. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту складає 18.5-42.2 м, потужність водоносного горизонту 2.0-26.95 м. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики. Водоносний горизонт, приурочений до пісковиків, міжшарового типу, напірний. Висота напору складає 14,96-26.47 м. П'езометричні рівні встановлюються на глибинах 0.9- 23.8 м від поверхні землі. Водозбагаченість пісковиків нерівномірною і залежить від ступеню тріщинуватості. Дебіти свердловин коливаються від 0.67 до 5.60 дм<sup>3</sup>/с при зниженні рівня 6.5-11.2 м, питомі дебіти – 0.1-0.5 дм<sup>3</sup>/с. У регіональному плані водоносний горизонт у пісковиках обухівської світи має гідравлічний взаємозв'язок із вищезалягаючими межигірським та алюві-

альним і нижчезалягаючим бучацьким горизонтами. Мінералізація вод даного горизонту коливається від 0.17 до 6.41 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість- від 0.66 до 51.2 ммоль/дм<sup>3</sup>. На переважній території району води мають мінералізацію до 1.0 г/дм<sup>3</sup>.

Режим водоносного горизонту знаходиться в залежності від гідрометеорологічних умов. Хід рівнів горизонту здебільшого повторює рівні вищезалягаючих водоносних горизонтів і поверхневих вод із запізненням у часі на 3-5 днів, що свідчить про наявність локальних водотривів у покрівлі. Річна амплітуда коливання рівня коливається від 0.60 до 1.20 м, в залежності його від відстані свердловин до річки.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перепливу вод із нижчезалягаючих горизонтів, розвантаження – в долині річок Самара та Вовча. Водоносний горизонт у відкладах обухівської світи широко використовується населенням та підприємствами м. Павлограда для водопостачання. З 2000р. води обухівського водоносного го-

ризонту із свердловини №1е у м. Павлограді використовуються для розливу як столові під назвою “Бірюзова” (ЗАТ “Криштал”). Запаси вод обухівських пісковиків і бучацьких пісків затверджені ДКЗ СРСР у 1971р. на Павлоградському водозаборі у кількості 29,0 тис.м<sup>3</sup>/добу за категоріями А+В+С<sub>1</sub> (в тому числі по категоріям А+В – 13,2 тис. м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub>-15,8 тис.м<sup>3</sup>/добу). За природною захищеністю горизонт обухівської світи палеогену характеризується як захищений або умовно захищений від проникнення різних забруднювачів, що обумовлюється наявністю у його покрівлі водонепроникних порід.

Водоносний горизонт відкладів бучацької світи палеогену у межах території, що описується, розповсюджений повсюдно, за винятком південно-західної частині. У покрівлі даного горизонту повсюдно залягають обухівські відклади, у подошві – відклади юри, тріасу, карбону і докембрію. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту 26.4-61.1 м, потужність коливається від 14.5 до 32.0 м. Водоносний горизонт, пристосований до бучацьких пісків, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту коливається



від 26.21 до 37.39 м, п'езометричні рівні встановлюються на глибинах +0.3-23.71 м від поверхні землі. Водозбагаченість бучацьких пісків характеризується дебітами свердловин 0.3-4.08  $\text{дм}^3/\text{с}$ , питомі дебіти складають 0.01- 0.17  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Мінералізація вод в межах району коливається від 0.52 до 19.76  $\text{г}/\text{дм}^3$ , жорсткість від 4.71 до 95.17  $\text{ммоль}/\text{дм}^3$ . На переважній території району води мають мінералізацію до 1.0-1.5  $\text{г}/\text{дм}^3$ . Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок атмосферних опадів і підтоку вод із водоносних горизонтів, що залягають нижче. Розвантаження відбувається в долинах річок через водоносні горизонти, що вище залягають.

Режим водоносного горизонту знаходиться в залежності від гідрометеорологічних умов. Коливання рівнів його повторює рівні вищезалягаючих водоносних горизонтів із запізненням у часі на 8-20 днів.

Водоносний горизонт бучацьких відкладів на значній території району є основним для господарсько-питного водопостачання.

Запаси бучацького і обухівського водоносних горизонтів затверджені

УкрТКЗ на водозаборах:

- Гніздовському – у кількості 4,1 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В+С<sub>1</sub>, у т.ч. по А+В – 3,0 тис. $\text{м}^3$ /добу;
- Світлогірському – у кількості 3,8 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В+С<sub>1</sub>, у т.ч. по А+В - 2,1 тис. $\text{м}^3$ /добу;
- Тимчасовому водозабір шахт 6/42 і 29 у кількості 2,44 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В.

Сумісно з обухівським водоносним горизонтом води бучацьких відкладів використовуються в Західному Донбасі для централізованого водопостачання м. Павлограда, шахт, робочих селищ і промислових підприємств.

Водоносний горизонт юрських відкладів розвинутий тільки на півночі району. У покрівлі залягають відклади бучацької світи, у підшві – відклади триасової системи. Водомісткими є піски, пісковики і вапняки, глибина залягання яких коливається від 65.0 до 77.0 м, потужність 4.0-30.0 м. Глибина залягання п'езометричного рівня коливається від 4.8 м вище поверхні землі до

53.0 м нижче поверхні. Дебіти свердловин складають 0.64-9.0 дм<sup>3</sup>/с., коефіцієнт фільтрації 0.05-88.0 м/добу. Мінералізація вод в межах району коливається від 2.0 до 46.84 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість від 6.0 до 124.5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і переливу вод із вище- і нижче-залягаючих водоносних горизонтів. З-за високої мінералізації води горизонту для водопостачання не придатні.

Водоносний горизонт тріасових відкладів розповсюджений у північній частині району. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики і галечники, потужність яких досягає 80.0 м. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту коливається від 68.0 до 215.0 м. Покрівлею водоносного горизонту на південній границі розповсюдження є бучацькі піски, на півночі – юрські глини і піски, підшовою – кам'яновугільні відклади. Водоносний горизонт міжшарового типу, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту складає 78.0-195.0 м. Гідрометричний рівень залягає на глибині від 5.0 м вище поверхні землі, до 25.0 м нижче, в залежності від рельєфу місцевості.

Водоносність порід висока, особливо в місцях виходу під палеогенову товщу. Дебіти свердловин коливаються в межах 0.34-45.4 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебіти складають 0.008-5.1 дм<sup>3</sup>/с., а коефіцієнт фільтрації коливається від 0.16 до 134.0 м/добу. Води тріасових відкладів у східній частині родовища, де мінералізація їх дорівнює 1.5 г/дм<sup>3</sup>, можуть бути рекомендовані для водопостачання. На решті території розповсюдження мінералізація і жорсткість вод зростають відповідно 30.0 г/дм<sup>3</sup> і 200 ммоль/дм<sup>3</sup>. Область живлення горизонту знаходиться на північному сході Дніпровсько-Донецької западини, у долині річки Самари відбувається часткове його розвантаження.

Водоносний комплекс відкладів візейського ярусу кам'яновугільної системи на території досліджень розвинутий повсюдно, за винятком південної частини. Глибина залягання покрівлі горизонту змінюється від 40.5 м на півдні району до декількох сотень метрів на півночі. Водомісткими породами є пісковики, вапняки і вугільні шари, сумарна потужність яких складає 20 % від загальної потужності відкладів. Водоносний горизонт, що пристосований



до них, напірний, міжшарового типу, опробований відкачками сумарно. Висота напору над покрівлею водоносного горизонту коливається від 49.93 до 104.65 м. П'єзометричні рівні встановлюються від +0.15 до 62.6 м від поверхні землі. Водоносність відкладів незначна, дебїти свердловин складають 0.031-1.5  $\text{дм}^3/\text{с}$ , питомі дебїти – 0.027-0.25  $\text{дм}^3/\text{с}$ , а коефіцієнти фільтрації – 0.0057-0.3 м/добу. Мінералізація вод висока і складає 3.05-45.16  $\text{г}/\text{дм}^3$ , жорсткість від – 13.2 до 107.4  $\text{ммоль}/\text{дм}^3$ , що зв'язано із утрудненим водообміном, який обумовлений слабкою тріщинуватістю порід і частими фаціальними заміщеннями водопроникних порід водонепроникними. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок переливу вод із вище- і нижчезалягаючих горизонтів. У зв'язку з високою мінералізацією для водопостачання ці води не придатні.

Водоносний комплекс відкладів турнейського ярусу кам'яновугільної системи розповсюджений на півдні району і залягає на глибині 30.0-126.2 м. Покрівлею горизонту у південній частині описуваної території є піски бучацької світи, із зануренням на глибину – породи візейського ярусу, у підшві породи девону, в місцях їх відсутності – докембрійські утворення. Розкрита потужність турнейських відкладів досягає 25.0 м. Водоносний горизонт, що пристосований до вапняків турнейського ярусу, тріщинувато-шарового типу, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту досягає 85.85 м. П'єзометричні рівні встановлюються на глибині 1.0 - 45.65 м від поверхні землі. В межах району водоносність турнейських відкладів незначна – дебїт свердловини, яка опробувала сумісно девонські і турнейські відклади, складає 0.161  $\text{дм}^3/\text{с}$ , питомий дебїт – 0.0035  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Більшу водоносність мають вапняки, розповсюджені на сході району, в межах Першотравенського водозабору, де дебїти свердловин складають 35.0-64.0  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Води турнейських вапняків мають підвищену мінералізацію 2.1-6.0  $\text{г}/\text{дм}^3$ . В межах Першотравенського водозабору мінералізація складає 1.3-2.84  $\text{г}/\text{дм}^3$ , а жорсткість – 10-24  $\text{ммоль}/\text{дм}^3$ . Ці води використовуються для централізованого водопо-

стачання м. Першотравенська шляхом розбавлення їх менш мінералізованими водами, що пристосовані до відкладів межигірської світи.

Водоносний горизонт відкладів девонської системи розповсюджений на півдні району і залягає безпосередньо на породах докембрію на глибині 70.0-140.0 м, покрівлею є піски бучацької світи. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики і вапняки, розкрита потужність яких складає 8.30 м. Водоносність девонських відкладів, які опробовані разом з турнейськими вапняками, незначна, дебїти свердловин не перевищують 0.161 дм<sup>3</sup>/с., питомі дебїти – 0.0035 дм<sup>3</sup>/с. Мінералізація вод досягає 5.5 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість 55.0 ммоль/дм<sup>3</sup>. З-за низької водоносності і невитриманої мінералізації вода даного водоносного горизонту для водопостачання не придатна.

Водоносний горизонт докембрійських утворень має повсюдне поширення і пристосований до тріщинуватих порід – гранітів, гнейсів, гранітогнейсів та ін. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 21.9 до 208.5 м, потужність випробуваної товщі 11.0 - 52.7 м. Покрівлею кристалічних порід, в місцях відсутності чохла первинних каолінів, служать на півдні четвертинні, неогенові і палеогенові відклади, породи карбону і девону (граф. дод.1). Водоносний горизонт, пристосований до докембрійських порід, напірний, величина напору над покрівлею водоносного горизонту змінюється від 2.0 до 52.0 м. П'езометричні рівні водоносного горизонту встановлюються на глибині 4.7 - 51.7 м. Водоносність порід нерівномірна, що пояснюється різною ступінню тріщинуватості. Дебїти свердловин коливаються від 0.25 до 1.35 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебїти від 0.015 до 0.86 дм<sup>3</sup>/с, а коефіцієнти фільтрації – 0.0065-5.09 м/добу. В південній частині характеризуємої площі, де докембрійські відклади виходять під неогенові і четвертинні відклади, води мають невисоку мінералізацію 1.0-2.0 г/дм<sup>3</sup>. В центральній і північній частині району мінералізація досягає 5.5 г/дм<sup>3</sup>, а жорсткість 54.7 ммоль/дм<sup>3</sup>.

В місцях відсутності первинних каолінів водоносний горизонт має гідравлічний зв'язок з вищезалягаючими водоносними горизонтами. Живлення відбувається за рахунок атмосферних опадів і підживлення вищезалягаючих



ми водоносними горизонтами. Область живлення знаходиться на півдні території району, що описується, в місцях виходу кристалічних порід на денну поверхню і під четвертинні відклади. Область розвантаження підземних вод докембрію пристосована до понижених частин кристалічного щита в зоні зчленування з Дніпровсько-Донецькою западиною. З-за низької водоносності і підвищеної мінералізації для водопостачання крупних об'єктів води кристалічних порід докембрію практичного значення не мають.

Положення рівня води в водоносних горизонтах на більшій частині території досягло свого первісного стану, та перевищивши його в алювіальному водоносному горизонті на 0,11-2,7 м, у бучацько-обухівському – на 0,2-3,5 м. Депресійна воронка в алювіальному водоносному горизонті не виражена. У бучацько-обухівському водоносному горизонті сформувалась регіональна депресія підземних вод під впливом роботи Павлоградського, Вербського, Тернівського водозаборів і шахтного водовідливу центральної групи шахт (Благодатної, Павлоградської, Тернівської). Розміри її складали: у 1990р.

23x28 км, у 1992р. у зв'язку із скороченням водовідбору зменшилися до 17x27 км, у 1995р. – до 16x21 км, у 1997р. – до 15x20 км, а у 2000р. – до 14,2x20,3 км, а у 2005р. – близько 10x15 км. Води алювіальних відкладів, що відбираються, в основному, на I черзі водозабору, прісні з мінералізацією 555-709 мг/дм<sup>3</sup>, у середньому – 600 мг/дм<sup>3</sup> і жорсткістю 3,6-6,6 ммоль/дм<sup>3</sup>, у середньому – 4,7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Води відкладів бучацької та обухівської світ також прісні з мінералізацією 545-870 мг/дм<sup>3</sup>, жорсткістю 4,4-10,4 ммоль/дм<sup>3</sup>. Якісні показники вод приведені за даними ВАТ «Павлоградвугілля».

*Водозабір хімічного заводу* введений в експлуатацію у 1955 р. Водоносний горизонт, що використовується для централізованого водопостачання, пристосований до відкладів бучацької та обухівської світ палеогенової системи, експлуатаційні запаси вод якого затвердженні у кількості 3,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Зріст водовідбору (до 5,8 тис.м<sup>3</sup>/добу) відбувався до 1966р. з наступним 12 річним стабільним режимом експлуатації (4,0-4,6 тис. м<sup>3</sup>/добу). У зв'язку зі значним погіршенням якості вод, що відбираються, з

1979р. почалося поступове скорочення водовідбору, а в 1991р. водозабір був законсервований із періодичною прокачкою свердловин для підтримки їх у робочому стані. Одночасно були пробурені і у 1992 р. введені в експлуатацію 3 свердловини на ділянці лівобережної тераси р. Вовчої, де води бучаксько-обухівських відкладів мають задовільну якість. Водовідбір з цих свердловин у 1992-1997рр. склав 0,2-0,9 тис. м<sup>3</sup>/добу, у 1998р. – свердловини законсервовані (рис. 2.2).

Скорочення водовідбору, а потім повна зупинка водозабірних свердловин, обумовила значний підйом рівня води у водоносному горизонті, що експлуатується. У 1991-1992 рр. він відновився до природного стану, а у 2000р. перевищив його на 1,19- 2,85 м, у середньому – на 2,02 м.

На новій ділянці водозабору води, що відбираються, задовільної якості, мінералізація не перевищує 1,5 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість – 8 ммоль/дм<sup>3</sup>. У звітний період випробування експлуатаційного горизонту не проводилося. У теперішній час водопостачання заводу та його робочого селища здійснюється за рахунок водоводу Дніпро-Західний Донбас.

*Водозабір Вербський* розвіданий у 1967 р. для тимчасового водопостачання шахт ім.Героїв Космосу, Благодатної, ЦЗФ «Павлоградська» та ін. Введений в експлуатацію у 1978 р. Водоносний горизонт, що експлуатується, приурочений до відкладів бучацької та обухівської світ палеогенової системи, запаси вод якого затверджені у кількості 2,44 тис. м<sup>3</sup>/добу за категоріями А+В. До 1982 р. водовідбір здійснювався на рівні величини затверджених запасів вод (2,5-2,9 тис.м<sup>3</sup>/добу), у наступні роки збільшився до 3,1-3,9 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водовідбір підземних вод з горизонту за 5 років знизився з 2,08 тис.м<sup>3</sup>/добу до 1,84 тис.м<sup>3</sup>/добу (75,4% величини затверджених запасів вод – рис. 3.2). За даними ВАТ «Павлоградвугілля» у 2005 р. мінералізація вод у експлуатаційних свердловинах складала 1150-1900 мг/дм<sup>3</sup>, у середньому, на водозабір – 1600 мг/дм<sup>3</sup>, жорсткість зменшувалась у межах 8,0-16,0 ммоль/дм<sup>3</sup>, у середньому 12,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. У порівнянні з первісними мінералізація та жорсткість істотно не змінилася. Станом на 2005р. незначне



підвищення рівня води у центральній частині водозабору складає 0,5-1,7 м, у середньому, у зоні впливу водозабору 1,1 м. Локальна депресія Вербського водозабору входить до складу регіональної депресійної воронки центральної частини Західного Донбасу (10,0 x15 км).

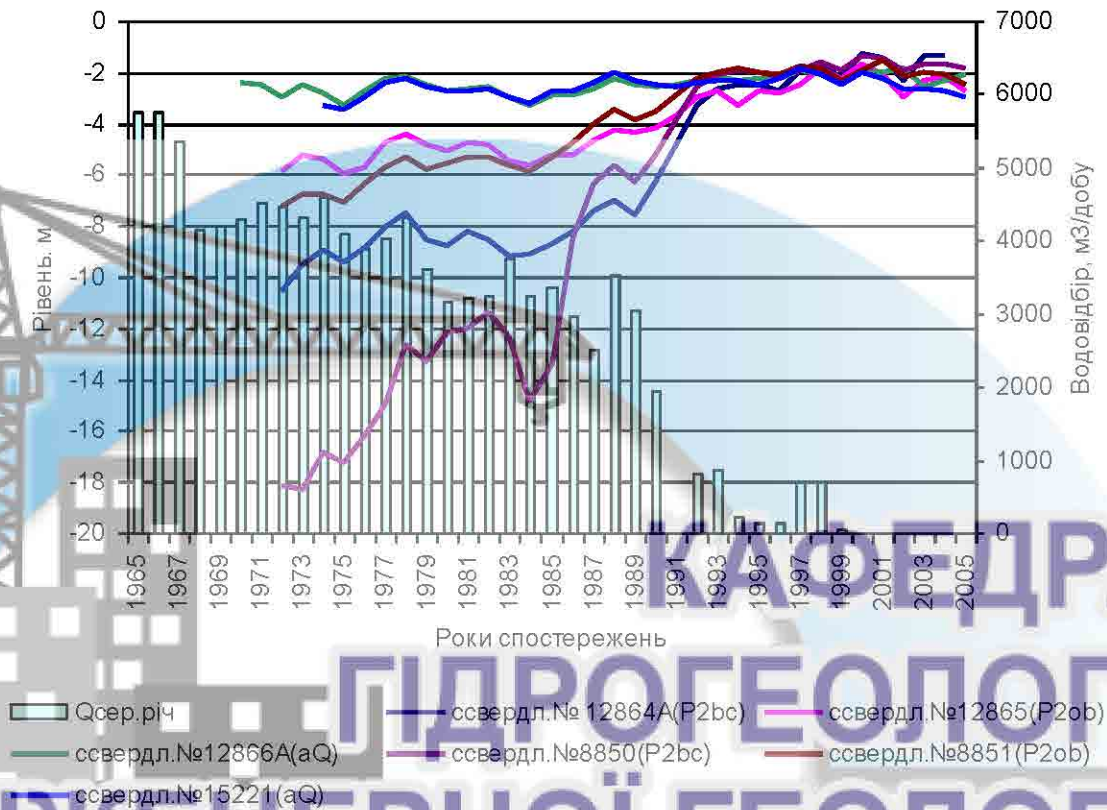
Водозабір ЗАТ «Криштал»», розташований у південно-східній частині м. Павлограда, пров. Декабристів, 3а, не входить до зони впливу експлуатаційних свердловин Павлоградського водозабору. Складається з однієї діючої експлуатаційної свердловини №1е і однієї спостережної № 2с у 8,0 м, які обладнані на обухівський водоносний горизонт.

Глибина експлуатаційної свердловини – 30м. Водозабір працює з 2000 р. Вода використовується для промислового розливу мінеральної природної столової води «Бірюзова» у відповідності до ліцензії №2043 від 17.06.2002 р., виданої Міністерством екології та природних ресурсів України. Фактичний сумарний водовідбір складає 5,64 м<sup>3</sup>/добу, проектуемий – 25 м<sup>3</sup>/добу.

Свердловина № 1е експлуатується насосом типу ЕЦВ 6-6,3-85. На даний час продуктивність насоса складає 5 м<sup>3</sup>/годину. Дебіт свердловини контролюється витратоміром. Рівень води не заміряється. Свердловина працює 2 години на добу. У 2005р., з травня по серпень, у процесі проведення дослідно-експлуатаційної відкачки, середньодобовий відбір при вищевказаному режимі склав 25 м<sup>3</sup>/добу.

За час експлуатації свердловини №1е протягом 2000-2005рр. спрацювання рівня не спостерігалось, якість води була стабільною. У процесі проведення робіт на ділянці були обстежені 4 експлуатаційні свердловини №№ 3,4,5,6, обладнані на водоносні горизонти алювіальних (№4) і обухівських (№№ 3,5,6) відкладів, розташовані на присадибних ділянках м. Павлограда. Свердловини обладнані ручними насосами. Добовий водовідбір по словах власників не перевищує 1,0-2,0 м<sup>3</sup>. Режим роботи преривчатий. Час роботи свердловини залежить від потреби у воді. Свердловина № 4 на теперішній час не використовується і є резервною.

Павлоградський хімзавод



КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ  
Вербський

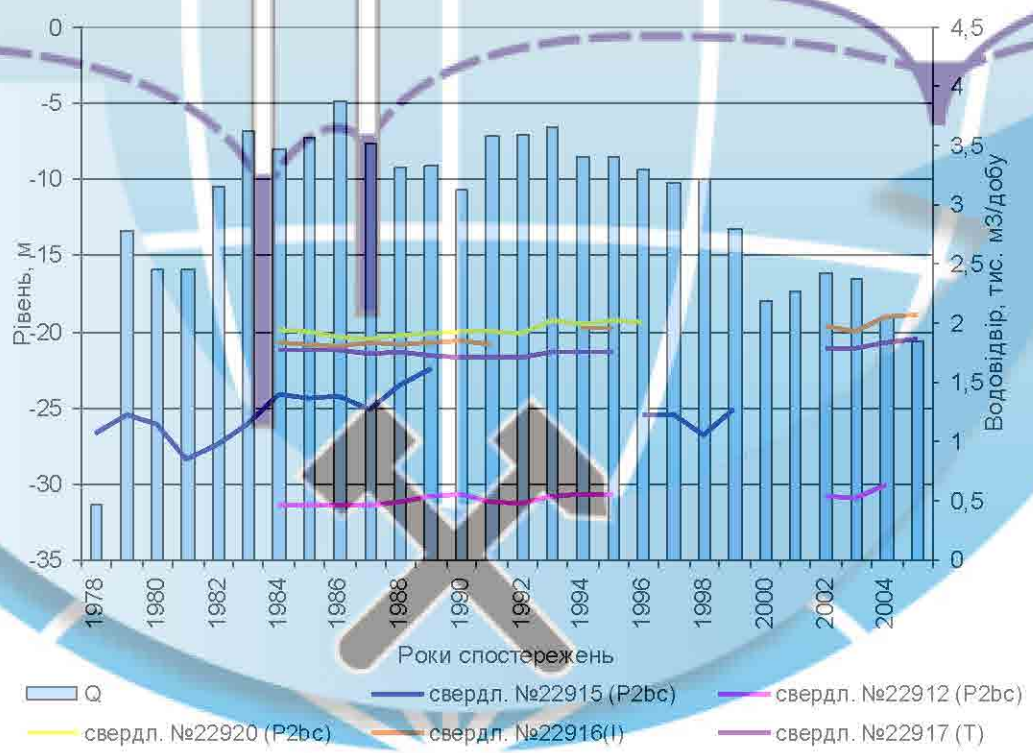


Рис. 3.2 - Графіки водовідбору та рівня підземних вод на водозаборах Павлоградського хімзаводу і Вербського



#### 4. ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБУХОВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ

У межах родовища мінеральної води «Бірюзова», що вивчається, знаходиться водозабір, що складається з однієї експлуатаційної свердловини №1е, за допомогою якої водоспоживач ЗАТ «Кришталь» експлуатує з 2000 р. обухівський водоносний горизонт. Нижче приводиться характеристика якості вод експлуатаційної свердловини №1е. Характеристика якості води надана за результатами проб води, відібраних зі свердловини у процесі експлуатації та дослідно-експлуатаційної відкачки. Усього використано 33 хімічних аналізів. За своїми органолептичними властивостями води без кольору, прозорі, без запаху, на смак прісні. За температурним режимом води відносяться до холодних ( $t = 10-12^{\circ}\text{C}$ ).

За період експлуатації свердловини з 2000 по 2005 рр. мінералізація води змінювалася у межах  $0,24-0,34 \text{ г/дм}^3$ , загальна жорсткість –  $0,8-2,0 \text{ ммоль/дм}^3$ . Активна реакція води нейтральна до слабко-лужної ( $\text{pH}=6,7-8,5$ ). За хімічним типом води, в основному, сульфатно-гідрокарбонатні натрієві, іноді хлоридно-гідрокарбонатні натрієві, хлоридно-гідрокарбонатні кальцієво-натрієві. У воді виявлені мікрокомпоненти, вміст яких складає – метакремнієвої кислоти  $25,9-55,72 \text{ мг/дм}^3$ . У бактеріологічному відношенні вода, що досліджується, здорова (колі-індекс менше 3, коли-тітр більше 333). Пестициди не виявлені. Вміст радіонуклідів знаходиться у припустимих межах.

Згідно ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондиціям для природної столової води «Бірюзова» встановлені такі норми: мінералізація  $0,2-0,6 \text{ г/дм}^3$ , вміст гідрокарбонатів і карбонатів ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ )  $50-70\%$ -екв., сульфатів ( $\text{SO}_4$ )  $<35\%$ -екв, хлоридів ( $\text{Cl}$ )  $<35\%$ -екв., натрію та калію ( $\text{Na}+\text{K}$ )  $>65\%$ -екв., кальцію ( $\text{Ca}$ )  $<30\%$ -екв., магнію ( $\text{Mg}$ )  $<20\%$ -екв. Вода, що задовольняє цим вимогам, експлуатується свердловиною №1е ЗАТ «Кришталь» з 2000р.

Враховуючи, що природна столова вода «Бірюзова» використовується для питних цілей, вона повинна задовольняти вимогам ДСТУ 878-93, ГОСТ

2874-82, ДержСанПіН та установленим кондиціям. У нижченаведених таблицях 7.1 та 7.2 приводиться порівняння нормативних показників за ДСТУ 878-93, ГОСТ 2874-82, ДержСанПіН і кондиціям із фактичним вмістом останніх у воді свердловини №1е. Як видно за таблицею, вода даного водозабору за всіма показниками задовольняє вимогам ДСТУ 878-93, кондицій, ГОСТ 2874-82 і ДержСанПіН. Дані хімічних аналізів проб води свідчать про стабільність якості води у часі. Середньорічний водовідбір за цей період збільшився з 3,83 до 7,37 м<sup>3</sup>/добу.

Під час проведення розвідувальних робіт з метою оцінки запасів мінеральної води «Бірюзова» вивчення якості останньої проводилось у період трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки води із свердловини №1е, проведеної у двох режимах експлуатації з водовідбором 25 м<sup>3</sup>/добу. За період відкачки зміни хімічного складу не спостерігалось.

Коливання величини загальної мінералізації за період відкачки складало 0,24-0,34 г/дм<sup>3</sup>, тобто відповідало вимогам ДСТУ 878-93. Вміст гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>), сульфатів (SO<sub>4</sub>), хлоридів (Cl), натрію і калію (Na+K), кальцію (Ca), магнію (Mg) на протязі відкачки відповідає нормам ДСТУ 878-93 і встановленим кондиціям. Вміст метакремнієвої кислоти (H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) коливається у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>.

Мінералізація вод, склад та вміст нормованих компонентів, гідрокарбонатів, сульфатів, натрію та калію до кінця розрахункового періоду будуть знаходитись в межах установлених кондицій. Це підтверджується графіками полулогарифмічної залежності зміни вмісту останніх у часі (рис. 4.1). З рисунка видно, що прогнозна величина мінералізації води водозабору на кінцевий строк роботи (27,5 років) складає 0,27 г/дм<sup>3</sup>, гідрокарбонатів – 70 екв.%, сульфатів – 13 екв.%, натрію та калію – 77 екв.%, що знаходиться в межах встановлених кондицій. Вміст радіоактивних компонентів U, Ra, Rn знаходиться в межах норми.



Оцінка якості підземних вод проводиться за результатами хімічних аналізів проб води, відібраних як у процесі робіт, так і за результатами робіт попередніх років. Оскільки оцінюються запаси столової води, що міститься в обухівському водоносному горизонті, то основна увага була приділена вивченню якості підземних вод цього горизонту. Крім того, дається характеристика якості вод відкладів четвертинного та бучацького водоносних горизонтів, що залягають у покрівлі та підшві останнього і впливають або можуть впливати на нього. Нижче приводиться якісна характеристика вод зазначених горизонтів зверху униз.

Характеристика якості вод відкладів четвертинної системи приводиться на основі раніше проведених гідрогеологічних досліджень [22,39]. Якість вод цього горизонту, в основному, залежить від літології водомістких порід та відкладів, що їх перекривають. У залежності від цих факторів змінюється якість вод по площі. Прісні води поширені на півдні та центральній частині ділянки. Ці води мають мінералізацію до  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , що обумовлені сприятливими умовами їх формування. Тут розвинуті «кучугурні» піски, відсутній поверхневий стік, а значна частина опадів йде на інфільтрацію.

У межах діючого водозабору ЗАТ «Кришталь» поширені прісні води з мінералізацією до  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , на локальній ділянці (св.№4) – дуже слабосолонуваті з мінералізацією  $1,47 \text{ г/дм}^3$ . На північ від водозабору води стають дуже слабосолонуватими з мінералізацією до  $1,15 \text{ г/дм}^3$ . Тут водомісткі алювіальні піски перекриті глинами, суглинками, присутній поверхневий стік.

За хімічним типом води, в основному, гідрокарбонатно-сульфатні натрієво-кальцієві, хлоридні-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві. Водневий показник знаходиться у межах 6,8-7,6. Води за органолептичними властивостями прозорі, без кольору і запаху, без смаку. Добра якість вод і велика кількість води водоносного горизонту дозволяє широко використовувати його для госпитного водопостачання на Павлоградському водозаборі.

Обухівський водоносний горизонт на території ділянки робіт експлуатує 3 водозабори: Гніздовський, Павлоградський і ЗАТ «Кришталь», з котрих

перші два подають воду для госпитних цілей, а третій для розливу мінеральної столової води «Бірюзова». Тому якість вод обухівського водоносного горизонту оцінюється відповідно до вимог ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні», ГОСТ 2874-82 «Вода питъевая» і ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого водопостачання».

Характеристика якості вод обухівського водоносного горизонту на ділянці робіт проводиться за даними раніше виконаних геологорозвідувальних робіт [22,39] та доповнюється дослідженнями у процесі проведення розвідувальних робіт з оцінки запасів мінеральної столової води «Бірюзова». Води обухівських відкладів, в основному, мають задовільні органолептичні властивості: вони без кольору, запаху, смаку, прісні або солонуваті. Мінералізація вод на площі ділянки коливається від 1,47 до 15,82 ммоль/дм<sup>3</sup>, збільшується з півдня на північ.

На переважній території ділянки, на півдні та центральній частині ділянки, розвинуті прісні води з мінералізацією менше 0,5-1,0 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю до 4,1 ммоль/дм<sup>3</sup>. У північній частині ділянки якість води погіршується: мінералізація вод підвищується до 2,0 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість – до 15,82 ммоль/дм<sup>3</sup>. Тип вод сульфатно-гідрокарбонатний натрієвий, хлоридно-гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий, хлоридно-сульфатний натрієвий.

Реакція води слабко-лужна (рН=6,7-8,5). У бактеріологічному відношенні води здорові (колі-індекс < 3, колітітр > 333).

Характеристика якості вод відкладів бучацької світи приводиться на основі раніше проведених гідрогеологічних досліджень [22,39]. Води за органолептичними властивостями прозорі, без кольору і запаху, без смаку, прісні чи слабко солонуваті, мінералізація коливається від 0,52 до 1,86 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість знаходиться у межах 4,71-9,4 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Води з мінералізацією до 1,0 г/дм<sup>3</sup> поширені в центральній, південній та південно-східній частині ділянки. На решті території розвинуті води з мінералізацією 1,34-1,86 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю 6,27-9,4 ммоль/дм<sup>3</sup>. За хімічним типом води сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, гідрока-



рбонатно-хлоридні кальцієво-натрієві, хлоридні натрієві. За водневим показником води нейтральні (рН = 7,0-7,8). В бактеріологічному відношенні води здорові (коли-індекс < 3, колітітр > 333).

Таблиця 4.1 – Порівняння показників ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондицій з фактичним вмістом компонентів у воді свердловини № 1е

Найменування показників	Розмірність	Норма ДСТУ 878-93 і кондицій	Вміст компонентів у воді	
			від	до
1	2	3	4	5
Нітрати(поNO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	50,0	відс.	3,0
Нітрити(поNO <sub>2</sub> )	-//-	2,0	0,0	0,075
Миш'як(As)	-//-	0,05	0,0	0,01
Свинець(Pb)	-//-	0,1	0,0	0,01
Цинк(Zn)	-//-	5,0	0,0019	0,08
Селен(Se)	-//-	0,05	<0,0001	0,001
Уран(U)	-//-	8,0·10 <sup>-5*</sup>	1,1·10 <sup>-7</sup>	<2·10 <sup>-6</sup>
Кадмій(Cd)	-//-	0,01	відс.	0,0029
Мідь(Cu)	-//-	1,0	0,0	0,0294
Ванадій(V)	-//-	0,4	0,0016	0,0267
Ртуть(Hg)	-//-	0,005	відс.	<0,001
Хром(Cr)	-//-	0,5	відс.	0,0071
Стронцій(Sr)	-//-	7,0	0,17	1,76
Радій(Ra <sup>226</sup> )	-//-	2,7·10 <sup>-11*</sup>	<1·10 <sup>-12</sup>	
Фтор(F)	-//-	1,5	0,15	0,61
Феноли	-//-	0,001	відс.	<0,001
Вуглець органічний	-//-	8,0	3,4	
Гідрокарбонат-іон (НСО <sub>3</sub> +СО <sub>3</sub> )	%-екв	50-70	51,3	65,8
Сульфат-іон(SO <sub>4</sub> )	-//-	<35	9,4	23,9
Хлор(Cl)	-//-	<35	16,95	29,1
Натрій + Калій (Na+K)	-//-	>65	69,4	78,8
Кальцій(Ca)	-//-	<30	13,36	25,3
Магній(Mg)	мг/дм <sup>3</sup>	<20	1,0	9,76
Мінералізація	г/дм <sup>3</sup>	0,2-0,6	0,24	0,34
Радон(Rn <sup>222</sup> )	Бк/дм <sup>3</sup>	100*	2,2	
Метакремнієва кислота(H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	50	25,90	55,72

Виконаний Українським НДІМРтаК комплекс фізико-хімічних досліджень підземних вод ділянки дозволяє оцінити воду свердловини № 1е як холодну, сульфатно-гідрокарбонатну натрієву, слабкомінералізовану, при-

дату для промислового розливу в якості природної столової. Приведений якісний склад води практично стабільний. За результатами виконаних робіт розроблені нові вимоги для основних компонентів хімічного складу мінеральної води «Бірюзова» для внесення коректив у ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» (табл. 4.1), представлені кондиції на мінеральну воду «Бірюзова». Обухівський водоносний горизонт, що експлуатується, на площі водозабору захищений від зовнішнього забруднення. Безпосередньо у покрівлі горизонту залягають мергелі обухівської світи та межигірські глини і сильноглинисті піски потужністю 11 м.

Таблиця 4.2 – Порівняння показників ГОСТ 2874-82 «Вода питна», ДержСанПін з фактичним вмістом компонентів у воді свердловини №1е

Найменування показників	Розмірність	Норма ГОСТа 2874-82 і (ДержСанПін)	Вміст компонентів у воді	
			від	до
1	2	3	4	5
Алюміній(Al)	мг/дм <sup>3</sup>	0,5(0,2)	відс.	0,20
Миш'як(As)	-//-	0,05(0,01)	0,0	0,01
Селен(Se)	-//-	0,001(0,01)	<0,0001	0,001
Свинець(Pb)	-//-	0,03(0,01)	0,0	0,01
Нікель(Ni)	-//-	(0,1)	<0,005	<0,01
Нітрати(NO <sub>3</sub> )	-//-	45,0(45,0)	відс.	3,0
Фтор(F)	-//-	1,5(1,5)	0,15	0,61
Окислюваність	-//-	(4,0)	0,56	1,81
Вуглець органічний	-//-	3,0	3,0	
Водневий показник(pH)	-//-	6,0-9,0 (6,5-8,5)	6,7	8,5
Сухий залишок	-//-	1000 (100,0-1000)	310	
Жорсткість загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	7,0(1,5-7,0)	0,8	2,0
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500(250)	19,0	64,6
Хлориди(Cl)	-//-	350(250)	19,8	50
Мідь(Cu)	-//-	1,0(1,0)	0,0	0,0294
Марганець(Mn)	-//-	0,1(0,1)	0,0	<0,1
Залізо(Fe)	-//-	0,3(0,3)	0,06	0,16
Цинк	-//-	5,0	0,0019	0,08
Стронцій(Sr)	-//-	7,0	0,17	1,76
Молибден(Mo)	-//-	0,25	відс.	0,004
Берилій(Be)	-//-	0,0002	відс.	0,00019
Барій(Ba)	-//-	(0,1)	відс.	



### Графіки

Напівлогарифмічної залежності змін мінералізації (M), іонів ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$  і (Na+K) у часі: M, ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) = f(lgt) та розрахунок їх прогнозних значень M, ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) = f(lgtпр.)

Таблиця значень мінералізації іонів M, ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) за результатами аналізів води при відкачці з свердловини №1е

Час після відкачки, t, діб	lgt	M, мг/дм <sup>3</sup>	$\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ , екв.%	$\text{SO}_4$ , екв.%	Na+K, екв.%
0	0	270	56,5	16,9	70,5
18	1,256	290	51,3	19,3	73,4
26	1,414	280	61,1	23,9	76,3
46	1,662	250	65,8	15,0	69,4
69	1,69	240	60,3	10,6	72,8
89	1,95	250	63,0	14,0	70,7

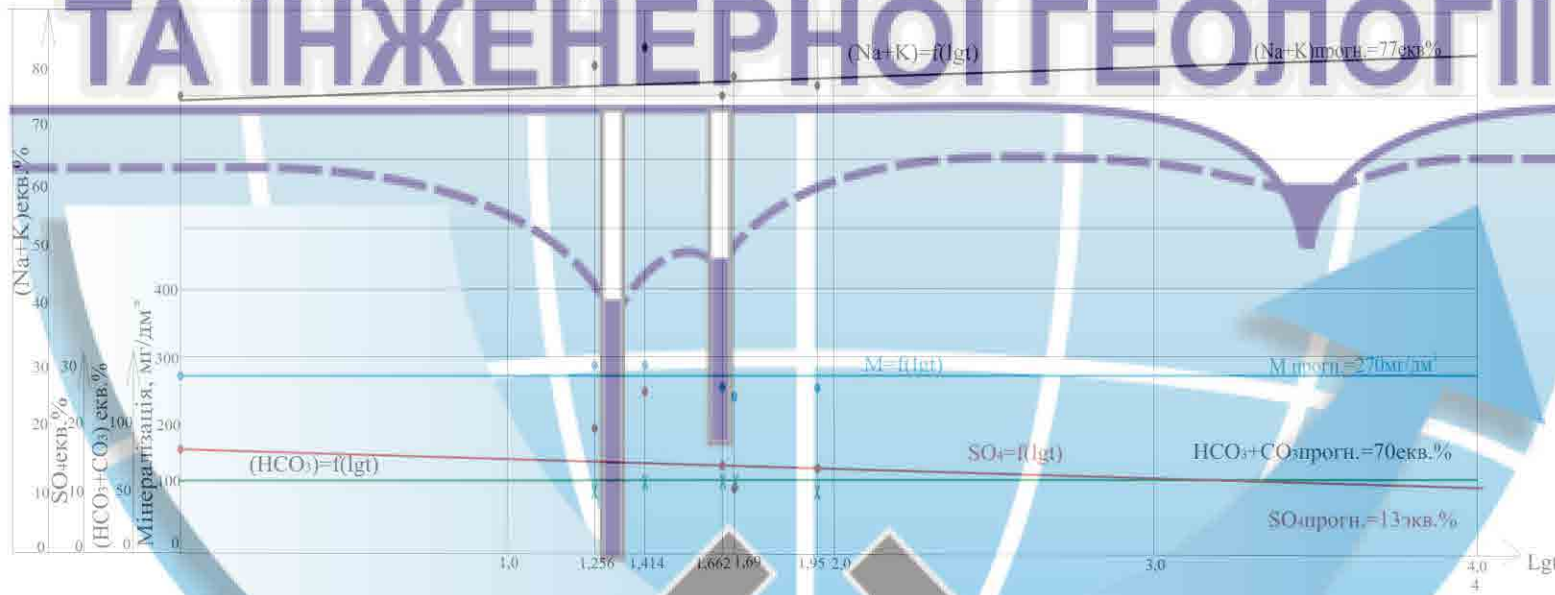


Рис. 4.1.

Існуючих джерел забруднення підземних вод на ділянці діючого водозабору не має. При експлуатації водозабору необхідно передбачити комплекс природоохоронних заходів щодо запобігання забруднення підземних вод.

Навкруги водозабору складається зона санітарної охорони з 3-х поясів: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження [8].

Перший пояс – зона суворого режиму встановлюється навкруги експлуатаційної свердловини, що експлуатує захищені підземні води, в радіусі не менше 15м. На діючій свердловині №1е зона санітарної охорони суворого режиму передбачена. Територія першого поясу спланована, огорожена; виключено всі види будівництва, що не пов'язані з експлуатацією свердловини. Вхід сторонніх осіб на територію зони суворого режиму виключений.

Другий пояс зони санітарної охорони передбачений для захисту водонесного горизонту від мікробних забруднень. Границі другого поясу встановлюються розрахунком, який ураховує час посування мікробного забруднення води до водозабору.

Радіус зони визначається по формулі:

$$R = \sqrt{\frac{QT_M}{\pi t \mu}}, \quad (4.1)$$

де:  $Q$  - проектна потужність водозабору, що дорівнює  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;  $T_M$  - час виживання бактерій в умовах підземного потоку, для II кліматичного району дорівнює 200 діб (у відповідності до СНіП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»);  $t$  - потужність пісковиків обухівської світи,  $10,0 \text{ м}$ ;  $\mu$  - водовіддача порід, прийнята для пісковиків, що дорівнює  $0,025$ .

$$R_{\text{пл.}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 200}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,025}} = 79,8 \approx 80 \text{ м}$$

У цій зоні заборонено забруднення території нечистотами і відходами, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів, мінеральних добрив.



В санітарні заходи другого поясу також включено виявлення, тампонаж всіх старих і дефектних свердловин, регулювання буріння нових свердловин.

Третій пояс зони санітарної охорони призначений для захисту підземних вод від хімічних забруднень. Розташування границі третього поясу визначається розрахунком, що враховує час пересування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинно бути більше розрахункового терміну роботи водозабору, але не менше 25 років ( $R_{нідм}$ ).

Радіус можливого підтягування вод з мінералізацією, менш заявленої, визначається за такою залежністю:

$$R_{нідм} = \sqrt{\frac{QT}{\pi t \mu}}, \quad (4.2)$$

де:  $Q$  - проектна потужність водозабору, що дорівнює  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;  $T$  - розрахунковий час,  $1 \cdot 10^4$  діб;  $t$  - потужність пісковиків обухівської світи,  $10,0$ ;  $\mu$  - водовіддача порід, прийнята для пісковиків, що дорівнює  $0,025$ .

$$R_{нідм} = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 10,0 \cdot 0,025}} = 564,33 \approx 564 \text{ м}$$

На території третього поясу необхідно передбачити санітарні заходи, аналогічні другому поясу.

Індустріально-технічні властивості вод, в основному, задовільні: вони напіввспінуючі ( $F < 200$ ), іноді вспінуючі ( $F > 200$ ), з дуже малою кількістю м'якого осаду ( $H < 125$ ;  $0 < Kh < 0,25$ ), не кородують ( $Kk + 0,0503 \text{ Ca}^{++} < 0$ ;  $Kk < 0$ ). Як вказувалося вище, водозабірна свердловина № 1е обладнана на слабкотріщинуваті пісковики і має незначний дебіт ( $1,16 \text{ дм}^3/\text{с}$ ). В зв'язку з цим, згідно [7] агресивність води для слабкопроникливих шарів не нормується. Запропоновані до затвердження запаси столових вод мають середню мінералізацію  $0,31 \text{ г/дм}^3$ . Незначне соленасичення вод, а також низький вміст у розвіданій воді вільної вуглекислоти (до  $4,4 \text{ мг/дм}^3$ ), виключає випадіння солей в осад на стінках трубопроводу. Це підтверджується і даними експлуатації свердловини №1е на протязі п'яти років і дослідно-експлуатаційної відка-

чки на протязі трьох місяців, при яких не спостерігалися солевідклади на стінках водопроводу при подачі води водоспоживачеві та при відводі її при відкачці. Територія діючого водозабору ЗАТ „Кришталь” вільна від забудови. Можливість організації зон санітарної охорони на вищевказаному водозаборі існує.



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## 5. РОЗРАХУНОК ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

### 1. Розрахунки та обґрунтування прийнятого коефіцієнту водопровідності ( $km$ ).

Розрахунки коефіцієнтів водопровідності за несталим рухом підземних вод виконані за даними графіків часового простежування зниження ( $S$ ) та підвищення ( $S^*$ ) рівнів води у свердловинах:  $S = f(\lg t)$  та  $S^* = f(\lg t)$ . Методика розрахунків передбачає використання наступних залежностей, що відображають результати дослідних робіт:

$$km_t = \frac{0,183Q}{C_t}, \quad (5.1)$$

де:  $Q$  - дебіт свердловини,  $m^3/\text{добу}$ ;  $C_t$  - кутовий коефіцієнт прямолінійної ділянки графіка;

$$C_t = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1} \quad (5.2)$$

де:  $S_2$  і  $S_1$  – зниження (у процесі відкачки) або підвищення  $S_1^*$  і  $S_2^*$  – рівня (у процесі відновлення) на момент часу  $t_2$  і  $t_1$  (знімається з графіка).

Визначення коефіцієнту водопровідності виконане за результатами простежування рівнів води у центральній (№ 1е) та спостережній (№ 2с) свердловинах у початковий період відкачки (при зниженні рівнів води) та по завершенню дослідно-промислової відкачки – при відновленні рівнів води.

В основу розрахунків коефіцієнтів водопровідності за формулами сталого руху враховувались єдиновременні дані (дебіт, зниження) при досягнутій стабілізації дослідів:

а) для центральної свердловини:

$$km = \frac{0,366Q}{S_0} \lg \frac{R_n}{r_0} \quad (5.3)$$

б) для центральної та спостережної свердловин:

$$km = \frac{0,366Q}{S_0 - S_1} \lg \frac{r_1}{r_0}, \quad (5.4)$$

де:  $Q$  – проектний дебіт свердловини,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $R_n$  – приведений радіус впливу на кінець відкачки ( $t$ );  $R_n = 1,5\sqrt{at}$  (6.5);  $a$  – коефіцієнт п'єзопровідності,  $\text{м}^2/\text{добу}$ ;  $t$  – тривалість відкачки, діб (45,4);  $r_0$  – радіус свердловини, м;  $r_1$  – відстань між центральною та спостережною свердловинами, м;  $S_0$  – зниження рівня в центральній свердловині на кінець відкачки, м;  $S_1$  – зниження рівня в спостережній свердловині на кінець відкачки, м;  $km$  – коефіцієнт водопровідності,  $\text{м}^2/\text{добу}$ .

в) по залежності

$$km = A_0q, \quad (5.5)$$

де:  $A_0$  – емпіричний коефіцієнт (для напірних вод = 130);  $q$  – питомий дебіт,  $\text{дм}^3/\text{с}$ .

Розрахунки коефіцієнтів водопровідності ( $km$ ) за даними дослідних робіт наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності ( $km$ )

№ свердл.	Стале посування $km$ , $\text{м}^2/\text{добу}$	Нестале посування $km$ , $\text{м}^2/\text{добу}$	
		Часове простежування	
		$S = f(lgt)$	$S^* = f(lgt)$
1e	18,18	13,07	13,07
1e-2c	14,48	-	-
1e	15,6	-	-
2c	-	15,25	15,25

Середнє арифметичне значення коефіцієнта водопровідності відповідно до розрахунків за даними проведеного дослідження складає:

$$km_{\text{серед.}} = \frac{18,18 + 14,48 + 15,6 + 13,07 + 15,25 + 13,07 + 15,25}{7} = 14,99 \approx 15,0 \text{ м}^2/\text{добу}$$

У зв'язку із нерівномірною водозбагаченістю пісковиків обухівської світи по площі ділянки величина коефіцієнта водопровідності змінюється від значення 8,5 до 56,25  $\text{м}^2/\text{добу}$ . Для оцінки запасів мінеральних вод по свердловині №1e приймається середньоарифметична величина коефіцієнта водопровідності ( $km$ ), що розрахована по свердловинах №№ 179, 8220, 8221, 8224,



8226, 8227, 1e, які рівномірно розташовані по площі ділянки в зоні впливу діючого водозабору (на відстані до 1,0 км від свердловини № 1e):

$$km_{\text{серед.}} = \frac{12,3 + 56,25 + 8,5 + 33,35 + 50,8 + 15,74 + 15,0}{7} = 27,42 \approx 27,0 \text{ м}^2 / \text{добу}$$

2. Коефіцієнт п'єзопровідності ( $a$ ,  $\text{м}^2/\text{добу}$ ) визначений за даними дослідно-експлуатаційної відкачки за допомогою графіків часового простежування зниження ( $S$ ) і підвищення ( $S^*$ ) рівня води у центральній та спостережній свердловинах:

- за даними по центральній свердловині

$$\lg a = 2 \lg r_0 - 0,35 + \frac{A}{C_t},$$

- за даними центральної та спостережної свердловин

$$\lg a = 2 \lg r_1 - 0,35 + \frac{A}{C_t},$$

де:  $a$  – коефіцієнт п'єзопровідності,  $r_0$  – радіус центральної свердловини,  $\text{м}$ ;  $r_1$  – відстань між центальною та спостережною свердловинами,  $\text{м}$ ;  $A_t$  і  $C_t$  – параметри, що визначаються по графіках  $S = f(\lg t)$  і  $S^* = f(\lg t)$ .

Розрахунки коефіцієнтів п'єзопровідності наведені у таблиці 5.2.

Як видно з даних таблиці 5.2, розраховані значення коефіцієнтів п'єзопровідності коливаються в межах від  $3,54 \cdot 10^3$  до  $0,59 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{добу}$ . Значення  $a = 3,54 \cdot 10^3 - 5,6 \cdot 10^3$  по центральній свердловині (1e) виходять за межі теоретичних значень ( $10^5 - 10^7 \text{ м}^2/\text{добу}$ ) і тому відбраковуються [2].

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків коефіцієнтів п'єзопровідності

№ свердловини	Коефіцієнт п'єзопровідності ( $a$ ), $\text{м}^2/\text{добу}$	
	Часове простежування	
	$S = f(\lg t)$	$S^* = f(\lg t)$
1e	$3,54 \cdot 10^3$	$5,6 \cdot 10^3$
2с	$0,59 \cdot 10^5$	$0,59 \cdot 10^5$

Для оцінки запасів мінеральних вод по свердловині № 1е прийняте середнє значення коефіцієнту п'єзопровідності  $a = 0,59 \cdot 10^5$  м<sup>2</sup>/добу, що одержане по спостережній свердловині № 2с.

3. Потужність водомістких відкладів обухівської світи прийнято як середнє арифметичне значення по свердловинах №№ 179, 8227, 8226, 8224, 8220, 8221, 1е і дорівнює 10,0м:

$$m_{\text{сер.}} = \frac{14,5 + 8,2 + 14,4 + 10,2 + 10,10 + 9,9 + 6,0}{7} = 10,47 \approx 10,0 \text{ м}$$

4. Проектний водозабір представлений експлуатаційною свердловиною № 1е, з якої була проведена дослідно-експлуатаційна відкачка в безперервному режимі з дебітом 25 м<sup>3</sup>/добу, що відповідає заявленій потребі (25 м<sup>3</sup>/добу).

5. Припустиме зниження ( $S_{\text{прип.}}$ ) визначається по конструкції свердловини № 1е і максимальній глибині установки насоса. У відповідності до конструкції свердловини максимальна можлива глибина установки насоса обмежується глибиною установки нижньої частини обсадної колони, яка дорівнює 24,25 м. При довжині насоса, що дорівнює 2,0 м, мінімальній величині залишкового стовпа води над насосом 3,0 м і глибини залягання п'єзометричного рівня 4,25м, припустиме зниження рівня складає:

$$S_{\text{прип.}} = 24,25 - 2,0 - 3,0 - 4,25 = 15,0 \text{ м}$$

Обухівський водоносний горизонт, з метою схематизації природних умов, розглядається як необмежений у плані. Найближчі границі поширення пісковиків розташовуються у 10-15 км на південь від ділянки робіт. У покривлі водоносного горизонту на ділянці робіт залягають мергелі обухівської світи та сильноглинисті піски і глини межигірської світи, що є слабко проникливою межею, яка розділяє пісковики обухівської світи та алювіальні піски.

У підосві повсюдно залягають бучацькі піски, витримані в плані та розрізі. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок перепливу з вищезалягаючих алювіальних відкладів, розвантаження – за межами ділянки долинами р. Вовчої і р. Самари.



Враховуючи вищевикладене, за природними умовами водоносний горизонт у відкладах обухівської світи схематизується як безмежний пласт, з проникливою границею у підшві та сталим перепливом з вищезалягаючого алювіального водоносного горизонту.

Для підрахунку експлуатаційних запасів мінеральних вод прийнято:

1. проектний водозабір представлений свердловиною № 1е, що обладнана на водоносний горизонт у відкладах обухівської світи;
2. заявлена потреба в мінеральній воді  $Q = 25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;
3. коефіцієнт водопровідності відкладів обухівської світи  $27,0 \text{ м}^2/\text{добу}$ ;
4. коефіцієнт пр'єзопровідності відкладів обухівської світи  $a = 0,59 \cdot 10^{-5}$ ;
5. потужність водомістких відкладів  $m = 10,0 \text{ м}$ ;
6. припустиме зниження рівня води в проектному водозаборі  $S_{\text{прип.}} = 15,0 \text{ м}$ ;
7. розрахункова схема – стале посування підземних вод до водозабору в безграничному шарі з проникливою границею у підшві та передіві вод з вищезалягаючого алювіального водоносного горизонту через слабкопроникливий пласт (сильноглинисті піски межигірської світи).

Визначення розрахункових значень гідрогеологічних параметрів проводилось за результатами дослідно-експлуатаційної відкачки, проведеної в безперервному режимі (I період) за наступними методиками.

Гідрогеологічні параметри обухівського водоносного горизонту, що оцінюється, визначались по даних дослідно-експлуатаційної відкачки за формулами сталого ( $km$ ) та несталого ( $km, a$ ) руху підземних вод.

## 6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕТІКАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІЖ ВОДОНОСНИМИ ГОРИЗОНТАМИ

При відборі підземних вод з обухівського водоносного горизонту необхідно враховувати кількість вод які перетікають у нього з вище розташованих відкладів межигірської світи палеогену. Для цього розглянемо схему на рис. 6.1, де зображені два водоносних горизонти і слабопроникній пласт між ними. Виводячи рівняння нерозривності для нижнього горизонту, необхідно врахувати надходження води не тільки через бічні грані пласта (як у випадку ізольованого водоносного горизонту), але і через його верхню грань: тут приходить вода, що перетікає з верхнього пласту через розділяючий горизонт. При розрахунках подібних водоносних систем приймаються припущення, відомі як передумови перетікання (Мятієва-Гірінського):

1. Рух в водоносних пластах є плановим (лінії струму паралельні напластаванню).

2. У розділяючому шарі лінії струму перпендикулярні напластаванню; фізично ця передумова цілком з'ясовна: вода прагне пройти ділянку з великим опором по найкоротшому шляху.

С.М. Нумеров показав, що похибка обумовлена першою передумовою, має порядок,

$$\delta_1 \approx 0,1\lambda \ln \lambda \quad (6.1)$$

а похибка другий передумови

$$\delta_2 \approx 0,1\bar{\lambda} \quad (6.2)$$

$$\delta_{сум} = \delta_1 + \delta_2 \quad (6.3)$$

де  $\lambda = k_2 / k_3$ ;  $\bar{\lambda} = (m_3 / m_2)\lambda$ ;  $k_2, k_3, m_2, m_3$  – відповідно коефіцієнт фільтрації та потужність слабопроникного і експлуатованого водоносного горизонту.

Аналіз рівнянь (6.1) – (6.3) показує, що точність передумов перетікання залежить в першу чергу від співвідношення проникності порід водоносного і



розділяючого шарів, в зв'язку з чим необхідно зробити дані оцінки в нашому випадку. Беручи значення з глави 5 коефіцієнта фільтрації обухівського водоносного горизонту  $k_3 = 2,5$  м/добу; середня потужність ( $m_3$ ) – 8 м. Необхідно відзначити що з аналізу геолого-гідрогеологічних умов (розділ 2) слідує, що параметри розділяючого шару не постійні в межах досліджуваної ділянки, в зв'язку з чим раціонально виконати розрахунок похибки перетікання в наступному діапазоні значень  $k_2 = 0,2 - 0,5$  м/добу;  $m_2 = 1,5 - 2,5$  м. Дані розрахунки були виконані в програмному середовищі Mathcad а їх результати представлені на рис. 6.2. Аналіз отриманих даних показує, що сумарна помилка за двома передумовами не перевищує 10 %, що типово при виконанні практичних розрахунків.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

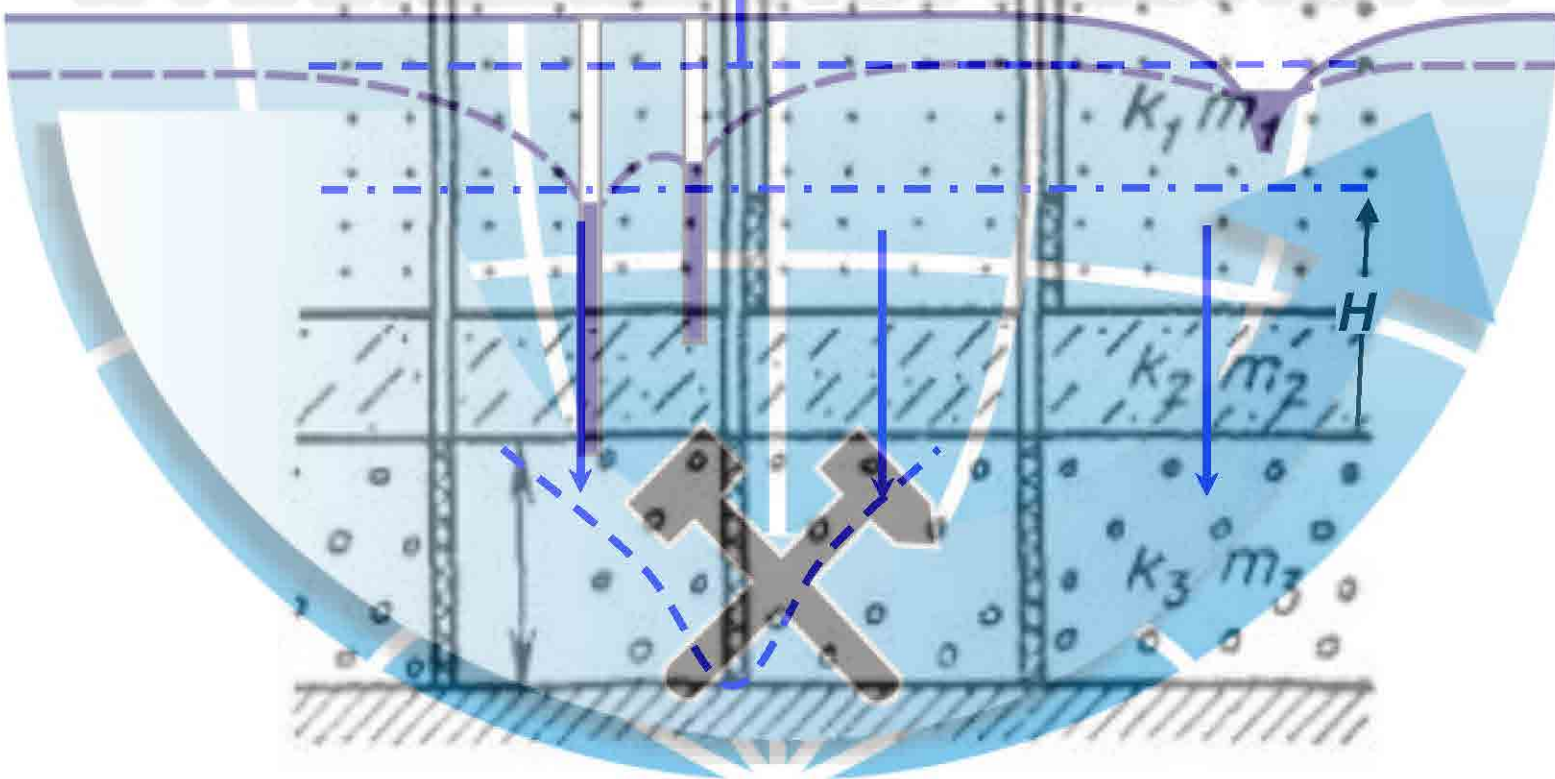


Рис. 6.1 Взаємодія водоносних горизонтів при експлуатації водозабору в області початкового живлення при постійному рівні в суміжному горизонті

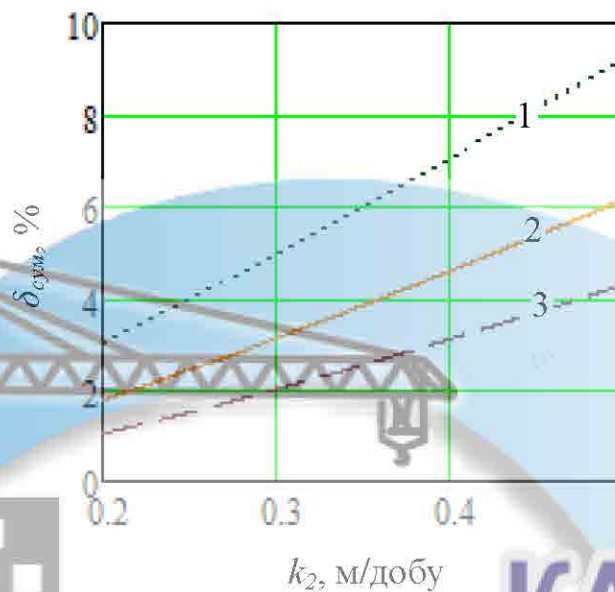


Рис. 6.2 – Зміна сумарної похибки обумовленої передумовами перетікання в залежності від параметрів обухівських відкладів та потужності розділяючого шару: 1 – 3 – 1,5, 2 та 2,5 м

З урахуванням прийнятих і обґрунтованих передумов перетікання рівняння нерозривності матиме вигляд

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho \cdot m \cdot v_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho \cdot m \cdot v_y) + \frac{\partial(\rho \cdot n \cdot m)}{\partial t} - \rho \cdot \varepsilon_p = 0 \quad (6.4)$$

Відповідно перетвориться і диференціальних рівняння фільтрації

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{H' - H}{B^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial H}{\partial t} \quad (6.5)$$

де  $B = \sqrt{T \cdot m_2 / k_2}$  – параметр перетікання. Чим менше величина  $B$ , тим інтенсивніше, при інших рівних умовах, йде перетікання.

Для випадку одиночної свердловини і будь-яких моментів часу, за умови сталості рівня в живильному горизонті і жорсткого режиму фільтрації в розділяючому шарі, отримано рішення рівнянь (6.4), (6.5) в наступному вигляді

$$S = \frac{Q}{4\pi T} W(u, \frac{r_c}{B}) \quad , \quad u = \frac{r_c^2}{4at}, \quad T = km \quad (6.6)$$

де  $W(x, y)$  – функція Хантуша.



За допомогою формули (6.6) в програмному середовищі Mathcad виконаний розрахунок зниження рівня підземних вод при їх відборі з обухівського відкладів з урахуванням перетікання з вищезалегаючих горизонтів. При цьому значення дебіту свердловин бралися в діапазоні відповідному необхідній потреби в питній воді (рис. 6.3 – 6.4). Аналіз отриманих даних показує, що для обох водоносних горизонтів, розраховані значення зниження рівня підземних вод не перевищують допустимих значень.

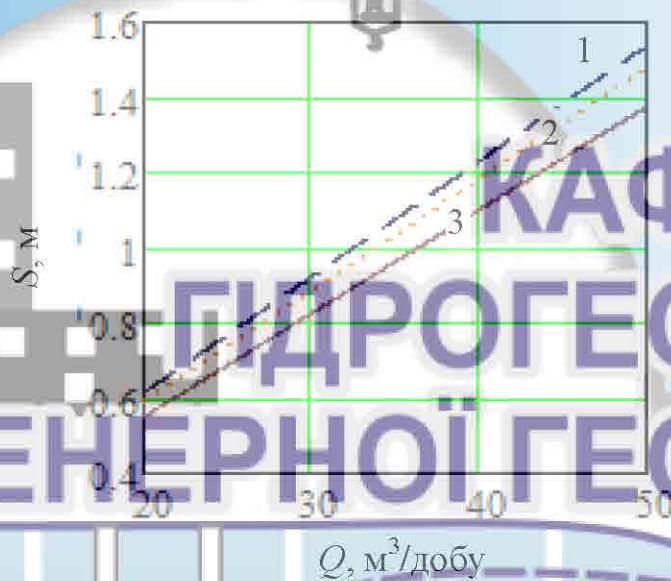


Рис. 6.3 – Зниження рівня підземних вод в обухівських відкладах при  $k_2 = 0,3$  м/добу та  $m_2$ : 1 – 3 – 1,5, 2 та 2,5 м

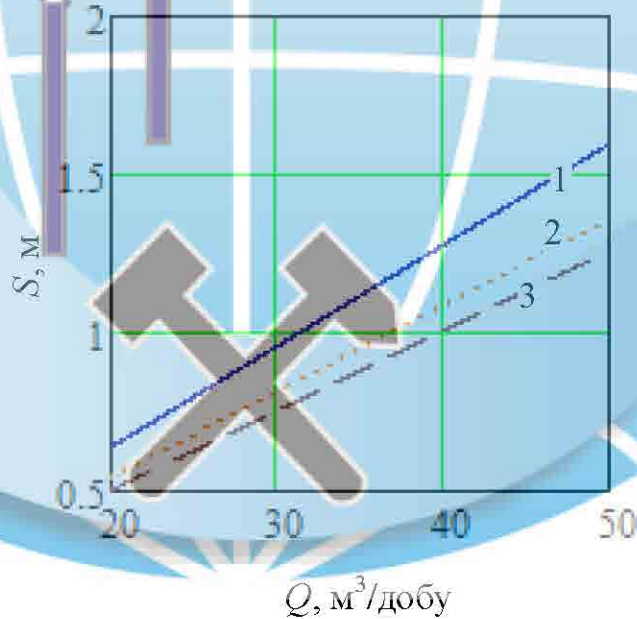


Рис. 6.4 – Зниження рівня підземних вод в обухівських відкладах при  $m_2 = 1,5$  м та  $k_2$ : 1 – 3 – 0,1, 0,5 та 1 м/добу

## 7. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ

При проведенні дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1е було чітко встановлено сталий рух підземних вод до свердловини. Про це свідчить, як вказувалося вище, стабільний режим роботи свердловини, що підтверджується постійністю дебіту та динамічного рівня води в експлуатаційній свердловині №1е та стабільністю рівня у спостережній свердловині №2с. Тому, виконуючи розрахунки за умов несталого режиму експлуатації, приймаємо найбільш несприятливий варіант, тим самим створюючи додатковий запас надійності прогнозів.

Водовідбір передбачається проводити із однієї свердловини №1е.

Розрахунок експлуатаційних запасів зводиться до визначення розрахункового ( $S_{розр.}$ ) зниження рівня води в свердловині №1е на кінцевий строк її експлуатації 27,5 років ( $10^4$  добу) при заявленому водовідборі ( $25\text{ м}^3/\text{добу}$ ) і порівнянні розрахункового зниження ( $S_{розр.}$ ) з припустимим ( $S_{прип.}$ ).

Зниження рівня води в свердловині ( $S_{розр.}$ ) складається зі зниження ( $S_0$ ) в свердловині під час її роботи як одиночної, без взаємодії, і суми знижень ( $\sum \Delta S$ ), що викликані роботою інших свердловин водозабору, які впливають на дану свердловину:

$$S_{розр.} = S_0 + (\Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots \Delta S_n) \quad (7.1)$$

де:  $S_0$  – зниження в свердловині за рахунок її роботи на протязі розрахункового періоду  $10^4$  добу;  $\Delta S_1$  – зниження в свердловині за рахунок впливу Павлоградського комплексу водозаборів (№ 2), центр тяжіння якого в 7,0 км на південь;  $\Delta S_2$  – зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору (№ 3) хімічного заводу, розташованого в 5 км;  $\Delta S_3$  – зниження в свердловині за рахунок впливу Вербського водозабору (№ 4), розташованого в 10 км.

Експлуатаційні свердловини №№ 3,5,6, на ділянці, обладнані на обухівський водоносний горизонт з добовим водовідбором  $1,0\text{-}2,0\text{ м}^3$  не будуть впливати на роботу свердловини №1е.



Зниження  $S_0$  в свердловині за рахунок її роботи на протязі розрахункового періоду визначається по формулі Дюпюї:

$$S_0 = \frac{Q_e}{2\pi km} \ln \frac{R_n}{r_0}, \quad (7.2)$$

де:  $Q_e$  – експлуатаційний дебіт свердловини, дорівнює  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;  $R_n$  – приведений радіус впливу, що дорівнює  $R_n = 1,5\sqrt{at} = 1,5\sqrt{0,59 \cdot 10^5 \cdot 10^4}$ , м,

де  $a = 0,59 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{добу}$  – коефіцієнт п'єзопровідності;  $R_n = 36434 \text{ м}$ ;  $t$  – час роботи свердловини, що дорівнює  $10^4$  добу;  $r_0$  – радіус свердловини, що дорівнює  $0,025$ ;  $km$  – коефіцієнт водопровідності, що дорівнює  $27,0 \text{ м}^2/\text{добу}$

$$S_0 = \frac{25}{2 \cdot 3,14 \cdot 27} \ln \frac{36434}{0,025} = 2,09 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору №2

$$\Delta S_1 = \frac{Q_e}{2\pi km} \ln \frac{R_n}{r_1} \quad (7.3)$$

де:  $r_1$  – відстань до свердловини № 1е, що дорівнює  $7,0 \text{ км}$ ;  $km$  – середнє значення коефіцієнта водопровідності, що дорівнює  $177 \text{ м}^2/\text{добу}$ ;  $Q$  – затверджені запаси підземних вод у відкладах обухівсько-бучацької світи у ДКЗ СРСР складають  $29,0 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$  [39]. Для розрахунків приймається  $5800 \text{ м}^3/\text{добу}$ , тому що за даними витратометрії в свердловині водоприток із обухівських пісковиків складає від  $0,0$  до  $20\%$ , а з бучацьких пісків – від  $100$  до  $80\%$  [23]. Для розрахунків приймаємо  $20\%$ .

$$\Delta S_1 = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 177} \ln \frac{36434}{7000} = 8,60 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору №3 (хімічного заводу), затверджені запаси підземних вод в УкрТКЗ по якому в обухівсько-бучацьких світ складають  $3,8 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$  [23], для розрахунків приймається  $760 \text{ м}^3/\text{добу}$ , середнє значення  $km=150 \text{ м}^2/\text{добу}$ , відстань  $5,0 \text{ км}$ .

$$\Delta S_2 = \frac{760}{2 \cdot 3,14 \cdot 150} \ln \frac{36434}{5000} = 1,60 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу Вербського водозабору (№ 4) затверджені запаси підземних вод по якому у відкладах обухівсько-бучацької світи складають 2,44 тис.м<sup>3</sup>/добу, для розрахунків приймається 488 м<sup>3</sup>/добу, середнє значення  $km = 120$  м<sup>3</sup>/добу [28], відстань 10 км.

$$\Delta S_3 = \frac{488}{2 \cdot 3,14 \cdot 120} \ln \frac{36434}{10000} = 0,84 \text{ м}$$

Таким чином, розрахункове зниження  $S_{розр}$ , на кінцевий строк експлуатації водозабору 10<sup>4</sup> добу дорівнює:

$$S_{розр} = 2,09 + 8,60 + 1,60 + 0,84 = 13,13 \text{ м}$$

Допустиме зниження  $S_{прип.}$  складає 15,0 м.

Звідси  $S_{прип.} > S_{розр.}$  (15,0 > 13,13 м), таким чином підраховані запаси мінеральних вод (25 м<sup>3</sup>/добу) є забезпеченими та повністю задовольняють замовлену на них водокористувачем потребу.

Оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води «Бірюзова» проводиться за результатами трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки.

Під час підрахунків експлуатаційних запасів підземних вод враховуються наступні вимоги до якості вод та режиму експлуатації:

1. мінеральна вода водоносного горизонту обухівських відкладів, що оцінюється, на протязі розрахункового строку роботи водозабору повинна задовольняти всім вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондиції;
2. заявлена потреба у воді відповідно до технічного завдання складає 25 м<sup>3</sup>/добу;
3. розрахунковий строк водоспоживання 27,5 років або 10<sup>4</sup> діб при безперервному режимі роботи водозабору.

Оцінка експлуатаційних запасів проводиться сумісним гідравлічним і гідродинамічним методами, яка зводиться до розрахунку знижень рівнів води в свердловинах взаємодіючих водозаборів при заданому дебіті.



В процесі експлуатації водозабору з розрахунковою потребою  $25\text{ м}^3/\text{добу}$  до нього будуть підтягуватися контури вод різноманітного складу. Контур просування вод визначається по формулі:

$$x = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi t \mu}}, \quad (7.4)$$

де:  $x$  – відстань просування вод до водозабору, м;  $t$  – потужність пісковиків обухівської світи, яка дорівнює  $10,0$  м;  $\mu$  – водовіддача пісковиків приймається рівною  $0,025$ .

Останні умовні позначення та їх значення приведені вище.

$$x = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 10,0 \cdot 0,025}} = 564,33 \approx 564 \text{ м}$$

Отже, на кінцевий строк роботи водозабору до нього підтягнуться води з відстані  $564$  м. Мінімальна відстань до контуру некондиційних вод з мінералізацією більше  $0,6 \text{ г}/\text{дм}^3$  складає  $600$  м. В результаті, мінералізація води, яку відбирають на водозаборі, на кінцевий період його роботи не зміниться.

Таблиця 7.1 – Запаси підземних мінеральних вод, пропоновані до затвердження

Запаси підземних мінеральних вод в $\text{м}^3/\text{добу}$ за категоріями					Примітка
A	B	A+B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	
1	2	3	4	5	6
Мінеральна природна столова вода «Бірюзова» Водоносний горизонт у відкладах обухівської світи					
-	25	25	-	25	

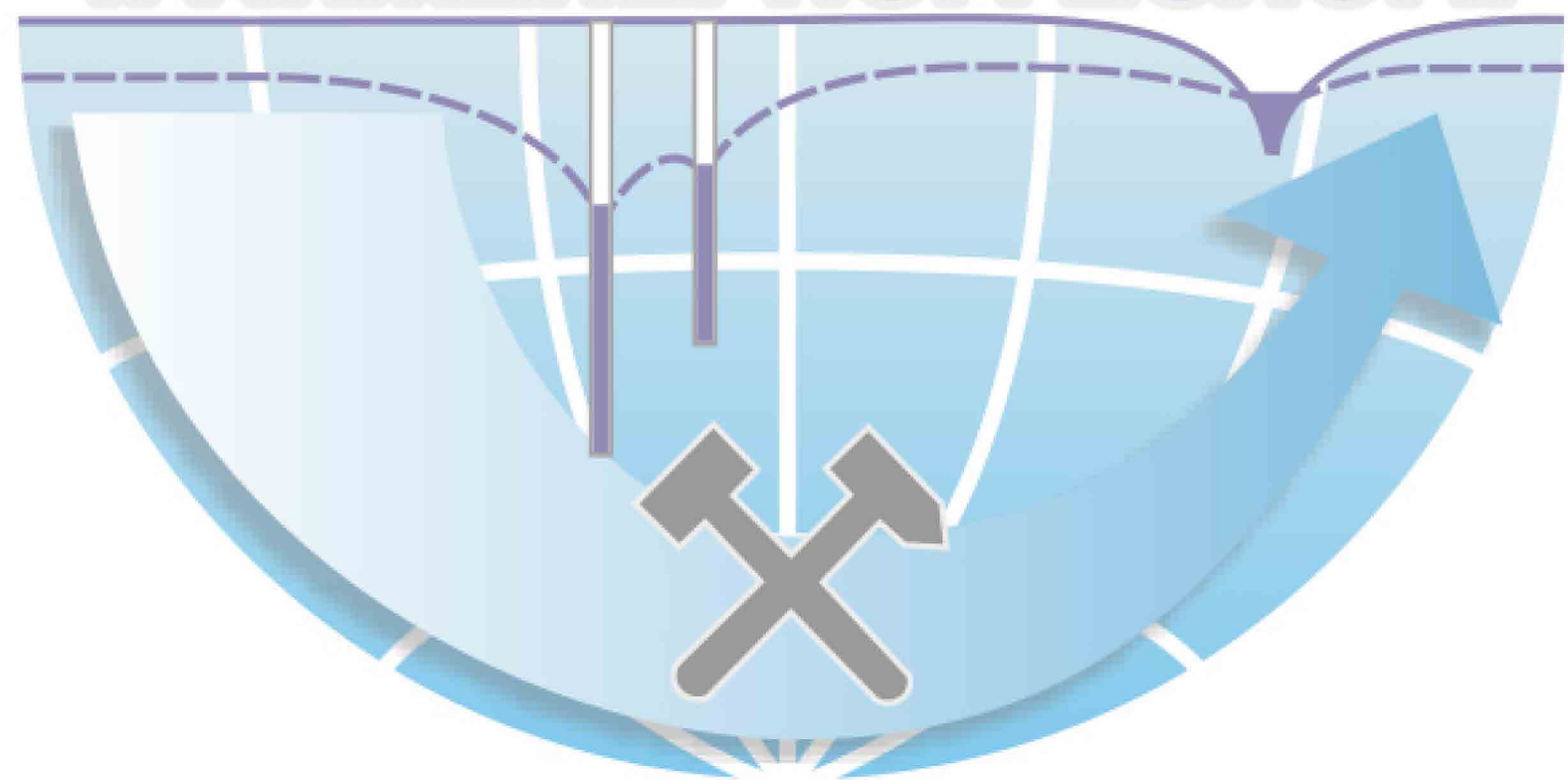
Розвідані запаси підземних мінеральних вод по промисловій категорії повністю задовольняють заявлену в них потребу замовника – водоспоживача ЗАТ «Кришталь» в мінеральній воді для промислового розливу.

Обґрунтування категорії експлуатаційних запасів підземних мінеральних вод на експлуатаційному водозаборі проведено згідно з положенням інструкції із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод [14].

При класифікації розвіданих запасів вод відкладів обухівської світи враховувались наступні умови: ступінь вивченості геологічної будови, гідрогеологічних та гідрохімічних умов ділянки робіт, повнота вивченості умов формування та забезпеченості водозабору, міра обліку в розрахункових схемах реальних гідродинамічних умов, повнота вивченості якості вод та її зміна у часі.

За ступенем складності гідрогеологічних умов розвідане родовище мінеральних вод відноситься до I групи. За категорією B класифікуються запаси, що дорівнюють дебіту, отриманому в процесі трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## 8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ ВОДОЗАБОРУ

У відповідності до Закону України про надра, Водного Кодексу України і чинних інструктивних і нормативних документів для забезпечення стійкого водозабезпечення рекомендується:

1. після затвердження експлуатаційних запасів мінеральних природних столових вод у ДКЗ України оформити ліцензію на право користування надрами з метою видобутку підземних мінеральних вод;
2. забезпечити необхідний санітарний режим у зоні санітарної охорони водозабору;
3. розробити та затвердити у встановленому порядку технологічну схему раціональної експлуатації водозабору у відповідності із затвердженими запасами і забезпечити виконання оптимального режиму робіт;
4. скласти проект гірничого відводу родовища;
5. вести регулярні спостереження за рівнем, дебітом і якістю підземних

вод, налагодити облік їх відбору і представляти звітність органам Міністерства охорони навколишнього природного середовища України і територіальної геологічної служби.

Як відмічалось у характеристиці гідрогеологічних умов, обухівський водоносний горизонт у своїй покрівлі перекривається товщею алювіальних відкладів (пісків, суглинків, глин), шаром слабкопроникних межигірських сильноглинистих пісків, глин і прошарками мергелів обухівської світи.

Ділянка робіт, у межах якої розміщено водозабір мінеральних природних столових вод, знаходиться у межах м. Павлограда. У зв'язку з цим, при експлуатації водозабору необхідно передбачити комплекс заходів для захисту підземних мінеральних вод від хімічного і бактеріологічного забруднення, режимним спостереженням, що в загальному вигляді передбачає:

1. Експлуатацію обухівського водоносного горизонту проводити при допомозі експлуатаційної свердловини №1е;

2. Свердловину обладнати електропогружним насосом типу ЕЦВ, що забезпечує ритмічну експлуатацію горизонту і збереження властивостей води при відборі;

3. Водовідбір проводити на протязі 5-6 годин на добу, не перевищуючи дослідний дебіт ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ,  $5 \text{ м}^3/\text{годину}$ );

4. При експлуатації водозабору необхідно дотримуватися вимог щодо утворення зон санітарної охорони;

5. Вести спостереження за зміною рівневого режиму і хімічного складу підземних вод; спостереження за рівнями підземних вод проводити у двох свердловинах – експлуатаційній № 1е і спостережній 2с; частота вимірів повинна бути не менше одного разу на місяць; проби води з експлуатаційної свердловини №1е на хімічний аналіз відбирати один раз на протязі півріччя; не рідше одного разу на рік проводити відбір проб води на бальнеологічні дослідження УкрНДІМРтаК;

6. Експлуатаційну свердловину № 1е улаштувати обладнанням для замірів рівня, дебіту і спеціальним краном для відбору проб води.

Розвідувальні роботи з метою оцінки запасів мінеральних природних столових вод проведені у відповідності з «Інструкцією із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод». У процесі виконаних робіт були використані матеріали всіх раніше проведених геологорозвідувальних робіт по ділянці робіт та суміжної території.

В результаті виконаних робіт оцінені експлуатаційні запаси мінеральних природних столових вод у кількості  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$  по категорії В. Кількість запасів задовольняє потребу замовника з урахуванням його перспективного розвитку. Досліджувана вода є кондиційною стосовно до кондицій, розроблених УкрНДІМРтаК у 2005-2006 рр. і відповідає вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні». Експлуатаційні запаси оцінені на 27,5 років із дотриманням стабільності якості. Водовідбір із експлуатаційної свердловини №1е повинен відповідати встановленому при дослідно-експлуатаційній від-



качці. Родовище практично підготовлене щодо подальшого промислового освоєння.

У зв'язку з невеликим водовідбором мінеральних вод, не глибоким заляганням водомістких порід обухівської світи, наявністю вище досліджуваного водоносного горизонту буферних водоносних горизонтів у відкладах четвертинної і палеогенової системи та водотривких глин, експлуатація родовища мінеральних вод не буде сприяти на навколишнє середовище.

Для видобування мінеральної природної столової води на родовищі буде використовуватися свердловина № 1е, яка була облаштована на обухівський водоносний горизонт. Свердловина №1е пробурена у 1999 р. глибиною 30м. Дебіт свердловини склав 2,4 м<sup>3</sup>/годину при зниженні 6,5м. Під час дослідно-експлуатаційної відкачки дебіт свердловини склав 5,00 м<sup>3</sup>/годину при зниженні рівня на 10,55м. Дослідно-експлуатаційна відкачка тривала з травня 2005 р. по серпень 2005 р. Режим роботи свердловини при відкачці переривчастий (6 годин на добу), з 8 години ранку до 14 години, тобто за цей час безупинної роботи насосу виконувався водовідбір 25 м<sup>3</sup>/добу.

Свердловина № 1 була обладнана оголовком, що задовольняє наступним вимогам: оптимальні умови експлуатації свердловини; зручність спостережень за елементами режиму підземних вод; простота і зручність компонування, монтажу оголовка за виробничих умов; можливість вільного проникнення до свердловини у разі необхідності її ремонту (із мінімальним демонтажем оголовка та його вузлів).

Схема каптажу свердловини наступна: гирло свердловини обладнується фланцем, до якого кріпиться спеціальний патрубок із трьома ввареними штуцерами для монотру, термометру і крану для відбору проб води. На фланці прорізано отвір для проведення замірів рівня води. На горизонтальній ділянці оголовку влаштовується контрольна і основна засувки зі спеціальним патрубком, частина оголовка сполучається за допомогою коліна та переходу. Свердловина обладнана водоміром.

Обов'язковими умовами експлуатації свердловини є захист від забруднення підземних вод, що забезпечується дотриманням зони суворої санітарної охорони. З урахуванням характеру формування мінеральних вод родовища, глибини їх залягання, створення зони санітарної охорони суворого режиму повинно бути радіусом 15м за погодженням з органами санітарно-епідемічної служби. Основними вимогами до зони суворої санітарної охорони є наступні: територія зони санітарної охорони відгороджується, очищується від сміття, озеленяється. Навколо зони влаштовується протидощова каналізація. Поверхневі водотоки виводяться у бік. Під'їзні шляхи покриваються асфальтом або іншим твердим покриттям. У зоні суворого режиму забороняється проведення будь-яких гірничо-технічних і будівельних робіт, а також тимчасове або постійне мешкання. Стороннім особам вхід на територію зони суворого режиму заборонений.

Контроль режиму підземних вод, їхнього хімічного складу та експлуатації свердловин повинен забезпечувати збереження підземних вод від псування, виснаження і забруднення. Під час експлуатації свердловини повинні вимірюватися наступні елементи режиму: вимірювання дебіту та експлуатаційного відбору виконується за допомогою водоміра або об'ємним методом через відвідний патрубок. Періодичність – щодня, вимірювання фіксується через отвір у фланці. Періодичність – двічі на добу: перед початком експлуатації свердловини (статичний рівень) і наприкінці експлуатації (динамічний рівень); вимірювання температури виконується за допомогою термометру, вмонтованого у спеціальний патрубок. Точність вимірювання  $0,1^{\circ}\text{C}$ , періодичність – щодня (1 раз на добу).

Свердловина № 1е обладнана глибинним насосом марки ЕЦВ 6-6,3-85 продуктивністю  $6 \text{ м}^3/\text{годину}$  при зануренні на 20 м. Облік води здійснюється за допомогою лічильника ВСКМ-7/25. За час проведення дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1 спостерігався стабільний режим: сумарний щодобовий водовідбір склав  $25\text{м}^3$ .



При організації режимних спостережень у процесі експлуатації родовища важливу роль відіграє визначення якісних та кількісних характеристик підземних вод. Контроль якості води у перші роки експлуатації родовища здійснюється скороченими та повними хімічними, санітарно-бактеріологічними аналізами відповідно до вимог ліцензії, виданої на геологічне вивчення з дослідно-промислової розробки родовища.

Контроль якості готової продукції здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 878-93, ГОСТ 2874-82 "Вода питъевая", ДержСанПіН і кондицій, та полягає у визначенні у кожній партії бактеріологічних та органолептичних показників води, вмісту основних іонів, нітритів, нітратів, мінералізації, а також повноти наповнення та зовнішнього вигляду.

Вода, що видобувається із свердловини, за допомогою фільтрів грубого і тонкого очищення, фільтрується від можливих механічних домішок і поступає на холодильну машину для охолодження. Охолоджена до необхідної температури вода поступає на сатуратор для насичення двоокисом вуглецю, після чого поступає на лінію розливу в ПЕТ пляшки. Максимальна продуктивність фасувальної машини 700 пляшок на годину, ємність пляшки 1,5 л.

Фасована у ПЕТ пляшки вода закупорюється поліетиленовими кришками, етикетуються етикетками встановленого зразка, маркується і обандеролюється термоусадочною плівкою, після чого складається на піддо-ни.

Розрахунок очікуваних техніко-економічних показників експлуатації родовища виконаний на основі: рішень щодо способу і технології експлуатації родовища, прийнятий в цьому ТЕО; фактичних показників дослідно-промислової розробки родовища; діючої нормативної бази по оподаткуванню; вихідних даних замовника.

Обсяги виробництва готової продукції-розлив в ПЕТ пляшки місткістю 1,5 л приймається на рівні забезпеченості підготовленими до промислового освоєння експлуатаційними запасами мінеральної природної столової води родовища – 25 м<sup>3</sup>/добу і співвідношення використання видобутої води

на виробничі технології і госпитні потреби. Згідно з проектом індивідуальних і технологічних нормативів використання води цеха по розливу мінеральної питної столової води ЗАТ «Кришталь» при проведенні дослідно-промислового розливу мінеральної води, та дозволом на спеціальне водокористування, наданих та узгоджених Держуправлінням екології та природних ресурсів у Дніпропетровській області, це співвідношення відповідно складає:

- розлив в ПЕТ пляшки 35,14%;
- технологічні та госпитні потреби 64,86%.

Річна кількість розливої води у ПЕТ пляшки становить:

$$0,3514 \times 25 \times 260 : 1,5 = 1522,7 \text{ тис. пл.}$$

Використання води на виробничі потреби (безпосередньо на розлив у ПЕТ пляшки 1,5 л.)

$$1,5 \times 1522,7 = 2284,05 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Забір води складає:

$$2284,05 \times 0,3514 = 802,616 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Розрахунок очікуваного річного валового доходу наведений в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

п/п	Товарна продукція	Один. виміру	Річний випуск продукції	Ціна одиниці грн.	Сума тис. грн.
1.	Пляшка ПЕТ місткістю 1,5	штук пляшок	1523000	1,10	1675,3

Примітка: ціна за одну пляшку прийнята за даними водокористувача

Капітальні вкладення на підготовку родовища до експлуатації приймаються на рівні витрат для дослідно-промислової розробки як такі, що забезпечують використання підготовлених до промислового освоєння експлуатаційних запасів в кількості 25 м<sup>3</sup>/добу. Основні фонди приймаються рівними капіталовкладенням 662,1 тис.грн.

Основні кошти приймаються на рівні 25% від річних експлуатаційних витрат і складаються :  $1558,9 \times 0,25 = 389,7$  тис. грн.



В зв'язку з тим, що під час проведення дослідно-промислової розробки родовища була досягнута продуктивність по випуску мінеральної газованої води 920845 шт. пляшок за рік при очікуваному випуску 1523000 шт. пляшок; собівартість 1 пляшки місткістю 1,5 л приймається по фактичним даним – 0,903 грн.

Розрахунок річних сум податків та відрахувань у цільові фонди наведений у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

п/п	Податки, види відрахувань, ставки та інш.	Одиниці виміру	Сума, тис.грн
1	2	3	4
1.	Земельний податок за 0,07 га при ставці 11081,0 грн за 1 га в рік	тис. грн.	0,776
2.	Комунальний податок при ставці 10 грн. за 1 працівника : $9 \times 17 \times 10\% = 15,3$ грн.	тис. грн.	0,015
3.	Плата за користування надрами - 4,14 грн. за $1\text{ м}^3$ води: $4,14 \times 802,616 = 2,215$ тис.грн.	тис. грн.	3,323
4.	Податок з власників транспортних засобів (згідно закону України №986 -XIV від 16.07.99р.)	тис. грн.	0,712
4.1.	ГАЗ 5301 4750 x 15грн. : 100 = 712,5		
	Всього	тис. грн.	4,826

Мінімальна рентабельна потужність підприємства визначається із умови беззбитковості роботи підприємства при нульовій рентабельності, тобто рівності річної виручки і експлуатаційних витрат і платежів, яке визначається рівнянням:

$$X \times Цб = X \times Сб + Пр,$$

де  $X$  - шукана потужність підприємства (пл./рік.),  $Цб$  - 1,10 грн. відпускна ціна 1 пляшки (без ПДВ),  $Сб$  - собівартість 1 балона при шуканій потужності підприємства, визначається із виразу

$$Сб = \frac{A}{X} + \frac{942,54 - A}{920,845} = \frac{99,3}{X} + \frac{942,54 - 99,3}{920,845} = \frac{99,3}{X} + 0,9157$$

тут  $A$  - амортизаційні відрахування,

$A = 0,15 \times 662,1 - 99,3$  тис.грн. 942,54 - річні експлуатаційні витрати при виробництві 920,845 тис. пляшок на рік;  $Pr = 4,826$  - річні суми податків та відрахувань у цільові фонди.

Тоді

$$1,1 \cdot X = \left( \frac{99,3}{X} + 0,9157 \right) \cdot X + 4,826$$

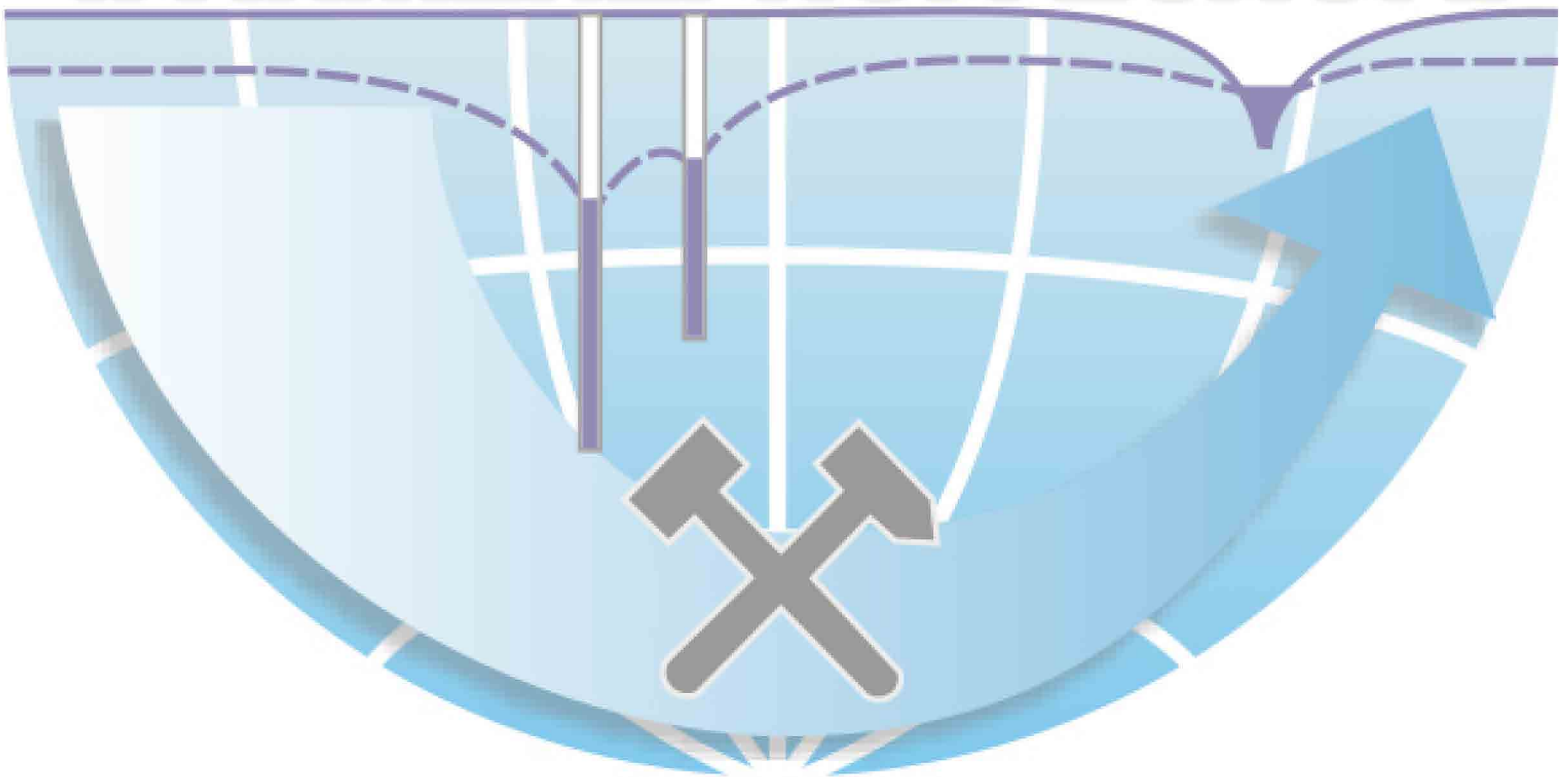
$$1,1x = 0,9157x + 104,126$$

$$0,18x = 104,126$$

$$x = 578,478 \text{ тис.пл.}$$

Мінімальна рентабельна потужність підприємства 578,478 тис.пл./рік.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## ВИСНОВКИ

Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Тому для забезпечення мешканців водою планується затвердження експлуатаційних запасів мінеральної природної столової води «Бірюзова» в обсязі 25 м<sup>3</sup>/добу. При цьому ділянка водозабору розташована у межиріччі річок Самари і Вовчої у межах території II поясу зони санітарної охорони.

В геологічному відношенні геологічний розріз у зоні переважного розвитку столової води представлений кайнозойськими відкладами. Осадки кайнозою поширені повсюдно і включають відклади палеогенової та четвертинної системи, що залягають горизонтально. Палеогенова система представлена відкладами бучацької, обухівської та межигірської світи. Аллювіальні відклади четвертинної системи літологічно представлені різнозернистими пісками з великим вмістом гальки, лінзами глин та суглинків потужністю 0,2–1,5 м. Відклади четвертинної системи у межах ділянки розвинуті повсюдно, суцільним чохлом покриваючи відклади межигірської світи.

В гідрогеологічному відношенні у межах площі ділянки виділяються такі водоносні горизонти: в аллювіальних відкладах; межигірських відкладах; обухівських відкладах; в бучацьких відкладах. У процесі виконання роботи основна увага, була приділена вивченню обухівського водоносного горизонту, що представляє практичний інтерес. Водомісткими породами є тонкозернисті пісковики. Потужність водомістких порід змінюється від 8,20 до 18,75 м. Глибина залягання їх покрівлі змінюється від 10,85 до 26,20 м. У покрівлі даного горизонту залягають сильноглинисті піски межигірської світи, підосва повсюдно представлена бучацькими пісками.

Природний режим водоносного горизонту порушується у центральній частині дослідженої ділянки, під впливом роботи водозабору (скв. № 1е). Свердловина на даний час працює дві години на добу з водовідбором 4,65 м<sup>3</sup>/добу. У 2005 р. з травня по серпень у процесі проведення дослідно-експлуатаційної відкачки середньодобовий водовідбір склав 25 м<sup>3</sup>/добу при

максимальному зниженні рівня 2,51 м. Якість мінеральних вод за даними експлуатації і 3-х місячної дослідно-експлуатаційної відкачки практично стабільна, тому вони можуть використовуватися для промислового розливу у якості мінеральних.

За результатами відкачки за формулами сталого та несталого руху підземних вод проводилась оцінка розрахункових значень гідрогеологічних параметрів за допомогою графіків часового простежування зниження та підвищення рівнів води у центральній (№ 1e) та спостережній (№ 2c) свердловинах. Середнє арифметичне значення коефіцієнта водопровідності відповідно до розрахунків складає  $27 \text{ м}^2/\text{добу}$ , коефіцієнту пористопроникності –  $0,59 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{добу}$ . Потужність водомістких відкладів обухівської світи дорівнює 10 м. Припустиме зниження визначається по конструкції свердловини і максимальній глибині установки насоса, та складає 15 м.

Для запобігання забрудненню підземних вод при експлуатації водозабору передбачено комплекс природоохоронних заходів щодо якій складається з 3-х поясів санітарної охорони: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження. Перший пояс встановлюється навкруги свердловини в радіусі не менше 15 м. Другий та третій, для захисту водоносного горизонту від мікробних та хімічних забруднень відповідно, за розрахунками дорівнює 80 та 564 м. Забруднення території нечистотами і відходами, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів в цих зонах заборонено.

Для оцінки кількості вод які перетікають в обухівський водоносний горизонт з вище розташованих межигірських відкладень приймалися припущення, відомі як передумови перетікання –Мятієва-Грінського. Аналіз отриманих даних показує, що сумарна помилка за двома передумовами не перевищує 8 %, що допустимо при виконанні практичних розрахунків. За допомогою програмного середовища Mathcad виконаний розрахунок зниження рівня підземних вод при їх відборі з урахуванням перетікання. При цьому значення дебіту свердловин бралися в діапазоні відповідному необхідній потреби в пи-



тній воді. Аналіз отриманих даних показує, що для обох водоносних горизонтів, розраховані зниження рівня підземних вод не перевищують допустимих значень.

В процесі експлуатації водозабору з розрахунковою потребою до нього будуть підтягуватися контури вод різноманітного складу. За виконаними розрахунками встановлено, що на кінцевий строк роботи водозабору до нього підтягнуться води з відстані 564 м. Мінімальна відстань до контуру некондиційних вод з мінералізацією більше  $0,6 \text{ г/дм}^3$  складає 600 м. В результаті, мінералізація води, яку відбирають на водозаборі, на кінцевий період його роботи не зміниться.

За результатами відкачки проводилася оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води «Бірюзова». Цей розрахунок ґрунтувався на визначенні розрахункового ( $S_{\text{розр.}}$ ) зниження рівня води в свердловині № 1е на кінцевий строк її експлуатації 27,5 років при заявленому водовідборі ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ) і порівнянні розрахункового зниження з припустимим. При цьому зниження рівня води в свердловині складається зі зниження в свердловині під час її роботи як одиночної, без взаємодії, і суми знижень, що викликані роботою інших свердловин водозабору, які впливають на дану свердловину.

За виконаними в програмному комплексі Mathcad розрахунками встановлено, що розрахункове зниження дорівнює 13,1 м, допустиме складає 15,0 м, таким чином підраховані запаси мінеральних вод є забезпеченими та повністю задовольняють замовлену на них водокористувачем потребу. За ступенем складності гідрогеологічних умов розвідане родовище мінеральних вод відноситься до I групи. За категорією B класифікуються запаси, що дорівнюють дебіту, отриманому в процесі трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки. Тому розвідані запаси підземних мінеральних вод по даній категорії повністю задовольняють заявлену в них потребу замовника ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат. Труды УкрНИГРИ, вып. 25 – М.: Недра, 1971-343с.
- 2 Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения./В.Гольдберг, С.Газда.- М.:Недра.1984.
- 3 Державна геологічна карта України. Карпатська серія. Ужгородська група аркушів М-34-XXIX (Сніна), М-34-XXXV (Ужгород), L-34-V (Сагу-Маре). Масштаб 1:200000. 2003р./Б.В. Мацьків, Ю.В. Ковальов, Б.Д. Пукач, В.М. Воробканич.
- 4 Классификация подземных минеральных вод./В.Иванов,Г.Невраев.- М.:Недра,1964.-167 с.
- 5 Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек/ Б.Боревский, Б.Самсонов, Л.Язвин.-М.:Недра, 1979-326с.
- 6 Месторождения углекислых вод горно-складчатых регионов/Г.Вартанян. -М.:Недра, 1977.-326 с.
- 7 Минеральные воды/А.Овчинников.-М.: Госгеолтехиздат, 1963.- 375 с.
- 8 Оценка запасов подземных вод /Б. Боревский, Н. Дробноход, Л. Язвин.-Киев.: Вища школа,1989.- 407 с.
- 9 Оценка эксплуатационных запасов подземных вод/Н. Биндеман.- М.: Госгеолтехиздат, 1963-203 с.
- 10 Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод/ Вартанян Г.С., Яроцкий Л.А.: М.Недра, 1972.
- 11 Санитарная охрана водозаборов подземных вод/А.Е. Орадовская
- 12 СНИП 2.04.02.-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Госстрой СССР:М.Стройиздат, 1985-136 с.
- 13 Справочник гидрогеолога. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 616 с.
- 14 Справочное руководство гидрогеолога.- Л.: Недра, 1979.- 512 с.
- 15 Стан ресурсів вуглекислої провінції мінеральних вод Закарпаття/ Г.Г.Лютий, Б.Т. Полонський
- 16 Інструкція із застосування запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод. – Київ.: 2002. – 49 с.
- 17 Інструкція до змісту, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ мінеральних підземних вод. – Київ.: 2003 . – 55 с.
- 18 ДСТУ 878-93. Води мінеральні питні. Технічні умови. Держстандарт України.- Київ 1994.-88 с.
- 19 Вскрытие пластов и опробование скважин при бурении на минеральные воды/Тесля А.Г.-Москва:Недра, 1983.-154 с.

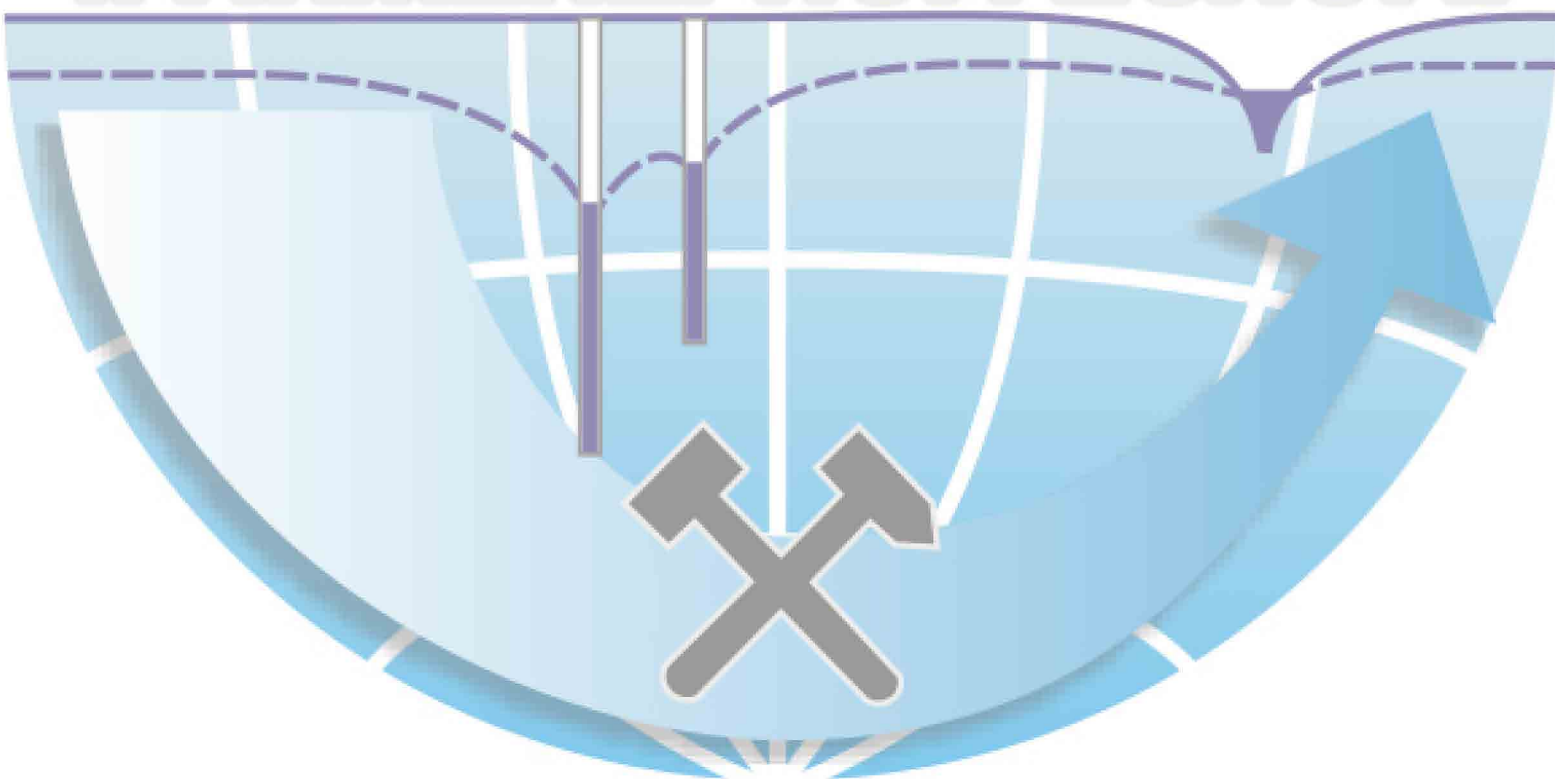


- 20 Отчет по теме 33/74 «Проведение исследований газонасыщенности подземных вод в температурных условиях на разведочных площадях Закарпатья/ Бабаев В.В.
- 21 Отчёт по гидрогеологической съёмке масштаба 1:50000 листа М-34-130-Б (Свалява) 1967-1969г.г. Берегово, 1970. Грищенко С.Д., Райков Т.Л., Генова М.В., Петрова М.М.
- 22 Результати дослідно-експлуатаційної розробки та оцінки експлуатаційних запасів мінеральних вод Драгівського родовища Хустського району Закарпатської області станом на 14.10.2004 р./Жарнікова Р.
- 23 Отчёт о детальной разведке на Нелипинском месторождении углекислых минеральных вод за 1974-1977 гг./ Петрик В.Н.
- 24 Отчет по доизучению геологического строения ранее заснятых площадей в м-бе 1:50000 территории листов М-34-131-А,В,Г, за 1977-1980 гг./ Приходько М.Г. И др.
- 25 Отчёт о результатах поисков минеральных углекислых вод для проектируемого Свалявского завода розлива за 1977-1980 гг./ Райкова Л.К., Устинова Г.Г., Рыбальченко Е.Г.
- 26 Отчет по геологическому доизучению площади листов М-34-118-Г и М-34-130-Б (Свалява) в м-бе 1:50000 за 1978-1982 гг./ Тарасенко В.И., Пудгородский А.А.
- 27 Веригин М.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород. М. «Недра».1963.
- 28 Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. М. Высшая школа. 1985.
- 29 Климентов П.П. Методика гидрогеологических исследований. М. «Недра», 1961, 390с.
- 30 Лапшин Н.Н., Орадовская А.В. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. ВНИИ ВОДГЕО, 1983
- 31 Максимов В.М. и др. Справочное руководство гидрогеолога. Л., «Недра», 1967, кн.1-587 с., кн.2-360с.
- 32 Щеголев Д.И. и др. Гидрогеология СССР. Том VI. Донбасс. М. «Недра». 1971, 480с.
- 33 Временные методические рекомендации по проведению эколого-геологических исследований (на территории Украины). Киев, 1994. 330с
- 34 Веригин М.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород.
- 35 Вартамян Г.С., Яроцкий Л.Н. Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод. М. «Недра», 972,

126с.

- 36 Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. М. Высшая школа. 1985.
- 37 Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько питного водопостачання» (ДСанПіН).
- 38 «Класифікація мінеральних вод України. Методичні рекомендації.» Київ, 2001, 21с.
- 39 Климентов П.П. Методика гидрогеологических исследований. М. «Недра», 1961, 390с.
- 40 Лапшин Н.Н., Орадовская А.В. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. ВНИИ ВОДГЕО, 1983.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## ВІДЗИВ

наукового керівника на кваліфікаційну роботу ступеня магістр  
НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 «Науки про Землю»,  
студента гр. 103м-18-1 Костирева Микити Михайловича  
«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамарря»

Зв'язок завдання на кваліфікаційну роботу з об'єктом діяльності магістра. Завдання на представлену кваліфікаційну роботу безпосередньо пов'язано з об'єктом діяльності магістра за освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія» спеціальності 103 «Науки про Землю» – виконанню балансово-гідродинамічної оцінки експлуатації водоносного горизонту.

Актуальність. Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Для забезпечення мешканців міста мінеральною водою ЗАТ «Кришталі» у 1999 р. була пробурена одна свердловина на обухівській водоносній горизонт глибиною 30 м, з якої була видобута сульфатно-гідрокарбонатна натрієва вода без специфічних компонентів і властивостей із загальною мінералізацією  $0,33 \text{ г/дм}^3$ . На даний час свердловина працює 2 години на добу із сумарним водовідбором  $4,65 \text{ м}^3/\text{добу}$ , з перспективою збільшення до  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У відповідності до завдання даної роботи, необхідно затвердити запаси мінеральної природної столової води в обсязі  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ , за умов отримання стабільності її якості згідно нормативів ДСТУ.

Відповідність змісту стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Зміст роботи повністю відповідає стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновку, переліку посилань, та додатків.

Інноваційність отриманих рішень. У магістерській роботі виконана параметризація відбору та оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води обухівського водоносного у басейні р. Вовча. По результатам роботи виконана обробка даних трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини № 1е та встановлено розрахункове значення коефіцієнта водопровідності та п'єзопровідності. Також виконана обробка комплексу лабораторних

досліджень по визначенню якості підземних вод обухівського водоносного горизонту. Встановлено, що вода холодна, складного аніонного складу, натрієва, кальцієво-натрієва, слабкої мінералізації і є кондиційною для промислового розливу. Також за результатами роботи обґрунтовані зони санітарної охорони водозабору підземних вод.

По результатам роботи виконано чисельний аналіз параметрів перетікання підземних вод та надано оцінку експлуатаційних запасів мінеральних вод по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу на 27,5 років.

Практичне значення результатів. На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

Ступінь самостійності виконання. Студент Костирев М.М виконав кваліфікаційну роботу самостійно за допомогою консультацій наукового керівника.

Застосування ПЕОМ, реальність, комплексність. Всі розрахунки виконані автором з використанням обчислювальної техніки та свідчать про його високий рівень підготовки як фахівця. Робота оформлена у відповідності з вимогами до кваліфікаційних робіт ступеню магістра, має необхідний графічний та табличний матеріал.

Недоліки. При виконанні розрахунків в кваліфікаційній необхідно було також оцінити експлуатаційні запаси підземних вод за допомогою методів математичного моделювання.

Комплексна оцінка. Кваліфікаційна робота Костирєва Микити Михайловича відповідає вимогам до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньої програми «Науки про Землю» і заслуговує оцінки «добре», а її автор Костирев М.М – присвоєння кваліфікації магістр за спеціальністю 103 – Науки про Землю.

Науковий керівник:

проф. каф. гідрогеології та інженерної геології

д.т.н., доц.

О.В. Інкін



## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня магістр

НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 «Науки про Землю»,

студента гр. 103м-18-1 Костирева Микити Михайловича

«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамар'я»

Магістерська робота Костирева М.М присвячена параметризації відбору та оцінки експлуатаційних запасів мінеральної води обухівського водоносного у басейні р. Вовча.

Досягнення поставленої мети здійснювалось автором шляхом вивчення геолого-гідрогеологічних умов району досліджень; аналізу режиму експлуатації діючих водозаборів та систем водопостачання; обробки результатів виконаних гідрогеологічних та лабораторних робіт; визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів та експлуатаційних запасів підземних вод; обґрунтування зон санітарної охорони водозабору.

Наукове значення роботи полягає у встановленні умови формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова», а також виконанні прогнозу по зміні її якості за період роботи водозабору шляхом комплексного вивчення геологічної будови, гідрогеологічних умов, геохімії гірських порід та техногенних факторів.

З магістерської роботи видно, що вона є цілісною, логічно побудованою науковою працею. Магістерська робота «Особливості параметризації показників експлуатаційних запасів мінеральних вод басейну р. Вовча» має наукову новизну і практичне значення, а її автор Костирев М.М заслуговує оцінки «Добре».

Доц. каф. ГРРКК,

кандидат геологічних наук

О.В. Сливна

Результати перевірки на наявність плагіату  
в магістерській роботі студента групи 103м-18-1

Костирева Микити Михайловича

«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамарря»

Зазначена робота перевірена комп'ютерною програмою виявлення та запобігання плагіату «StrikePlagiarism».

За результатами перевірки відсоток запозичень складає 28 %.

**КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

Науковий керівник

Проф. Інкін О.В.

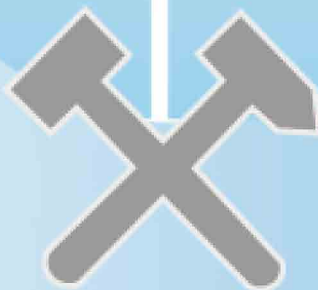
Нормо контролер

Доц. Загриценко А.М.

Зав. кафедри

Проф. Рудаков Д.В.

13.12.2019 р.





Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний  
(факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології  
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Костирева Микити Михайловича  
(ПІБ)

академічної групи 103М-18-1  
(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія»  
(офіційна назва)

на тему «Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамар'я»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Інкін О.В.			
розділів:				
Загальний	Інкін О.В.			
Спеціальний	Інкін О.В.			
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Загриценко А.М.			

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

Рудаков Д.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

ступеню \_\_\_\_\_ магістра \_\_\_\_\_

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Костиреву Микити Михайловичу академічної групи 103м-18-1

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землюза освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія»на тему «Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамар'я»затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 21.11.19 № 2147-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Навести загальну та геологічну характеристику району. Охарактеризувати виконані в районі дослідження.	15.10.19-29.10.19
Спеціальний	Виконати оцінку гідрохімічних параметрів обухівського водоносного горизонту та розрахунок гідрогеологічних параметрів.	30.10.19-01.12.19
	Виконати моделювання показників перетікання підземних вод між водоносними горизонтами, оцінку експлуатаційних запасів та економічне обґрунтування роботи водозабору.	02.12.19-13.12.19

Завдання видано

(підпис керівника)

Інкін О.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

12.10.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії

13.12.2019

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Костирев М.М.

(прізвище, ініціали)



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: текстові додатки 83 с., рисунків 10, таблиць 12, джерел 40.

ВОДОЗАБІР, ПІДЗЕМНІ ВОДИ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЗАПАСИ, ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, БАЛЬНЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ДОСЛІДНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ВІДКАЧКА.

*Об'єкт досліджень* – гідродинамічні процеси та техногенні чинники які супроводжують формування запасів вод обухівського водоносного горизонту Присамарря.

*Предмет досліджень* – технологічні параметри відбору підземних вод із свердловин, що забезпечать експлуатаційні запаси та якість мінерально-столової води обухівського водоносного горизонту.

*Мета роботи* – вивчення умов формування та експлуатації підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамарря та обґрунтування параметрів їх комплексного використання.

*Наукова новизна* – встановлені гідродинамічні та геохімічні умови формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова».

У вступі викладено стан проблеми і конкретизовано завдання на магістерську роботу. У загальній частині зазначено територіальне розташування району робіт, коротко охарактеризовано геологічна будова, гідрологічні умови та езогенні геологічні процеси, які мають місце на території району досліджень.

У розрахунковій частині за даними аналізу гідрологічних умов ділянки та гідрохімічних параметрів обухівського водоносного горизонту встановлено якість підземних вод, виконана обробка даних дослідно-експлуатаційної відкачки, проведена оцінка гідродинамічних параметрів водоносного горизонту, виконано чисельний аналіз перетікання підземних вод і оцінені їх експлуатаційні запаси. В економічній частині наведено техніко-економічне обґрунтування водопостачання та розраховано економічний ефект від експлуатації свердловини.

*Практичне значення.* На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

*Соціальний ефект.* Реалізація мінеральної столової води обухівського водоносного горизонту буде сприятиме профілактики та лікуванню ряду захворювань серед населення.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ЗАГАЛЬНА ТА ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ .....	7
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОНАНИХ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
3. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ.....	29
4. ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБУХОВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ.....	43
5. РОЗРАХУНОК ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	53
6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕТІКАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІЖ ВОДОНОСНИМИ ГОРИЗОНТАМИ.....	58
7. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ.....	62
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ ВОДОЗАБОРУ.....	67
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	79
ДОДАТКИ.....	81

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## ВСТУП

Актуальність досліджень. Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Для забезпечення мешканців міста мінеральною водою ЗАТ “Кришталь” у 1999 р. була пробурена одна свердловина на обухівській водоносний горизонт глибиною 30 м, з якої була видобута сульфатно-гідрокарбонатна натрієва вода без специфічних компонентів і властивостей із загальною мінералізацією  $0,33 \text{ г/дм}^3$ . На даний час свердловина працює 2 години на добу із сумарним водовідбором  $4,65 \text{ м}^3/\text{добу}$ , з перспективою збільшення до  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У відповідності до завдання даної роботи, необхідно затвердити запаси мінеральної природної столової води в обсязі  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ , за умов отримання стабільності її якості згідно нормативів ДСТУ. Основою для підрахунку запасів підземних вод є матеріали раніше виконаних регіональних досліджень, багаторічного вивчення стану підземних вод, пошуків та розвідки підземних вод для водопостачання, 5-ти річний дослід експлуатації свердловини №1 е, дослідно-експлуатаційна відкачка протягом 3-х місяців, геоекологічні та лабораторні дослідження.

Мета роботи – вивчення умов формування та експлуатації підземних вод обухівського водоносного горизонту Присамарря та обґрунтування параметрів їх комплексного використання.

Досягнення поставленої мети раціонально здійснювати шляхом вирішення наступних завдань:

- вивчити загальні та геологічні умови ділянки водозабоу;
- оцінити режим роботи діючих свердловин та систем водопостачання;
- проаналізувати результати виконаних гідрогеологічних та лабораторних робіт;

- розрахувати гідрогеологічні параметри обухівського водоносного горизонту та експлуатаційні запаси підземних вод;

Об'єкт досліджень – гідродинамічні процеси та техногенні чинники які супроводжують формування запасів вод обухівського водоносного горизонту Присамар'я.

Предмет досліджень – технологічні параметри відбору підземних вод із свердловин, що забезпечать експлуатаційні запаси та якість мінерально-столової води обухівського водоносного горизонту.

Практичне значення. На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

Наукове значення. Встановлені гідродинамічні та геохімічні умови формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова».

Економічний ефект. Очікуваний річної валовій доход підприємства від продажу мінеральної води буде складати 1657,3 тис. грн.

Соціальний ефект. Реалізація мінеральної столової води обухівського водоносного горизонту буде сприятиме профілактики та лікуванню ряду захворювань серед населення.

КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## 1. ЗАГАЛЬНА ТА ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ

Клімат району характеризується малосніжною зимою і тривалим теплим літом. За даними центру гідрометеорології м. Дніпропетровська, що засновані на матеріалах багатолітніх середньостатистичних спостережень (метеостанції Павлоград, Губиніха), кліматичні умови району досліджень характеризуються наступними даними. Середньорічна температура повітря дорівнює  $7.5^{\circ}\text{C}$ . Найпрохолоднішим місяцем є січень з середньомісячною температурою  $-6.4^{\circ}\text{C}$ , найтеплішим – липень  $+21.2^{\circ}\text{C}$ . Максимальні температури повітря зареєстровані у липні – до  $+40^{\circ}\text{C}$ , мінімальні – у лютому – до  $-37^{\circ}\text{C}$ . Середній мінімум температури коливається у межах від  $-9.3^{\circ}\text{C}$  у січні до  $+15^{\circ}\text{C}$  у липні.

Річна сума опадів змінюється від 373.3 до 643.7 мм, середньомісячна – від 32 мм у лютому до 67 мм у червні. Середньорічна сума опадів складає 508 мм. Максимальна кількість днів з опадами спостерігається в осінньо-зимовий період. Промерзання ґрунту періодичне, максимальне спостерігається у лютому (24-116 см), мінімальне – у листопаді – грудні місяцях (5-8 см). Середня відносна вологість повітря змінюється від 48 до 93 %, середньорічна 70-76 %. Випаровування з поверхні ґрунту в середньому складає 400 мм, випаровування з водної поверхні – 700 мм і більше, максимальне випаровування спостерігається влітку. Атмосферний тиск змінюється від 1000.4 до 1019.6 мб. Переважним напрямком вітрів є східний і південно-східний.

Аналізуючи кліматичні умови району, можливо зробити висновок, що поповнення запасів підземних вод, в основному, відбувається в осінній і весняні періоди. Весною поповнення відбувається за рахунок інтенсивного танення снігу, випадіння значної кількості опадів у вигляді дощів і невеликої величини дефіциту насичення, восени – за рахунок частих і тривалих атмосферних опадів, слабого випаровування з поверхні. Влітку більша частина

опадів не проникає у водоносні горизонти із-за високих температур повітря і великого випаровування, а взимку промерзання ґрунту також перешкоджає поповненню запасів підземних вод.

Рельєф району за своїм типом представляє слабогорбисту рівнину, відмітки поверхні якої коливаються від 130 м на північному сході до 60 м на південному заході, загальний схил поверхні орієнтовано зі сходу на захід, убік головної водної артерії – р. Дніпро, а також у напрямку долин річок Самари та Вовчої. Значення схилів поверхні змінюються від 0.0006 на вододільних плато до 0.04 – на його схилах. Основними формами рельєфу є річні долини, вододільні плато, балки та яри. Район робіт характеризується розвиненою гідрографічною мережею: зі сходу на захід його перетинає р. Самара, з півдня на північний захід р. Вовча.

Річка Самара є ліва притока р. Дніпро і бере свій початок на західному схилі Донецької височини. Довжина річки 393 км, водозбірна площа 22360 км<sup>2</sup>. Русло її по всій довжині сильно меандрує, постійний водотік просліджується у місці впадіння притоки р.Вовчої у гирло. Течія річки спокійна, швидкість до 0.07 м/с у меженний період, від 0.2 до 2.3 м/с у паводковий. Схил ріки в верхів'ї складає 0.00023, в нижній течії 0.00014 – 0.00011. Річка Самара характеризується не постійними витратами, які повністю залежать від кількості атмосферних опадів. Витрати річки і рівня води в ній досягають максимуму в період повені і мінімуму в межень. Максимальні середньорічні витрати відмічаються в 1964 р. – 4.48 м<sup>3</sup>/с та 36.4 м<sup>3</sup>/с в 1970 р. Мінімальні середньомісячні витрати позначені в 1959 р. – 0.39 м<sup>3</sup>/с, мінімальні середньорічні витрати позначені в 1954 р. (1.82 м<sup>3</sup>/с). В верхній своїй течії в окремі роки річка пересихає.

Річка Вовча являється лівою притокою р. Самари і впадає в неї на 23.5 км на заході від м. Павлограда, перетинаючи район робіт з південного сходу на північний захід. Внаслідок незначного схилу річки (0.00008-0.00017), швидкість течії води в річці не перевищує 0.23 м/с. Як і р.Самара характеризується непостійністю витрат і різкими коливаннями рівня. На ос-



нові даних багаторічних спостережень встановлено, що максимальні середньомісячні витрати в річці відмічаються в 1970 р. ( $95.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), мінімальні – в 1953 р. ( $0.11 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Максимальні середньорічні витрати ( $11.89 \text{ м}^3/\text{с}$ ) позначені в 1966 р., мінімальні ( $1.13 \text{ м}^3/\text{с}$ ) – 1954 р.

Річка Гніздка є рукавом р. Вовчої, довжина її близько 6 км, ширина досягає 30-35 м. Водотік в ній відсутній, вода стоїть тільки в окремих плесах, а русло в більшій частині заросло очеретом. Впадає в р. Вовчу в південній частині м. Павлограда.

Тектоніка району визначається його положенням на стику двох структур Дніпровсько-Донецької западини і Українського кристалічного щита. В структурній будові району виділяється три поверхи – жорсткий докембрійський фундамент, товща моноклінально залягаючих палеозойських та мезозойських порід з пологим  $1-4^\circ$  падінням у північно-східному напрямку до осі западини і горизонтально залягаюча товща відкладів кайнозою. Поверхня докембрія також погортається до осі западини під кутом  $1-3^\circ$ .

В межах площі поширення докайнозойських порід широко розвинуті розломи, найбільш великі із них: Центральний, Павлоградський і Добровольський (граф. дод.1). Центральний скид – один із крупних розломів. Амплітуда скиду зменшується з південного сходу на північний захід, змінюючись від 300 до 100 м. Від центрального скиду відгалужується ряд другорядних скидів – апофіз. Простягання скидів переважно північно-західне, падіння північно-східне під кутом  $45-50^\circ$ , рідше  $70-75^\circ$ .

Виникнення скидів відноситься до кінця пермського періоду, коли єдиний масив розчленився на глибові структури. В умовах цього рельєфу відбулось накопичення тріасових опадів. Починаючи з юрського до середньосарматського часу включно на території відбувались неодноразові трансгресії і регресії. Кінець неогену – час закладання сучасної гідрографічної мережі. У четвертинному періоді розпочався ерозійно-аккумулятивний цикл в континентальних умовах, хід якого визначився настанням і відставанням льодовиків (дніпровського і валдайського). Під час цього циклу були сформовані основні

риси сучасного рельєфу і гідрографічної мережі і відбулось накопичення покривної товщі еолових, алювіальних, делювіальних і елювіальних відкладів.

В адміністративному відношенні ділянка робіт розташована у межах м. Павлограда Дніпропетровської області (рис. 1.1). Територія робіт має форму квадрата, зі стороною 2.0 км, площа його дорівнює 4 км<sup>2</sup>. За міжнародною розграфкою масштабу 1:10000 ділянка робіт розташовується на листі М-36-132-Г-6-1 і обмежується географічними координатами:

$$48^{\circ}30'40'' - 48^{\circ}31'43'' \text{ ПнШ}$$

$$35^{\circ}52'30'' - 35^{\circ}54'07'' \text{ СД}$$

В геоструктурному відношенні район робіт відноситься до зони зчленування Дніпровсько-Донецької западини з Українським кристалічним щитом, північна його частина належить до південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини, південна — до Українського кристалічного щита.

Найбільш давніми відкладами в районі є кристалічні породи докембрію, повсюдно перекриті піщано — глинистою осадовою товщею. Осадовий комплекс в даному районі, представлений відкладами палеозою (кам'яновугільна і девонська системи), мезозою (тріасова і юрська системи), кайнозою (палеогенова, неогенова і четвертинна системи).

*Докембрійські утворення (AR – PR).*

Мають повсюдне поширення. На півдні території, що описується, вони виходять під неогенові та четвертинні відклади, а у бік Дніпровсько-Донецької западини занурюються під осадки кам'яновугільної товщі. Представлені, в основному, піроксенітами, гнейсами, гранітогнейсами, гранітами і дрібною гранітів. Глибина залягання порід коливається від 21.9 до 208.5м. Потужність розкритої товщі складає 52.7м.

*Палеозойські відклади (Pz).*

Палеозойські відклади представлені породами девону і нижнього карбону.



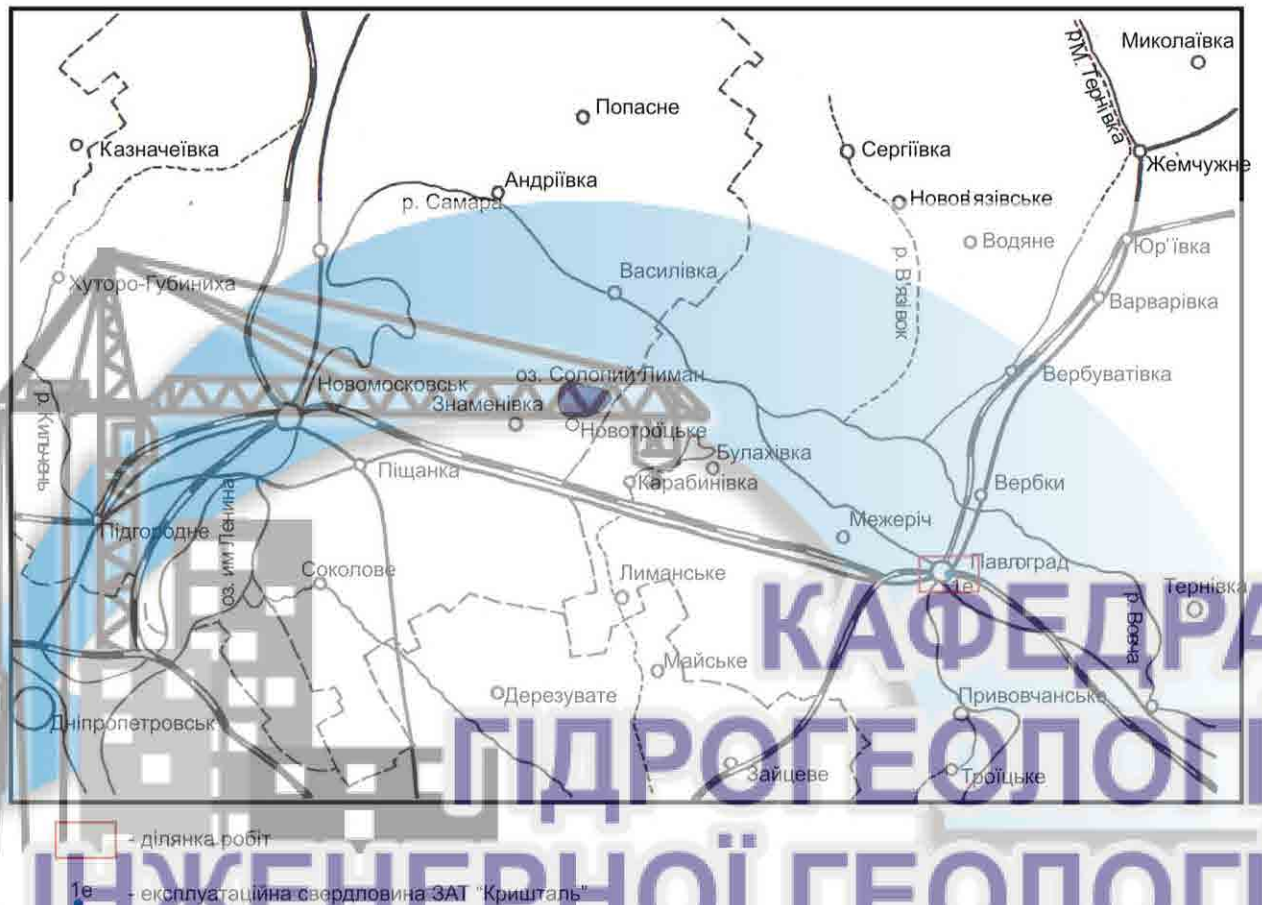


Рис. 1.1 – Оглядова схема ділянки досліджень

*Девонські відклади (D)* розповсюджені на півдні району і залягають на кристалічних породах докембрію. Представлені сірими аркозовими пісковиками, доломітизованими вапняками і аргілітами. Розкрита потужність досягає 15.95м.

*Кам'яновугільні відклади (C)* мають широке розповсюдження на площі району, що описується. Представлені ярусами – турнейським і візейським.

*Турнейський ярус (C<sub>1t</sub>)*. Відклади турнейського ярусу залягають на розмитій поверхні девонських утворень, а ближче до півдня характеруємої площі – безпосередньо на кристалічних породах докембрію. Представлені світло-сірими, крупнокристалічними, місцями кавернозними вапняками і аргілітами, розкрита потужність яких коливається від 13.75 до 71.9 м. Глибина залягання коливається від 30.0 до 126.20 м. Покрівлею вапняків є візейські відклади, а в місцях їх виходу під покривні відклади – піски бучацької світи.

*Візейський ярус ( $C_{1v}$ )* відкладення візейського ярусу мають широке розповсюдження в межах району. Літологічно вони представлені перешарованою товщею аргілітів, алевролітів, пісковиків, вугілля робочої і неробочої потужності і рідше вапняків. Глибина залягання коливається від 40.5 м на півдні району, до декількох сотень метрів на півночі.

#### *Мезозойські відклади ( $Mz$ )*

На даній площі представлені тріасовою та юрською системами, потужність яких складає 320 м.

*Тріасові відклади ( $T$ )* розповсюджені у північній частині району, за межами ділянки робіт (граф. дод.1). Глибина залягання їх коливається від 52 м на південній межі розповсюдження до 280 м на півночі району. Тріасові відклади представлені строкатими піщаними глинами, пісковиками, галечниками.

*Юрські відклади ( $J$ )* також розповсюджені тільки на півночі району, за межами ділянки. Представлені вони перешарованою товщею сірих глин, пісків, пісковиків, рідше вапняків, загальною потужністю до 140.0 м. Глибина залягання коливається від 65.0 до 77,0 м.

*Кайнозой ( $Kz$ )* осадки кайнозою мають повсюдне розповсюдження на площі району і представлені відкладами палеогенової, неогенової та четвертинної систем.

*Палеогенова система ( $Pg$ )* представлена бучацькою, обухівською та межигірською світами.

*Бучацькі відклади ( $Pg_{2b\check{c}}$ )* розвинуті повсюдно, відсутні лише на південно-західній частині – району підняття кристалічного щита. Літологічно вони представлені дрібнозернистими і тонкозернистими, іноді глинистими, темно-сірими з буруватим відтінком пісками, в нижній частині товщі з включеннями гальки. Потужність відкладів досягає 35.0 м, глибина залягання коливається від 26,4 до 61.1 м. Бучацькі піски незгідно залягають на відкладах юрської і тріасової систем, а в місцях їх відсутності на більш древніх відкладах карбону та докембрію.



*Обухівські відклади ( $Pg_{2ob}$ )* розвинуті повсюдно. Вони трансгресивно залягають на пісках бучацької світи на глибині 18.5 – 42.2м. Літологічно вони представлені зеленувато-сірими, кварцево-глауконітовими, тріщинуватими пісковиками з окремими лінзами голубувато-сірого мергелю у покрівлі і лінзами мергелистої глини в підшві пісковиків. У покрівлі обухівських відкладів залягають сірувато-зелені, тонкозернисті кварцево-глауконітові, сильно глинисті піски межигірської світи. Потужність коливається від 2.0 до 26.95м.

*Межигірські відклади ( $Pg_{3mž}$ )* розповсюджені повсюдно, відсутні на півдні характеризуємої площі в місцях підняття порід кристалічного щита. Літологічно відклади представлені кварцево-глауконітовими, тонкозернистими, сильно глинистими пісками, потужністю до 20 м.

*Новопетрівська світа неогену ( $N_{1np}$ )* На переважній площі району неогенові відклади відсутні, розповсюджені тільки на схилах долин і вододільних плато. Літологічно представлені строкатими глинами і жовтувато-сірими, тонко і дрібнозернистими глинистими пісками, загальною потужністю 0-15.0м.

*Нерозчленовані відклади неогену і четвертинної систем ( $N_2-Q_1$ )* в межах характеризуємої площі розповсюджені лише на плато і схилах плато. Представлені вони червоно-бурими глинами, рідше суглинками і дрібнозернистими глинистими пісками, загальною потужністю від 0 до 20.0м.

*Відклади четвертинної системи ( $Q_{1-4}$ )* в межах характеризуємої площі представлені верхнім і сучасним відділами. До верхнього відділу відносяться алювіальні відклади I і II терас річки Вовчої. Представлені сірими різнозернистими, в нижній частині крупнозернистими пісками древнього алювію потужністю 0.50 – 14.20 м. Глибина залягання відкладів коливається від 0.50 до 26.3м.

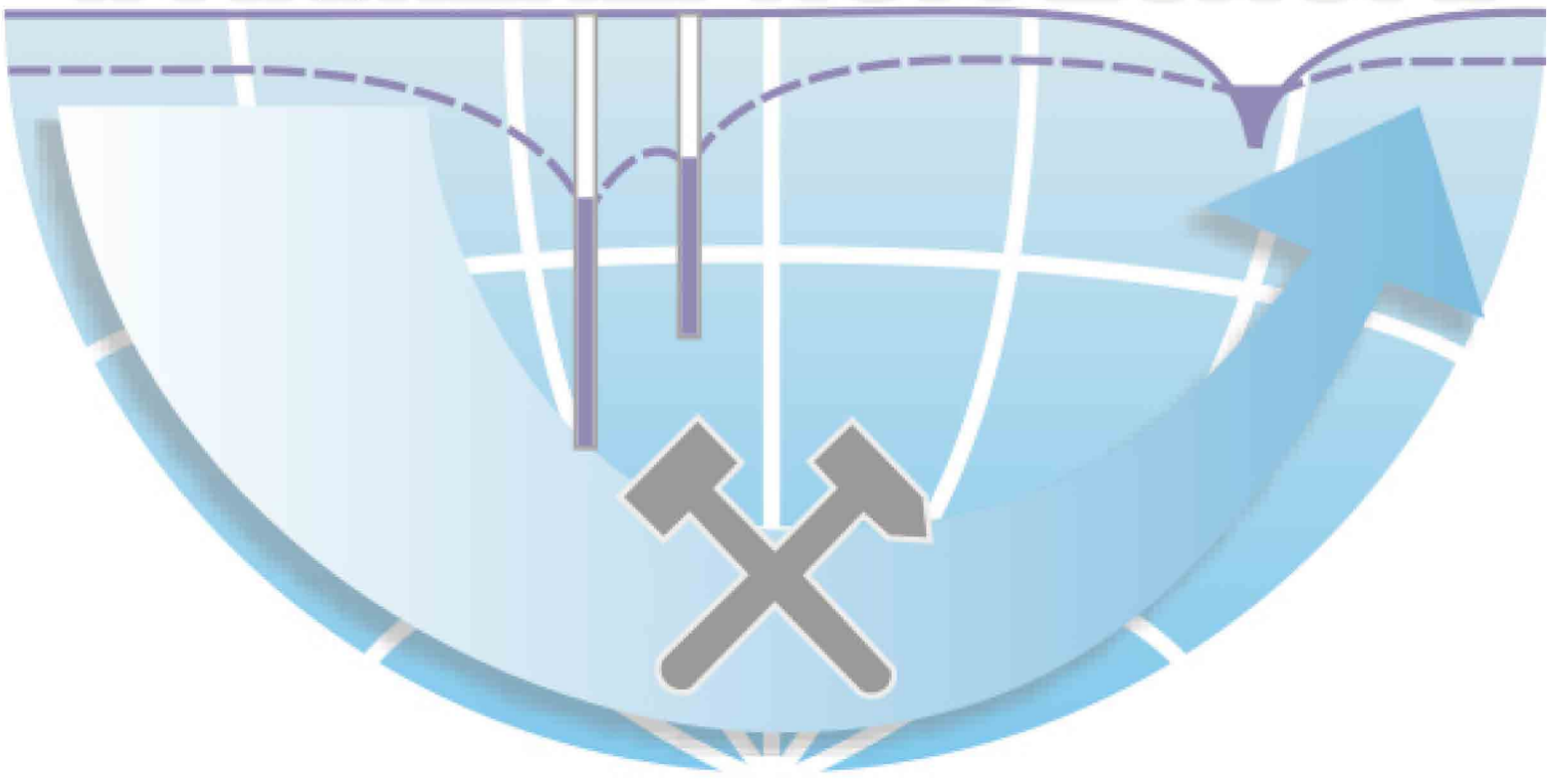
До сучасного відділу віднесені ґрунтовий покрив, алювіальні і пролювіальні відклади заплави і еолові (кучугурні) відклади. Сучасні алювіальні ві-

дклади представлені дрібнозернистими слабоглинистими і глинистими пісками з лінзами глин і суглинків.

В геоморфологічному відношенні – це межиріччя річок Самари і Вовчої, прорізана її правою притокою – р.Гніздка (старицею). На території ділянки розташовується м. Павлоград. Найближчими до ділянки робіт великими населеними пунктами є с. Богуслав, с. Межиріч, с. Привовчанське. Зв'язок між ними здійснюється по шосейним та ґрунтовим дорогам. З північного заходу на південний схід через ділянку робіт проходить автомагістраль Київ – Донецьк. На півночі ділянки проходить залізниця Павлоград – Червоноармійськ, яка поєднує Західний Донбас з Великим Донбасом.

Місто Павлоград є крупним вузлом залізних доріг Західного Донбасу. Взагалі населення працює на промислових підприємствах міста. Крім підприємств вугільної промисловості – 10 шахт і центральна збагачувальна фабрика (ЦЗФ), в місті працюють великі заводи: ливарних машин, хімічного машинобудування, хімічний завод та ін.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОНАНИХ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі розвідувальних робіт була проведена дослідно-експлуатаційна відкачка із свердловини № 1е на протязі більш ніж трьох місяців (95 діб) з 17 травня по 20 серпня 2005 р. Відкачка виконувалась у два режимні періоди. У I період (з 17 травня по 2 липня 2005 р) свердловина № 1е працювала в експлуатаційному безпереривчатому режимі з середнім дебітом  $0,29 \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ) при максимальному зниженні рівня  $2,51 \text{ м}$ . В кінці четвертої доби динамічний рівень в свердловині стабілізувався. Цей період відкачки був виконаний з метою визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів обухівського водоносного горизонту.

Відкачка проводилася заглибленим насосом типу БЦП-04-12МУ. II період відкачки (з 5 липня по 20 серпня 2005р.) свердловина №1е працювала в експлуатаційному преривчатому режимі близько шести годин на добу з дебітом  $1,16 \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $25,0 \text{ м}^3/\text{добу}$ ). Максимальне зниження рівня при цьому склало  $10,61 \text{ м}$ . Відкачка проводилася заглибленим насосом типу ЕЦВ 6-6,3-85, що використовується при експлуатації свердловини. Таким чином, при різних дебітах при відкачці водовідбір був сталий –  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У I та II періоди відкачки проводилися спостереження за зміною рівня підземних вод у дослідній №1е та спостережній свердловині № 2с, дебіту – у дослідній № 1е.

У I період заміри рівня та дебіту свердловини проводилися відповідно до методичних вказівок при дослідних відкачках: на початку -1-2-3-4-5-7-10-15-20-25-30-40-50 хвилин, надалі через 1-3 години. Після завершення відкачки були виконані спостереження за відновленням рівня підземних вод. Методика замірів рівня при відновленні аналогічна до проведення замірів при зниженні рівня. У II період заміри рівня та дебіту проводилися відповідно 7 і 2 рази на добу.

Заміри рівня проводилися електрорівнеміром типу ЕУ-50. Заміри дебіту та водовідбору проводилися витратоміром ВСКМ-7/25, та контролювалися об'ємним способом. У ході проведення відкачки було зроблено відбір

проб води для проведення повних хімічних аналізів, визначення вмісту мікрокомпонентів, пестицидів та інших.

Проби води на повний хімічний аналіз та визначення мікрокомпонентів відбиралися приблизно через 10 днів. На визначення пестицидів, на радіологічні та бальнеологічні дослідження відібрано по 1 пробі, на бактеріологічний аналіз – 3 проби. Відкачкою встановлено, що у цей період якість підземних вод обухівського горизонту та його рівневий режим були стабільними.

Обстеження водозаборів проводиться з метою вивчення умов експлуатації цільового водоносного горизонту та запобігання його виснаження та забруднення при обов'язковій участі представників адміністрації.

Для підтвердження даних п'ятирічної експлуатації водозабору (дебіту, зниження, хімічного складу) та встановлення можливості використання підземних вод для промислового розливу, як природних столових вод під назвою «Бірюзова», з підрахунком експлуатаційних запасів був виконаний оптимальний комплекс досліджень, види та обсяги яких приведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Обсяги основних видів робіт

№ п/п	Найменування видів робіт	Одиниця виміру	Обсяги робіт	
			За проектом	Фактично виконаних
1	2	3	4	5
1	Дослідно-гідрогеологічні роботи, усього у т.ч. а) дослідно-експлуатаційна відкачка б) відновлення рівня	бр./зм  <u>к-кість</u> бр./зм. <u>к-кість</u> бр./зм.	334,21  1 332,71 1 1,5	317,27  1 303,55 1 13,72
2	Гідрогеологічне обстеження водозабору	в/з	7	8
3	Випробування, у т.ч. а) відбір проб води б) відбір проб ґрунту	проба	18 19	18 18
4	Лабораторні роботи у т.ч. а) повний хіманаліз проб води б) визначення мікрокомпонентів в) бактеріологічний аналіз г) визначення пестицидів	аналіз -//- -//- -//-	10 10 3 1	16 16 3 1
5	Бальнеологічні дослідження	комплекс	1	1



На території проведення робіт проведено обстеження 8 водозаборів. При обстеженні водозабору згідно методичних рекомендацій необхідно:

- перевірити наявність дозволу на будівництво водозабору;
- встановити наявність технічного паспорту на водозабір, складений організацією, яка споруджує водозабір та передає за актом водоспоживачу;
- оглянути технічний стан устя свердловини;
- перевірити наявність і дотримання встановленого режиму експлуатації підземних вод;
- перевірити наявність зон санітарної охорони водозабору і, у першу чергу, зони суворого режиму і зони обмеження, дотримання у границях цих зон встановленого санітарного режиму;
- перевірити наявність і ведення обліку якості води, яка відбирається, спостережень за динамічним рівнем води в експлуатаційних свердловинах, її якості;
- провести контрольний замір дебіту і рівня, відібрати проби води на хіманаліз.

Результати гідрогеологічного обстеження приведені в таблиці 2.2.

Геолого-екологічні дослідження виконувалися з метою оцінки екологічного стану верхньої зони геологічного середовища на ділянці робіт і прогнозного впливу техногенних факторів на умови експлуатації водозабірної свердловини № 1е. ГЕД виконані в радіусі порядку 1 км від свердловини № 1е і охоплювали усі компоненти геологічного середовища – ґрунти, поверхневі і підземні води.

Відбір літохімічних проб зроблений на площі близько 4 км<sup>2</sup>, за умови 3 точок відбору проб на 1 км<sup>2</sup> (рис. 2.1). На всю ділянку число проб по двох інтервалах склало  $13 + 5 = 18$ . Відбір проб зроблений методом змішаного зразка, відібраного по «конверту». Вага проби змішаного зразка 200 г. Напівкількісний спектральний аналіз (13 проб), виконаний у лабораторних умовах ЦЛ КП «Південукргеологія». Окрім того, кожна 3-я проба направлялася на кіль-

кісне визначення нормованих за величиною ГДК елементів (свинець, марганець, ванадій) – всього 5 проб.

Таблиця 2.2 – Результати гідрогеологічного обстеження водозаборів

№ п/п	№ водозабору геолог. індекс, вод. горизонт	Місцезнаходження відомча належність	Рік введення в експлуатацію	Тип використання	Дебіт, м <sup>3</sup> /добу	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Виявлені недоліки при г/г обстеженні
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1 aQ;Pg2bč+ob	м.Павлоград,0,5 км на південь, ВАТ «Павлоградвугілля» СП ПРУВОКС	1962	Госпитне водопостачання	2398,0	0,51- 0,78	Виміри не ведуться
2	2 Pg2bč+ob	м.Павлоград долина р.Гніздки ВАТ завод «Павлоградхім- маш»	1976	Госпитне та технічне водопостачання	1210,0	0,53-0,8	-/-
3	3 Pg2bč+ob	м.Павлоград східна країна, ВАТ заводу «Палмаш»	1984	Госпитне та технічне водопостачання	33,7	0,82	-/-
4	4 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна, Павлоградський механічний завод ВО „Південмаш” ім.Макарова	1972- 1973	-/-	84,0	0,15- 1,27	-/-
5	5 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна, ДСУ-5 ЗАТ«Павлоградбуд»; ВАТ «Павлограджитлобуд»	1969- 2000	-/-	154,0	0,73- 0,75	-/-
6	6 Pg2bč+ob	с.Вербки, східна країна ВАТ «Павлоградвугілля» СП ПРУВОКС	1978	-/-	1841,0	1,22- 1,74	-/-
7	7 Pg2bč+ob	м.Павлоград, східна країна хімічний завод	1955	Не експлуатується	-	-	-/-
8	2 Pg2bč+ob	м.Павлоград, пров.Декабристів,3а; ЗАТ «Кришталь»	2000	пром. розл.	5,0	0,33	-/-



Гідрохімічне випробування проводилось при обстеженні 1-ої точки на р. Гніздка і 4 водозабірних свердловини. Усього 5 об'єктів. На кожному об'єкті відібрано проби з визначенням таких інгредієнтів: повний хіманаліз макрокомпонентного складу та мікрокомпоненти: йод, бром, фосфати, бор, літій, нікель, кобальт, мідь, цинк, свинець, кадмій, барій, миш'як, алюміній, залізо, ртуть, берилій, марганець, молібден, стронцій, селен, хром, феноли та нафтопродукти.

Випробування ґрунтів на вміст важких металів і токсичних елементів передбачено відповідно до: Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Номен-клатура показателей санитарного состояния. ГОСТ 17.4.2.01-81. М., 1981, 9с. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. ГОСТ 17.4.1.02.-83. М., 1980, 4с. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84. М. 1986, 11с. У точках відбору літологічних проб паралельно виконувалися заміри потужності експозиційної дози (МЕД)  $\gamma$ -випромінювання, тобто зроблено 13 точечних замірів за допомогою польового радіометра СРП-68-01.

Лабораторні роботи проводились у Центральній лабораторії КП «Південукргеологія», де були зроблені хімічні аналізи макро- та мікрокомпонентного складу води, визначення важких металів у ґрунтах, а також спектральний напівкількісний аналіз проб ґрунту. При обробці отриманих результатів спектральних аналізів перерахунок вмісту у відсотках у кількісний вміст проводився за формулою:

$$C_1 = \frac{10^6 \cdot C}{100} \quad (2.1)$$

де  $C_1$  – вміст елемента, мг/кг;  $C$  – вміст елемента, %;  $10^6$  – коефіцієнт переходу вмісту елемента із % у мг/кг.



Рис. 2.1 – Схема розташування пунктів геолого-екологічного обстеження з радіометричними спостереженнями



Під час виконання розвідувальних робіт режимні спостереження за-ключались головним чином у вивченні режиму обухівського водоносного го-ризонту. Результати вивчення були отримані в процесі дослідно-промислової розробки підземних вод обухівського водоносного горизонту в свердловині № 1е. Окрім того, режимні спостереження даного горизонту у районі водоза-бору ЗАТ «Кришталь» були отримані з матеріалів раніше виконаних робіт в 1995-2006 р.р. на суміжній території [24,29,31,25,36].

З метою вивчення якості підземних вод, визначення їх хімічного скла-ду, встановлення санітарного і екологічного стану території робіт проводився відбір проб води на такі види лабораторних досліджень: повний хіманаліз (рН, фізичні властивості, смак, запах, прозорість, колір, вуглекислота, жорст-кість, Fe загальне, Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, карбонати, окисненість, мінералі-зація, сухий залишок)-16; визначення вмісту мікро- і лікувальних компонен-тів (I, Br, F, фосфати, B, Li, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Cd, Ba, As, Al, Fe, Hg, Be, Mn, Mo, Sr, Se, Cr, U, феноли, нафто-продукти, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) - 16; скорочений хіманаліз - 2; бактеріологічний аналіз-3; радіологічний аналіз - 1; визначення пестицидів - 1.

Проби води на повний хіманаліз і деякі мікрокомпоненти B, F, I, PO<sub>4</sub>, а також нафтопродукти відправлялися у лабораторію без консервації; проби на визначення інших мікрокомпонентів консервувалися у відповідності з вимо-гами лабораторії: As, Fe, Al, Ba, Li – HCL; Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, Mo, Cr, U, Sr, Be – HNO<sub>3</sub>; феноли – NaOH.

Перечислені види аналізів виконувалися Центральними лабораторіями КП «Південукргеологія» і КП «Кіровгеологія», хімлабораторіями Павлоград-ської міськСЕС, УкрНДІМРтаК і приведені у текстових додатках С, Т, У, Ф. Зовнішній контроль визначень якості підземних вод здійснювався Централь-ною лабораторією КП «Кіровгеологія». Пестициди визначено лабораторією Павлоградської міськСЕС. Радіологічний аналіз виконаний у Центральній лабораторії КП «Кіровгеологія». Бактеріологічний аналіз виконаний бакла-

бораторією Павлоградської міськСЕС і УкрНДІМРтаК. Результати аналізів приведені у текстових додатках Р, Х, Ц.

Відповідно до договору № 113 від 14.03.2005р. із ЗАТ «Кришталь» Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології виконав дослідження води по свердловині №1е, розташованої у м. Павлограді Дніпропетровської області. Вода свердловини №1 у даний час використовується для промислового розливу мінеральної води «Бірюзова».

Попередній бальнеологічний висновок про можливість використання води із свердловини № е для промислового розливу було видано водоспоживачу УкрНДІМРтаК у 1999 р. У травні – серпні 2005р. Придніпровська ГПП КП «Південукргеологія» проводила дослідно-експлуатаційну відкачку води зі свердловини № 1е. У середині відкачки вода була вивчена у польових умовах спеціалізованим загonom УкрНДІМРтаК.

Завдання, що було поставлене перед інститутом, включало: оцінку якісного складу підземних вод у процесі відкачки, мікробіологічні дослідження, розробку кондицій, визначення біологічно активного компонента метакремнієвої кислоти у воді.

Вода із свердловини № 1е вивчалася у польових умовах і в лабораторіях інституту. Під час досліджень вміст метакремнієвої кислоти коливався у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>, але в одному аналізі він перевищив бальнеологічну норму (50,0 мг/дм<sup>3</sup>). Згідно з листком № 918 від 05.09.2005р. УкрНДІМРтаК необхідно провести моніторинг вмісту метакремнієвої кислоти раз у 10 діб, а також дослідження, щодо виявлення її біологічної активності в експерименті. Після проведення досліджень буде вирішено питання щодо категорії мінеральної води «Бірюзова». За результатами виконання робіт складено звіт [27].

*Метрологічна забезпеченість.* Якість і необхідна точність виконаних геологорозвідувальних робіт забезпечувались комплексом метрологічних заходів. При проведенні дослідних робіт заміри дебіту свердловини проводились водоміром ВСКМ-7/25. Забір глибини залягання динамічних рівнів проводився електрорівнеміром ЕУ-1. При лабораторних роботах точність ви-



значення показників забезпечувалась дотриманням встановлених ДГСТУ при підготовці та визначенні показників у лабораторіях.

Зведення про засоби вимірів, що застосовувались для вирішення поставлених задач, приведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця методів і засобів вимірювання параметрів і характеристик вимірювання

Об'єкт вимірювання	Вимірювальна фізична величина, значення, параметр	Одиниця вимірювання	Допустима похибка вимірювання (за проектом)	Метод (методика) вимірювання (рекомендовані)	Фактично використаний метод (методика) вимірювання	Використані засоби вимірювання (назва, тип)	Діапазон вимірювання засобів вимірювання	Характеристики похибок засобу вимірювальної техніки	Систематична похибка вимірювання	Коли, де і ким проводились вимірювання
Рівень підземних вод	Глибина рівня води у м від поверхні землі	м	1см	Методичні рекомендації ДГРІ	Методичні рекомендації ДГРІ	електронний вимір ЕУ-1	0-50м	$\pm 1\text{см}$	відсутня	2005-2006рр. св.№1с,2с Придніпровська ГП
Виміри дебиту	Дебіт свердловини	дм <sup>3</sup> /с	0,2с	Методичні рекомендації ДГРІ	Методичні рекомендації ДГРІ	секундомір	1-60с	$\pm 0,2\text{с}$	відсутня	2005-2006рр. Придніпровська ГП

Серед усього комплексу виконаних робіт найбільш цільовими являються геоекологічні дослідження, дослідні гідрогеологічні роботи, режимні спостереження та бальнеологічні дослідження, тобто ті види робіт, результати яких безпосередньо використовуються для оцінки експлуатаційних запасів. Геолого-екологічні дослідження (ГЕД) виконувались з метою оцінки стану верхньої зони геологічного середовища на ділянці робіт, прогнозування впливу техногенних факторів на умові експлуатації Павлоградського родовища мінеральної столової води «Бірюзова». Прийнята загальна методика досліджень відповідає методичним вказівкам [11-13]. ГЕД виконані в радіусі близько 1км від водозабірної свердловини №1с і охоплювали всі компоненти геологічного середовища.

У ході геолого-екологічних досліджень було відібрано і проаналізовано 18 проб ґрунтів, а також зроблено 13 точко-замірів потужності експозиційної дози  $\gamma$ - випромінювання, за результатами яких можна зробити наступні висновки. Радіаційна обстановка в межах ділянки робіт нормальна. Потужність експозиційної дози  $\gamma$ -випромінювання складає 5-16 мкр/годину, що не перевищує умовно-допустиму дозу 25 мкр/годину. Результати спектрального аналізу ґрунто-ґрунтів надані у текстовому додатку 3Д, кількісного аналізу – у текстовому додатку 2Д. У цілому, ґрунто-ґрунти по одному випробуваному інтервалу на території, що досліджується, характеризується концентраціями хімічних елементів, не перевищуючими ГДК для ґрунто-ґрунтів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Вміст нормованих елементів у ґрунто-ґрунтах

Нормований елемент	ГДК, мг/кг	Вміст у шарі, мг/кг	
		5-20см	
Марганець	1500	300-825	
Мідь	-	15-30	
Свинець	30	20-30	
Нікель	-	20	
Хром	-	100	
Ванадій	150	75-100	

Усього відібрано 1 пробу поверхневих вод (р. Гніздка). З аналізу гідрохімічної проби поверхневих вод можна зробити висновки: значення мінералізації поверхневих вод складає 824 мг/дм<sup>3</sup>, величина загальної жорсткості – 5,43 ммоль/дм<sup>3</sup>. Вмісти макро- і мікрокомпонентів не перевищують гранично допустимих концентрацій, за виключенням марганцю і окислюваності: при нормі 0,1 мг/дм<sup>3</sup> і 0,4 мг/дм<sup>3</sup> вміст відповідно складає 0,4 мг/дм<sup>3</sup> і 5,87 мг/дм<sup>3</sup>. Якість підземних вод оцінювалась за результатами 4-х хімічних аналізів проб води. Води четвертинного алювіального водоносного горизонту характеризуються за результатами хімічного аналізу однієї проби води (св. № 4). Випробування показало, що якість вод алювіального водоносного горизонту по свердловині, у цілому, не відповідає санітарним нормам та вимогам.



За хімічним типом випробувані води хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатні, натрієво-кальцієві. Величина сухого залишку складає  $1470 \text{ мг/дм}^3$  (при нормі  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ), загальна жорсткість –  $16,1 \text{ ммоль/дм}^3$  (при нормі  $7,0 \text{ ммоль/дм}^3$ ). У воді підвищений вміст нітратів ( $84 \text{ мг/дм}^3$ ) і марганцю ( $1,5 \text{ мг/дм}^3$ ), що перевищує відповідно у 2 і 15 разів норми ( $45,0$  і  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), і свідчить про забруднення вод даного водоносного горизонту. Це пов'язано із застосуванням на прилягаючих до ділянки робіт площах органічних і мінеральних добрив, що вміщують нітрати і марганець.

Води обухівського водоносного горизонту за хімічним типом відносяться до гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатних кальцієво-натрієвих, хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатних натрієвих. Значення сухого залишку лежать у межах  $299-899 \text{ мг/дм}^3$ , загальна жорсткість –  $1,38-8,72 \text{ ммоль/дм}^3$ . Концентрації нормованих компонентів не перевищують припустимих.

Із виконаних дослідних гідрогеологічних робіт найбільш важливе значення має дослідно-експлуатаційна відкачка. За результатами відкачки були визначені експлуатаційні характеристики ( $Q, S, q$ ) та розрахункові гідрогеологічні параметри ( $K, m, a$ ) обухівського водоносного горизонту, які використані безпосередньо для оцінки експлуатаційних запасів підземних вод спільним застосуванням гідравлічного та гідродинамічного методів.

Розрахункові гідрогеологічні параметри були визначені за результатами обробки досліджень, отриманих в ході I періоду відкачки. Методика обробки досліджень та визначення параметрів приведена нижче. Експлуатаційні характеристики отримані у II періоді дослідно-експлуатаційної відкачки.

Вирішальне значення для визначення оціненої якості експлуатаційних запасів мають результати аналізів проб води, які були відібрані в процесі дослідно-експлуатаційної відкачки. Проби води відбирались на початку, в середині та в кінці дослідно-експлуатаційної відкачки, що дало змогу простежити зміну якості підземної води та підтвердити її стабільність, що спочатку було визначено за результатами багаторічної експлуатації обухівського водоносного горизонту.

Не менш важливе значення мають результати режимних спостережень за підземними водами, які отримані безпосередньо в ході дослідно-промислової розробки столової води свердловини № 1е, та зібрані результати режимних спостережень, виконаних у 1995-2006рр. [24,29,31,25,36]. Це обумовлюється, в першу чергу, тим що формування експлуатаційних запасів підземних вод обухівського водоносного горизонту, відбувається головним чином за рахунок опадів, тобто за рахунок природних ресурсів.

Українським НДІМРтаК у 2005-2006рр. були виконані спеціалізовані бальнеологічні дослідження мінеральної води «Бірюзова» свердловини №1е з метою оцінки її якісного складу у процесі розвідувальних робіт, розробки нових вимог для основних компонентів хімічного складу мінеральної води «Бірюзова», щодо внеску коректив у ДСТУ 878-93 (табл. 3.3) та розробки кондицій. У період проведення дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1е виконано комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних та фізіологічних досліджень. Результатом досліджень є видача звіту і кондицій на мінеральні води свердловини №1е [27].

Виконаний комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних і фізіологічних досліджень підземних вод, які виводяться свердловиною №1е м. Павлограда Дніпропетровської області, дозволяє віднести їх до категорії мінеральних природних столових вод сульфатно-гідрокарбонатного, хлоридно-гідрокарбонатного, хлоридно-сульфатно-гідрокорбонатного, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатного натрієвого, кальцієво-натрієвого складу слабкої мінералізації, від нейтральної до слабко-лужної реакції, холодних.

При додержанні правил експлуатації та відповідності санітарним нормам, фасована мінеральна природна столова вода із свердловини №1е може вживатися споживачем.

У воді в підвищених концентраціях виявлено такий специфічний компонент, як метакремнієва кислота. Згідно з існуючими критеріями для віднесення вод до категорії мінеральних кремнієвих, вміст метакремнієвої кислоти ( $H_2SiO_3$ ) повинен бути не менше  $50,0 \text{ мг/дм}^3$  [17]. За період спостережень



(15.03.1999-16.08.2005р.) концентрація метакремнієвої кислоти у воді свердловини №1е м. Павлограда коливається у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>. За результатами моніторингу вмісту метакремнієвої кислоти чітких тенденцій до збільшення її концентрації не спостерігається.

У зв'язку з підвищеним вмістом у воді свердловини №1е біологічно активного компоненту (метакремнієвої кислоти) було проведено експрес-тестування води з метою виявлення її шкідливості та біологічної активності. Отримані в експериментальних дослідженнях дані дають наукову підставу вважати ці підземні води нешкідливими для організму при внутрішньому застосуванні. Але ці води не мають набір властивостей, які обумовлюють їх біологічну активність, і можуть бути використані для фасування в якості мінеральних природних столових.

Мікрофлора, яка міститься у воді свердловини №1у, є типовою для багатьох мінеральних вод інфільтрогенного походження і не патогенна для людини. Вона приймає участь у круговороті біогенних елементів та здатна збагачувати воду біологічно активними компонентами. Результати детальних геологорозвідувальних робіт, а також багаторічні дослідження мінеральних вод, які виводяться свердловиною №1е, підтвердили стабільність фізико-хімічного складу води і відповідність вимогам ДСТУ 878-93, як мінеральної природної столової води.

Вміст нормованих компонентів та сполук у воді не перевищує гранично-допустимих концентрацій для мінеральних природних столових вод. За результатами досліджень мінеральних вод у процесі експлуатації свердловини №1е та детальних геологорозвідувальних робіт розроблено кондиції на родовище мінеральної природної столової води «Бірюзова» та відкореговано межі коливань основних компонентів хімічного складу води для внесення зміни до ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови» (табл. 2.5). При зміні мінералізації, вмісту основних іонів, виходу їхньої концентрації за означені межі необхідно встановити стабільність наявних змін у процесі гідрогеологічних робіт, визначених Інструкцією ДКЗ України (2002р.).

Таблиця 2.5 – Межі коливання основних компонентів хімічного складу мінеральної природної столової води «Бірюзова» для внесення змін до ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови»

Найменування груп і вод	Назва води (місцезнаходження)	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Основні іони, екв.%	Хімічний склад, мг/дм <sup>3</sup>						Специфічні компоненти	Призначення води
				Аніони			Катіони				
				$HCO_3^- + CO_3^{2-}$	$SO_4^{2-}$	$Cl$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ + K^+$		
Сульфатно-гідрокарбонатні, хлоридно-гідрокарбонатні, хлоридно-сульфатно-гідрокорбонатні, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатні натрієві, кальцієво-натрієві	«Бірюзова» (Дніпропетровська обл.)	0,2-0,6	$HCO_3 + CO_3$ 50-70 $SO_4 < 35$ $Cl < 35$ $(K+Na) > 65$ $Ca < 30$	60-250	<120	<80	<50	<20	50-120	-	мінеральна природна столова



### 3. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ

З гідрогеологічної характеристики району робіт, досвіду використання підземних вод, видно, що водоносний горизонт у відкладах обухівської світи палеогену є одним з перспективних джерел для організації господарсько-питного водопостачання, у тому числі промислового розливу мінеральних природних столових вод. Це і визначило вибір ділянки в м. Павлограді, де розташований водозабір (св. №1е) ЗАТ «Кришталь», для виконання розвідувальних робіт з метою оцінки запасів мінеральної природної столової води «Бірюзова», придатної для промислового розливу та затвердження запасів у ДКЗ.

В районі робіт знаходяться в експлуатації 4 водозабори, з яких 3 питних вод і 1 мінеральних вод. Павлоградський водозабір складається із 5 відомчих водозаборів м. Павлограда: ВАТ «Павлоградвугілля», заводів – механічного, «Палмаш», «Хімаш», бази будіндустрії. Введений в експлуатацію у 1962р.

Водоносні горизонти, що використовуються для водопостачання, відносяться до алювіальних відкладів четвертинної системи і відкладів бучацької та обухівської світи палеогенової системи, запаси вод яких затверджені у 1971р. ДКЗ СРСР у кількості 45,9 тис.м<sup>3</sup>/добу. Запаси вод алювіального водоносного горизонту складають 16,9 тис. м<sup>3</sup> /добу, у тому числі за категоріями А+В – 7,6 тис.м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub> – 9,3 тис.м<sup>3</sup>/добу, запаси вод бучацько-обухівського горизонту – 29 тис.м<sup>3</sup>/добу, у тому числі за категоріями А+В – 13,2 тис.м<sup>3</sup> /добу, С<sub>1</sub> – 15,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Максимальний водовідбір на водозабір відзначений у 1987р. (37,8 тис.м<sup>3</sup>/добу.) і склав 82% від сумарної величини затверджених запасів підземних вод. При цьому максимальний водовідбір з алювіального водоносного горизонту відзначений у 1975р. (18,8 тис.м<sup>3</sup>/добу), що у 1,11 рази перевищує затвердженні запаси, а з бучацько-обухівського горизонту – у 1987р. (29,8 тис.м<sup>3</sup>/добу), на рівні затверджених запасів вод (рис. 2.1). Інтенсивна експлуатація водозабору створила погрозу виснаження водоносних горизонтів, коли зниження рівня води переви-

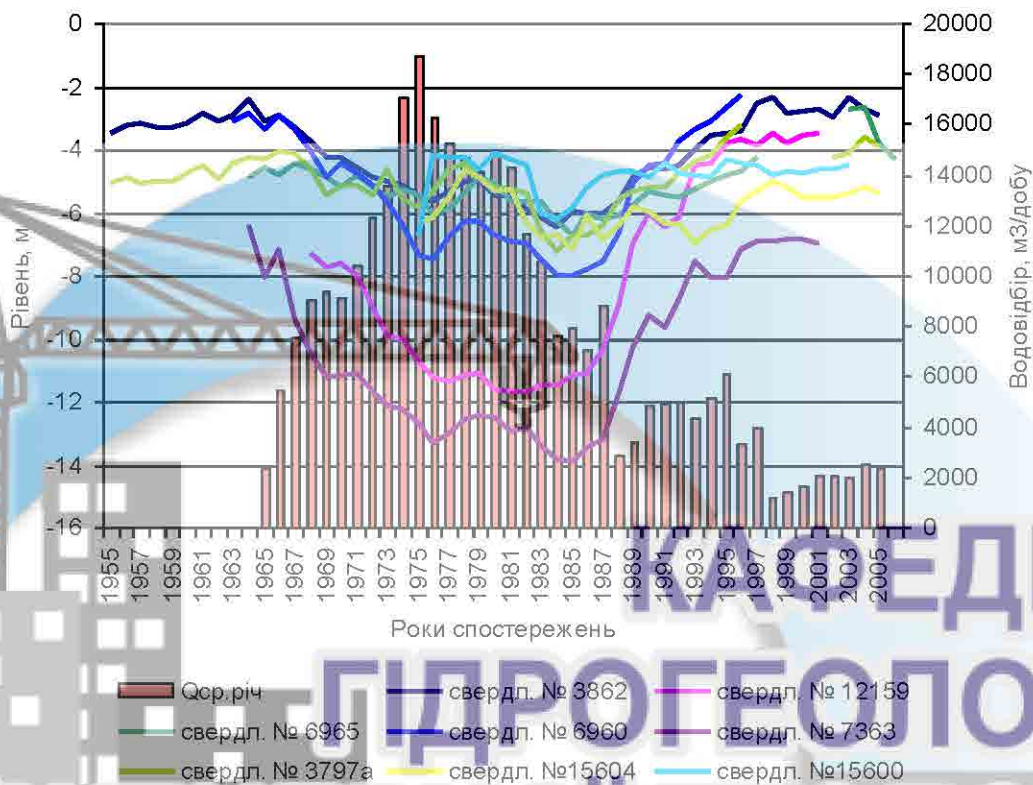
шило граничнодопустимі величини. У 1988р. у зв'язку з подачею води у м. Павлоград по водоводу Дніпро-Західний Донбас, водовідбір скоротився до 21,4 тис.м<sup>3</sup>/добу. Водовідбір підземних вод за 5 років (з 2001р. по 2005р. збільшився на 1,77 тис.м<sup>3</sup>/добу з 3,1 тис.м<sup>3</sup>/добу до 4,87 тис.м<sup>3</sup>/добу у тому числі водовідбір в 2005р.: з алювіального водоносного горизонту – 2,4 тис.м<sup>3</sup>/добу, бучацько-обухівського – 2,47 тис.м<sup>3</sup>/добу).

Положення рівня води у водоносних горизонтах знаходиться у прямій залежності від зміни водовідбору (рис. 2.1). Найбільш низький рівень підземних вод спостерігався у 1984-1985 рр. і у 1987р. У екстремальний період експлуатації водозабору рівень води в алювіальному горизонті на I черзі водозабору знаходиться на глибинах 8-14 м при природному положенні 3-6 м, у бучацько-обухівському – на глибинах 18-27 м при природному положенні 4-7 м. З 1988р. у результаті скорочення водовідбору почалося швидке відновлення рівня води. Станом за 5 років (2001-2005рр.) рівень води підвищився: в алювіальному водоносному горизонті на 0,1-1,2 м, у бучацько-обухівському на 0,4-1,2 м. У порівнянні з 2000 р. в алювіальному водоносному горизонті рівень підвищився на 0,2-0,85 м, у бучацько-обухівському на 0,34-2,4 м (з урахуванням усіх відомчих водозаборів).

Водоносний горизонт четвертинних відкладів. Води четвертинних відкладів розвинуті повсюдно і пристосовані до алювіальних відкладів I і II терас р. Вовчої. Водомісткі породи представлені різнозернистими пісками. Потужність обводненої товщі 0.5 – 14.2 м. Водоносний горизонт алювіальних відкладів ґрунтового типу, тільки в окремих місцях, де у покрівлі пісків залягають лінзи суглинків, мають незначний напір до 1.0 м, іноді більше (до 9,25 м). Статичні рівні встановлюються на глибині 0.08 – 12.40 м від поверхні землі. Напрямок потоку від вододілів убік долин річок і балок. Водоносність алювіальних пісків неоднорідна. Дебіти свердловин складають 0.28-14.8 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебіти – 0.045-12.8 дм<sup>3</sup>/с, коефіцієнти фільтрації – 0.89-107.8 м/добу. Якість вод алювію дуже строката.



### Алювіальні відклади четвертинної системи



### Буцацько-обухівські відклади палеогенової системи

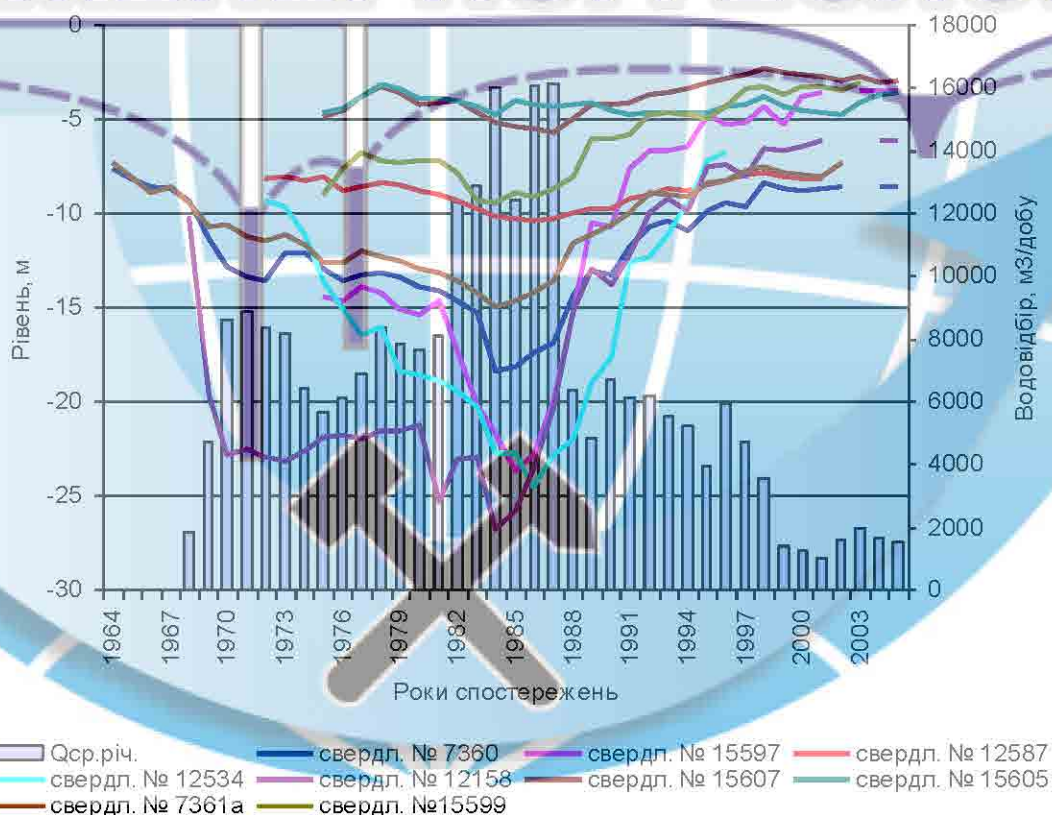


Рис. 3.1 - Графіки водовідбору та рівня підземних вод на Павлоградському водозаборі

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, які інфільтруються найбільш інтенсивно в місцях розвитку кучугурних пісків, а також паводковими водами. Річна амплітуда коливання рівня змінюється від 0.8 до 3.4 м. Запаси цього водоносного горизонту затверджені ДКЗ СРСР у 1959 році в межах всього контуру розповсюдження алювіальних відкладів на території Західного Донбасу в кількості 17.9 тис.м<sup>3</sup>/добу, за категоріями А+В+С<sub>1</sub>, в тому числі по А+В – 13.62 тис. м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub> – 4,28 тис.м<sup>3</sup>/добу.

Водоносний горизонт відкладів новопетрівської світи неогену. Розповсюджений лише на вододілах та їх схилах. У покрівлі водоносного горизонту залягають червоно-бурі глини, у підшві – шєки глинисті межигірської світи, на півдні – породи докембрію. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 18.5 до 27.05 м, потужність – 8,0-15,0 м. Водомісткими є глинисті тонко- і дрібнозернисті піски, які обводнені тільки у нижній частині товщі. Водоносний горизонт безнапірний, лише на окремих ділянках – напірний. Глибина залягання рівня води коливається від 20.0 до 30.0 м.

Водоносність відкладів низька, внаслідок високого гіпсометричного положення і дренаючого впливу долин рік і балок. За межами даного району дебіт свердловин, розкривших неогенові піски, складає 0.015 дм<sup>3</sup>/с, питомий дебіт – 0.0013 дм<sup>3</sup>/с, коефіцієнт фільтрації – 0.0033 м/добу. Мінералізація води складає 0.20 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість 1.28 ммоль/дм<sup>3</sup>. У південно-східній частині району води даного горизонту використовуються дрібними водокористувачами, в цілому по району Західного Донбасу цей горизонт практичного значення для водопостачання не має.

Водоносний горизонт відкладів межигірської світи палеогену. Горизонт має повсюдне поширення у межах району. Водомісткими є тонко- та дрібнозернисті глинисті піски. У підшві горизонту частка глинистої складової збільшується – піски характеризуються як сильноглинисті. Глибина залягання відкладів коливається від 8.0 до 73.55 м, потужність 6.7 – 19.9 м. Покрівлю служать алювіальні піски у центральній частині району і піски ново-



петрівської світи у північній і південній (на вододілах), підшовою є пісковики глинисті обухівської світи палеогену і лише на півдні – породи докембрію.

Водоносність пісків низька. Питомі дебіти складають 0.0013 – 3.97 дм<sup>3</sup>/с, а коефіцієнти фільтрації коливаються від 0.033 – 23.0 м/добу. Водоносний горизонт у пісках межигірської світи напірний, величина напору над покрівлею досягає 27.45–35.4 м. П'езометричні рівні води у свердловинах встановлюються на глибині 3.65 – 56.6 м від поверхні землі. Мінералізація вод горизонту коливається від 0.2 до 2.0 г/дм<sup>3</sup>, а загальна жорсткість 3.6 – 8.0 ммоль/дм<sup>3</sup>. Живлення водоносного горизонту відбувається, в основному, за рахунок атмосферних опадів. Дренується водоносний горизонт долинами річок і крупними балками.

З-за низької водоносності водоносний горизонт, що описується, у даному районі для централізованого водопостачання не придатний. За межами району, що описується, у південно-східній частині, між темно-зеленими сильноглинистими пісками залягають дрібнозернисті і середньозернисті кварцові піски, води яких використовуються для централізованого водопостачання (Першотравенський водозабір).

Водоносний горизонт відкладів обухівської світи палеогену. Водоносний горизонт розвинутий повсюдно. У покрівлі залягають сильноглинисті піски межигірської світи та мергелі обухівської світи, у підшві – буцацькі піски і на самому півдні – породи докембрію. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту складає 18.5-42.2 м, потужність водоносного горизонту 2.0-26.95 м. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики. Водоносний горизонт, приурочений до пісковиків, міжшарового типу, напірний. Висота напору складає 14,96-26.47 м. П'езометричні рівні встановлюються на глибинах 0.9- 23.8 м від поверхні землі. Водозбагаченість пісковиків нерівномірною і залежить від ступеню тріщинуватості. Дебіти свердловин коливаються від 0.67 до 5.60 дм<sup>3</sup>/с при зниженні рівня 6.5-11.2 м, питомі дебіти – 0.1-0.5 дм<sup>3</sup>/с. У регіональному плані водоносний горизонт у пісковиках обухівської світи має гідравлічний взаємозв'язок із вищезалягаючими межигірським та алюві-

альним і нижчезалягаючим бучацьким горизонтами. Мінералізація вод даного горизонту коливається від 0.17 до 6.41 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість- від 0.66 до 51.2 ммоль/дм<sup>3</sup>. На переважній території району води мають мінералізацію до 1.0 г/дм<sup>3</sup>.

Режим водоносного горизонту знаходиться в залежності від гідрометеорологічних умов. Хід рівнів горизонту здебільшого повторює рівні вищезалягаючих водоносних горизонтів і поверхневих вод із запізненням у часі на 3-5 днів, що свідчить про наявність локальних водотривів у покрівлі. Річна амплітуда коливання рівня коливається від 0.60 до 1.20 м, в залежності його від відстані свердловин до річки.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перепливу вод із нижчезалягаючих горизонтів, розвантаження – в долині річок Самара та Вовча. Водоносний горизонт у відкладах обухівської світи широко використовується населенням та підприємствами м. Павлограда для водопостачання. З 2000р. води обухівського водоносного го-

ризонту із свердловини №1е у м. Павлограді використовуються для розливу як столові під назвою “Бірюзова” (ЗАТ “Криштал”). Запаси вод обухівських пісковиків і бучацьких пісків затверджені ДКЗ СРСР у 1971р. на Павлоградському водозаборі у кількості 29,0 тис.м<sup>3</sup>/добу за категоріями А+В+С<sub>1</sub> (в тому числі по категоріям А+В – 13,2 тис. м<sup>3</sup>/добу, С<sub>1</sub>-15,8 тис.м<sup>3</sup>/добу). За природною захищеністю горизонт обухівської світи палеогену характеризується як захищений або умовно захищений від проникнення різних забруднювачів, що обумовлюється наявністю у його покрівлі водонепроникних порід.

Водоносний горизонт відкладів бучацької світи палеогену у межах території, що описується, розповсюджений повсюдно, за винятком південно-західної частині. У покрівлі даного горизонту повсюдно залягають обухівські відклади, у подошві – відклади юри, тріасу, карбону і докембрію. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту 26.4-61.1 м, потужність коливається від 14.5 до 32.0 м. Водоносний горизонт, пристосований до бучацьких пісків, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту коливається



від 26.21 до 37.39 м, п'езометричні рівні встановлюються на глибинах +0.3-23.71 м від поверхні землі. Водозбагаченість бучацьких пісків характеризується дебітами свердловин 0.3-4.08  $\text{дм}^3/\text{с}$ , питомі дебіти складають 0.01- 0.17  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Мінералізація вод в межах району коливається від 0.52 до 19.76  $\text{г}/\text{дм}^3$ , жорсткість від 4.71 до 95.17  $\text{ммоль}/\text{дм}^3$ . На переважній території району води мають мінералізацію до 1.0-1.5  $\text{г}/\text{дм}^3$ . Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок атмосферних опадів і підтоку вод із водоносних горизонтів, що залягають нижче. Розвантаження відбувається в долинах річок через водоносні горизонти, що вище залягають.

Режим водоносного горизонту знаходиться в залежності від гідрометеорологічних умов. Коливання рівнів його повторює рівні вищезалягаючих водоносних горизонтів із запізненням у часі на 8-20 днів.

Водоносний горизонт бучацьких відкладів на значній території району є основним для господарсько-питного водопостачання.

Запаси бучацького і обухівського водоносних горизонтів затверджені

УкрТКЗ на водозаборах:

- Гніздовському – у кількості 4,1 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В+С<sub>1</sub>, у т.ч. по А+В – 3,0 тис. $\text{м}^3$ /добу;
- Світлогірському – у кількості 3,8 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В+С<sub>1</sub>, у т.ч. по А+В - 2,1 тис. $\text{м}^3$ /добу;
- Тимчасовому водозабірній шахті 6/42 і 29 у кількості 2,44 тис. $\text{м}^3$ /добу по категоріях А+В.

Сумісно з обухівським водоносним горизонтом води бучацьких відкладів використовуються в Західному Донбасі для централізованого водопостачання м. Павлограда, шахт, робочих селищ і промислових підприємств.

Водоносний горизонт юрських відкладів розвинутий тільки на півночі району. У покрівлі залягають відклади бучацької світи, у підшві – відклади триасової системи. Водомісткими є піски, пісковики і вапняки, глибина залягання яких коливається від 65.0 до 77.0 м, потужність 4.0-30.0 м. Глибина залягання п'езометричного рівня коливається від 4.8 м вище поверхні землі до

53.0 м нижче поверхні. Дебіти свердловин складають 0.64-9.0 дм<sup>3</sup>/с., коефіцієнт фільтрації 0.05-88.0 м/добу. Мінералізація вод в межах району коливається від 2.0 до 46.84 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість від 6.0 до 124.5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і переливу вод із вище- і нижче-залягаючих водоносних горизонтів. З-за високої мінералізації води горизонту для водопостачання не придатні.

Водоносний горизонт тріасових відкладів розповсюджений у північній частині району. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики і галечники, потужність яких досягає 80.0 м. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту коливається від 68.0 до 215.0 м. Покрівлею водоносного горизонту на південній границі розповсюдження є бучацькі піски, на півночі – юрські глини і піски, підшовою – кам'яновугільні відклади. Водоносний горизонт міжшарового типу, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту складає 78.0-195.0 м. П'езометричний рівень залягає на глибині від 5.0 м вище поверхні землі, до 25.0 м нижче, в залежності від рельєфу місцевості.

Водоносність порід висока, особливо в місцях виходу під палеогенову товщу. Дебіти свердловин коливаються в межах 0.34-45.4 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебіти складають 0.008-5.1 дм<sup>3</sup>/с., а коефіцієнт фільтрації коливається від 0.16 до 134.0 м/добу. Води тріасових відкладів у східній частині родовища, де мінералізація їх дорівнює 1.5 г/дм<sup>3</sup>, можуть бути рекомендовані для водопостачання. На решті території розповсюдження мінералізація і жорсткість вод зростають відповідно 30.0 г/дм<sup>3</sup> і 200 ммоль/дм<sup>3</sup>. Область живлення горизонту знаходиться на північному сході Дніпровсько-Донецької западини, у долині річки Самари відбувається часткове його розвантаження.

Водоносний комплекс відкладів візейського ярусу кам'яновугільної системи на території досліджень розвинутий повсюдно, за винятком південної частини. Глибина залягання покрівлі горизонту змінюється від 40.5 м на півдні району до декількох сотень метрів на півночі. Водомісткими породами є пісковики, вапняки і вугільні шари, сумарна потужність яких складає 20 % від загальної потужності відкладів. Водоносний горизонт, що пристосований



до них, напірний, міжшарового типу, опробований відкачками сумарно. Висота напору над покрівлею водоносного горизонту коливається від 49.93 до 104.65 м. П'єзометричні рівні встановлюються від +0.15 до 62.6 м від поверхні землі. Водонасність відкладів незначна, дебїти свердловин складають 0.031-1.5 дм<sup>3</sup>/с, питомі дебїти – 0.027-0.25 дм<sup>3</sup>/с, а коефіцієнти фільтрації – 0.0057- 0.3 м/добу. Мінералізація вод висока і складає 3.05-45.16 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість від – 13.2 до 107.4 ммоль/дм<sup>3</sup>, що зв'язано із утрудненим водообміном, який обумовлений слабкою тріщинуватістю порід і частими фаціальними заміщеннями водопроникних порід водонепроникними. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок переливу вод із вище- і нижчезалягаючих горизонтів. У зв'язку з високою мінералізацією для водопостачання ці води не придатні.

Водонасний комплекс відкладів турнейського ярусу кам'яновугільної системи розповсюджений на півдні району і залягає на глибині 30.0-126.2 м. Покрівлею горизонту у південній частині описуваної території є піски бучацької світи, із зануренням на глибину – породи візейського ярусу, у підшві породи девону, в місцях їх відсутності – докембрійські утворення. Розкрита потужність турнейських відкладів досягає 25.0 м. Водонасний горизонт, що пристосований до вапняків турнейського ярусу, тріщинувато-шарового типу, напірний, висота напору над покрівлею водоносного горизонту досягає 85.85 м. П'єзометричні рівні встановлюються на глибині 1.0 - 45.65 м від поверхні землі. В межах району водонасність турнейських відкладів незначна – дебїт свердловини, яка опробувала сумісно девонські і турнейські відклади, складає 0.161 дм<sup>3</sup>/с, питомий дебїт – 0.0035 дм<sup>3</sup>/с. Більшу водонасність мають вапняки, розповсюджені на сході району, в межах Першотравенського водозабору, де дебїти свердловин складають 35.0-64.0 дм<sup>3</sup>/с. Води турнейських вапняків мають підвищену мінералізацію 2.1-6.0 г/дм<sup>3</sup>. В межах Першотравенського водозабору мінералізація складає 1.3-2.84 г/дм<sup>3</sup>, а жорсткість – 10-24 ммоль/дм<sup>3</sup>. Ці води використовуються для централізованого водопо-

стачання м. Першотравенська шляхом розбавлення їх менш мінералізованими водами, що пристосовані до відкладів межигірської світи.

Водоносний горизонт відкладів девонської системи розповсюджений на півдні району і залягає безпосередньо на породах докембрію на глибині 70.0-140.0 м, покрівлею є піски бучацької світи. Водомісткими породами є тріщинуваті пісковики і вапняки, розкрита потужність яких складає 8.30 м. Водоносність девонських відкладів, які опробовані разом з турнейськими вапняками, незначна, дебїти свердловин не перевищують  $0.161 \text{ дм}^3/\text{с}$ ., питомі дебїти –  $0.0035 \text{ дм}^3/\text{с}$ . Мінералізація вод досягає  $5.5 \text{ г/дм}^3$ , загальна жорсткість  $55.0 \text{ ммоль/дм}^3$ . З-за низької водоносності і невитриманої мінералізації вода даного водоносного горизонту для водопостачання не придатна.

Водоносний горизонт докембрійських утворень має повсюдне поширення і пристосований до тріщинуватих порід – гранітів, гнейсів, гранітогнейсів та ін. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 21.9 до 208.5 м, потужність випробуваної товщі 11.0 - 52.7 м. Покрівлею кристалічних порід, в місцях відсутності чохла первинних каолінів, служать на півдні четвертинні, неогенові і палеогенові відклади, породи карбону і девону (граф. дод.1). Водоносний горизонт, пристосований до докембрійських порід, напірний, величина напору над покрівлею водоносного горизонту змінюється від 2.0 до 52.0 м. П'езометричні рівні водоносного горизонту встановлюються на глибині 4.7 - 51.7 м. Водоносність порід нерівномірна, що пояснюється різною ступінню тріщинуватості. Дебїти свердловин коливаються від 0.25 до  $1.35 \text{ дм}^3/\text{с}$ , питомі дебїти від  $0.015$  до  $0.86 \text{ дм}^3/\text{с}$ , а коефіцієнти фільтрації –  $0.0065$ - $5.09 \text{ м/добу}$ . В південній частині характеризуємої площі, де докембрійські відклади виходять під неогенові і четвертинні відклади, води мають невисоку мінералізацію  $1.0$ - $2.0 \text{ г/дм}^3$ . В центральній і північній частині району мінералізація досягає  $5.5 \text{ г/дм}^3$ , а жорсткість  $54.7 \text{ ммоль/дм}^3$ .

В місцях відсутності первинних каолінів водоносний горизонт має гідравлічний зв'язок з вищезалягаючими водоносними горизонтами. Живлення відбувається за рахунок атмосферних опадів і підживлення вищезалягаючих



ми водоносними горизонтами. Область живлення знаходиться на півдні території району, що описується, в місцях виходу кристалічних порід на денну поверхню і під четвертинні відклади. Область розвантаження підземних вод докембрію пристосована до понижених частин кристалічного щита в зоні зчленування з Дніпровсько-Донецькою западиною. З-за низької водоносності і підвищеної мінералізації для водопостачання крупних об'єктів води кристалічних порід докембрію практичного значення не мають.

Положення рівня води в водоносних горизонтах на більшій частині території досягло свого первісного стану, та перевищивши його в алювіальному водоносному горизонті на 0,11-2,7 м, у бучацько-обухівському – на 0,2-3,5 м. Депресійна воронка в алювіальному водоносному горизонті не виражена. У бучацько-обухівському водоносному горизонті сформувалась регіональна депресія підземних вод під впливом роботи Павлоградського, Вербського, Тернівського водозаборів і шахтного водовідливу центральної групи шахт (Благодатної, Павлоградської, Тернівської). Розміри її складали: у 1990р.

23x28 км, у 1992р. у зв'язку із скороченням водовідбору зменшилися до 17x27 км, у 1995р. – до 16x21 км, у 1997р. – до 15x20 км, а у 2000р. – до 14,2x20,3 км, а у 2005р. – близько 10x15 км. Води алювіальних відкладів, що відбираються, в основному, на I черзі водозабору, прісні з мінералізацією 555-709 мг/дм<sup>3</sup>, у середньому – 600 мг/дм<sup>3</sup> і жорсткістю 3,6-6,6 ммоль/дм<sup>3</sup>, у середньому – 4,7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Води відкладів бучацької та обухівської світ також прісні з мінералізацією 545-870 мг/дм<sup>3</sup>, жорсткістю 4,4-10,4 ммоль/дм<sup>3</sup>. Якісні показники вод приведені за даними ВАТ «Павлоградвугілля».

Водозабір хімічного заводу введений в експлуатацію у 1955 р. Водоносний горизонт, що використовується для централізованого водопостачання, пристосований до відкладів бучацької та обухівської світ палеогенової системи, експлуатаційні запаси вод якого затвердженні у кількості 3,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Зріст водовідбору (до 5,8 тис.м<sup>3</sup>/добу) відбувався до 1966р. з наступним 12 річним стабільним режимом експлуатації (4,0-4,6 тис. м<sup>3</sup>/добу). У зв'язку зі значним погіршенням якості вод, що відбираються, з

1979р. почалося поступове скорочення водовідбору, а в 1991р. водозабір був законсервований із періодичною прокачкою свердловин для підтримки їх у робочому стані. Одночасно були пробурені і у 1992 р. введені в експлуатацію 3 свердловини на ділянці лівобережної тераси р. Вовчої, де води бучаксько-обухівських відкладів мають задовільну якість. Водовідбір з цих свердловин у 1992-1997рр. склав 0,2-0,9 тис. м<sup>3</sup>/добу, у 1998р. – свердловини законсервовані (рис. 2.2).

Скорочення водовідбору, а потім повна зупинка водозабірних свердловин, обумовила значний підйом рівня води у водоносному горизонті, що експлуатується. У 1991-1992 рр. він відновився до природного стану, а у 2000р. перевищив його на 1,19- 2,85 м, у середньому – на 2,02 м.

На новій ділянці водозабору води, що відбираються, задовільної якості, мінералізація не перевищує 1,5 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість – 8 ммоль/дм<sup>3</sup>. У звітний період випробування експлуатаційного горизонту не проводилося. У теперішній час водопостачання заводу та його робочого селища здійснюється за рахунок водоводу Дніпро-Західний Донбас.

*Водозабір Вербський* розвіданий у 1967 р. для тимчасового водопостачання шахт ім.Героїв Космосу, Благодатної, ЦЗФ «Павлоградська» та ін. Введений в експлуатацію у 1978 р. Водоносний горизонт, що експлуатується, приурочений до відкладів бучацької та обухівської світ палеогенової системи, запаси вод якого затверджені у кількості 2,44 тис. м<sup>3</sup>/добу за категоріями А+В. До 1982 р. водовідбір здійснювався на рівні величини затверджених запасів вод (2,5-2,9 тис.м<sup>3</sup>/добу), у наступні роки збільшився до 3,1-3,9 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водовідбір підземних вод з горизонту за 5 років знизився з 2,08 тис.м<sup>3</sup>/добу до 1,84 тис.м<sup>3</sup>/добу (75,4% величини затверджених запасів вод – рис. 3.2). За даними ВАТ «Павлоградвугілля» у 2005 р. мінералізація вод у експлуатаційних свердловинах складала 1150-1900 мг/дм<sup>3</sup>, у середньому, на водозаборі – 1600 мг/дм<sup>3</sup>, жорсткість зменшувалась у межах 8,0-16,0 ммоль/дм<sup>3</sup>, у середньому 12,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. У порівнянні з первісними мінералізація та жорсткість істотно не змінилася. Станом на 2005р. незначне



підвищення рівня води у центральній частині водозабору складає 0,5-1,7 м, у середньому, у зоні впливу водозабору 1,1 м. Локальна депресія Вербського водозабору входить до складу регіональної депресійної воронки центральної частини Західного Донбасу (10,0 x15 км).

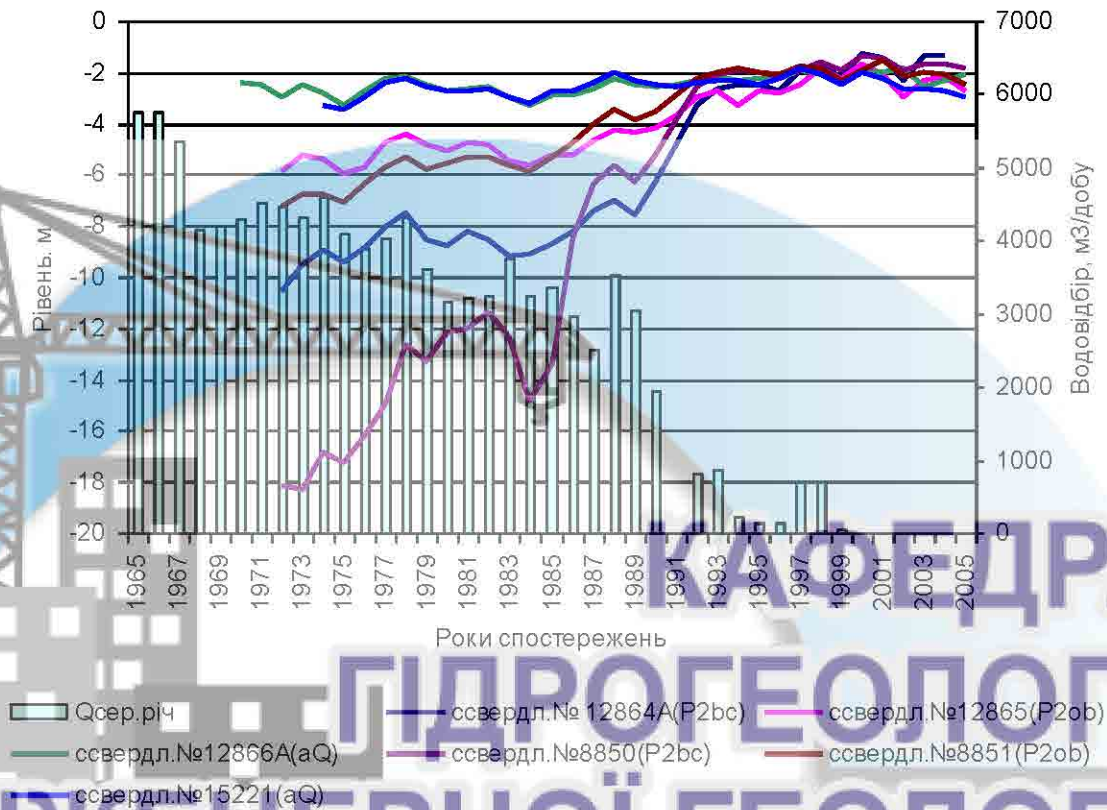
Водозабір ЗАТ «Кришталь», розташований у південно-східній частині м. Павлограда, пров. Декабристів, 3а, не входить до зони впливу експлуатаційних свердловин Павлоградського водозабору. Складається з однієї діючої експлуатаційної свердловини №1е і однієї спостережної № 2с у 8,0 м, які обладнані на обухівський водоносний горизонт.

Глибина експлуатаційної свердловини – 30м. Водозабір працює з 2000 р. Вода використовується для промислового розливу мінеральної природної столової води «Бірюзова» у відповідності до ліцензії №2043 від 17.06.2002 р., виданої Міністерством екології та природних ресурсів України. Фактичний сумарний водовідбір складає 5,64 м<sup>3</sup>/добу, проектуемий – 25 м<sup>3</sup>/добу.

Свердловина № 1е експлуатується насосом типу ЕЦВ 6-6,3-85. На даний час продуктивність насоса складає 5 м<sup>3</sup>/годину. Дебіт свердловини контролюється витратоміром. Рівень води не заміряється. Свердловина працює 2 години на добу. У 2005р., з травня по серпень, у процесі проведення дослідно-експлуатаційної відкачки, середньодобовий відбір при вищевказаному режимі склав 25 м<sup>3</sup>/добу.

За час експлуатації свердловини №1е протягом 2000-2005рр. спрацювання рівня не спостерігалось, якість води була стабільною. У процесі проведення робіт на ділянці були обстежені 4 експлуатаційні свердловини №№ 3,4,5,6, обладнані на водоносні горизонти алювіальних (№4) і обухівських (№№ 3,5,6) відкладів, розташовані на присадибних ділянках м. Павлограда. Свердловини обладнані ручними насосами. Добовий водовідбір по словах власників не перевищує 1,0-2,0 м<sup>3</sup>. Режим роботи преривчатий. Час роботи свердловини залежить від потреби у воді. Свердловина № 4 на теперішній час не використовується і є резервною.

Павлоградський хімзавод



КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ  
Вербський

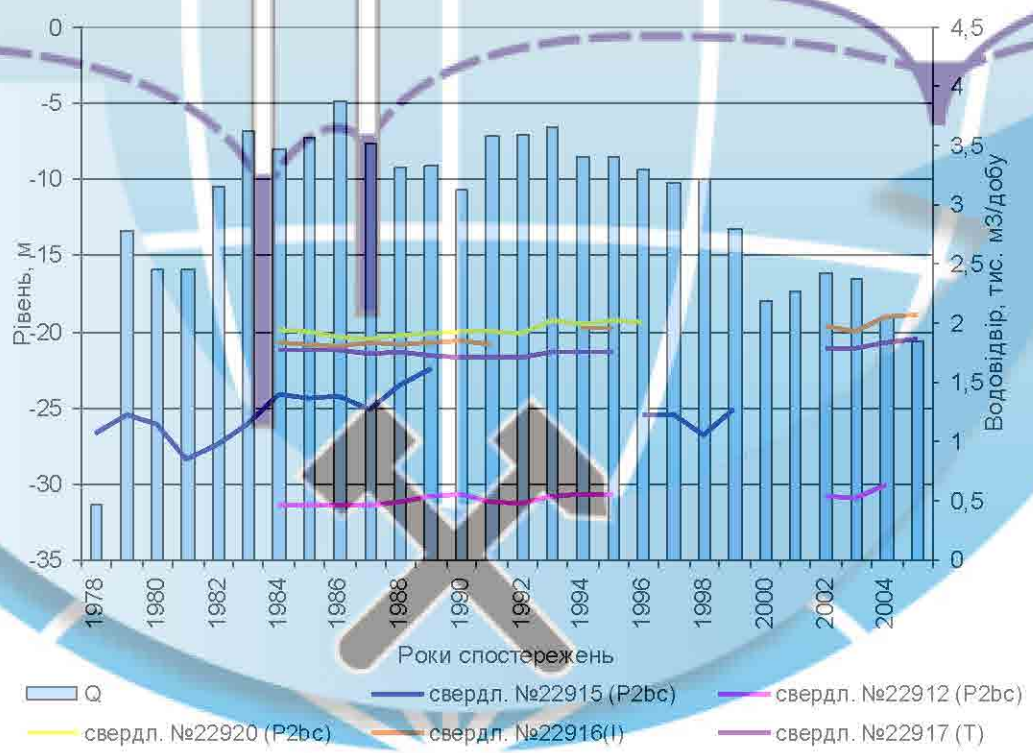


Рис. 3.2 - Графіки водоїдбору та рівня підземних вод на водозаборах Павлоградського хімзаводу і Вербського



#### 4. ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБУХОВСЬКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ

У межах родовища мінеральної води «Бірюзова», що вивчається, знаходиться водозабір, що складається з однієї експлуатаційної свердловини №1е, за допомогою якої водоспоживач ЗАТ «Кришталь» експлуатує з 2000 р. обухівський водоносний горизонт. Нижче приводиться характеристика якості вод експлуатаційної свердловини №1е. Характеристика якості води надана за результатами проб води, відібраних зі свердловини у процесі експлуатації та дослідно-експлуатаційної відкачки. Усього використано 33 хімічних аналізів. За своїми органолептичними властивостями води без кольору, прозорі, без запаху, на смак прісні. За температурним режимом води відносяться до холодних ( $t = 10-12^{\circ}\text{C}$ ).

За період експлуатації свердловини з 2000 по 2005 рр. мінералізація води змінювалася у межах  $0,24-0,34 \text{ г/дм}^3$ , загальна жорсткість –  $0,8-2,0 \text{ ммоль/дм}^3$ . Активна реакція води нейтральна до слабко-лужної ( $\text{pH}=6,7-8,5$ ). За хімічним типом води, в основному, сульфатно-гідрокарбонатні натрієві, іноді хлоридно-гідрокарбонатні натрієві, хлоридно-гідрокарбонатні кальцієво-натрієві. У воді виявлені мікрокомпоненти, вміст яких складає – метакремнієвої кислоти  $25,9-55,72 \text{ мг/дм}^3$ . У бактеріологічному відношенні вода, що досліджується, здорова (колі-індекс менше 3, коли-тітр більше 333). Пестициди не виявлені. Вміст радіонуклідів знаходиться у припустимих межах.

Згідно ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондиціям для природної столової води «Бірюзова» встановлені такі норми: мінералізація  $0,2-0,6 \text{ г/дм}^3$ , вміст гідрокарбонатів і карбонатів ( $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ )  $50-70\%$ -екв., сульфатів ( $\text{SO}_4$ )  $<35\%$ -екв, хлоридів ( $\text{Cl}$ )  $<35\%$ -екв., натрію та калію ( $\text{Na}+\text{K}$ )  $>65\%$ -екв., кальцію ( $\text{Ca}$ )  $<30\%$ -екв., магнію ( $\text{Mg}$ )  $<20\%$ -екв. Вода, що задовольняє цим вимогам, експлуатується свердловиною №1е ЗАТ «Кришталь» з 2000р.

Враховуючи, що природна столова вода «Бірюзова» використовується для питних цілей, вона повинна задовольняти вимогам ДСТУ 878-93, ГОСТ

2874-82, ДержСанПіН та установленим кондиціям. У нижченаведених таблицях 7.1 та 7.2 приводиться порівняння нормативних показників за ДСТУ 878-93, ГОСТ 2874-82, ДержСанПіН і кондиціям із фактичним вмістом останніх у воді свердловини №1е. Як видно за таблицею, вода даного водозабору за всіма показниками задовольняє вимогам ДСТУ 878-93, кондицій, ГОСТ 2874-82 і ДержСанПіН. Дані хімічних аналізів проб води свідчать про стабільність якості води у часі. Середньорічний водовідбір за цей період збільшився з 3,83 до 7,37 м<sup>3</sup>/добу.

Під час проведення розвідувальних робіт з метою оцінки запасів мінеральної води «Бірюзова» вивчення якості останньої проводилось у період трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки води із свердловини №1е, проведеної у двох режимах експлуатації з водовідбором 25 м<sup>3</sup>/добу. За період відкачки зміни хімічного складу не спостерігалось.

Коливання величини загальної мінералізації за період відкачки складало 0,24-0,34 г/дм<sup>3</sup>, тобто відповідало вимогам ДСТУ 878-93. Вміст гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub>), сульфатів (SO<sub>4</sub>), хлоридів (Cl), натрію і калію (Na+K), кальцію (Ca), магнію (Mg) на протязі відкачки відповідає нормам ДСТУ 878-93 і встановленим кондиціям. Вміст метакремнієвої кислоти (H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) коливається у межах 25,9-55,72 мг/дм<sup>3</sup>.

Мінералізація вод, склад та вміст нормованих компонентів, гідрокарбонатів, сульфатів, натрію та калію до кінця розрахункового періоду будуть знаходитись в межах установлених кондицій. Це підтверджується графіками полулогарифмічної залежності зміни вмісту останніх у часі (рис. 4.1). З рисунка видно, що прогнозна величина мінералізації води водозабору на кінцевий строк роботи (27,5 років) складає 0,27 г/дм<sup>3</sup>, гідрокарбонатів – 70 екв.%, сульфатів – 13 екв.%, натрію та калію – 77 екв.%, що знаходиться в межах встановлених кондицій. Вміст радіоактивних компонентів U, Ra, Rn знаходиться в межах норми.



Оцінка якості підземних вод проводиться за результатами хімічних аналізів проб води, відібраних як у процесі робіт, так і за результатами робіт попередніх років. Оскільки оцінюються запаси столової води, що міститься в обухівському водоносному горизонті, то основна увага була приділена вивченню якості підземних вод цього горизонту. Крім того, дається характеристика якості вод відкладів четвертинного та бучацького водоносних горизонтів, що залягають у покрівлі та підшві останнього і впливають або можуть впливати на нього. Нижче приводиться якісна характеристика вод зазначених горизонтів зверху униз.

Характеристика якості вод відкладів четвертинної системи приводиться на основі раніше проведених гідрогеологічних досліджень [22,39]. Якість вод цього горизонту, в основному, залежить від літології водомістких порід та відкладів, що їх перекривають. У залежності від цих факторів змінюється якість вод по площі. Прісні води поширені на півдні та центральній частині ділянки. Ці води мають мінералізацію до  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , що обумовлені сприятливими умовами їх формування. Тут розвинуті «кучугурні» піски, відсутній поверхневий стік, а значна частина опадів йде на інфільтрацію.

У межах діючого водозабору ЗАТ «Кришталь» поширені прісні води з мінералізацією до  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , на локальній ділянці (св.№4) – дуже слабосолонуваті з мінералізацією  $1,47 \text{ г/дм}^3$ . На північ від водозабору води стають дуже слабосолонуватими з мінералізацією до  $1,15 \text{ г/дм}^3$ . Тут водомісткі алювіальні піски перекриті глинами, суглинками, присутній поверхневий стік.

За хімічним типом води, в основному, гідрокарбонатно-сульфатні натрієво-кальцієві, хлоридні-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві. Водневий показник знаходиться у межах 6,8-7,6. Води за органолептичними властивостями прозорі, без кольору і запаху, без смаку. Добра якість вод і велика кількість води водоносного горизонту дозволяє широко використовувати його для госпитного водопостачання на Павлоградському водозаборі.

Обухівський водоносний горизонт на території ділянки робіт експлуатує 3 водозабори: Гніздовський, Павлоградський і ЗАТ «Кришталь», з котрих

перші два подають воду для госпитних цілей, а третій для розливу мінеральної столової води «Бірюзова». Тому якість вод обухівського водоносного горизонту оцінюється відповідно до вимог ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні», ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» і ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого водопостачання».

Характеристика якості вод обухівського водоносного горизонту на ділянці робіт проводиться за даними раніше виконаних геологорозвідувальних робіт [22,39] та доповнюється дослідженнями у процесі проведення розвідувальних робіт з оцінки запасів мінеральної столової води «Бірюзова». Води обухівських відкладів, в основному, мають задовільні органолептичні властивості: вони без кольору, запаху, смаку, прісні або солонуваті. Мінералізація вод на площі ділянки коливається від 1,47 до 15,82 ммоль/дм<sup>3</sup>, збільшується з півдня на північ.

На переважній території ділянки, на півдні та центральній частині ділянки, розвинуті прісні води з мінералізацією менше 0,5-1,0 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю до 4,1 ммоль/дм<sup>3</sup>. У північній частині ділянки якість води погіршується: мінералізація вод підвищується до 2,0 г/дм<sup>3</sup>, жорсткість – до 15,82 ммоль/дм<sup>3</sup>. Тип вод сульфатно-гідрокарбонатний натрієвий, хлоридно-гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий, хлоридно-сульфатний натрієвий.

Реакція води слабко-лужна (рН=6,7-8,5). У бактеріологічному відношенні води здорові (колі-індекс < 3, колітітр > 333).

Характеристика якості вод відкладів бучацької світи приводиться на основі раніше проведених гідрогеологічних досліджень [22,39]. Води за органолептичними властивостями прозорі, без кольору і запаху, без смаку, прісні чи слабко солонуваті, мінералізація коливається від 0,52 до 1,86 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість знаходиться у межах 4,71-9,4 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Води з мінералізацією до 1,0 г/дм<sup>3</sup> поширені в центральній, південній та південно-східній частині ділянки. На решті території розвинуті води з мінералізацією 1,34-1,86 г/дм<sup>3</sup> і загальною жорсткістю 6,27-9,4 ммоль/дм<sup>3</sup>. За хімічним типом води сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, гідрока-



рбонатно-хлоридні кальцієво-натрієві, хлоридні натрієві. За водневим показником води нейтральні (рН = 7,0-7,8). В бактеріологічному відношенні води здорові (коли-індекс < 3, колітітр > 333).

Таблиця 4.1 – Порівняння показників ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондицій з фактичним вмістом компонентів у воді свердловини № 1е

Найменування показників	Розмірність	Норма ДСТУ 878-93 і кондицій	Вміст компонентів у воді	
			від	до
1	2	3	4	5
Нітрати(поNO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	50,0	відс.	3,0
Нітрити(поNO <sub>2</sub> )	-//-	2,0	0,0	0,075
Миш'як(As)	-//-	0,05	0,0	0,01
Свинець(Pb)	-//-	0,1	0,0	0,01
Цинк(Zn)	-//-	5,0	0,0019	0,08
Селен(Se)	-//-	0,05	<0,0001	0,001
Уран(U)	-//-	8,0·10 <sup>-5*</sup>	1,1·10 <sup>-7</sup>	<2·10 <sup>-6</sup>
Кадмій(Cd)	-//-	0,01	відс.	0,0029
Мідь(Cu)	-//-	1,0	0,0	0,0294
Ванадій(V)	-//-	0,4	0,0016	0,0267
Ртуть(Hg)	-//-	0,005	відс.	<0,001
Хром(Cr)	-//-	0,5	відс.	0,0071
Стронцій(Sr)	-//-	7,0	0,17	1,76
Радій(Ra <sup>226</sup> )	-//-	2,7·10 <sup>-11*</sup>	<1·10 <sup>-12</sup>	
Фтор(F)	-//-	1,5	0,15	0,61
Феноли	-//-	0,001	відс.	<0,001
Вуглець органічний	-//-	8,0	3,4	
Гідрокарбонат-іон (НСО <sub>3</sub> +СО <sub>3</sub> )	%-екв	50-70	51,3	65,8
Сульфат-іон(SO <sub>4</sub> )	-//-	<35	9,4	23,9
Хлор(Cl)	-//-	<35	16,95	29,1
Натрій + Калій (Na+K)	-//-	>65	69,4	78,8
Кальцій(Ca)	-//-	<30	13,36	25,3
Магній(Mg)	мг/дм <sup>3</sup>	<20	1,0	9,76
Мінералізація	г/дм <sup>3</sup>	0,2-0,6	0,24	0,34
Радон(Rn <sup>222</sup> )	Бк/дм <sup>3</sup>	100*	2,2	
Метакремнієва кислота(H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	50	25,90	55,72

Виконаний Українським НДІМРтаК комплекс фізико-хімічних досліджень підземних вод ділянки дозволяє оцінити воду свердловини № 1е як холодну, сульфатно-гідрокарбонатну натрієву, слабкомінералізовану, при-

дату для промислового розливу в якості природної столової. Приведений якісний склад води практично стабільний. За результатами виконаних робіт розроблені нові вимоги для основних компонентів хімічного складу мінеральної води «Бірюзова» для внесення коректив у ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» (табл. 4.1), представлені кондиції на мінеральну воду «Бірюзова». Обухівський водоносний горизонт, що експлуатується, на площі водозабору захищений від зовнішнього забруднення. Безпосередньо у покрівлі горизонту залягають мергелі обухівської світи та межигірські глини і сильноглинисті піски потужністю 11 м.

Таблиця 4.2 – Порівняння показників ГОСТ 2874-82 «Вода питна», ДержСанПін з фактичним вмістом компонентів у воді свердловини №1е

Найменування показників	Розмірність	Норма ГОСТа 2874-82 і (ДержСанПін)	Вміст компонентів у воді	
			від	до
1	2	3	4	5
Алюміній(Al)	мг/дм <sup>3</sup>	0,5(0,2)	відс.	0,20
Миш'як(As)	-//-	0,05(0,01)	0,0	0,01
Селен(Se)	-//-	0,001(0,01)	<0,0001	0,001
Свинець(Pb)	-//-	0,03(0,01)	0,0	0,01
Нікель(Ni)	-//-	(0,1)	<0,005	<0,01
Нітрати(NO <sub>3</sub> )	-//-	45,0(45,0)	відс.	3,0
Фтор(F)	-//-	1,5(1,5)	0,15	0,61
Окислюваність	-//-	(4,0)	0,56	1,81
Вуглець органічний	-//-	3,0	3,0	
Водневий показник(pH)	-//-	6,0-9,0 (6,5-8,5)	6,7	8,5
Сухий залишок	-//-	1000 (100,0-1000)	310	
Жорсткість загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	7,0(1,5-7,0)	0,8	2,0
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500(250)	19,0	64,6
Хлориди(Cl)	-//-	350(250)	19,8	50
Мідь(Cu)	-//-	1,0(1,0)	0,0	0,0294
Марганець(Mn)	-//-	0,1(0,1)	0,0	<0,1
Залізо(Fe)	-//-	0,3(0,3)	0,06	0,16
Цинк	-//-	5,0	0,0019	0,08
Стронцій(Sr)	-//-	7,0	0,17	1,76
Молібден(Mo)	-//-	0,25	відс.	0,004
Берилій(Be)	-//-	0,0002	відс.	0,00019
Барій(Ba)	-//-	(0,1)	відс.	



### Графіки

Напівлогарифмічної залежності змін мінералізації (M), іонів ( $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$  і (Na+K) у часі: M, ( $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) = f(lgt) та розрахунок їх прогнозних значень M, ( $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) = f(lgtпр.)

Таблиця значень мінералізації іонів M, ( $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ ),  $\text{SO}_4$ , (Na+K) за результатами аналізів води при відкачці з свердловини №1е

Час після відкачки, t, діб	lgt	M, мг/дм <sup>3</sup>	$\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ , екв.%	$\text{SO}_4$ , екв.%	Na+K, екв.%
0	0	270	56,5	16,9	70,5
18	1,256	290	51,3	19,3	73,4
26	1,414	280	61,1	23,9	76,3
46	1,662	250	65,8	15,0	69,4
69	1,69	240	60,3	10,6	72,8
89	1,95	250	63,0	14,0	70,7

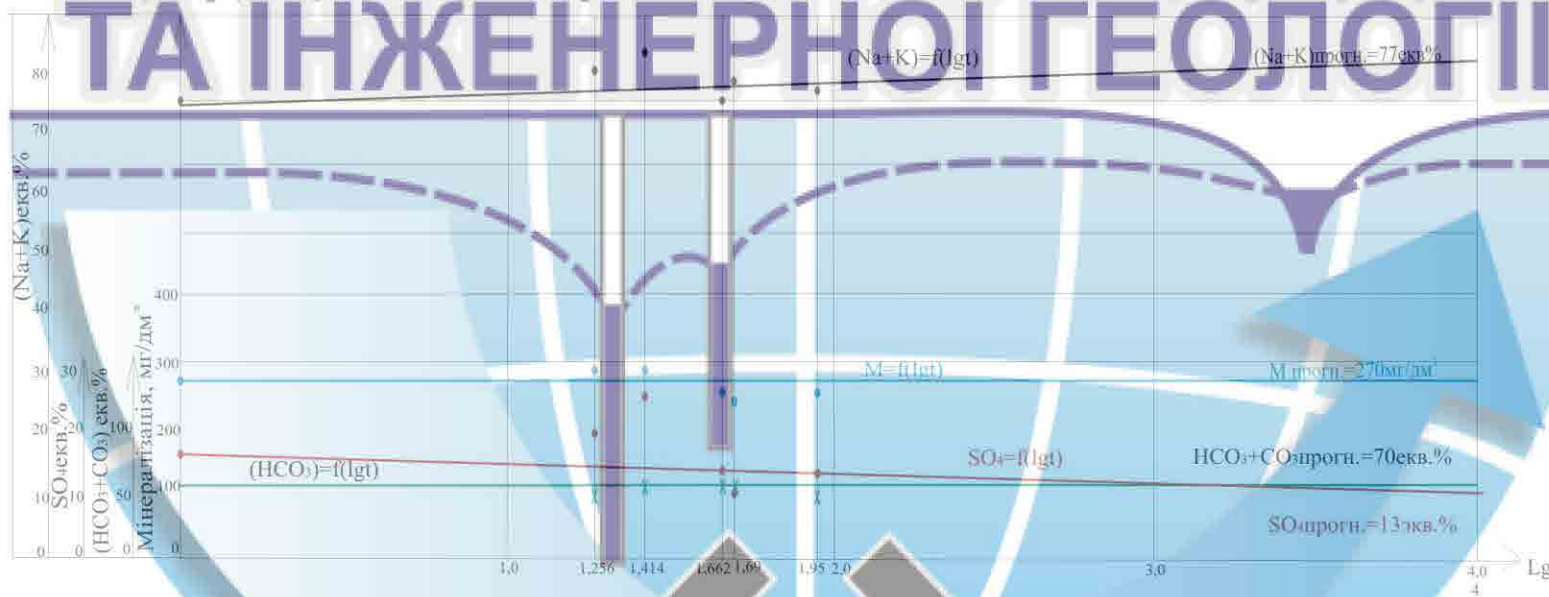


Рис. 4.1.

Існуючих джерел забруднення підземних вод на ділянці діючого водозабору не має. При експлуатації водозабору необхідно передбачити комплекс природоохоронних заходів щодо запобігання забруднення підземних вод.

Навкруги водозабору складається зона санітарної охорони з 3-х поясів: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження [8].

Перший пояс – зона суворого режиму встановлюється навкруги експлуатаційної свердловини, що експлуатує захищені підземні води, в радіусі не менше 15м. На діючій свердловині №1е зона санітарної охорони суворого режиму передбачена. Територія першого поясу спланована, огорожена; виключено всі види будівництва, що не пов'язані з експлуатацією свердловини. Вхід сторонніх осіб на територію зони суворого режиму виключений.

Другий пояс зони санітарної охорони передбачений для захисту водоносного горизонту від мікробних забруднень. Границі другого поясу встановлюються розрахунком, який урахує час посування мікробного забруднення води до водозабору.

Радіус зони визначається по формулі:

$$R = \sqrt{\frac{QT_M}{\pi t \mu}}, \quad (4.1)$$

де:  $Q$  - проектна потужність водозабору, що дорівнює 25 м<sup>3</sup>/добу;  $T_M$  - час виживання бактерій в умовах підземного потоку, для II кліматичного району дорівнює 200 діб (у відповідності до СНіП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»);  $t$  - потужність пісковиків обухівської світи, 10,0 м;  $\mu$  - водовіддача порід, прийнята для пісковиків, що дорівнює 0,025.

$$R_{\text{пл.}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 200}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,025}} = 79,8 \approx 80 \text{ м}$$

У цій зоні заборонено забруднення території нечистотами і відходами, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів, мінеральних добрив.



В санітарні заходи другого поясу також включено виявлення, тампонаж всіх старих і дефектних свердловин, регулювання буріння нових свердловин.

Третій пояс зони санітарної охорони призначений для захисту підземних вод від хімічних забруднень. Розташування границі третього поясу визначається розрахунком, що враховує час пересування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинно бути більше розрахункового терміну роботи водозабору, але не менше 25 років ( $R_{нідм}$ ).

Радіус можливого підтягування вод з мінералізацією, менш заявленої, визначається за такою залежністю:

$$R_{нідм} = \sqrt{\frac{QT}{\pi t \mu}}, \quad (4.2)$$

де:  $Q$  - проектна потужність водозабору, що дорівнює  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;  $T$  - розрахунковий час,  $1 \cdot 10^4$  діб;  $t$  - потужність пісковиків обухівської світи,  $10,0$ ;  $\mu$  - водовіддача порід, прийнята для пісковиків, що дорівнює  $0,025$ .

$$R_{нідм} = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 10,0 \cdot 0,025}} = 564,33 \approx 564 \text{ м}$$

На території третього поясу необхідно передбачити санітарні заходи, аналогічні другому поясу.

Індустріально-технічні властивості вод, в основному, задовільні: вони напіввспінюючі ( $F < 200$ ), іноді вспінюючі ( $F > 200$ ), з дуже малою кількістю м'якого осаду ( $H < 125$ ;  $0 < Kh < 0,25$ ), не кородують ( $Kk + 0,0503 \text{ Ca}^{++} < 0$ ;  $Kk < 0$ ). Як вказувалося вище, водозабірна свердловина № 1е обладнана на слабкотріщинуваті пісковики і має незначний дебіт ( $1,16 \text{ дм}^3/\text{с}$ ). В зв'язку з цим, згідно [7] агресивність води для слабкопроникливих шарів не нормується. Запропоновані до затвердження запаси столових вод мають середню мінералізацію  $0,31 \text{ г/дм}^3$ . Незначне соленасичення вод, а також низький вміст у розвіданій воді вільної вуглекислоти (до  $4,4 \text{ мг/дм}^3$ ), виключає випадіння солей в осад на стінках трубопроводу. Це підтверджується і даними експлуатації свердловини №1е на протязі п'яти років і дослідно-експлуатаційної відка-

чки на протязі трьох місяців, при яких не спостерігалися солевідклади на стінках водопроводу при подачі води водоспоживачеві та при відводі її при відкачці. Територія діючого водозабору ЗАТ „Кришталь” вільна від забудови. Можливість організації зон санітарної охорони на вищевказаному водозаборі існує.



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## 5. РОЗРАХУНОК ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

### 1. Розрахунки та обґрунтування прийнятого коефіцієнту водопровідності ( $km$ ).

Розрахунки коефіцієнтів водопровідності за несталим рухом підземних вод виконані за даними графіків часового простежування зниження ( $S$ ) та підвищення ( $S^*$ ) рівнів води у свердловинах:  $S = f(\lg t)$  та  $S^* = f(\lg t)$ . Методика розрахунків передбачає використання наступних залежностей, що відображають результати дослідних робіт:

$$km_t = \frac{0,183Q}{C_t}, \quad (5.1)$$

де:  $Q$  - дебіт свердловини,  $m^3/\text{добу}$ ;  $C_t$  - кутовий коефіцієнт прямолінійної ділянки графіка;

$$C_t = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1} \quad (5.2)$$

де:  $S_2$  і  $S_1$  – зниження (у процесі відкачки) або підвищення  $S_1^*$  і  $S_2^*$  – рівня (у процесі відновлення) на момент часу  $t_2$  і  $t_1$  (знімається з графіка).

Визначення коефіцієнту водопровідності виконане за результатами простежування рівнів води у центральній (№ 1е) та спостережній (№ 2с) свердловинах у початковий період відкачки (при зниженні рівнів води) та по завершенню дослідно-промислової відкачки – при відновленні рівнів води.

В основу розрахунків коефіцієнтів водопровідності за формулами сталого руху враховувались єдиновременні дані (дебіт, зниження) при досягнутій стабілізації дослідів:

а) для центральної свердловини:

$$km = \frac{0,366Q}{S_0} \lg \frac{R_n}{r_0} \quad (5.3)$$

б) для центральної та спостережної свердловин:

$$km = \frac{0,366Q}{S_0 - S_1} \lg \frac{r_1}{r_0}, \quad (5.4)$$

де:  $Q$  – проектний дебіт свердловини,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;  $R_n$  – приведений радіус впливу на кінець відкачки ( $t$ );  $R_n = 1,5\sqrt{at}$  (6.5);  $a$  – коефіцієнт п'єзопровідності,  $\text{м}^2/\text{добу}$ ;  $t$  – тривалість відкачки, діб (45,4);  $r_0$  – радіус свердловини, м;  $r_1$  – відстань між центральною та спостережною свердловинами, м;  $S_0$  – зниження рівня в центральній свердловині на кінець відкачки, м;  $S_1$  – зниження рівня в спостережній свердловині на кінець відкачки, м;  $km$  – коефіцієнт водопровідності,  $\text{м}^2/\text{добу}$ .

в) по залежності

$$km = A_0q, \quad (5.5)$$

де:  $A_0$  – емпіричний коефіцієнт (для напірних вод = 130);  $q$  – питомий дебіт,  $\text{дм}^3/\text{с}$ .

Розрахунки коефіцієнтів водопровідності ( $km$ ) за даними дослідних робіт наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності ( $km$ )

№ свердл.	Стале посування $km$ , $\text{м}^2/\text{добу}$	Нестале посування $km$ , $\text{м}^2/\text{добу}$	
		Часове простежування	
		$S = f(lgt)$	$S^* = f(lgt)$
1e	18,18	13,07	13,07
1e-2c	14,48	-	-
1e	15,6	-	-
2c	-	15,25	15,25

Середнє арифметичне значення коефіцієнта водопровідності відповідно до розрахунків за даними проведеного дослідження складає:

$$km_{\text{серед.}} = \frac{18,18 + 14,48 + 15,6 + 13,07 + 15,25 + 13,07 + 15,25}{7} = 14,99 \approx 15,0 \text{ м}^2/\text{добу}$$

У зв'язку із нерівномірною водозбагаченістю пісковиків обухівської світи по площі ділянки величина коефіцієнта водопровідності змінюється від значення 8,5 до 56,25  $\text{м}^2/\text{добу}$ . Для оцінки запасів мінеральних вод по свердловині №1e приймається середньоарифметична величина коефіцієнта водопровідності ( $km$ ), що розрахована по свердловинах №№ 179, 8220, 8221, 8224,



8226, 8227, 1e, які рівномірно розташовані по площі ділянки в зоні впливу діючого водозабору (на відстані до 1,0 км від свердловини № 1e):

$$km_{\text{серед.}} = \frac{12,3 + 56,25 + 8,5 + 33,35 + 50,8 + 15,74 + 15,0}{7} = 27,42 \approx 27,0 \text{ м}^2 / \text{добу}$$

2. Коефіцієнт п'єзопровідності ( $a$ , м<sup>2</sup>/добу) визначений за даними дослідно-експлуатаційної відкачки за допомогою графіків часового простежування зниження ( $S$ ) і підвищення ( $S^*$ ) рівня води у центральній та спостережній свердловинах:

- за даними по центральній свердловині

$$\lg a = 2 \lg r_0 - 0,35 + \frac{A}{C_t},$$

- за даними центральної та спостережної свердловин

$$\lg a = 2 \lg r_1 - 0,35 + \frac{A}{C_t},$$

де:  $a$  – коефіцієнт п'єзопровідності,  $r_0$  – радіус центральної свердловини, м;  $r_1$  – відстань між центальною та спостережною свердловинами, м;  $A_t$  і  $C_t$  – параметри, що визначаються по графіках  $S = f(\lg t)$  і  $S^* = f(\lg t)$ .

Розрахунки коефіцієнтів п'єзопровідності наведені у таблиці 5.2.

Як видно з даних таблиці 5.2, розраховані значення коефіцієнтів п'єзопровідності коливаються в межах від  $3,54 \cdot 10^3$  до  $0,59 \cdot 10^5$  м<sup>2</sup>/добу. Значення  $a = 3,54 \cdot 10^3 - 5,6 \cdot 10^3$  по центральній свердловині (1e) виходять за межі теоретичних значень ( $10^5 - 10^7$  м<sup>2</sup>/добу) і тому відбраковуються [2].

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків коефіцієнтів п'єзопровідності

№ свердловини	Коефіцієнт п'єзопровідності ( $a$ ), м <sup>2</sup> /добу	
	Часове простежування	
	$S = f(\lg t)$	$S^* = f(\lg t)$
1e	$3,54 \cdot 10^3$	$5,6 \cdot 10^3$
2c	$0,59 \cdot 10^5$	$0,59 \cdot 10^5$

Для оцінки запасів мінеральних вод по свердловині № 1е прийняте середнє значення коефіцієнту п'єзопровідності  $a = 0,59 \cdot 10^5$  м<sup>2</sup>/добу, що одержане по спостережній свердловині № 2с.

3. Потужність водомістких відкладів обухівської світи прийнято як середнє арифметичне значення по свердловинах №№ 179, 8227, 8226, 8224, 8220, 8221, 1е і дорівнює 10,0м:

$$m_{\text{сер.}} = \frac{14,5 + 8,2 + 14,4 + 10,2 + 10,10 + 9,9 + 6,0}{7} = 10,47 \approx 10,0 \text{ м}$$

4. Проектний водозабір представлений експлуатаційною свердловиною № 1е, з якої була проведена дослідно-експлуатаційна відкачка в безперервному режимі з дебітом 25 м<sup>3</sup>/добу, що відповідає заявленій потребі (25 м<sup>3</sup>/добу).

5. Припустиме зниження ( $S_{\text{прип.}}$ ) визначається по конструкції свердловини № 1е і максимальній глибині установки насоса. У відповідності до конструкції свердловини максимальна можлива глибина установки насоса обмежується глибиною установки нижньої частини обсадної колони, яка дорівнює 24,25 м. При довжині насоса, що дорівнює 2,0 м, мінімальній величині залишкового стовпа води над насосом 3,0 м і глибини залягання п'єзометричного рівня 4,25м, припустиме зниження рівня складає:

$$S_{\text{прип.}} = 24,25 - 2,0 - 3,0 - 4,25 = 15,0 \text{ м}$$

Обухівський водоносний горизонт, з метою схематизації природних умов, розглядається як необмежений у плані. Найближчі границі поширення пісковиків розташовуються у 10-15 км на південь від ділянки робіт. У покривлі водоносного горизонту на ділянці робіт залягають мергелі обухівської світи та сильноглинисті піски і глини межигірської світи, що є слабко проникливою межею, яка розділяє пісковики обухівської світи та алювіальні піски.

У підосві повсюдно залягають бучацькі піски, витримані в плані та розрізі. Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок перепливу з вищезалягаючих алювіальних відкладів, розвантаження – за межами ділянки долинами р. Вовчої і р. Самари.



Враховуючи вищевикладене, за природними умовами водоносний горизонт у відкладах обухівської світи схематизується як безмежний пласт, з проникливою границею у підшві та сталим перепливом з вищезалягаючого алювіального водоносного горизонту.

Для підрахунку експлуатаційних запасів мінеральних вод прийнято:

1. проектний водозабір представлений свердловиною № 1е, що обладнана на водоносний горизонт у відкладах обухівської світи;
2. заявлена потреба в мінеральній воді  $Q = 25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;
3. коефіцієнт водопровідності відкладів обухівської світи  $27,0 \text{ м}^2/\text{добу}$ ;
4. коефіцієнт пр'єзопровідності відкладів обухівської світи  $\alpha = 0,59 \cdot 10^{-5}$ ;
5. потужність водомістких відкладів  $m = 10,0 \text{ м}$ ;
6. припустиме зниження рівня води в проектному водозаборі  $S_{\text{прип.}} = 15,0 \text{ м}$ ;
7. розрахункова схема – стале посування підземних вод до водозабору в безграничному шарі з проникливою границею у підшві та передіви вод з вищезалягаючого алювіального водоносного горизонту через слабкопроникливий пласт (сильноглинисті піски межигірської світи).

Визначення розрахункових значень гідрогеологічних параметрів проводилось за результатами дослідно-експлуатаційної відкачки, проведеної в безперервному режимі (І період) за наступними методиками.

Гідрогеологічні параметри обухівського водоносного горизонту, що оцінюється, визначались по даних дослідно-експлуатаційної відкачки за формулами сталого ( $km$ ) та несталого ( $km, a$ ) руху підземних вод.

## 6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕТІКАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІЖ ВОДОНОСНИМИ ГОРИЗОНТАМИ

При відборі підземних вод з обухівського водоносного горизонту необхідно враховувати кількість вод які перетікають у нього з вище розташованих відкладів межигірської світи палеогену. Для цього розглянемо схему на рис. 6.1, де зображені два водоносних горизонти і слабопроникній пласт між ними. Виводячи рівняння нерозривності для нижнього горизонту, необхідно врахувати надходження води не тільки через бічні грані пласта (як у випадку ізольованого водоносного горизонту), але і через його верхню грань: тут приходить вода, що перетікає з верхнього пласту через розділяючий горизонт. При розрахунках подібних водоносних систем приймаються припущення, відомі як передумови перетікання (Мятієва-Гірінського):

1. Рух в водоносних пластах є плановим (лінії струму паралельні напластаванію).

2. У розділяючому шарі лінії струму перпендикулярні напластаванію; фізично ця передумова цілком з'ясовна: вода прагне пройти ділянку з великим опором по найкоротшому шляху.

С.М. Нумеров показав, що похибка обумовлена першою передумовою, має порядок,

$$\delta_1 \approx 0,1\lambda \ln \lambda \quad (6.1)$$

а похибка другий передумови

$$\delta_2 \approx 0,1\bar{\lambda} \quad (6.2)$$

$$\delta_{\text{сум}} = \delta_1 + \delta_2 \quad (6.3)$$

де  $\lambda = k_2 / k_3$ ;  $\bar{\lambda} = (m_3 / m_2)\lambda$ ;  $k_2, k_3, m_2, m_3$  – відповідно коефіцієнт фільтрації та потужність слабопроникного і експлуатованого водоносного горизонту.

Аналіз рівнянь (6.1) – (6.3) показує, що точність передумов перетікання залежить в першу чергу від співвідношення проникності порід водоносного і



розділяючого шарів, в зв'язку з чим необхідно зробити дані оцінки в нашому випадку. Беручи значення з глави 5 коефіцієнта фільтрації обухівського водоносного горизонту  $k_3 = 2,5$  м/добу; середня потужність ( $m_3$ ) – 8 м. Необхідно відзначити що з аналізу геолого-гідрогеологічних умов (розділ 2) слідує, що параметри розділяючого шару не постійні в межах досліджуваної ділянки, в зв'язку з чим раціонально виконати розрахунок похибки перетікання в наступному діапазоні значень  $k_2 = 0,2 - 0,5$  м/добу;  $m_2 = 1,5 - 2,5$  м. Дані розрахунки були виконані в програмному середовищі Mathcad а їх результати представлені на рис. 6.2. Аналіз отриманих даних показує, що сумарна помилка за двома передумовами не перевищує 10 %, що типово при виконанні практичних розрахунків.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

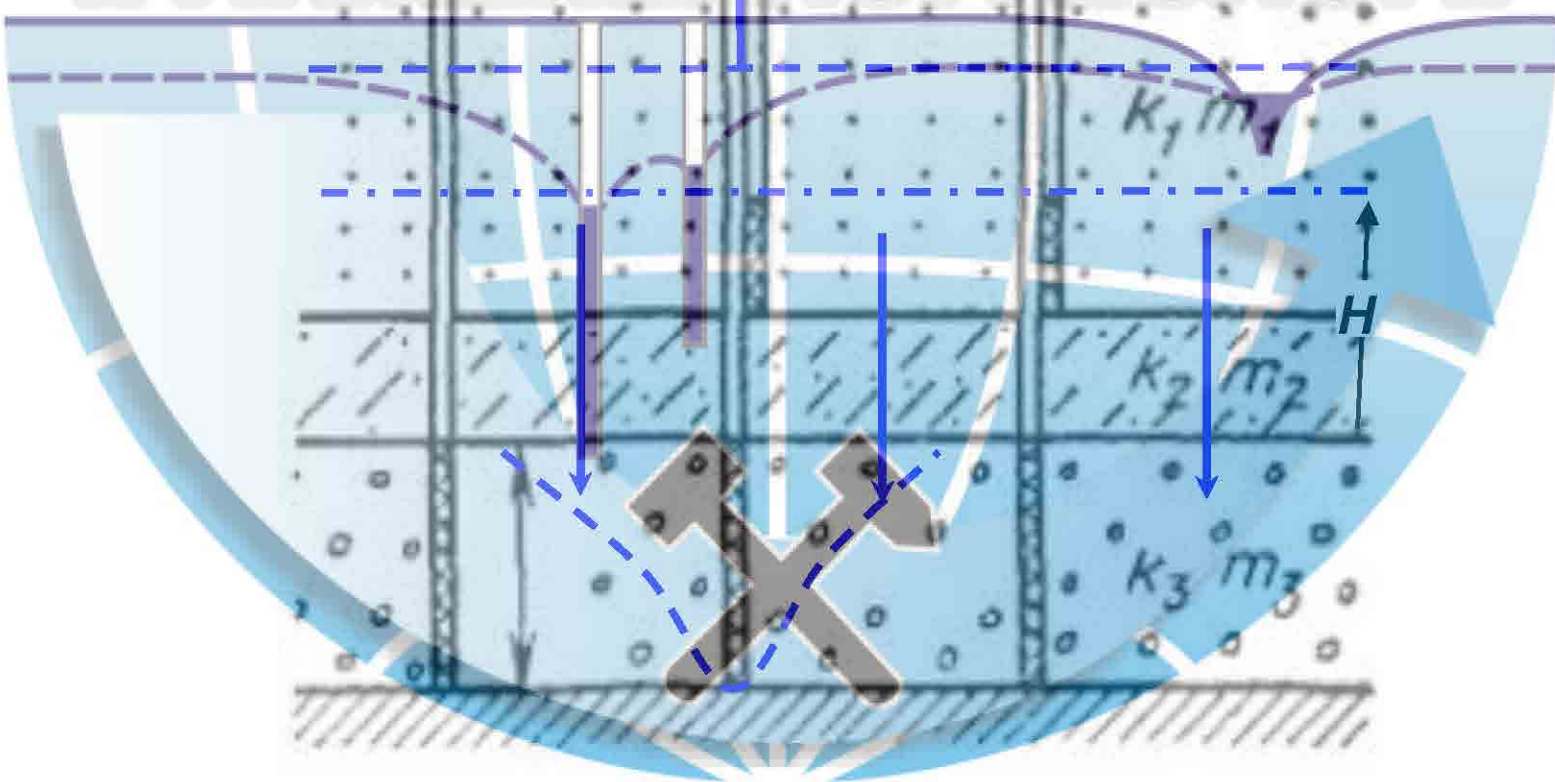


Рис. 6.1 Взаємодія водоносних горизонтів при експлуатації водозабору в області початкового живлення при постійному рівні в суміжному горизонті

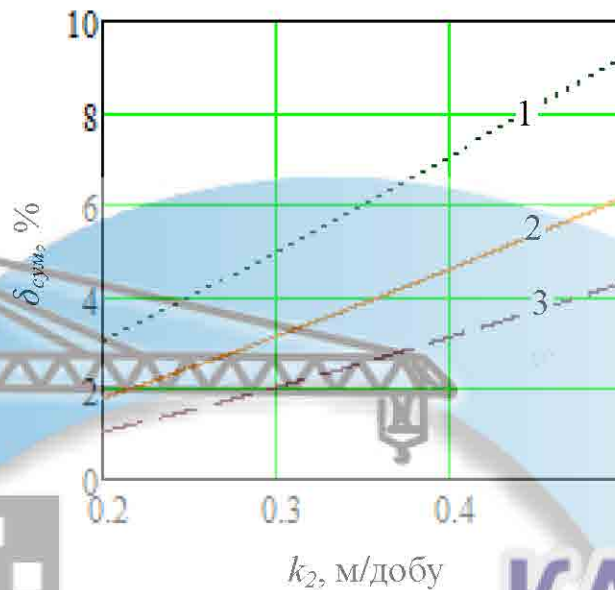


Рис. 6.2 – Зміна сумарної похибки обумовленої передумовами перетікання в залежності від параметрів обухівських відкладів та потужності розділяючого шару: 1 – 3 – 1,5, 2 та 2,5 м

З урахуванням прийнятих і обґрунтованих передумов перетікання рівняння нерозривності матиме вигляд

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho \cdot m \cdot v_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho \cdot m \cdot v_y) + \frac{\partial(\rho \cdot n \cdot m)}{\partial t} - \rho \cdot \varepsilon_p = 0 \quad (6.4)$$

Відповідно перетвориться і диференціальних рівняння фільтрації

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{H' - H}{B^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial H}{\partial t} \quad (6.5)$$

де  $B = \sqrt{T \cdot m_2 / k_2}$  – параметр перетікання. Чим менше величина  $B$ , тим інтенсивніше, при інших рівних умовах, йде перетікання.

Для випадку одиночної свердловини і будь-яких моментів часу, за умови сталості рівня в живильному горизонті і жорсткого режиму фільтрації в розділяючому шарі, отримано рішення рівнянь (6.4), (6.5) в наступному вигляді

$$S = \frac{Q}{4\pi T} W(u, \frac{r_c}{B}) \quad , \quad u = \frac{r_c^2}{4at}, \quad T = km \quad (6.6)$$

де  $W(x, y)$  – функція Хантуша.



За допомогою формули (6.6) в програмному середовищі Mathcad виконаний розрахунок зниження рівня підземних вод при їх відборі з обухівського відкладів з урахуванням перетікання з вищезалегаючих горизонтів. При цьому значення дебіту свердловин бралися в діапазоні відповідному необхідній потреби в питній воді (рис. 6.3 – 6.4). Аналіз отриманих даних показує, що для обох водоносних горизонтів, розраховані значення зниження рівня підземних вод не перевищують допустимих значень.

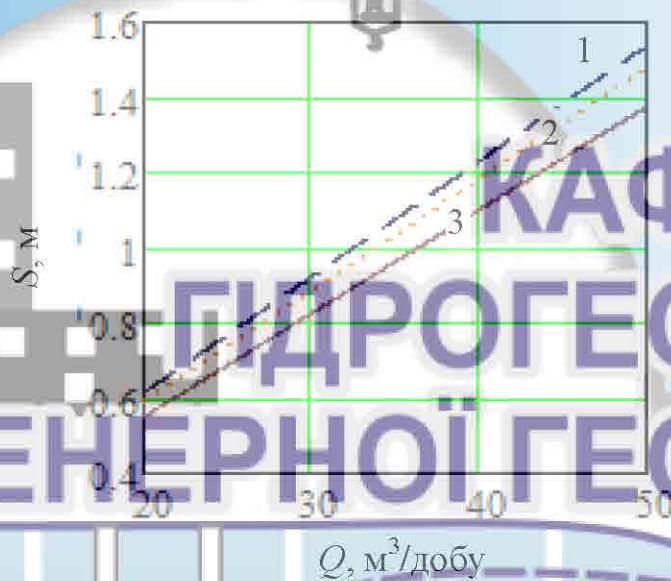


Рис. 6.3 – Зниження рівня підземних вод в обухівських відкладах при  $k_2 = 0,3$  м/добу та  $m_2$ : 1 – 3 – 1,5, 2 та 2,5 м

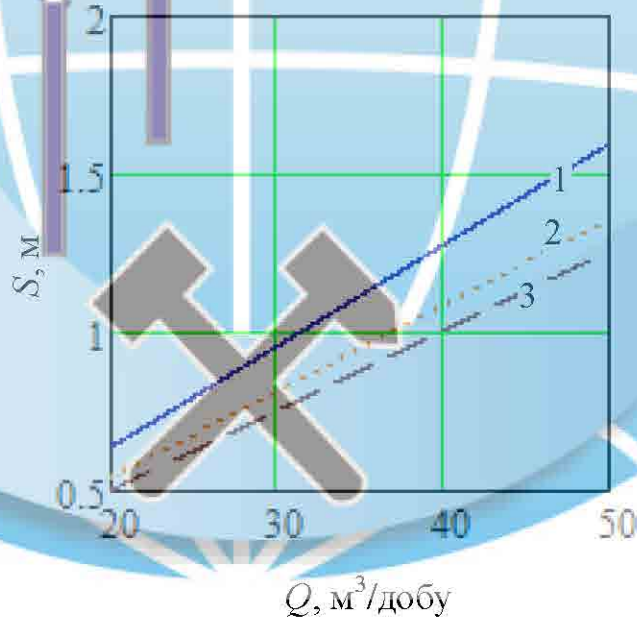


Рис. 6.4 – Зниження рівня підземних вод в обухівських відкладах при  $m_2 = 1,5$  м та  $k_2$ : 1 – 3 – 0,1, 0,5 та 1 м/добу

## 7. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ

При проведенні дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1е було чітко встановлено сталий рух підземних вод до свердловини. Про це свідчить, як вказувалося вище, стабільний режим роботи свердловини, що підтверджується постійністю дебіту та динамічного рівня води в експлуатаційній свердловині №1е та стабільністю рівня у спостережній свердловині №2с. Тому, виконуючи розрахунки за умов несталого режиму експлуатації, приймаємо найбільш несприятливий варіант, тим самим створюючи додатковий запас надійності прогнозів.

Водовідбір передбачається проводити із однієї свердловини №1е.

Розрахунок експлуатаційних запасів зводиться до визначення розрахункового ( $S_{розр.}$ ) зниження рівня води в свердловині №1е на кінцевий строк її експлуатації 27,5 років ( $10^4$  добу) при заявленому водовідборі ( $25\text{ м}^3/\text{добу}$ ) і порівнянні розрахункового зниження ( $S_{розр.}$ ) з припустимим ( $S_{прип.}$ ).

Зниження рівня води в свердловині ( $S_{розр.}$ ) складається зі зниження ( $S_0$ ) в свердловині під час її роботи як одиночної, без взаємодії, і суми знижень ( $\sum \Delta S$ ), що викликані роботою інших свердловин водозабору, які впливають на дану свердловину:

$$S_{розр.} = S_0 + (\Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots \Delta S_n) \quad (7.1)$$

де:  $S_0$  – зниження в свердловині за рахунок її роботи на протязі розрахункового періоду  $10^4$  добу;  $\Delta S_1$  – зниження в свердловині за рахунок впливу Павлоградського комплексу водозаборів (№ 2), центр тяжіння якого в 7,0 км на південь;  $\Delta S_2$  – зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору (№ 3) хімічного заводу, розташованого в 5 км;  $\Delta S_3$  – зниження в свердловині за рахунок впливу Вербського водозабору (№ 4), розташованого в 10 км.

Експлуатаційні свердловини №№ 3,5,6, на ділянці, обладнані на обухівський водоносний горизонт з добовим водовідбором  $1,0\text{-}2,0\text{ м}^3$  не будуть впливати на роботу свердловини №1е.



Зниження  $S_0$  в свердловині за рахунок її роботи на протязі розрахункового періоду визначається по формулі Дюпюї:

$$S_0 = \frac{Q_e}{2\pi km} \ln \frac{R_n}{r_0}, \quad (7.2)$$

де:  $Q_e$  – експлуатаційний дебіт свердловини, дорівнює  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ;  $R_n$  – приведений радіус впливу, що дорівнює  $R_n = 1,5\sqrt{at} = 1,5\sqrt{0,59 \cdot 10^5 \cdot 10^4}$ , м,

де  $a = 0,59 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{добу}$  – коефіцієнт п'єзопровідності;  $R_n = 36434 \text{ м}$ ;  $t$  – час роботи свердловини, що дорівнює  $10^4$  добу;  $r_0$  – радіус свердловини, що дорівнює  $0,025$ ;  $km$  – коефіцієнт водопровідності, що дорівнює  $27,0 \text{ м}^2/\text{добу}$

$$S_0 = \frac{25}{2 \cdot 3,14 \cdot 27} \ln \frac{36434}{0,025} = 2,09 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору №2

$$\Delta S_1 = \frac{Q_e}{2\pi km} \ln \frac{R_n}{r_1} \quad (7.3)$$

де:  $r_1$  – відстань до свердловини № 1е, що дорівнює  $7,0 \text{ км}$ ;  $km$  – середнє значення коефіцієнта водопровідності, що дорівнює  $177 \text{ м}^2/\text{добу}$ ;  $Q$  – затверджені запаси підземних вод у відкладах обухівсько-бучацької світи у ДКЗ СРСР складають  $29,0 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$  [39]. Для розрахунків приймається  $5800 \text{ м}^3/\text{добу}$ , тому що за даними витратометрії в свердловині водоприток із обухівських пісковиків складає від  $0,0$  до  $20\%$ , а з бучацьких пісків – від  $100$  до  $80\%$  [23]. Для розрахунків приймаємо  $20\%$ .

$$\Delta S_1 = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 177} \ln \frac{36434}{7000} = 8,60 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу водозабору №3 (хімічного заводу), затверджені запаси підземних вод в УкрТКЗ по якому в обухівсько-бучацьких світ складають  $3,8 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$  [23], для розрахунків приймається  $760 \text{ м}^3/\text{добу}$ , середнє значення  $km=150 \text{ м}^2/\text{добу}$ , відстань  $5,0 \text{ км}$ .

$$\Delta S_2 = \frac{760}{2 \cdot 3,14 \cdot 150} \ln \frac{36434}{5000} = 1,60 \text{ м}$$

Зниження в свердловині за рахунок впливу Вербського водозабору (№ 4) затверджені запаси підземних вод по якому у відкладах обухівсько-бучацької світи складають 2,44 тис.м<sup>3</sup>/добу, для розрахунків приймається 488 м<sup>3</sup>/добу, середнє значення  $km = 120$  м<sup>3</sup>/добу [28], відстань 10 км.

$$\Delta S_3 = \frac{488}{2 \cdot 3,14 \cdot 120} \ln \frac{36434}{10000} = 0,84 \text{ м}$$

Таким чином, розрахункове зниження  $S_{розр.}$ , на кінцевий строк експлуатації водозабору 10<sup>4</sup> добу дорівнює:

$$S_{розр.} = 2,09 + 8,60 + 1,60 + 0,84 = 13,13 \text{ м}$$

Допустиме зниження  $S_{прип.}$  складає 15,0 м.

Звідси  $S_{прип.} > S_{розр.}$  (15,0 > 13,13 м), таким чином підраховані запаси мінеральних вод (25 м<sup>3</sup>/добу) є забезпеченими та повністю задовольняють замовлену на них водокористувачем потребу.

Оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води «Бірюзова» проводиться за результатами трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки.

Під час підрахунків експлуатаційних запасів підземних вод враховуються наступні вимоги до якості вод та режиму експлуатації:

1. мінеральна вода водоносного горизонту обухівських відкладів, що оцінюється, на протязі розрахункового строку роботи водозабору повинна задовольняти всім вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні» і кондиції;
2. заявлена потреба у воді відповідно до технічного завдання складає 25 м<sup>3</sup>/добу;
3. розрахунковий строк водоспоживання 27,5 років або 10<sup>4</sup> діб при безперервному режимі роботи водозабору.

Оцінка експлуатаційних запасів проводиться сумісним гідравлічним і гідродинамічним методами, яка зводиться до розрахунку знижень рівнів води в свердловинах взаємодіючих водозаборів при заданому дебіті.



В процесі експлуатації водозабору з розрахунковою потребою  $25\text{ м}^3/\text{добу}$  до нього будуть підтягуватися контури вод різноманітного складу. Контур просування вод визначається по формулі:

$$x = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi t \mu}}, \quad (7.4)$$

де:  $x$  – відстань просування вод до водозабору, м;  $t$  – потужність пісковиків обухівської світи, яка дорівнює  $10,0$  м;  $\mu$  – водовіддача пісковиків приймається рівною  $0,025$ .

Останні умовні позначення та їх значення приведені вище.

$$x = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 10,0 \cdot 0,025}} = 564,33 \approx 564 \text{ м}$$

Отже, на кінцевий строк роботи водозабору до нього підтягнуться води з відстані  $564$  м. Мінімальна відстань до контуру некондиційних вод з мінералізацією більше  $0,6 \text{ г}/\text{дм}^3$  складає  $600$  м. В результаті, мінералізація води, яку відбирають на водозаборі, на кінцевий період його роботи не зміниться.

Таблиця 7.1 – Запаси підземних мінеральних вод, пропоновані до затвердження

Запаси підземних мінеральних вод в $\text{м}^3/\text{добу}$ за категоріями					Примітка
A	B	A+B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	
1	2	3	4	5	6
Мінеральна природна столова вода «Бірюзова» Водоносний горизонт у відкладах обухівської світи					
-	25	25	-	25	

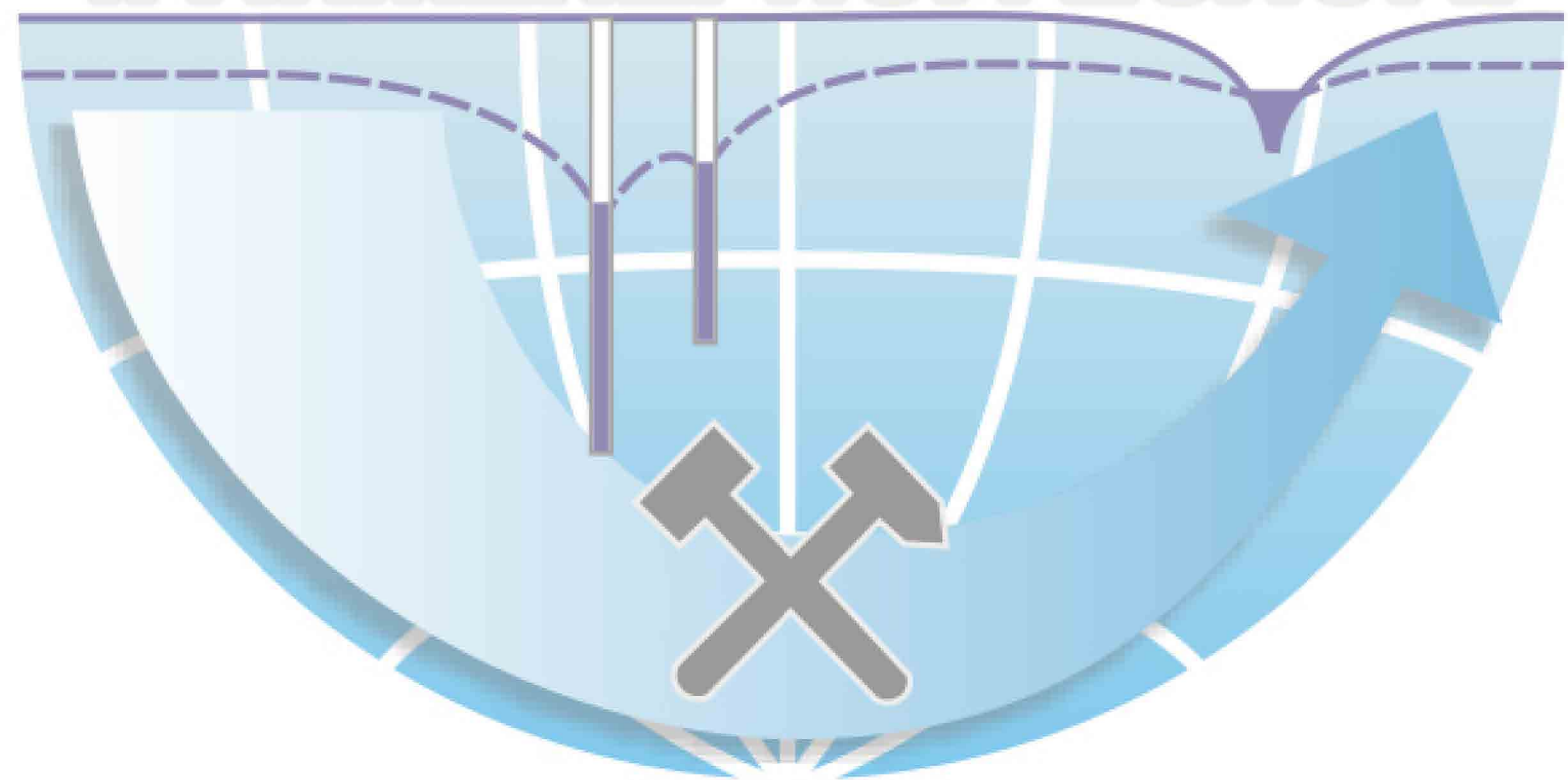
Розвідані запаси підземних мінеральних вод по промисловій категорії повністю задовольняють заявлену в них потребу замовника – водоспоживача ЗАТ «Кришталь» в мінеральній воді для промислового розливу.

Обґрунтування категорії експлуатаційних запасів підземних мінеральних вод на експлуатаційному водозаборі проведено згідно з положенням інструкції із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод [14].

При класифікації розвіданих запасів вод відкладів обухівської світи враховувались наступні умови: ступінь вивченості геологічної будови, гідрогеологічних та гідрохімічних умов ділянки робіт, повнота вивченості умов формування та забезпеченості водозабору, міра обліку в розрахункових схемах реальних гідродинамічних умов, повнота вивченості якості вод та її зміна у часі.

За ступенем складності гідрогеологічних умов розвідане родовище мінеральних вод відноситься до I групи. За категорією В класифікуються запаси, що дорівнюють дебіту, отриманому в процесі трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## 8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ ВОДОЗАБОРУ

У відповідності до Закону України про надра, Водного Кодексу України і чинних інструктивних і нормативних документів для забезпечення стійкого водозабезпечення рекомендується:

1. після затвердження експлуатаційних запасів мінеральних природних столових вод у ДКЗ України оформити ліцензію на право користування надрами з метою видобутку підземних мінеральних вод;
2. забезпечити необхідний санітарний режим у зоні санітарної охорони водозабору;
3. розробити та затвердити у встановленому порядку технологічну схему раціональної експлуатації водозабору у відповідності із затвердженими запасами і забезпечити виконання оптимального режиму робіт;
4. скласти проект гірничого відводу родовища;
5. вести регулярні спостереження за рівнем, дебітом і якістю підземних

вод, налагодити облік їх відбору і представляти звітність органам Міністерства охорони навколишнього природного середовища України і територіальної геологічної служби.

Як відмічалось у характеристиці гідрогеологічних умов, обухівський водоносний горизонт у своїй покрівлі перекривається товщею алювіальних відкладів (пісків, суглинків, глин), шаром слабкопроникних межигірських сильноглинистих пісків, глин і прошарками мергелів обухівської світи.

Ділянка робіт, у межах якої розміщено водозабір мінеральних природних столових вод, знаходиться у межах м. Павлограда. У зв'язку з цим, при експлуатації водозабору необхідно передбачити комплекс заходів для захисту підземних мінеральних вод від хімічного і бактеріологічного забруднення, режимним спостереженням, що в загальному вигляді передбачає:

1. Експлуатацію обухівського водоносного горизонту проводити при допомозі експлуатаційної свердловини №1е;

2. Свердловину обладнати електропогружним насосом типу ЕЦВ, що забезпечує ритмічну експлуатацію горизонту і збереження властивостей води при відборі;

3. Водовідбір проводити на протязі 5-6 годин на добу, не перевищуючи дослідний дебіт (25 м<sup>3</sup>/добу, 5 м<sup>3</sup>/годину);

4. При експлуатації водозабору необхідно дотримуватися вимог щодо утворення зон санітарної охорони;

5. Вести спостереження за зміною рівневого режиму і хімічного складу підземних вод; спостереження за рівнями підземних вод проводити у двох свердловинах – експлуатаційній № 1е і спостережній 2с; частота вимірів повинна бути не менше одного разу на місяць; проби води з експлуатаційної свердловини №1е на хімічний аналіз відбирати один раз на протязі півріччя; не рідше одного разу на рік проводити відбір проб води на бальнеологічні дослідження УкрНДІМРтаК;

6. Експлуатаційну свердловину № 1е улаштувати обладнанням для замірів рівня, дебіту і спеціальним краном для відбору проб води.

Розвідувальні роботи з метою оцінки запасів мінеральних природних столових вод проведені у відповідності з «Інструкцією із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод». У процесі виконаних робіт були використані матеріали всіх раніше проведених геологорозвідувальних робіт по ділянці робіт та суміжної території.

В результаті виконаних робіт оцінені експлуатаційні запаси мінеральних природних столових вод у кількості 25 м<sup>3</sup>/добу по категорії В. Кількість запасів задовольняє потребу замовника з урахуванням його перспективного розвитку. Досліджувана вода є кондиційною стосовно до кондицій, розроблених УкрНДІМРтаК у 2005-2006 рр. і відповідає вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні». Експлуатаційні запаси оцінені на 27,5 років із дотриманням стабільності якості. Водовідбір із експлуатаційної свердловини №1е повинен відповідати встановленому при дослідно-експлуатаційній від-



качці. Родовище практично підготовлене щодо подальшого промислового освоєння.

У зв'язку з невеликим водовідбором мінеральних вод, не глибоким заляганням водомістких порід обухівської світи, наявністю вище досліджуваного водоносного горизонту буферних водоносних горизонтів у відкладах четвертинної і палеогенової системи та водотривких глин, експлуатація родовища мінеральних вод не буде сприяти на навколишнє середовище.

Для видобування мінеральної природної столової води на родовищі буде використовуватися свердловина № 1е, яка була облаштована на обухівський водоносний горизонт. Свердловина №1е пробурена у 1999 р. глибиною 30м. Дебіт свердловини склав 2,4 м<sup>3</sup>/годину при зниженні 6,5м. Під час дослідно-експлуатаційної відкачки дебіт свердловини склав 5,00 м<sup>3</sup>/годину при зниженні рівня на 10,55м. Дослідно-експлуатаційна відкачка тривала з травня 2005 р. по серпень 2005 р. Режим роботи свердловини при відкачці переривчастий (6 годин на добу), з 8 години ранку до 14 години, тобто за цей час безупинної роботи насосу виконувався водовідбір 25 м<sup>3</sup>/добу.

Свердловина № 1 була обладнана оголовком, що задовольняє наступним вимогам: оптимальні умови експлуатації свердловини; зручність спостережень за елементами режиму підземних вод; простота і зручність компонування, монтажу оголовка за виробничих умов; можливість вільного проникнення до свердловини у разі необхідності її ремонту (із мінімальним демонтажем оголовка та його вузлів).

Схема каптажу свердловини наступна: гирло свердловини обладнується фланцем, до якого кріпиться спеціальний патрубок із трьома ввареними штуцерами для монотрону, термометру і крану для відбору проб води. На фланці прорізано отвір для проведення замірів рівня води. На горизонтальній ділянці оголовку влаштовується контрольна і основна засувки зі спеціальним патрубком, частина оголовка сполучається за допомогою коліна та переходу. Свердловина обладнана водоміром.

Обов'язковими умовами експлуатації свердловини є захист від забруднення підземних вод, що забезпечується дотриманням зони суворої санітарної охорони. З урахуванням характеру формування мінеральних вод родовища, глибини їх залягання, створення зони санітарної охорони суворого режиму повинно бути радіусом 15м за погодженням з органами санітарно-епідемічної служби. Основними вимогами до зони суворої санітарної охорони є наступні: територія зони санітарної охорони відгороджується, очищується від сміття, озеленяється. Навколо зони влаштовується протидошова каналізація. Поверхневі водотоки виводяться у бік. Під'їзні шляхи покриваються асфальтом або іншим твердим покриттям. У зоні суворого режиму забороняється проведення будь-яких гірничо-технічних і будівельних робіт, а також тимчасове або постійне мешкання. Стороннім особам вхід на територію зони суворого режиму заборонений.

Контроль режиму підземних вод, їхнього хімічного складу та експлуатації свердловин повинен забезпечувати збереження підземних вод від псування, виснаження і забруднення. Під час експлуатації свердловини повинні вимірюватися наступні елементи режиму: вимірювання дебіту та експлуатаційного відбору виконується за допомогою водоміра або об'ємним методом через відвідний патрубок. Періодичність – щодня, вимірювання фіксується через отвір у фланці. Періодичність – двічі на добу: перед початком експлуатації свердловини (статичний рівень) і наприкінці експлуатації (динамічний рівень); вимірювання температури виконується за допомогою термометру, вмонтованого у спеціальний патрубок. Точність вимірювання  $0,1^{\circ}\text{C}$ , періодичність – щодня (1 раз на добу).

Свердловина № 1е обладнана глибинним насосом марки ЕЦВ 6-6,3-85 продуктивністю  $6 \text{ м}^3/\text{годину}$  при зануренні на 20 м. Облік води здійснюється за допомогою лічильника ВСКМ-7/25. За час проведення дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини №1 спостерігався стабільний режим: сумарний щодобовий водовідбір склав  $25\text{м}^3$ .



При організації режимних спостережень у процесі експлуатації родовища важливу роль відіграє визначення якісних та кількісних характеристик підземних вод. Контроль якості води у перші роки експлуатації родовища здійснюється скороченими та повними хімічними, санітарно-бактеріологічними аналізами відповідно до вимог ліцензії, виданої на геологічне вивчення з дослідно-промислової розробки родовища.

Контроль якості готової продукції здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 878-93, ГОСТ 2874-82 "Вода питъевая", ДержСанПіН і кондицій, та полягає у визначенні у кожній партії бактеріологічних та органолептичних показників води, вмісту основних іонів, нітритів, нітратів, мінералізації, а також повноти наповнення та зовнішнього вигляду.

Вода, що видобувається із свердловини, за допомогою фільтрів грубого і тонкого очищення, фільтрується від можливих механічних домішок і поступає на холодильну машину для охолодження. Охолоджена до необхідної температури вода поступає на сатуратор для насичення двоокисом вуглецю, після чого поступає на лінію розливу в ПЕТ пляшки. Максимальна продуктивність фасувальної машини 700 пляшок на годину, ємність пляшки 1,5 л.

Фасована у ПЕТ пляшки вода закупорюється поліетиленовими кришками, етикетуються етикетками встановленого зразка, маркується і обандеролюється термоусадочною плівкою, після чого складається на піддошки.

Розрахунок очікуваних техніко-економічних показників експлуатації родовища виконаний на основі: рішень щодо способу і технології експлуатації родовища, прийнятих в цьому ТЕО; фактичних показників дослідно-промислової розробки родовища; діючої нормативної бази по оподаткуванню; вихідних даних замовника.

Обсяги виробництва готової продукції-розлив в ПЕТ пляшки місткістю 1,5 л приймається на рівні забезпеченості підготовленими до промислового освоєння експлуатаційними запасами мінеральної природної столової води родовища – 25 м<sup>3</sup>/добу і співвідношення використання видобутої води

на виробничі технології і госпитні потреби. Згідно з проектом індивідуальних і технологічних нормативів використання води цеха по розливу мінеральної питної столової води ЗАТ «Кришталь» при проведенні дослідно-промислового розливу мінеральної води, та дозволом на спеціальне водокористування, наданих та узгоджених Держуправлінням екології та природних ресурсів у Дніпропетровській області, це співвідношення відповідно складає:

- розлив в ПЕТ пляшки 35,14%;
- технологічні та госпитні потреби 64,86%.

Річна кількість розливої води у ПЕТ пляшки становить:

$$0,3514 \times 25 \times 260 : 1,5 = 1522,7 \text{ тис. пл.}$$

Використання води на виробничі потреби (безпосередньо на розлив у ПЕТ пляшки 1,5 л.)

$$1,5 \times 1522,7 = 2284,05 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Забір води складає:

$$2284,05 \times 0,3514 = 802,616 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Розрахунок очікуваного річного валового доходу наведений в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

п/п	Товарна продукція	Один. виміру	Річний випуск продукції	Ціна одиниці грн.	Сума тис. грн.
1.	Пляшка ПЕТ місткістю 1,5	штук пляшок	1523000	1,10	1675,3

Примітка: ціна за одну пляшку прийнята за даними водокористувача

Капітальні вкладення на підготовку родовища до експлуатації приймаються на рівні витрат для дослідно-промислової розробки як такі, що забезпечують використання підготовлених до промислового освоєння експлуатаційних запасів в кількості 25 м<sup>3</sup>/добу. Основні фонди приймаються рівними капіталовкладенням 662,1 тис.грн.

Основні кошти приймаються на рівні 25% від річних експлуатаційних витрат і складаються :  $1558,9 \times 0,25 = 389,7$  тис. грн.



В зв'язку з тим, що під час проведення дослідно-промислової розробки родовища була досягнута продуктивність по випуску мінеральної газованої води 920845 шт. пляшок за рік при очікуваному випуску 1523000 шт. пляшок; собівартість 1 пляшки місткістю 1,5 л приймається по фактичним даним – 0,903 грн.

Розрахунок річних сум податків та відрахувань у цільові фонди наведений у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

п/п	Податки, види відрахувань, ставки та інш.	Одиниці виміру	Сума, тис.грн
1	2	3	4
1.	Земельний податок за 0,07 га при ставці 11081,0 грн за 1 га в рік	тис. грн.	0,776
2.	Комунальний податок при ставці 10 грн. за 1 працівника : $9 \times 17 \times 10\% = 15,3$ грн.	тис. грн.	0,015
3.	Плата за користування надрами - 4,14 грн. за $1\text{ м}^3$ води: $4,14 \times 802,616 = 2,215$ тис.грн.	тис. грн.	3,323
4.	Податок з власників транспортних засобів (згідно закону України №986 -XIV від 16.07.99р.)	тис. грн.	0,712
4.1.	ГАЗ 5301 4750 x 15грн. : 100 = 712,5		
	Всього	тис. грн.	4,826

Мінімальна рентабельна потужність підприємства визначається із умови беззбитковості роботи підприємства при нульовій рентабельності, тобто рівності річної виручки і експлуатаційних витрат і платежів, яке визначається рівнянням:

$$X \times Цб = X \times Сб + Пр,$$

де  $X$  - шукана потужність підприємства (пл./рік.),  $Цб$  - 1,10 грн. відпускна ціна 1 пляшки (без ПДВ),  $Сб$  - собівартість 1 балона при шуканій потужності підприємства, визначається із виразу

$$Сб = \frac{A}{X} + \frac{942,54 - A}{920,845} = \frac{99,3}{X} + \frac{942,54 - 99,3}{920,845} = \frac{99,3}{X} + 0,9157$$

тут  $A$  - амортизаційні відрахування,

$A = 0,15 \times 662,1 - 99,3$  тис.грн. 942,54 - річні експлуатаційні витрати при виробництві 920,845 тис. пляшок на рік;  $Pr = 4,826$  - річні суми податків та відрахувань у цільові фонди.

Тоді

$$1,1 \cdot X = \left( \frac{99,3}{X} + 0,9157 \right) \cdot X + 4,826$$

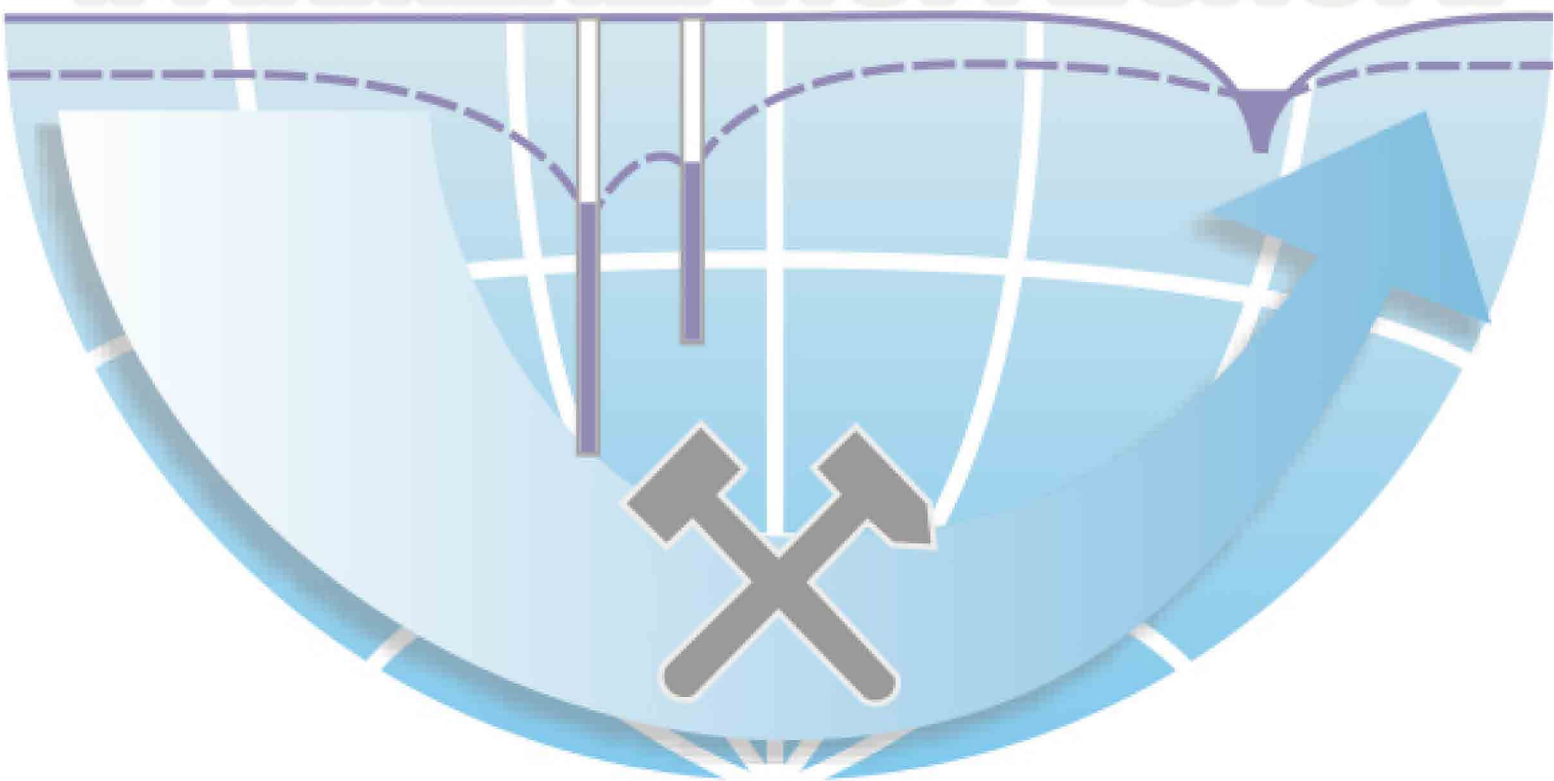
$$1,1x = 0,9157x + 104,126$$

$$0,18x = 104,126$$

$$x = 578,478 \text{ тис.пл.}$$

Мінімальна рентабельна потужність підприємства 578,478 тис.пл./рік.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## ВИСНОВКИ

Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Тому для забезпечення мешканців водою планується затвердження експлуатаційних запасів мінеральної природної столової води «Бірюзова» в обсязі 25 м<sup>3</sup>/добу. При цьому ділянка водозабору розташована у межиріччі річок Самари і Вовчої у межах території II поясу зони санітарної охорони.

В геологічному відношенні геологічний розріз у зоні переважного розвитку столової води представлений кайнозойськими відкладами. Осадки кайнозою поширені повсюдно і включають відклади палеогенової та четвертинної системи, що залягають горизонтально. Палеогенова система представлена відкладами бучацької, обухівської та межигірської світи. Аллювіальні відклади четвертинної системи літологічно представлені різнозернистими пісками з великим вмістом гальки, лінзами глин та суглинків потужністю 0,2–1,5 м. Відклади четвертинної системи у межах ділянки розвинуті повсюдно, суцільним чохлом покриваючи відклади межигірської світи.

В гідрогеологічному відношенні у межах площі ділянки виділяються такі водоносні горизонти: в аллювіальних відкладах; межигірських відкладах; обухівських відкладах; в бучацьких відкладах. У процесі виконання роботи основна увага, була приділена вивченню обухівського водоносного горизонту, що представляє практичний інтерес. Водомісткими породами є тонкозернисті пісковики. Потужність водомістких порід змінюється від 8,20 до 18,75 м. Глибина залягання їх покрівлі змінюється від 10,85 до 26,20 м. У покрівлі даного горизонту залягають сильноглинисті піски межигірської світи, підосва повсюдно представлена бучацькими пісками.

Природний режим водоносного горизонту порушується у центральній частині дослідженої ділянки, під впливом роботи водозабору (скв. № 1е). Свердловина на даний час працює дві години на добу з водовідбором 4,65 м<sup>3</sup>/добу. У 2005 р. з травня по серпень у процесі проведення дослідно-експлуатаційної відкачки середньодобовий водовідбір склав 25 м<sup>3</sup>/добу при

максимальному зниженні рівня 2,51 м. Якість мінеральних вод за даними експлуатації і 3-х місячної дослідно-експлуатаційної відкачки практично стабільна, тому вони можуть використовуватися для промислового розливу у якості мінеральних.

За результатами відкачки за формулами сталого та несталого руху підземних вод проводилась оцінка розрахункових значень гідрогеологічних параметрів за допомогою графіків часового простежування зниження та підвищення рівнів води у центральній (№ 1e) та спостережній (№ 2c) свердловинах. Середнє арифметичне значення коефіцієнта водопровідності відповідно до розрахунків складає  $27 \text{ м}^2/\text{добу}$ , коефіцієнту п'єзопровідності –  $0,59 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{добу}$ . Потужність водомістких відкладів обухівської світи дорівнює 10 м. Припустиме зниження визначається по конструкції свердловини і максимальній глибині установки насоса, та складає 15 м.

Для запобігання забрудненню підземних вод при експлуатації водозабору передбачено комплекс природоохоронних заходів щодо якій складається з 3-х поясів санітарної охорони: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження. Перший пояс встановлюється навкруги свердловини в радіусі не менше 15 м. Другий та третій, для захисту водоносного горизонту від мікробних та хімічних забруднень відповідно, за розрахунками дорівнює 80 та 564 м. Забруднення території нечистотами і відходами, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів в цих зонах заборонено.

Для оцінки кількості вод які перетікають в обухівський водоносний горизонт з вище розташованих межигірських відкладень приймалися припущення, відомі як передумови перетікання –Мятієва-Гірінського. Аналіз отриманих даних показує, що сумарна помилка за двома передумовами не перевищує 8 %, що допустимо при виконанні практичних розрахунків. За допомогою програмного середовища Mathcad виконаний розрахунок зниження рівня підземних вод при їх відборі з урахуванням перетікання. При цьому значення дебіту свердловин бралися в діапазоні відповідному необхідній потреби в пи-



тній воді. Аналіз отриманих даних показує, що для обох водоносних горизонтів, розраховані зниження рівня підземних вод не перевищують допустимих значень.

В процесі експлуатації водозабору з розрахунковою потребою до нього будуть підтягуватися контури вод різноманітного складу. За виконаними розрахунками встановлено, що на кінцевий строк роботи водозабору до нього підтягнуться води з відстані 564 м. Мінімальна відстань до контуру некондиційних вод з мінералізацією більше  $0,6 \text{ г/дм}^3$  складає 600 м. В результаті, мінералізація води, яку відбирають на водозаборі, на кінцевий період його роботи не зміниться.

За результатами відкачки проводилася оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води «Бірюзова». Цей розрахунок ґрунтувався на визначенні розрахункового ( $S_{\text{розр.}}$ ) зниження рівня води в свердловині № 1е на кінцевий строк її експлуатації 27,5 років при заявленому водовідборі ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ) і порівнянні розрахункового зниження з припустимим. При цьому зниження рівня води в свердловині складається зі зниження в свердловині під час її роботи як одиночної, без взаємодії, і суми знижень, що викликані роботою інших свердловин водозабору, які впливають на дану свердловину.

За виконаними в програмному комплексі Mathcad розрахунками встановлено, що розрахункове зниження дорівнює 13,1 м, допустиме складає 15,0 м, таким чином підраховані запаси мінеральних вод є забезпеченими та повністю задовольняють замовлену на них водокористувачем потребу. За ступенем складності гідрогеологічних умов розвідане родовище мінеральних вод відноситься до I групи. За категорією B класифікуються запаси, що дорівнюють дебіту, отриманому в процесі трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки. Тому розвідані запаси підземних мінеральних вод по даній категорії повністю задовольняють заявлену в них потребу замовника ( $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ ).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат. Труды УкрНИГРИ, вып. 25 – М.: Недра, 1971-343с.
- 2 Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения./В.Гольдберг, С.Газда.- М.:Недра.1984.
- 3 Державна геологічна карта України. Карпатська серія. Ужгородська група аркушів М-34-XXIX (Сніна), М-34-XXXV (Ужгород), L-34-V (Сагу-Маре). Масштаб 1:200000. 2003р./Б.В. Мацьків, Ю.В. Ковальов, Б.Д. Пукач, В.М. Воробканич.
- 4 Классификация подземных минеральных вод./В.Иванов,Г.Невраев.- М.:Недра,1964.-167 с.
- 5 Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек/ Б.Боревский, Б.Самсонов, Л.Язвин.-М.:Недра, 1979-326с.
- 6 Месторождения углекислых вод горно-складчатых регионов/Г.Вартанян.-М.:Недра, 1977.-326 с.
- 7 Минеральные воды/А.Овчинников.-М.: Госгеолтехиздат, 1963.- 375 с.
- 8 Оценка запасов подземных вод /Б. Боревский, Н. Дробноход, Л. Язвин.-Киев.: Вища школа,1989.- 407 с.
- 9 Оценка эксплуатационных запасов подземных вод/Н. Биндеман.- М.: Госгеолтехиздат, 1963-203 с.
- 10 Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод/ Вартанян Г.С., Яроцкий Л.А.: М.Недра, 1972.
- 11 Санитарная охрана водозаборов подземных вод/А.Е. Орадовская
- 12 СНИП 2.04.02.-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Госстрой СССР:М.Стройиздат, 1985-136 с.
- 13 Справочник гидрогеолога. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 616 с.
- 14 Справочное руководство гидрогеолога.- Л.: Недра, 1979.- 512 с.
- 15 Стан ресурсів вуглекислої провінції мінеральних вод Закарпаття/ Г.Г.Лютий, Б.Т. Полонський
- 16 Інструкція із застосування запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод. – Київ.: 2002. – 49 с.
- 17 Інструкція до змісту, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ мінеральних підземних вод. – Київ.: 2003 . – 55 с.
- 18 ДСТУ 878-93. Води мінеральні питні. Технічні умови. Держстандарт України.- Київ 1994.-88 с.
- 19 Вскрытие пластов и опробование скважин при бурении на минеральные воды/Тесля А.Г.-Москва:Недра, 1983.-154 с.

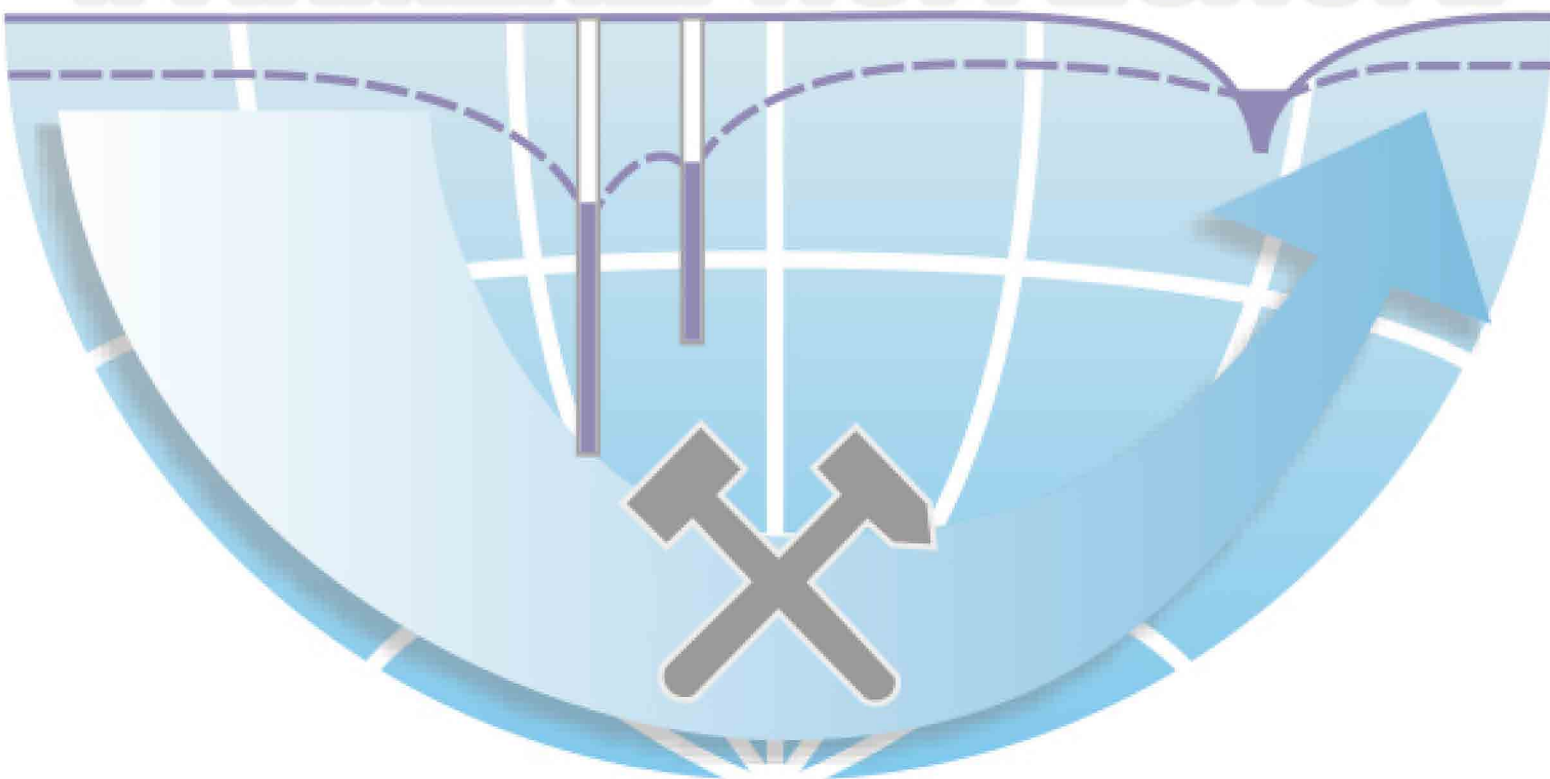


- 20 Отчет по теме 33/74 «Проведение исследований газонасыщенности подземных вод в температурных условиях на разведочных площадях Закарпатья/ Бабаев В.В.
- 21 Отчёт по гидрогеологической съёмке масштаба 1:50000 листа М-34-130-Б (Свалява) 1967-1969г.г. Берегово, 1970. Грищенко С.Д., Райков Т.Л., Генова М.В., Петрова М.М.
- 22 Результати дослідно-експлуатаційної розробки та оцінки експлуатаційних запасів мінеральних вод Драгівського родовища Хустського району Закарпатської області станом на 14.10.2004 р./Жарнікова Р.
- 23 Отчёт о детальной разведке на Нелипинском месторождении углекислых минеральных вод за 1974-1977 гг./ Петрик В.Н.
- 24 Отчет по доизучению геологического строения ранее заснятых площадей в м-бе 1:50000 территории листов М-34-131-А,В,Г, за 1977-1980 гг./ Приходько М.Г. И др.
- 25 Отчёт о результатах поисков минеральных углекислых вод для проектируемого Свалявского завода розлива за 1977-1980 гг./ Райкова Л.К., Устинова Г.Г., Рыбальченко Е.Г.
- 26 Отчет по геологическому доизучению площади листов М-34-118-Г и М-34-130-Б (Свалява) в м-бе 1:50000 за 1978-1982 гг./ Тарасенко В.И., Пудгородский А.А.
- 27 Веригин М.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород. М. «Недра».1963.
- 28 Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. М. Высшая школа. 1985.
- 29 Климентов П.П. Методика гидрогеологических исследований. М. «Недра», 1961, 390с.
- 30 Лапшин Н.Н., Орадовская А.В. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. ВНИИ ВОДГЕО, 1983
- 31 Максимов В.М. и др. Справочное руководство гидрогеолога. Л., «Недра», 1967, кн.1-587 с., кн.2-360с.
- 32 Щеголев Д.И. и др. Гидрогеология СССР. Том VI. Донбасс. М. «Недра». 1971, 480с.
- 33 Временные методические рекомендации по проведению эколого-геологических исследований (на территории Украины). Киев, 1994. 330с
- 34 Веригин М.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород.
- 35 Вартамян Г.С., Яроцкий Л.Н. Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод. М. «Недра», 972,

126с.

- 36 Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. М. Высшая школа. 1985.
- 37 Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько питного водопостачання» (ДСанПіН).
- 38 «Класифікація мінеральних вод України. Методичні рекомендації.» Київ, 2001, 21с.
- 39 Климентов П.П. Методика гидрогеологических исследований. М. «Недра», 1961, 390с.
- 40 Лапшин Н.Н., Орадовская А.В. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. ВНИИ ВОДГЕО, 1983.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





## ВІДЗИВ

наукового керівника на кваліфікаційну роботу ступеня магістр  
НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 «Науки про Землю»,  
студента гр. 103м-18-1 Костирева Микити Михайловича  
«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамарря»

Зв'язок завдання на кваліфікаційну роботу з об'єктом діяльності магістра. Завдання на представлену кваліфікаційну роботу безпосередньо пов'язано з об'єктом діяльності магістра за освітньо-професійною програмою «Гідрогеологія» спеціальності 103 «Науки про Землю» – виконанню балансово-гідродинамічної оцінки експлуатації водоносного горизонту.

Актуальність. Постійний приріст населення і будівництво нових мікрорайонів в м. Павлоград призводить до підвищеного водоспоживання. Для забезпечення мешканців міста мінеральною водою ЗАТ «Кришталі» у 1999 р. була пробурена одна свердловина на обухівській водоносний горизонт глибиною 30 м, з якої була видобута сульфатно-гідрокарбонатна натрієва вода без специфічних компонентів і властивостей із загальною мінералізацією  $0,33 \text{ г/дм}^3$ . На даний час свердловина працює 2 години на добу із сумарним водовідбором  $4,65 \text{ м}^3/\text{добу}$ , з перспективою збільшення до  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ . У відповідності до завдання даної роботи, необхідно затвердити запаси мінеральної природної столової води в обсязі  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$ , за умов отримання стабільності її якості згідно нормативів ДСТУ.

Відповідність змісту стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Зміст роботи повністю відповідає стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновку, переліку посилань, та додатків.

Інноваційність отриманих рішень. У магістерській роботі виконана параметризація відбору та оцінка експлуатаційних запасів мінеральної води обухівського водоносного у басейні р. Вовча. По результатам роботи виконана обробка даних трьохмісячної дослідно-експлуатаційної відкачки із свердловини № 1е та встановлено розрахункове значення коефіцієнта водопровідності та п'єзопровідності. Також виконана обробка комплексу лабораторних

досліджень по визначенню якості підземних вод обухівського водоносного горизонту. Встановлено, що вода холодна, складного аніонного складу, натрієва, кальцієво-натрієва, слабкої мінералізації і є кондиційною для промислового розливу. Також за результатами роботи обґрунтовані зони санітарної охорони водозабору підземних вод.

По результатам роботи виконано чисельний аналіз параметрів перетікання підземних вод та надано оцінку експлуатаційних запасів мінеральних вод по категорії В у кількості  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$  для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу на 27,5 років.

Практичне значення результатів. На період 27,5 років виконана оцінка експлуатаційних запасів підземних вод обухівського горизонту по категорії В у кількості  $25 \text{ м}^3/\text{добу}$  для промислового розливу, що забезпечує заявлену потребу споживачів.

Ступінь самостійності виконання. Студент Костирев М.М виконав кваліфікаційну роботу самостійно за допомогою консультацій наукового керівника.

Застосування ПЕОМ, реальність, комплексність. Всі розрахунки виконані автором з використанням обчислювальної техніки та свідчать про його високий рівень підготовки як фахівця. Робота оформлена у відповідності з вимогами до кваліфікаційних робіт ступеню магістра, має необхідний графічний та табличний матеріал.

Недоліки. При виконанні розрахунків в кваліфікаційній необхідно було також оцінити експлуатаційні запаси підземних вод за допомогою методів математичного моделювання.

Комплексна оцінка. Кваліфікаційна робота Костирева Микити Михайловича відповідає вимогам до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньої програми «Науки про Землю» і заслуговує оцінки «добре», а її автор Костирев М.М – присвоєння кваліфікації магістр за спеціальністю 103 – Науки про Землю.

Науковий керівник:

проф. каф. гідрогеології та інженерної геології

д.т.н., доц.

О.В. Інкін



## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня магістр

НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 «Науки про Землю»,

студента гр. 103м-18-1 Костирева Микити Михайловича

«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамар'я»

Магістерська робота Костирева М.М присвячена параметризації відбору та оцінки експлуатаційних запасів мінеральної води обухівського водоносного у басейні р. Вовча.

Досягнення поставленої мети здійснювалось автором шляхом вивчення геолого-гідрогеологічних умов району досліджень; аналізу режиму експлуатації діючих водозаборів та систем водопостачання; обробки результатів виконаних гідрогеологічних та лабораторних робіт; визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів та експлуатаційних запасів підземних вод; обґрунтування зон санітарної охорони водозабору.

Наукове значення роботи полягає у встановленні умов формування запасів та складу мінеральної столової води «Бірюзова», а також виконанні прогнозу по зміні її якості за період роботи водозабору шляхом комплексного вивчення геологічної будови, гідрогеологічних умов, геохімії гірських порід та техногенних факторів.

З магістерської роботи видно, що вона є цілісною, логічно побудованою науковою працею. Магістерська робота «Особливості параметризації показників експлуатаційних запасів мінеральних вод басейну р. Вовча» має наукову новизну і практичне значення, а її автор Костирев М.М заслуговує оцінки «Добре».

Доц. каф. ГРРКК,

кандидат геологічних наук

О.В. Сливна

Результати перевірки на наявність плагіату  
в магістерській роботі студента групи 103м-18-1

Костирева Микити Михайловича

«Оптимізація параметрів комплексного використання підземних вод  
обухівського водоносного горизонту Присамарря»

Зазначена робота перевірена комп'ютерною програмою виявлення та запобігання плагіату «StrikePlagiarism».

За результатами перевірки відсоток запозичень складає 28 %.

**КАФЕДРА  
ГІДРОГЕОЛОГІЇ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

Науковий керівник

Проф. Інкін О.В.

Нормо контролер

Доц. Загриценко А.М.

Зав. кафедри

Проф. Рудаков Д.В.

13.12.2019 р.

