

Г.П. Євграшкіна, В.В. Войцеховська

## ГІДРОДИНАМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ РЕЖИМНОЇ СПОСТЕРЕЖНОЇ МЕРЕЖІ НА ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛІЙ ДО ХВОСТОСХОВИЩА КРИВОРІЗЬКОГО ПІВНІЧНО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ

G.P. Yevgrashkina, V.V. Voitsekhovska

## THE HYDRODYNAMIC JUSTIFICATION OF THE STRUCTURE OF THE SUPERVISORY REGIM ON THE ADJACENT TERRITORY OF THE TAILING DUMP OF KRIVOY ROG NORTHERN ORE-DRESSING AND PROCESSING ENTERPRISE

На основі гідродинамічних і гідрогеохімічних розрахунків запропоновано мінімально-достатній варіант режимної спостережної мережі. Кількість і розташування свердловин обґрунтовано з позиції найкращого використання результатів спостережень для достовірної оцінки геофільтраційних і міграційних параметрів, які будуть використані у прогнозах дослідженнях.

**Ключові слова:** зона аерації, гідрогеологічний моніторинг, режимна спостережна мережа, скінченно-різницька схема, масоперенос, коефіцієнт гідродисперсії, критерій стійкості

Криворізький залізрудний басейн – потужний і перспективний гірничовидобувний регіон України. Видобуток руди супроводжується інтенсивним відливом шахтних вод підвищеної мінералізації, які акумулюються у хвостосховищах, побудованих без екранізації водовмісної частини. Внаслідок фільтраційних втрат на прилеглих до хвостосховищ територіях відбуваються процеси забруднення підземних вод, підтоплення і вторинного засолення порід зони аерації. Під впливом названих та інших техногенних факторів негідрогеологічного характеру екологічна ситуація регіону погіршується. Для наукового обґрунтування, розробки і впровадження комплексу природоохоронних заходів необхідні багатопланові узгоджені наукові дослідження, обов'язковою складовою частиною яких є гідрогеологічний моніторинг. За нашим визначенням – це складна, багатоступенева просторово-часова природно-технічна система контролю та керування режимом підземних вод із зворотнім зв'язком між контролем та керуванням. Пропонуємо такі його частини [1, 2]:

– режимна спостережна мережа гідрогеологічних свердловин;

– прогноз зміни гідрогеологічних умов на основі постійно діючої математичної моделі (ПДММ) для наукового обґрунтування природоохоронних заходів гідрогеологічного напрямку;

– розробка комплексу природоохоронних заходів на основі аналізу результатів розв'язання прогнозових задач;

– здійснення розроблених заходів;

– режимні спостереження для оцінки ефективності та достатності заходів;

– коригування заходів, прогноз у новій гідрогеологічній ситуації, покращення захисними заходами, нові режимні спостереження та їх аналіз. Тут має місце зворотній зв'язок: повернення до першого пункту в нових гідрогеологічних умовах.

Режимна спостережна мережа спочатку була єдиною складовою гідрогеологічного моніторингу. Зараз вона залишається його першою і головною частиною. Рекомендації щодо розташування свердловин достатньо детально висвітлені у науковій літературі [3–6]. Вони носять описовий характер, або використовують методи математичної статистики. Запропонований варіант базується на гідродинамічних і гідрогеохімічних розрахунках з позицій найкращого використання результатів спостережень для контролю і достовірної оцінки геофільтраційних і міграційних параметрів у другому розділі моніторингу. До його складу входять: а) гідрогеологічний епігноз – характеристика гідрогеологічного процесу в минулому часі, який вже охарактеризований режимними спостереженнями. Він необхідний, щоб підтвердити правильність, або поставити під сумнів,

а згодом уточнити інформацію, яка буде використана як вихідні дані для прогнозу оцінки розвитку у часі та просторі техногенно-порушеної гідрогеологічної ситуації; б) розв'язання прогнозних задач на

регіональному та локальному рівнях з уточненими в процесі епігнозу гідро-геологічними параметрами.

З урахуванням всього вищевикладеного на досліджуваній території пропонуємо таку структуру режимної спостережної мережі (див. рис.1).

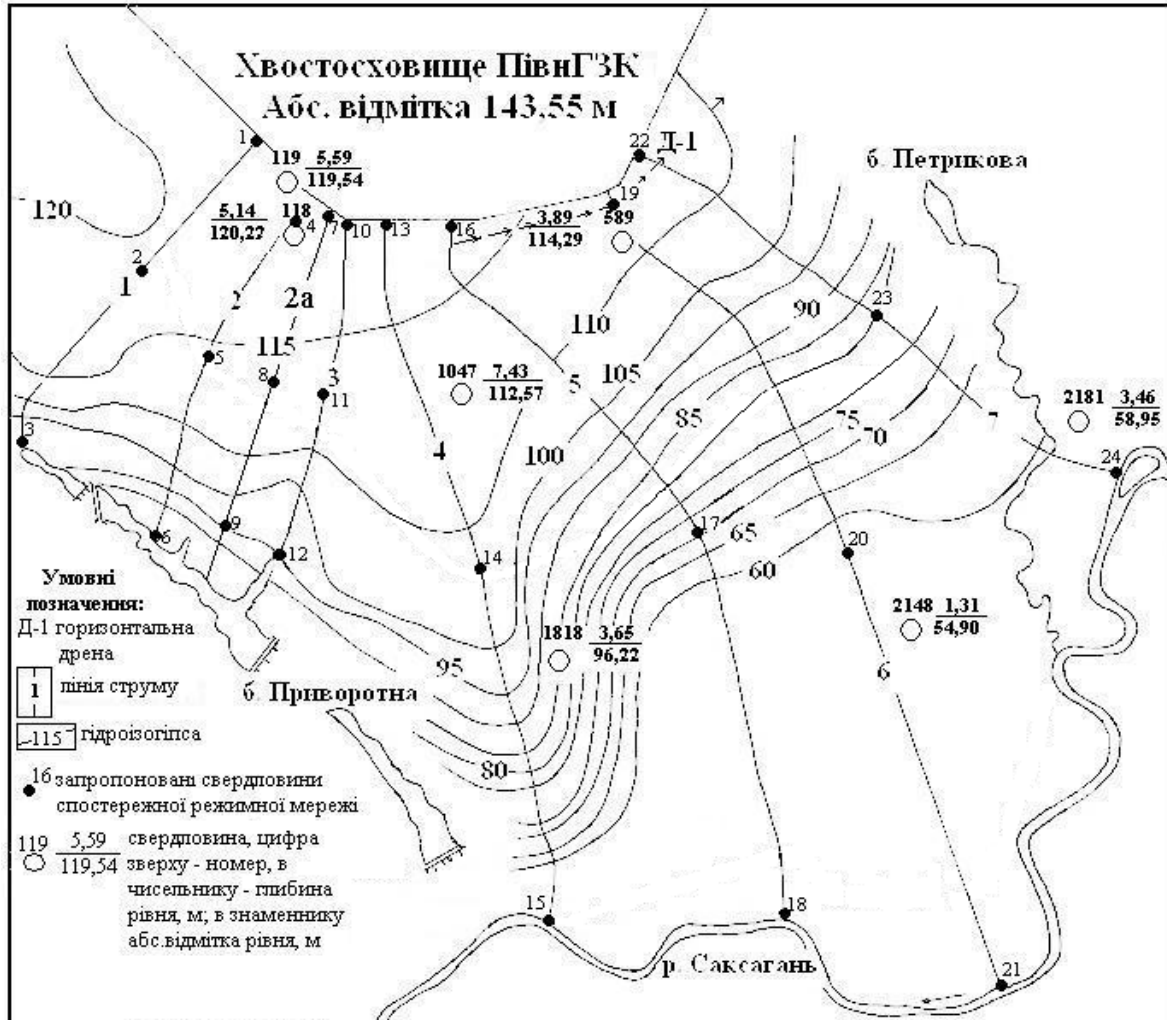


Рис. 1 Запропонована схема розташування режимної спостережної мережі на території південної частини Криворізького Північного гірничо-збагачувального комбінату

1. Профілі розташовуємо обов'язково за струмовими лініями, виходячи з наступного посилання: мінімально інформативний фрагмент мережі повинен містити не менше трьох свердловин за потоком підземних вод вхрест нього.

2. Першу свердловину кожного профілю буримо впритул до хвостосховища. Режимні спостереження на ній дадуть однозначну відповідь, границею якого роду є хвостосховище – I, II, III. Вона також зафіксує момент переходу хвостосховища в стадію підпорного режиму фільтрації.

3. Інші свердловини у кількості не менше трьох по кожній струмовій лінії, враховуючи першу, буримо на рівних відстанях. Це дає можливість підвищити точність визначення важливого міграційного параметра, коефіцієнта гідродисперсії, застосовуючи аналітичне рішення М.М. Верігіна [7]:

$$D = \frac{V\Delta Z}{\ln(\bar{C}-1)}, \quad \bar{C} = \frac{C_1 - C_3}{C_1 - C_2},$$

де  $V$  – швидкість фільтрації, м/доб;  $\Delta Z$  – відстань між трьома свердловинами, м;  $C_1, C_2, C_3$  – мінералізація підземних вод, г/дм<sup>3</sup>.

4. Останню свердловину розташовуємо біля об'єкта розвантаження підземного потоку для негайного визначення часу, коли ізоляція 3 г/дм<sup>3</sup> досягне річки Саксагань. Це буде початком її забруднення.

5. Відстань між свердловинами розраховуємо за критеріями стійкості для явних скінченно-різницевих схем рівнянь масопереносу:

$$\Delta x \leq \frac{2D}{V}.$$

У загальному випадку змінної величини  $D$  за до-  
вжиною досліджуваної області фільтрації і масопе-  
реносу і зміни швидкості фільтрації у часі і просторі  
критерій стійкості має вигляд:

$$\Delta x \leq \frac{2D_{\min}}{V_{\max}}, \quad (1)$$

для диференційного рівняння:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} (VC) = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (2)$$

яке розв'язується у скінченно-різницевої формі:

$$\frac{D_{i+1}^{\tau} + D_i^{\tau}}{2} \cdot \frac{C_{i+1}^{\tau} - C_i^{\tau}}{(\Delta x)^2} - \frac{D_i^{\tau} + D_{i-1}^{\tau}}{2} \cdot \frac{C_i^{\tau} - C_{i-1}^{\tau}}{(\Delta x)^2} - V_1^{\tau} \frac{C_{i+1}^{\tau} - C_i^{\tau}}{\Delta x} + C_i^{\tau} \frac{V_{i+1}^{\tau} - V_i^{\tau}}{\Delta x} = m \frac{C_i^{\tau+1} - C_i^{\tau}}{\Delta t} \quad (3)$$

Для трьох свердловин (3) записується відповідно:

$$\frac{D_3^{\tau} + D_2^{\tau}}{2} \cdot \frac{C_3^{\tau} - C_2^{\tau}}{(\Delta x)^2} - \frac{D_2^{\tau} + D_1^{\tau}}{2} \cdot \frac{C_2^{\tau} - C_1^{\tau}}{(\Delta x)^2} - V_2^{\tau} \frac{C_3^{\tau} - C_2^{\tau}}{\Delta x} + C_2^{\tau} \frac{V_3^{\tau} - V_2^{\tau}}{\Delta x} = m \frac{C_2^{\tau+1} - C_2^{\tau}}{\Delta t} \quad (4)$$

У виразах (1)–(4) застосовані такі позначення:  
 $i-1, i, i+1$  – просторові індекси розрахункових точок;  
 $\tau, \tau+1$  – часові індекси розрахункових точок;  $m$  –  
активна пористість, долі одиниць;  $x$  – просторова  
координата, м;  $t$  – часова координата, доб.

Результати розрахунків елементів спостережної  
мережі на досліджуваній території наведені у табл. і  
нанесені на гідродинамічну сітку (рис. 1).

Швидкість фільтрації кожної струмової лінії  
розрахована за формулою

$$V = \frac{H_{xe} - H_p}{L} \cdot k,$$

де  $H_{xe}$  – відмітка поверхні підземних вод біля  
хвостосховища, м;  $H_p$  – відмітка поверхні води у  
річці Саксагань у точці перетину із відповідно  
струмовою лінією, м;  $L$  – відстань між розрахун-  
ковими точками, м.

Для розрахунку коефіцієнта гідродисперсії на  
даній стадії досліджень застосована формула  
С.Ф. Авер'янова [8]

$$D = \frac{VL}{2 \ln \frac{C_{ce}}{C_p}},$$

де  $C_{ce}$  – мінералізація води у свердловині,  
розташованій біля хвостосховища, г/дм<sup>3</sup>;  $C_p$  –  
мінералізація води у річці Саксагань, г/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1

Характеристика спостережної мережі на досліджуваній території

№ струм. лінії	Довжина струмової лінії $L$ , м	Швидкість фільтрації $V$ , м/доб	Коефіцієнт гід- родисперсії $D$ , м <sup>2</sup> /доб	Відстань між свердловинами за критерієм стійкості, м	Відстань між свердло- винами за умов міні- мальної достатності, м
1	2000	0,00476	3,14	1319	1000
2	2050	0,00480	2,64	1100	1025
2а	1675	0,00496	3,70	1419	838
3	1800	0,00561	2,71	966	900
4	3550	0,00914	9,69	2120	1775
5	4100	0,00790	9,67	2448	2050
6	4450	0,00668	8,87	2655	2225
7	2925	0,00940	7,79	1657	1463

**Висновки.** На досліджуваній території, загальною  
площею 15,4 км<sup>2</sup>, мінімально достатня кількість спо-  
стережних свердловин дорівнює двадцяти чотирьом  
(одна свердловина на 0,64 км<sup>2</sup>). Така кількість сверд-  
ловин на досліджуваній території вже існує, але за  
іншим розташуванням.

Кількість свердловин за критерієм стійкості не  
суперечить мінімально достатній.

За таким розташуванням спостережних свердло-  
вин для оцінки гідрологічних параметрів і пода-  
льших прогнозних розрахунків можуть бути застосо-  
вані явна і неявна скінченно-різницевої схеми.

#### Список літератури

1. Евграшкіна Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий. – Д.: Монолит, 2003. – 200 с.
2. Евграшкіна Г.П. К теории гидрогеологического мониторинга горнодобывающих регионов. – Днепропетровск – Кривой Рог // Матер. междунар. научно-практ. конф. „Проблемы комплексного освоения горнодобывающих регионов“. – 15–20 сентября 2003. – С. 50–55.

3. Евграшкина Г.П. Структура режимной наблюдательной сети гидрогеологических скважин в горнодобывающих регионах // Научный вестник НГУ. – 2003. – №9. – С. 66–68.
4. Гольдберг В.М. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1980. – 36 с.
5. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. – М.: Недра, 1978. – 326 с.
6. Шестакова В.М., Брусиловский С.А. Методическое руководство по ведению мониторинга ресурсов подземных вод [Электронный ресурс] / М.: 2003. – Режим доступа: <<http://geo.web.ru/dp/msg.html?uri=03.html&min=11-78566>> – Заголовок с экрана.
7. Гидрогеологические и физико-химические свойства горных пород / С.В. Васильев, Н.Н. Веригин, В.С. Саркисян, Б.С. Шержуков / Под ред. Н.Н. Веригина. – М.: Недра, 1977. – 271 с.
8. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос. – 1978. – 288 с.

На основе гидродинамических и гидрогеохимических расчетов предложен минимально-достаточный

вариант режимной наблюдательной сети. Количество и расположение скважин обосновано с позиции наилучшего использования результатов наблюдений для достоверной оценки геофильтрационных и миграционных параметров, которые будут использованы в прогнозных исследованиях.

**Ключевые слова:** зона аэрации, гидрогеологический мониторинг, режимная наблюдательная сеть, конечно-разностная схема, массоперенос, коэффициент гидродисперсии, критерий стойкости

On the basis of hydrodynamic and hydrogeochemic calculation minimally sufficient variant of monitoring observation network has been suggested. The number and location of wells has been justified from the standpoint of making the best use of observations for reliable estimates of geofiltration and migration parameters to be used in predictive studies

**Keywords:** aeration zone, hydrogeological monitoring, regime observation network, mass transfer, coefficient hydrodispersion, stability criterion

*Рекомендовано до публікації д.г.н. І.М. Баргом. 30.03.10*

## Вийшла друком монографія

**В.Є. Громов**

**Сенс і границі людської духовності**

2-ге вид., доп. Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 255 с. – Рос. мовою. ISBN 978-966-350-217-5

У книзі досліджується проблема, що стала особливо актуальною в умовах розвитку споживацької цивілізації. Мова йде про духовність, розуміння якої характеризується зараз значним розкидом думок чи навіть повною сваволею і необов'язковістю. Пошуки духовних основ життєдіяльності людини автор пов'язує з філософським трансценденталізмом і онтологічним розумінням природи свідомості. Свідомість укорінена в бутті як фундаментальний і первинний аспект Абсолютного. Буття живе і розумне, а не безглузда матерія, що нібито випадково породжує життя і розумних істот. Ця онтологічна обставина лежить в основі метафізичної відповідальності духовно орієнтованої людини перед Творцем, природою і самим собою. Людина повинна усвідомити необхідність виходу за межі матеріалістичного світогляду й егоїстичної обумовленості та акцентувати свої смисложиттєві ідеали не на антропоцентричному служінні собі, а на служінні Творцю, тобто на справах, підпорядкованих ідеї гармонійного ставлення до навколишнього світу.

Книга може бути корисною для молоді, усім, хто цікавиться духовними питаннями, а також філософам, культурологам, релігієзнавцям.