

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІДВЕДЕННЯ ШАХТНИХ ВОД У ПЕРІОД БУДІВНИЦТВА ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ШАХТИ

Доценко О.О.

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем
вул. Бакуліна, 6, 61166, м. Харків
olenadotsenko@ukr.net

Виконано екологічне обґрунтування схеми водовідведення розбавлених шахтних вод у р. Рата через канал «Бутинський». Здійснено прогноз зміни мінералізації ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський» під час транспортування шахтних вод у р. Рата. Розраховано прогнозні водопритоки та мінералізації шахтних вод під час будівництва та експлуатації шахти «Любельська» № 1–2. Отримано результати розрахунку тимчасових фільтраційних втрат і витрат у береги каналу «Бутинський». Визначено витрати ґрунтового потоку в районі проходження каналу. Зроблено висновки щодо прогнозних розрахунків впливу на поверхневі і підземні води та підвищення екологічної безпеки відведення шахтних вод через канал «Бутинський» у р. Рата.
Ключові слова: екологічна безпека, мінералізація шахтних вод, фільтраційні втрати, витрати ґрунтового потоку.

Повышение экологической безопасности отведения шахтных вод в период строительства угледобывающей шахты.

Доценко Е.А. Выполнено экологическое обоснование схемы водоотведения разбавленных шахтных вод в р. Рата через канал «Бутинский». Проведен прогноз изменения минерализации грунтовых вод в зоне влияния канала «Бутинский» при транспортировке шахтных вод в р. Рата. Рассчитаны прогнозные водопритоки и минерализации шахтных вод при строительстве и эксплуатации шахты «Любельская» № 1–2. Получены результаты расчета временных фильтрационных потерь и расходов в берега канала «Бутинский». Определены потери грунтового потока в районе прохождения канала. Сделаны выводы относительно прогнозных расчетов влияния на поверхностные и подземные воды и повышения экологической безопасности отведения шахтных вод через канал «Бутинский» в р. Рата. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, минерализация шахтных вод, фильтрационные потери, расходы грунтового потока.

Improving the environmental safety of mine water discharge during the construction of a coal mine. Dotsenko E. Ecological substantiation of the drainage scheme for diluted mine waters in the river Rata through the channel “Butynsky”. A forecast of changes in the salinity of groundwater in the zone of influence of the “Butynsky” channel during the transportation of mine water to the river Rata. The predicted water inflow and mineralization of mine water during the construction and operation of the mine “Lyubelskaya” № 1–2 are calculated. The results of the calculation of temporal seepage losses and costs in the banks of the channel “Butynsky” were obtained. The losses of the groundwater flow in the area of the channel passage are determined. Conclusions have been made regarding predictive calculations of the impact on surface and groundwater and on the improvement of the environmental safety of the discharge of mine water through the Butynsky Canal into the river Rata. *Key words:* environmental safety, mineralization of mine waters, seepage losses, groundwater flow rates.

Постановка проблеми. Проблема охорони поверхневих вод і взаємопов’язаних із ними підземних вод, зокрема, від забруднення шахтними водами, залишається актуальною і досі не вирішеною, незважаючи на більш потужні наукові і технічні можливості сьогодні.

Крім забруднення механічними і органічними домішками, шахтні води характеризуються високою мінералізацією, що обмежує їх комплексне використання в промисловості без належного очищення, а також становить реальну небезпеку забруднення для поверхневих і підземних вод [1].

Зниження кількості різних забруднюючих речовин, які скидаються в природні водні об’єкти, є одним із важливих і актуальних природоохоронних заходів [2].

Постійний перехід гірничих робіт на більш глибокі горизонти призводить до збільшення обсягів і

ступеня забрудненості різними речовинами шахтних вод. Вимоги до якості очищення шахтних вод під час випуску їх у водні об’єкти, а також у разі подальшого їх використання зумовлюють необхідність широкого застосування різноманітних методів і технологій очищення [3]. Така ситуація зумовлює знаходження нових екологічно безпечних комплексних рішень на вуглевидобувних шахтах, які тільки будуються.

На території Жовківського і Сокальського районів Львівської області України на відстані 40 км на північ від міста Львова та південний-захід від діючих шахт Червоноградського вуглепромислового району планується будівництво перспективної шахти «Любельська» № 1–2 Львівсько-Волинського кам’яновугільного басейну України. Проект «Будівництво шахти «Любельська № 1–2» Львівсько-Волинського кам’яновугільного басейну України» розроблений і затверджений у 2008 році [4].

Актуальність дослідження. Згідно з проектними рішеннями, на другому етапі проходження шахтних стволів і на період експлуатації шахти у зв'язку зі значними об'ємами та високою мінералізацією (до 20 г/дм³) шахтних вод передбачалось їх відведення на установку демінералізації [5].

У період будівництва під час реалізації проектних рішень було змінено запроєктовану технологію проходження стволів на більш сучасну й екологічно прийнятну – прогнозна мінералізація шахтних вод значно нижча і очікується до 5,0–6,0 г/дм³. У таких умовах використання установки демінералізації шахтних вод на період будівництва є нерентабельним і недоцільним.

При цьому виникла проблема вибору альтернативного варіанту утилізації шахтних вод.

На період будівництва планується влаштувати ефективні малі очисні споруди на центральному проммайданчику, а відведення зворотних шахтних вод після змішування з дренажними та дощовими водами (розбавлення) здійснювати в річку Рата по каналу-колектору «Бутинський» Бутинської осушної системи [6].

Така ситуація дала підставу переглянути схему водовідведення на період будівництва. Прийнятна схема полягає в акумуляції та змішуванні шахтних вод з іншими, зокрема дренажними та дощовими водами, для подальшого відведення їх у розбавленому вигляді в канал «Бутинський» [7].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Поряд із прогнозом підняття рівня ґрунтових вод необхідним з екологічного погляду є прогнозування зміни їх мінералізації. Прогнозні дані про зміну мінералізації ґрунтових вод під впливом скидання шахтних вод у канал «Бутинський» будуть використані для обґрунтування необхідності реалізації заходів щодо захисту ґрунтових вод, рослинності та якості ґрунтів на сільськогосподарських угіддях і на територіях населених пунктів.

Незважаючи на незначний вплив скидання шахтних вод як на гідрологічний режим каналу «Бутинський», так і на гідродинамічний режим ґрунтових вод, про що свідчать результати проведених розрахунків, підпір ґрунтових вод завдяки шахтним водам може супроводжуватись зміною їх мінералізації внаслідок змішування з мінералізованими шахтними водами, які поступають під час берегової фільтрації з каналу.

З метою екологічного обґрунтування були виконані розрахунки зміни мінералізації ґрунтових вод, які можливі за максимального підняття рівня води в каналі внаслідок скиду шахтних вод із максимальною витратою і максимальною мінералізацією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз інформації щодо стану поверхневих і підземних вод України [8], а також щодо наявних технологій очищення шахтних вод свідчить, що сьогодні переважна

частина шахтних вод має підвищену та високу мінералізацію і забруднена іншими шкідливими домішками, які не дають змоги скидати їх у поверхневі водойми без глибокого очищення [2]. Розроблені наявні установки очищення не забезпечують комплексного вирішення проблеми скиду цих вод, оскільки очищення супроводжується утворенням значної кількості твердих і рідких відходів [1; 3; 5].

Перелік водоохоронних заходів щодо профілактики впливів відходів на водне середовище включає розроблення та обґрунтування інноваційних першочергових заходів залежно від значимості природно-техногенних факторів у формуванні якості річних вод, а саме – очищення шахтних вод (їх демінералізацію) перед скиданням у гідрографічну мережу.

Необхідність створення інноваційних методів демінералізації – очищення високомінералізованих шахтних вод для забезпечення екологічного стану водних об'єктів (річок, водойм і підземних вод) гірничо-видобувних регіонів України є досить актуальною нині [3; 9; 10].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Для вирішення питань, пов'язаних із водовідведенням шахтної води в канал «Бутинський» і далі – у р. Рата, постає необхідність обґрунтування екологічної прийнятності варіанта водовідведення, тобто обґрунтування таких витрат і мінералізації шахтної води, які під час скиду в канал «Бутинський» не будуть спричиняти підтоплення прилеглих територій і підвищення мінералізації ґрунтових вод.

Важливим елементом гідрогеологічного прогнозування є розрахунок можливого підняття рівня ґрунтових вод, на основі якого визначається ступінь впливу каналу «Бутинський» на гідродинамічний і гідрохімічний режими ґрунтових вод, та за необхідності визначення складу і терміну проектування профілактичних заходів із боротьби з підтопленням прилеглих територій та із забрудненням підземних вод.

Новизна. Під час відведення шахтних вод за запропонованою схемою осушний ефект дренажного режиму меліоративного каналу «Бутинський» не порушиться і функціональне призначення каналу буде зберігатися.

Методологічне або загальнонаукове значення. Для екологічного обґрунтування застосовувалися розрахункові методи гідрогеологічного прогнозування, визначення впливу транспортування шахтних вод по каналу «Бутинський» на гідрогеологічні умови; розрахункові методи визначення стану водоприймача шахтних вод – р. Рата. Основою для розрахунків послужили матеріали натурних екологічних досліджень [11]. З цією метою були проведені такі розрахунки:

– максимального підйому рівня води та максимальних витрат у каналі «Бутинський» у природних умовах – у періоди повені та дощових паводків;

– максимального підйому рівня води в каналі «Бутинський» під час скиду шахтних вод із постій-

ними витратами 40 м³/год та з максимальною витратою 300 м³/год та підйому рівня в каналі під час скиду 40 м³/год;

– підйому ґрунтових вод на прилеглих до каналу територіях за максимального підйому рівня води в каналі завдяки шахтним водам (визначення підпору ґрунтових вод).

– визначення мінералізації ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський» під час транспортування по ньому шахтних вод у р. Рата.

Виклад основного матеріалу.

Розрахунок максимального підйому рівня води в каналі «Бутинський» під час скиду шахтних вод із витратами 300 м³/год (0,083 м³/с) та 40 м³/год (0,011 м³/сек)

Для визначення максимальних рівнів води в каналі «Бутинський», що відповідають максимальним витратам (300 м³/год. чи 0,083 м³/с), вибрано такі ділянки каналу: 1 – ПК0 – ПК63; 2 – ПК63 – ПК – 83, що відрізняються літологічним складом порід.

На першій ділянці канал проходить у пісках світло-сірих дрібно- і середньозернистих глинистих, на другій – у супісках світло-сірих пилюватих. На цих ділянках для розрахунків вибрано типові створи (поперечні профілі) каналу «Бутинський»:

Розрахунковий створ № 1 – проходження каналу по території лісового масиву (ПК-33).

Розрахунковий створ № 2 – проходження каналу по території, де розташовані сільськогосподарські угіддя (ПК-67).

Необхідно зазначити, що ухили водної поверхні на ділянках, де вибрані розрахункові створи, відрізняються на порядок: на ділянці першого створу $I = 0,031$; на ділянці другого створу $I = 0,00056$. Максимальні рівні води в каналі «Бутинський» розраховувались з огляду на залежність витрат води в каналі від висоти стояння рівня води в ньому $Q = f(H)$. Між рівнем води в каналі (H), площею живого перерізу (ω) та середньою швидкістю (V) також є залежності: $\omega = f(H)$; $V = f(H)$.

Площа водного розрізу поперечників (ω) розраховувалась по поперечним профілям каналу з інтервалом по амплітуді рівня води (H) в 1-ому створі – 0,4–1,2 м; у 2-ому створі – 0,4–0,5 м. Відповідно, їм розраховувались середні швидкості і витрати води [12].

Витрати води в каналі визначались за формулою:

$$Q = \omega \cdot V_{cp}, \quad (1)$$

де ω – площа водного розрізу ($\omega = a \times b \times h$), м²; V_{cp} – середня швидкість течії, м/с.

Середня швидкість розраховувалась із використанням формули Шезі-Маннінга:

$$V = \frac{1}{n} \times h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

де n – коефіцієнт шорсткості русла; h – середня глибина води в руслі, м; I – ухил водної поверхні.

Як свідчать результати розрахунків, скид шахтних вод у кількості 300 м³/год (0,083 м³/с) зумо-

вить максимальне підвищення рівня води над наявним у каналі на 0,083 м (8,3 см) в 1-ому створі та на 0,1 м (10 см) – у 2-ому створі.

Скидання шахтних вод у кількості 40 м³/год (0,011 м³/с) зумовить підвищення рівня води в каналі на 0,014 м (1,4 см) – у першому створі та 0,016 м (1,6 см) – у другому створі, що практично не позначиться на гідрологічному режимі каналу.

Розрахунок тимчасових фільтраційних втрат і витрат у береги каналу «Бутинський» під час скидання шахтної води

Оскільки канал «Бутинський» є осушним, тобто він дренає ґрунтові води, та враховуючи незначне підвищення завдяки шахтним водам рівня води в каналі (не більше 0,1 м (10 см), який не перевищує рівня ґрунтового потоку поза зоною впливу осушного каналу, постійні фільтраційні втрати з каналу будуть відсутні.

Частина води з каналу буде втрачатись лише на насичення порід, які складають береги каналу, тобто буде відбуватись берегова фільтрація, завдяки якій формуються тимчасові фільтраційні втрати з каналу.

Тимчасові втрати шахтної води з каналу будуть відбуватись лише протягом часу насичення порід у берегах каналу, а насичення порід у берегах каналу «Бутинський» буде відбуватись під час підйому рівня води в каналі до максимально можливого, під час витрати шахтних вод 300 та 40 м³/год.

Об'єм води, який профільтреться з каналу на одиницю довжини його берегів за час t , розраховувався за формулою Н.Н. Верігіна:

$$V_t = (y_1^2 - h_1^2) \cdot \left[\sqrt{\frac{k \cdot \mu \cdot t}{\pi \cdot h_{cp}}} - \frac{k \cdot t}{2l} \right], \quad (3)$$

де, y_1 – висота рівня ґрунтового потоку над водотривом на урізі каналу за підпору, м; h_1 – висота рівня ґрунтового потоку над водотривом на урізі каналу до підпору, м; x – відстань від берегів каналу до граничної точки кривої депресії, на яку поширюється підпір, м; h_{cp} – середня висота рівня ґрунтового потоку над водотривом, м.

$$h_{cp} = \frac{2y_1 + h_1}{3}. \quad (4)$$

Продовження періоду насичення визначалося за формулою:

$$T = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\mu \cdot l^2}{k \cdot h_{cp}}. \quad (5)$$

Схематична характеристика гідрогеологічних розрізів (розрахункових схем) та основні вихідні дані й результати розрахунків для типових поперечників наведені в таблицях 1 і 2.

Період насичення порід у берегах каналу під час скидання шахтних вод з витратами 300 м³/год., у 1-ому створі (ПК-33) відбудеться протягом 2,06 діб; у 2-ому створі (ПК-67) – протягом 1,22 доби.

За цей час об'єм води, яка профільтреться з каналу на одиницю довжини берега (фільтраційні втрати), буде складати в створі 1 – 0,092 м³ (за 2,06

діб); у 2-ому створі – 0 0797 м³ (за 1,22 доби), що відповідає витратам 0,045 м³/добу та 0,065 м³/добу відповідно (або 1,87 л/год. та 2,7 л/год. відповідно).

Під час скидання шахтних вод у кількості 40 м³/год період насичення порід завдяки береговій фільтрації становить у 1-ому створі 1 (ПК-33) – 0,07 діб; у 2-ому створі (ПК-67) – 0,08 діб.

Фільтраційні втрати при цьому будуть дорівнювати в 1-ому створі 0,003 м³ (за 0,07 діб) та в 2-ому створі – 0,0032 м³ (за 0,08 діб), що відповідає фільтраційним витратам 0,042 м³/добу в 1-ому створі та 0,040 м³/добу у 2-ому створі та становить 1,75 л/год та 1,67 л/год відповідно.

Одержані розрахункові фільтраційні втрати з каналу завдяки береговій фільтрації та фільтраційні витрати з каналу служать основою для визначення зміни мінералізації ґрунтових вод і, відповідно, для визначення зони впливу каналу під час транспортування шахтних вод на гідрохімічний режим ґрунтових вод.

Визначення витрат ґрунтового потоку в районі проходження каналу «Бутинський»

У геологічній будові території проходження каналу «Бутинський» беруть участь сучасні алювіальні відклади, які представлені суглинками сірими, пластичними, середньощільними; пісками світло-

сірими дрібно- і середньозернистими, місцями глинистими, водонасиченими – на ділянці ПК0 – ПК 63; та супісками світло-сірими пилюватими – на ділянці ПК – 63 – ПК – 83. Ґрунтові води в пісках і супісках залягають на глибині 0,5–1,5м.

Згідно з геологічною будовою та гідрогеологічними умовами (табл. 1 і 2), потік підземних вод схематизується як неоднорідний водоносний пласт, що підстиляється горизонтальним водотривом, з умовами усталеного руху з постійною швидкістю, який підпорядковується лінійному закону фільтрації [13].

Витрата ґрунтового потоку q визначається за формулою:

$$q = k_{cp} \times h \times I, \tag{6}$$

де h – середня потужність водного пласту, м; I – середній ухил поверхні ґрунтових вод; k_{cp} – середній коефіцієнт фільтрації, м/добу.

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}; \tag{7}$$

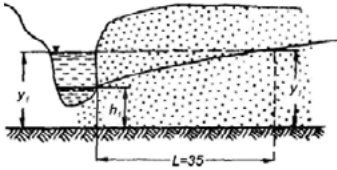
$$I = \frac{h_1 + h_2}{L}, \tag{8}$$

де h_1 і h_2 – потужність водоносного горизонту на віддалі L від урізу води в каналі (h_1), та на урізі в каналі (h_2).

Враховуючи неоднорідну будову водотримуючих порід, які на порядок відрізняються коефіцієн-

Таблиця 1

Основні вихідні дані та результати розрахунків фільтраційних втрат у береги каналу «Бутинський» за витрат шахтних вод 300 м³/год та 40 м³/год

| Розрахункова схема (за витрат 300 м ³ /год) | Розрахункова зона впливу каналу L , м | Коефіцієнт фільтрації, м/добу | Прийняті значення недостатку насичення, μ | h_1 , м | h_{cp} , м | y_1 , м | Тривалість періоду фільтрації з каналу, доба | Фільтраційні втрати на одиницю довжини берега, V_p , м ³ | Витрати берегової фільтрації, q_1 , м ³ /добу та м ³ /год | Витрати берегової фільтрації, q_1 , дм ³ /добу та дм ³ /год |
|--|---|-------------------------------|---|-----------|--------------|-----------|--|---|---|---|
| Створ 1 (ПК 33) |  | 5,0 | 0,26 | 3,10 | 3,15 | 3,18 | 2,06 | 0,0305 | 0,052 (0,0021) | 52,0 (2,2) |
| Створ 2 (ПК 67) | | | | | | | | | | |

тами фільтрації, в розрахунках використовувались середньогові значення коефіцієнта фільтрації, який визначався за формулою:

$$K_{cp} = \frac{\kappa_1 \times h_1 + \kappa_2 \times h_2 + \kappa_3 \times h_3}{h_1 + h_2 + h_3}, \quad (9)$$

де $\hat{e}_1, \hat{e}_2, \hat{e}_3$ – коефіцієнти фільтрації водотримуючих порід, м/добу; n_1, h_2, h_3 – потужність пластів (1, 2, 3), м.

Розрахунки мінералізації ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський» в умовах відведення шахтних вод

Згідно з розрахунками, в умовах підвищення рівня води в каналі «Бутинський» на 0,1 м (10 см) в 2-ому створі і 0,083 м (8,3 см) – у 1-ому створі, втрати шахтних вод із мінералізацією 9,6 г/дм³ становлять 0,042 м³, і 0,0403 м³ відповідно.

Витрати води з каналу на фільтрацію в береги на одиницю довжини берега становитимуть 0,003 м³/добу.

Витрати ґрунтового потоку на одиницю довжини берега до підпору становлять 0,0032 м³/добу.

Мінералізацію ґрунтових вод, яка буде формуватись під час допущення миттєвого змішування високмінералізованих шахтних вод, що профільтрувались у береги каналу і ґрунтових вод, гідравлічно

взаємопов'язаних із каналом, визначались розрахунковим способом за формулою змішування:

$$C_{cp} = \frac{C_e \times Q_e + C_\phi \times Q_\phi}{Q_e + Q_\phi}, \quad (10)$$

де C_e – природна мінералізація води в ґрунтовому потоці, який притікає до берега каналу, г/дм³; Q_e – витрата природного потоку ґрунтових вод, м³/добу; C_ϕ – максимальна мінералізація шахтної води, що профільтрувалась у береги, г/дм³; Q_ϕ – фільтраційні втрати шахтної води з каналу, м³/доб.

Вихідні дані та результати наводяться в таблиці 3.

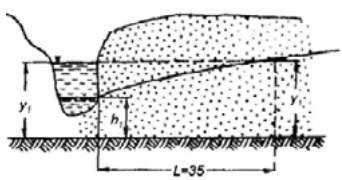
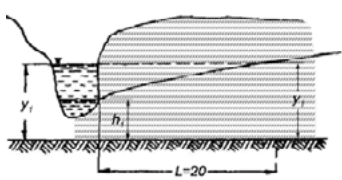
Одержані результати прогнозних розрахунків свідчать, що мінералізація ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський» під час змішування з шахтними водами, які будуть відводитися в р. Рата, буде становити 0,97 г/дм³ в 1-ому створі і 0,94 г/дм³ у 2-ому створі.

Необхідно зауважити, що одержана розрахункова мінералізація ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський» є розрахунковим максимумом і має «екологічний запас надійності», оскільки визначалась:

– для умов максимально можливих витрат шахтних вод (300 м³/год.);

Таблиця 2

Основні вихідні дані та результати розрахунків фільтраційних втрат у береги каналу «Бутинський» за витрат шахтних вод 300 м³/год та 40 м³/год

| Розрахункова схема (за витрат 40 м ³ /год) | Розрахункова зона впливу каналу L, м | Коефіцієнт фільтрації, м/добу | Прийняті значення недостатку насичення, μ | h ₁ , м | h _{cp} , м | У ₁ , м | Тривалість періоду фільтрації з каналу, доба | Фільтраційні втрати на одиницю довжини берега, V ₁ , м ³ | Витрати берегової фільтрації, q ₁ , м ³ /добу | Витрати берегової фільтрації, Q ₁ , дм ³ /добу | |
|---|---|-------------------------------|---|--------------------|---------------------|--------------------|--|--|---|--|---|
| Створ 1 (ПК 33) |  | 2,5 | 0,26 | 3,10 | 3,11 | 3,114 | 0,07 | 0,003 | 0,042 | 42,0 | |
| Створ 2 (ПК 67) | | | | | | | | | | |  |

– для умов максимально можливої мінералізації шахтних вод – 9,6 г/дм³ (без врахування розбавлення з дренажними та дощовими водами):

без врахування розпріснення завдяки інфільтрації атмосферних опадів.

Висновки щодо прогнозних розрахунків впливу на поверхневі і підземні води та екологічне обґрунтування відведення шахтних вод через канал «Бутинський» в р. Рата

Як свідчать результати розрахунків, скид шахтних вод у кількості 300 м³/год (0,083 м³/с) спричинить максимальне підвищення рівня води над наявним у каналі на 0,083 м (8,3 см) в 1-ому створі та на 0,1 м (10 см) у 2-ому створі.

Скидання шахтних вод у кількості 40 м³/год (0,011 м³/с) зумовить підвищення рівня води в каналі на 0,014 м (1,4 см) в 1-ому створі та 0,016 м (1,6 см) в 2-ому створі. Таке підняття рівня води в каналі практично не буде впливати на гідрологічний режим каналу.

Згідно з розрахунками, підпір ґрунтових вод під час скидання шахтних вод із витратами 300 м³/год дуже незначний і пошириться на відстань до 5 м у 1-ому створі і до 6,5 м – у 2-ому створі. При цьому максимальний підйом рівня ґрунтових вод у 1-ому створі становить 0,01 м (1,0 см) на відстані 5,5 м і близько 0,0092 м (1,0 см) на відстані 4,5 м.

У 2-ому створі максимальний підйом рівня ґрунтових вод становить 0,068 м (6,8 см) на відстані 1,0 м і на 0,001 м (1 см) на відстані 6 м.

Підпір ґрунтових вод під час транспортування шахтних вод із витратою 40 м³/год пошириться в 1-ому створі на відстань до 0,5–1,0 м; у 2-ому створі – на відстань 1,0–1,5 м. При цьому і в 1-ому, і в 2-ому створах рівень ґрунтових вод максимально підвищиться на 0,011 м (1,1 см) та 0,010 м (1,0 см) відповідно.

Результати розрахунків свідчать, що скидання шахтних вод як у кількості 300 м³/год (максимально можливі витрати в непередбачуваних умовах), так і під час скидання 40 м³/год (заплановані постійні витрати шахтних вод), отже, і під час скидання від 40 до 140 м³/год, майже не позначиться на зміні рівневого режиму ґрунтових вод.

Розрахункова зона поширення підпору ґрунтових вод не перевищує 1,5–6,5 м і одночасно є межею

пширення впливу каналу «Бутинський» на гідрологічні умови прилеглої території в умовах скиду в нього зворотних шахтних вод.

Враховуючи, що розрахункова прогнозна мінералізація ґрунтових вод (0,94–0,97 г/дм³), яка буде триматись протягом незначного часу (впродовж 1–2 діб на початку скидання шахтних вод), не перевищує нормативних вимог до якості (1 г/дм³), транспортування шахтної води каналом «Бутинський» в р. Рата є екологічно прийнятним і не спричинить змін гідрологічних умов в районі та зміни структури й забруднення ґрунтів.

Водний режим території проходження каналу «Бутинський» пов'язаний із режимом четвертинного водоносного горизонту, який не має зв'язку з нижчими залягаючими напірними водоносними горизонтами (відділений від них водотривким шаром гірничих порід), що забезпечує їх надійний захист від забруднення під час проходження шахтних вод каналом і відіграє позитивну роль в умовах формування депресивної воронки в підземних водах у період будівництва й експлуатації шахти, запобігаючи виникненню порушень гідрологічного режиму каналу «Бутинський» і, відповідно, забезпечить прийнятні умови відведення по ньому шахтних вод у р. Рата.

Головні висновки. В умовах відстоювання в ставках-накопичувачах і під час розбавлення дренажними водами несприятливий вплив відведення шахтних вод каналу «Бутинський» на поверхневі води р. Рата, як у період будівництва, так і під час експлуатації шахти, виключається.

В аварійних умовах – під час проходження тектонічно порушених зон і можливого збільшення скиду шахтних вод із витратами до 300 м³/год із мінералізацією 20 г/дм³ – тимчасовий вплив на ґрунтові води в зоні підпору буде проявлятися в підвищенні їх мінералізації до 0,94–0,97 г/дм³ впродовж однієї доби. При цьому вплив на гідрохімічний режим ґрунтових вод буде досить незначним і короточасним.

Враховуючи, що розрахункова мінералізація ґрунтових вод не перевищує нормативних вимог до їх якості (1 г/дм³), транспортування шахтної води каналом «Бутинський» у р. Рата є екологічно прийнятним і не спричинить змін гідрологічних умов (гідродинамічного та гідрохімічного режимів ґрунтових вод) у районі.

Таблиця 3

Вихідні дані та результати розрахунків мінералізації ґрунтових вод у зоні впливу каналу «Бутинський»

| Ділянки каналу, на які поширюються гідрологічні умови вибраних створів | Витрати берегової фільтрації, м ³ /добу дм ³ /добу | Мінералізація шахтної води, що фільтрується в береги каналу, г/дм ³ | Витрати ґрунтового потоку, м ³ /добу дм ³ /добу | Мінералізація ґрунтових вод, що притікають до каналу, г/дм ³ |
|--|--|--|---|---|
| Створ 1 (ПК – 33) ПК 0 – ПК 63 | 0,0421/42 | 9,6 | 0,826/82,6 | 0,97 |
| Створ 2 (ПК 67) ПК 63 – ПК 83 | 0,0403/40 | 9,6 | 0,83/83 | 0,94 |

Перспективи досліджень. Транспортування шахтних вод із такою мінералізацією і з такими витратами з каналу «Бутинський» не спричинить відчутних тимчасових змін гідрохімічного режиму ґрунтових вод у зоні проходження каналу. Надалі вплив на гідрохімічний режим ґрунтових вод виключається.

Одним із найважливішим охоронних заходів є організація моніторингу якості підземних і поверхневих вод, рослинності і ґрунтів в межах санітарно-захисної зони каналу «Бутинський» і поверхневих вод р. Рата [14; 15].

Необхідно зазначити, що під час проектування враховувалися нові технології й наукові досягнення, що забезпечують ефективне обмеження або повне

виключення наслідків техногенного тиску в умовах скиду шахтних вод під час будівництва нової шахти.

Отже, у разі дотримання прийнятих у проекті ГДС умов режиму відведення зворотних шахтних вод у канал «Бутинський» і далі – у р. Рата та їх гідрохімічного складу проектована діяльність у період будівництва стволів шахти «Любельська» № 1–2 не здійснить негативного впливу на поверхневі водні об'єкти, що не виключає необхідності надалі проведення моніторингу [16].

В умовах ведення локального моніторингу, навіть під час виникнення негативних змін навколишнього середовища, за відповідних заходів і контролю над дотриманням нормативних вимог негативні наслідки можуть бути істотно мінімізовані.

Література

1. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки: справочное пособие. Днепропетровск: Изд-во «Молодежная экологическая лига Приднепровья», 2000. 61 с.
2. Водний кодекс України, 1995р. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 24. 99 с.
3. Монгайт И.Л., Текиниди К.Д., Николадзе Г.И. Очистка шахтных вод. М: «Недра», 1978.
4. Проект будівництва шахти «Любельська» № 1–2 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну України (коригування). Т. I. Пояснювальна записка – Організація будівництва. Кн. № 5. ПЗ759-ПЗ5. Державне підприємство «Проектування будівництва підприємств вугільної промисловості «ПІВДЕНДІПРОШАХТ». Харків, ДП «ПІВДЕНДІПРОШАХТ», 2016. 84 с.
5. Михайленко В.Г., Бабаєв М.В., Хиневич А.Е. Ресурсосберегающий комплекс деминерализации шахтной воды. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення*: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (8–12 вересня 2008 р, Харків): зб. наук. ст. Харків, УКРНДІЕП, 2008. С. 387–391.
6. Звіт «Оцінка та обґрунтування екологічно прийнятних рішень з охорони водного середовища в умовах проходження стволів шахти «Любельська» № 1–2 та розроблення проекту ГДС в «Бутинський» канал на період будівництва». Кн. № 1 «Оцінка та обґрунтування екологічно прийнятних рішень з охорони водного середовища в умовах проходження стволів шахти «Любельська» № 1–2». Харків, УКРНДІЕП, 2011.
7. Доценко Е.А., Бабаєв М.В., Маркина Н.К. Экологическое обоснование корректировки системы отведения шахтной воды на период проходки стволов шахты «Любельская» № 1–2 Львовско-Волинского угольного бассейна. *Проблемы охраны окружающей природной среды и экологической безопасности*: сб. науч. тр. УкрНИИЭП. Харьков: «Райдер», 2015. Вип. XXXVII. С. 143–152.
8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2016 році. URL: <https://menr.gov.ua/news/31445.html>.
9. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. М.: «Недра», 1981. 184 с.
10. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. Москва: «Стройиздат», 1971. 208 с.
11. Особливості організації та проведення моніторингу підземних та поверхневих вод у районі розташування вуглевидобувної шахти «Любельська» № 1–2 Волино-Подільського вугільного басейну / О.О. Доценко, Н.К. Маркіна, О.О. Дмитрієва, М.В. Бабаєв // *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*: зб. наук. пр. УКРНДІЕП. Харків: «Райдер», 2017. Вип. XXXVIII. С. 12–20.
12. Справочник гидрогеолога / Под общей ред. М.Е. Альтовского. М.: «Госгеолтехиздат», 1962. 616 с.
13. Гидродинамические основы прогноза режима грунтовых вод. *Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф.П. Саваренского*. Т. XXVI. М.: «Изд-во Академии наук СССР», 1960.
14. Доценко Е.А., Маркина Н.К., Бабаєв М.В. Программа комплексного мониторинга в условиях отведения шахтных вод по мелиоративному каналу в реку Рата (приток реки Западный Буг). *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення*: матер. X Міжнар. наук.-практ. конф. (7–8 вересня 2014 р, м. Харків): зб. наук. статей. Харків, УКРНДІЕП, 2014. С. 164–172.
15. Программа проведения комплексного мониторинга компонентов природной среды на территории прохождения канала «Бутинский» в условиях транспортировки по нему шахтных вод в период строительства шх. «Любельская» № 1–2 с рекомендациями обустройства пунктов наблюдений. УкрНИИЭП, Харьков, 2011. 40 с.
16. Звіт. Розробка проекту гранично допустимих скидів (ГДС) речовин із зворотними водами ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля» шахта «Любельська» № 1–2 в р. Рата (басейн Західного Бугу). Харків, УКРНДІЕП, 2010.