

УДК 622.272.6:556

СТАБІЛІЗАЦІЯ ГІДРОГЕОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ РОЗКРИВНОЇ ВИРОБКИ

І. О. Садовенко, В. І. Тимошук

Державний ВНЗ "Національний гірничий університет"

просп. Карла Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49005, Україна. E-mail: timvnm@mail.ru

У роботі розглянуто питання спорудження водовідливної свердловини в щелевній обсапці на ділянці сполучення шахтного ствола з горизонтальними виробками в умовах ліквідації розкривної виробки. Гідрогеомеханічне обґрунтування параметрів дренажної засипки виконано на основі комплексного розгляду геомеханічної та гідродинамічної складових за умови забезпечення стійкості обсадної колони водовідливної свердловини та збереження необхідної водопровідності фільтруючого матеріалу в сполученні виробок. За результатами виконаних розрахунків встановлена залежність зниження рівня від обсягів водовідливу, визначені розміри водоприймальної частини водозабірної свердловини та режим роботи водовідливу для забезпечення проектної відмітки затоплення розкривної виробки.

Ключові слова: розкривна виробка, фільтруюча засипка, водовідливна свердловина, гідрогеомеханічні процеси.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАСКРЫВАЮЩЕЙ ВЫРАБОТКИ

И. А. Садовенко, В. И. Тимошук

Государственное ВУЗ "Национальный горный университет"

просп. Карла Маркса, 19, г. Днепропетровск, 49005, Украина. E-mail: timvnm@mail.ru

В работе рассмотрен вопрос сооружения водоотливной скважины в щелевой обсапке на участке сопряжения шахтного ствола с горизонтальными выработками в условиях ликвидации вскрывающей выработки. Гидрогеомеханическое обоснование параметров дренажной засыпки выполнено на основе комплексного рассмотрения геомеханической и гидродинамической составляющих при условии обеспечения устойчивости обсадной колонны водоотводящей скважины и сохранения необходимой водопроводности фильтрующего материала в сопряжении выработок. По результатам выполненных расчетов установлена зависимость снижения уровня от объемов водоотлива, определены размеры водоприемной части водозаборной скважины и режим работы водоотлива для обеспечения проектной отметки затопления вскрывающей выработки.

Ключевые слова: вскрывающая выработка, фильтрующая засыпка, водоотводящая скважина, гидрогеомеханические процессы.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Питання стабілізації гідрогеомеханічних процесів в умовах ліквідації розкривної виробки розглянуто на прикладі шахти "Червона зірка", де варіант ліквідації ствола № 6 в інтервалі абсолютних відміток $-117,5 \dots +185,5$ м включав щелеву засипку ствола з одночасним обладнанням занурених насосів в сталевих трубах діаметром 800 мм і товщиною стінок 10 мм. Основні проектні рішення передбачали встановлення занурених насосів з динамічним рівнем відкачки в межах абсолютних відміток $+30,0 \dots +10,0$ м, що повинно забезпечувати підтримку рівня затоплення в приствольній зоні шахтного поля не вище відмітки $+30,0$ м. Технічними умовами визначено, що прогнозна величина відкачки води зі ствола № 6 з урахуванням приведених вимог не повинна перевищувати $290 \text{ м}^3/\text{год}$.

У викладеній постановці комплекс задач геомеханічного і гідрогеомеханічного характеру повинен містити відповіді на питання про стійкість сталевих обсадних труб, величину їх перфорації і водопровідності заповненого щелевом перерізу ствола № 6 і виробок сполучення горизонту 211 м.

Наведені в роботі рішення базуються на обґрунтованому виборі і коректній модифікації відомих розрахункових схем геомеханіки, опору матеріалів, гідравліки і фільтрації. Методична послідовність задач витікає з параметричного взаємозв'язку кож-

ного з рішень, що і визначено напрямком досліджень. Прогнозні гідродинамічні параметри підтримки рівневого режиму на шахтному полі прийняті з офіційного висновку і аналізу не підлягали.

Мета роботи – гідрогеомеханічне обґрунтування параметрів дренажної засипки на ділянці сполучення розкривної і горизонтальних виробок, що забезпечують стійкість обсадної колони водовідливної свердловини та збереження необхідної водопровідності фільтруючого матеріалу в сполученні виробок.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. В практиці геомеханічних розрахунків щодо визначення тиску гірських порід на закріплену гірську виробку (шахтний ствол, свердловину), зазвичай знаходять точки перетину графіків двох функцій [1]:

$$\left. \begin{aligned} U_G &= f(K, \lambda, H) \\ U_K &= f(p) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де U_G і U_K – відповідно переміщення контуру гірських порід і кріплення гірської виробки; K – коефіцієнт, що враховує механізм передачі навантажень від гірських порід на кріплення (часто називається коефіцієнтом концентрації напружень) і має різні масштабні вираження в залежності від фізичного змісту і крайових умов задачі; λ – середньозважена питома вага гірських порід між розрахунковою глибиною H і денною поверхнею; p – навантаження на кріплення (опір кріплення).

У випадку, що розглядається, на обсадні труби для розміщення насосів буде діяти стовп водонасиченого щебеню в межах абсолютних відміток $-27,0 \dots +30,0$ м і сухого щебеню в межах абсолютних відміток $+30,0 \dots +185,5$ м. Згідно із законом підземної гідростатики у водонасичених гірських породах діють напруження [2]:

$$\sigma_n = \sigma_e + \sigma_n, \quad (2)$$

де σ_n , σ_e , σ_n – відповідно повні, ефективні і нейтральні напруження. Останні викликані рівномірним розподілом тиску стовпа води в довільному об'ємі твердої фази гірської породи. Характерно, що σ_n обумовлено вагою всієї товщі і залишається незмінним, тому для випадку, що розглядається, слід прийняти з запасом $\sigma_n = \sigma_e = \lambda H$.

Враховуючи це, допущення максимальний тиск на низ обсадної колони (відмітка -27 м) може скласти згідно [3] для радіального розподілу напружень в пружному середовищі:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \gamma H \left(1 - \frac{r_0^2}{r_r^2} \right) \\ \sigma_\theta &= \gamma H \left(1 + \frac{r_0^2}{r_r^2} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

де σ_r і σ_θ – відповідно радіальна і тангенціальна компоненти напружень в довільній точці масиву порід, віддаленій від осі вертикальної виробки на відстань r_r (інші позначення наведені вище).

Із виразу (3) очевидно, що на контурі кріплення $\sigma_u = 2\lambda H$, тобто обсадна труба буде підпадати даному гідростатичному тиску. Зіставимо цю величину з міцністю на стискання сталі ($\sigma_{cm} = 400$ МПа). Тангенціальне напруження на контурі виробки (кріплення) зазвичай прирівнюють до одноосного стискання. Тоді, для наших умов $\lambda = 22$ кН/м³ [4], $H = 112,5$ м, а $\sigma_u = 9,35$ МПа.

Відзначимо, що мінімальна границя допустимих напружень складає [5] 60 МПа. З урахуванням максимальної перфорації труби до 30 % [6] аналогічна величина складе 49 МПа, що в декілька раз більше діючих напружень, рівних 9,35 МПа.

Технологія спорудження водовідливної свердловини в щебеневій обсіпці передбачає початкове встановлення труби з наступною обсіпкою щебенем. При цьому неминує формування бічного тиску за рахунок його переміщення в напрямку спорудження. За наближеними оцінками [1] можна прийняти, що бічний підпір обсадної труби дорівнює бічному тиску за Дінником [3]. Але при цьому потрібно врахувати, що закріплена труба захоплюється в переміщення з урахуванням прослизання щебеню по циліндричній поверхні. В цьому випадку бічний підпір рівний добутку:

$$P_\phi = \gamma H \lambda K_T, \quad (4)$$

де λ – коефіцієнт бічного тиску за Дінником $\frac{\nu}{1-\nu}$; K_T – коефіцієнт тертя щебеня по циліндричній поверхні сталевій труби.

У нашому випадку $\lambda = 22$ кН/м³, $H = 0,27$ [7], $K_T = 0,12$ [7]. Тоді $P_\phi \approx 0,207$ МПа. З урахуванням

діаметра труби 0,8 м можна прийняти $P_\phi = 200$ кН на погонний метр, що повинно забезпечуватися кріпленням труби до провідників.

При засипці сполучення горизонту 211 м і ствола № 6 відбудеться переміщення щебеня в горизонтальні виробки. Це обумовлено геостатичним (гірським) тиском стовпа щебеню в стволі. Формування розмірів фільтруючої перемички в симетричних горизонтальних виробках обумовлене конкуруючими процесами геостатичного тиску і сил тертя по бічній поверхні виробок [7] сполучення горизонту 211 м у вигляді співвідношення:

$$\left. \begin{aligned} F_T &= \lambda \gamma H_c S_\phi \\ F_T &= \sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

де F_T – сумарна сила бічного тиску у виробках сполучення; F_T – сумарна сила тертя щебеню по бічній поверхні S_ϕ – виробки сполучення; H_c – висота зводу тиску на довільну горизонтальну поверхню; S_ϕ – переріз виробок сполучення; σ_n – нормальна складова геостатичного тиску щебеню у варіанту сполучення; φ – кут внутрішнього тертя; C – питоме зчеплення по тій же поверхні; γ – коефіцієнт бічного тиску, що визначається за відомою формулою Дінника

$\lambda = \frac{\nu}{1-\nu}$, де H – коефіцієнт Пуассона.

Гальмування просування щебеню в горизонтальну виробку сполучення настає при рівності F_T і F_T . В цьому випадку порівняння формул (4) дозволяє розрахувати величину бічної поверхні S_ϕ . Враховуючи, що у вертикальному перерізі виробки на контурі кріплення ствола $\sigma_n = \gamma \lambda H_c$, а також характер розподілу σ_n в укосі гальмування від $\gamma \lambda H_c$ до нуля, можна прийняти у формулі (4):

$$\sigma_n = \frac{1}{2} \lambda \gamma H_c. \quad (5)$$

Це скорочує досить невизначене значення параметра $\gamma \lambda H_c$ у формулі (4) і компенсує відсутність конкретних значень H_c . При значенні $\varphi_n = 15^\circ$ [7] і $S_\phi = 15$ м² отримаємо величину $S_\phi = 111$ м. Очевидно, що ця величина відображає еквівалентну поверхню тертя, рівну бічній поверхні усіченого паралелепіпеда $ABCD$ (рис. 1).

Для осереднених розмірів виробки сполучення і кута природного укусу щебеню під водою, рівного 30° [7], отримаємо довжину відрізка KM (рис. 1), який не перевищує 10 м і усереднено відображає шлях фільтрації до ствола.

В практичній гідрогеології найбільш вживаний коефіцієнт фільтрації як параметр, що характеризує водопроникність гірських порід для рідин зі стабільною в'язкістю при незначних коливаннях температури.

Всі відомі розрахункові формули підземної гідродинаміки використовують саме цей параметр. більшість залежностей, що зв'язують гранулометричний склад роздільно зернистих порід (до них відноситься щебінь), отримано для фракцій, розмір яких не перевищує 5 мм (формули Хазена, Сліхтера, Терцагі, Крюгера, Цункера).

У довідковій літературі [8] наведені дані дослідних визначень коефіцієнта фільтрації гірських порід при дослідних відкачках. Для добре проникних га-

лечників і гравію з крупнозернистим піском коефіцієнт фільтрації визначається діапазоном 100...1000 і більше м/добу.

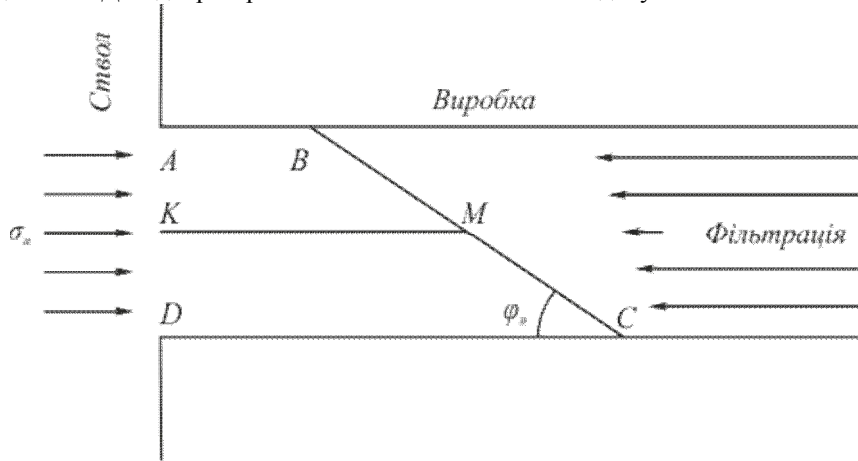


Рисунок 1 – Форма поверхні самогальмування ABCD і середньої фільтраційної траєкторії KM

Відсортований щебінь, який не має гравійної і піщаної фракцій, очевидно, буде мати більші розміри фільтруючих пор, але одночасно в них швидкість фільтрації уповільнюється через шорсткість поверхні [8]. Практичний досвід визначення коефіцієнту фільтрації крупноуламкових гірських порід в основному накопичений при визначенні вибухонакидних гребель і дамб [4]. Найбільш розповсюджена емпірична формула Г.І. Покровського [4]:

$$K_{\lambda} = 0,0925 \frac{g}{v} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot \frac{1}{S^2}, \quad (6)$$

де K_{λ} – коефіцієнт ламінарної лінійної фільтрації, см/с; g – прискорення вільного падіння, см/с²; n – кінематична в'язкість води, см²/с; n – пористість, дол. од; S – питома поверхня частинок породи, см²/см³.

В наведеному джерелі надані представницькі дослідні дані щодо пористості крупноуламкових камінних матеріалів, які коливаються в незначних межах і в середньому величина пористості (n) може бути прийнята рівною 0,22.

Площа питомої поверхні частинок матеріалу (щебеню) [7]:

$$S = \sum_i \frac{6}{\psi_i d_i} \cdot p_i, \quad (7)$$

де ψ_i – коефіцієнт форми фракції, значення якого змінюється в діапазоні 0,45...0,55; d_i – максимальний розмір частинок фракції, см; p_i – відносний вміст фракції, дол. од.

Використовуючи склад щебеню 70...120 мм із вмістом фракцій 70...80 % отримуємо (з урахуванням коефіцієнта форми $\psi = 0,5$) значення $K_{\lambda} = 770$ м/доб для води з температурою 15 °С. Для складу 40...70 мм значення K_{λ} практично не змінюється і складає 781 м/доб.

Для врахування можливого відхилення фільтрації через щебеневу засипку від лінійного закону оці-

нимо діапазон співвідношень між ламінарним (K_{λ}) і нелінійним ($K_{НЛ}$) коефіцієнтами фільтрації по залежності [4]:

$$K_{НЛ} = \frac{K_{\lambda} J}{\sqrt{m J}}, \quad (8)$$

де J – градієнт фільтрації; m – параметр, який характеризує відхилення від лінійного закону.

У [4] надана таблична функція $J = f(m)$, згідно якої величина m при збільшенні градієнту фільтрації більше 0,5 асимптотично наближається до 3.

У варіанті, що розглядається, максимальне пониження рівня води складає 20 м. Визначена вище величина фільтраційної траєкторії через сполучення складає 10 м.

До отриманого значення необхідно додати величину фільтраційного шляху в перерізі ствола, яка коливається в залежності від положення працюючого насоса в межах 1,5...6,5 м. З урахуванням наведеного максимальний фільтраційний градієнт буде змінюватися в межах 1,20...1,73. Для цих значень завжди буде виконуватися умова $K_{НЛ} > K_{\lambda}$, а, відповідно, розрахункові формули фільтрації для лінійного закону будуть містити запас в розрахунках водопропускної можливості щебеневої засипки ствола № 6 и сполучення.

У [4] наведений експериментальний графік зміни ламінарного коефіцієнта фільтрації (K_{λ}) для матеріалу з розміром фракцій не більше 120 мм. При цьому вміст фракцій менше 1 мм суттєво впливає на величину K_{λ} . При її відсутності і значенні $d_{60} = 18$ мм коефіцієнт ламінарної фільтрації наближається до 1000 м/добу. Очевидно, що розрахункове значення K_{λ} можна прийняти в діапазоні 770...1000 м/доб, або 885 м/доб.

Вище обґрунтовані необхідні вихідні дані, які визначають гідродинамічний режим водовідливної установки у варіанті технічного рішення згідно постановці задачі, що вирішується.

Оцінимо можливість потрібного водовідбору при наявності фільтраційного опору середовища із щебеню з фракціями 70...120 мм (при переважанні до 80% фракцій 70...80 мм) і фракції 40...70 мм при ефективному діаметрі більше 40 мм.

Розглянемо дві фільтраційні схеми розрахунків.

Перша схема. Режим фільтрації наближається до однорізного, але фільтраційна траєкторія представляється двома відрізками *AB* і *AC* у виробках і стволі (рис. 2).

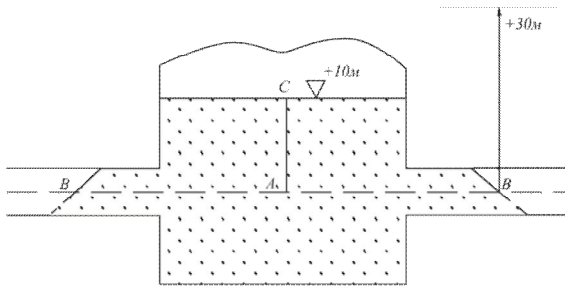


Рисунок 2 – Схема наближення режиму фільтрації до однорізного потоку

Схема враховує наступні припущення:

- збурення від точки *B* до периферії передається миттєво за рахунок гідравлічної довершеності затоплених виробок;
- на відмітці +10 м підтримується зниження рівня води за рахунок перфорованих труб нижче неї.

Водовідбір з відмітки +10 м складе:

$$Q = KJ(2F_{AB} + F_{AC}), \quad (9)$$

де, окрім наведених раніше позначень, F_{AB} і F_{AC} – середні площі фільтраційних перерізів на відповідних відмітках.

У нашому випадку $K = 885$ м/доб; $J = 0,4$; $2F_{AB} = 30$ м²; $F_{AC} = 25$ м². Тоді $Q = 19470$ м³/доб, що значно перевищує проектний водовідбір 6960 м³/доб (290 м³/год).

Друга схема. Для того щоб оцінити можливі фільтраційні збурення при русі води через сполучення, заповнені щебенем, можна скористуватись рішенням для напірного потоку в межах непроникних контурів (рис. 3).

Вираз, що пов'язує водоприток і зниження у водозабірній свердловині, має вигляд [8]:

$$Q = \frac{2\pi KMS_0}{\frac{3,55\sqrt{at}}{L} + \ln \frac{0,16L}{Z_0 \sin \frac{\pi d}{L}} - R_H}, \quad (10)$$

де, окрім позначень на рис. 4, M – вертикальна потужність водопровідного перерізу; S_0 – допустиме зниження рівня в свердловині; t – час від початку відкачки; a – коефіцієнт п'єзопровідності перерізу, що фільтрує; R_H – параметр, який має другорядне значення для наших розрахунків, оскільки його нехтування підвищує надійність розрахунку.

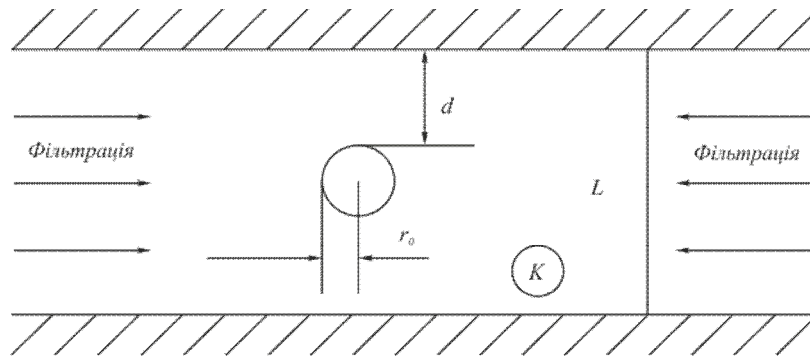


Рисунок 3 – Фільтраційна схема, що відображує напірний потік із виробок сполучення до водозабірної свердловини (обсадної перфорованої труби)

Для цієї схеми також приймаються допущення, які забезпечують запас в розрахунках:

- коефіцієнт фільтрації смуги однаковий для щебеню і відробленої частини шахтного поля;
- безнапірним режимом фільтрації в перерізі ствола нехтуємо;
- проникна смуга безкінечна, хоча ця умова порушується за межами виробок сполучення;
- розташування водозабірної свердловини в стволі асиметричне.

Для параметрів $L=5$ м; $r_0=0,4$ м; $d=2,5$ м; $M=4$ м; $K = 885$ м/доб отримані розрахункові графіки, представлені на рис. 4.

Видно, що прийнятний режим водовідбору при

проектному зниженні рівня в свердловині зберігається як мінімум 19 годин.

Наведені розрахунки за другою схемою дозволяють оцінити величину зміни рівня води при відкачці між контуром ствола і водоприймальною свердловиною. Так, згідно М.М. Верігіну (1961) ширина зони депресії для довгої виробки в ізольованому водоносному горизонті визначається залежністю:

$$L_d = n\sqrt{at}, \quad (11)$$

де L_d – ширина депресії; n – коефіцієнт, що змінюється від 1,1 до 1,7. Інші позначення наведені вище.

У нашому випадку при $t = 0,8$ діб (19 годин) і

$a=10^4$ м²/доб отримаємо значення $L_d=98...152$ м. При максимальному зниженні в свердловині 20 м (від відмітки +30 до +10 м) в найбільш віддаленій точці контуру ствола величина зниження складе 0,42...0,65 м.

В гідрогеологічній практиці накопичений значний досвід щодо вибору параметрів конструкцій водоприймальних пристроїв. Зокрема, для водоносних порід з переважною крупністю фракцій щебеню від 20 до 100 мм більше 50 % за масою рекомендуються трубчаті фільтри з круглою і щільною перфорацією [6]. У цьому ж джерелі і в аналогічних вказується, що максимальна шпаруватість (площа перфорації) водоприймальної частини фільтрів сталених труб не повинна перевищувати 30 %. Величина цього параметра достатня для забезпечення водопрпускнуої здатності свердловини в максимальній обводненій породі. Ця ж величина була прийнята нами при розрахунку стійкості обсадної труби при її засипці щебенем до устя ствола, а також перевищує розрахункову пористість щебеню, що запобігає появу гідравлічного стрибка між свердловиною і затрубним простором.

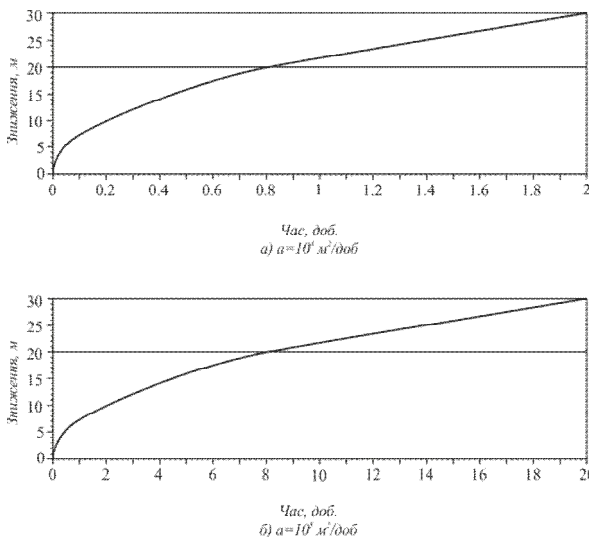


Рисунок 4 – Графіки функції $S_0=f(Q, t)$: а – при коефіцієнті п'єзопроводності 10^4 м²/доб; б – теж, при 10^5 м²/доб

Вибір діаметру перфорації ґрунтується на базовому параметрі фракційного складу водоносної породи (d_{50}), який показує розмір частинок, менше якого міститься 50 % ваги фракцій. В цих умовах з ціллю утворення зворотного фільтра шляхом виносу частинок із прифільтрової зони назначають діаметр перфорації більшим d_{50} . Для варіанту засипки ствола № 6, що розглядається, такий підхід неприйнятний, так як мінімальна фракція має розмір 40 мм, а максимальний розмір отворів не перевищує 30 мм [6].

Таким чином, рекомендована площа перфорації водоприймальної частини труби в стволі складе 30% при діаметрі отворів 25...30 мм для умов мінімального розміру фракцій щебеню 40 мм.

Розрахунок необхідної довжини перфорованої частини труби виконується за формулою [6]:

$$l_n = \frac{Q_{max}}{v_\phi 2\pi r}, \quad (12)$$

де Q_{max} – максимальний дебіт свердловини (продуктивність насоса); r – радіус труби; v_ϕ – допустима швидкість фільтрації.

Найбільш сприятливий гідродинамічний режим буде виникати, якщо розраховані вище градієнти ($I=1,2...1,73$) зберуться в зоні навколо свердловини, тобто:

$$v_\phi = KI. \quad (13)$$

Прийmemo $I=1,2$, тоді при $K=885$ м/доб для $Q_{max}=365$ м³/год отримаємо значення $l_n=16,15$ м. Приmemo з деяким запасом інтервал установки водоприймальної частини труби в межах відміток -25,0...-5,0 м, що відповідає найбільш прийнятним умовам гідродинамічної довершеності свердловини і роботі фільтра в затопленому режимі [2, 6].

ВИСНОВКИ. За результатами виконаних розрахунків встановлені розміри водоприймальної частини водозабірної свердловини та режим її роботи, що у вказаних умовах забезпечують проектні параметри водовідливу і встановлення занурених насосів: водовідбір в кількості до 290 м³/год при періодичному режимі включення насосів та підтримка відміток рівня води в приствольній зоні шахтного поля в інтервалі абсолютних відміток +30,0...+10,0 м.

Вирішене в роботі завдання гідрогеомеханічного обґрунтування параметрів дренаючої засипки на ділянці сполучення шахтного ствола з горизонтальними виробками базується на комплексному розгляді геомеханічної та гідродинамічної складових за умови забезпечення стійкості обсадної колони водовідливної свердловини та збереження необхідної водопровідності фільтруючого матеріалу в сполученні виробок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений. – М.: Недра, 1984. – 415 с.
2. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. – М.: Недра, 1983. – 356 с.
3. Кацауров И.Н. Механика горных пород. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
4. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика / Под ред. В.П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.
5. Степин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1988. – 366 с.
6. Справочник по осушению горных пород / Под ред. И.К. Станченко. – М.: Недра, 1984. – 575 с.
7. Справочник по инженерной геологии / Под ред. М.В. Чуринова. – М.: Недра, 1974. – 407 с.
8. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. – Л.: Недра, 1967. – 592 с.

**STABILIZATION OF HYDRO-GEOMECHANIC PROCESSES
DURING THE LIQUIDATION OF AN OPENING EXCAVATION**

I. Sadovenko, V. Tymoshchuk

National Mining University

prosp. Karl Marx, 19, Dnipropetrovsk, 49005, Ukraine. E-mail: timvnmu@mail.ru

The authors have considered the problem of construction of a dewatering rubble-packed well at the site coupling the shaft with horizontal excavations during the opening excavations liquidation. The parameters of draining backfill are substantiated from the hydro-geomechanical viewpoint based on the comprehensive analysis of geomechanics and fluid dynamics under the condition providing stability of the dewatering well and maintaining the required conductivity of filtering material in the conjunction of the excavations. As a result of carried out computations, the regularity between the sinking water and drained water volumes has been established; the size of water intake area of the water-supply well and the drainage operation parameters ensuring the projected level of flooding of opening excavations have been determined.

Key words: opening excavations, draining backfill, dewatering well, hydro-geomechanic processes.

REFERENCES

1. Baklashov, I.V., Kartosia, B.A. (1984), *Mechanica podzemnykh sooruzhenii* [Mechanics of underground constructions], Nedra, Moscow, Russia.
2. Mironenko, V.A. (1983), *Dinamika podzemnykh vod* [Groundwater dynamics], Nedra, Moscow, Russia.
3. Katsaurov, I.N. (1981), *Mechanica gornykh porod* [Rock mechanics], Nedra, Moscow, Russia.
4. Nedriga, V.P. (1983), *Gidrotechnicheskie sooruzheniya. Spravochnik proektirovschika* [Hydraulic facilities. Guide for designers], Strojizdat, Moscow, Russia.
5. Stepin, P.A. (1988), *Soprotivlenie materialov* [Strength of materials], Vysshaja shkola, Moscow, Russia.
6. Stanchenko, I.K. (1984), *Spravochnik po osusheniyu gornykh porod* [Guidelines for draining rocks], Nedra, Moscow, Russia.
7. Churinov, M.V. (1974), *Spravochnik po inzhenernoi geologii* [Reference guide on engineering geology], Nedra, Moscow, Russia.
8. Maksimov, V.M. (1967), *Spravochnoe rukovodstvo gidrigeologa* [Hydrogeologist's reference guide], Nedra, St-Pb, Russia.

Стаття надійшла 20.05.2013.