

РАЦИОНАЛНИ ПАРАМЕТРИ НА ОТВОДНИТЕЛНИ ХОРИЗОНТАЛНИ СЪОРЪЖЕНИЯ

Паулин Златанов¹, Евгения Александрова²

¹Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

²Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Целта на отводнителните мероприятия в откритите рудници е осигуряване на нормалните условия на работа на хората и минната механизация, намаляване на влажността на полезното изкопаемо, осигуряване на устойчивостта на откосите на стъпалата, бордовете и насипищата. Ефективността от отвеждането на водите зависи от приетата технологична схема и параметрите на отводнителните съоръжения. Изследвана и анализирана е връзката между геометричните параметри (площ на намокрено сечение, дълбочина и периметър) на хоризонтални отводнителни съоръжения (канали). Рационалното им оразмеряване е с помощта на математичен подход.

RATIONAL PARAMETERS OF DRAIN HORIZONTAL FACILITIES

Paulin Zlatanov¹, Eugenia Alexandrova²

¹Mining and geology University "St. Ivan Rilski", 1700, Sofia

²Mining and geology University "St. Ivan Rilski", 1700, Sofia

ABSTRACT. The goal of the drain activity in open mines is ensuring of normal conditions for labor and functioning of mining mechanization, reducing the moisture of mineral resources, increasing stability of slopes of benches, boards and waste dumps. The efficiency of dewater depends on technological scheme adopted and the parameters of facilities for draining. Connection between geometrical parameters (surface of wet profile, depth and perimeter) of horizontal drain facilities (ditches) is researched and analyzed. Its rational dimension is made through a mathematical approach.

Разработването на находища на полезни изкопаеми по открит начин като правило е съпроводено с постъпването на подземни и повърхностни води, а също така и инфилтрационни води от реките и повърхностните водоеми в минните изработки. Наличието на вода в масива и нейните притоци към изработките затрудняват условията на работа на хората и машините, а в редици случаи съществено влияят на физичните свойства на скалите, водят до намаляване на устойчивостта на откосите и бордовете, влошават качеството на полезното изкопаемо. Ето защо при добива по открит начин се налага провеждането на комплекс от мероприятия за пълно или частично отводняване на масива, изключване или намаляване на водопритоките в минните изработки, а също така събирането и отвеждането на водите от тях.

Посоченият комплекс от мероприятия за проектиран или действащ открит рудник включва специални дренажни съоръжения (сондажи, канавки, канали и др.) и технически средства по събирането и отвеждането на водите (водопроводи, помпи и др.).

За условията на откритите рудници най-често прилаганият начин за отвеждане на повърхностните води от работните площадки е прокарването на хоризонтални надлъжни или напречни канали, които се явяват като един от основните елементи от отводнителната система на рудника. Оразмеряването е свързано с избор на формата

и изчисляване на размерите на напречното сечение им сечение в зависимост от притока на вода.

При оразмеряване на отводнителни хоризонтални съоръжения се решава задачата за малкото корито, построявано най-често с трапецовиден профил в земни или земно-скални масиви. Хидравличното оразмеряване на малкото корито се извършва в зависимост от приетите или дадени елементи на канала.

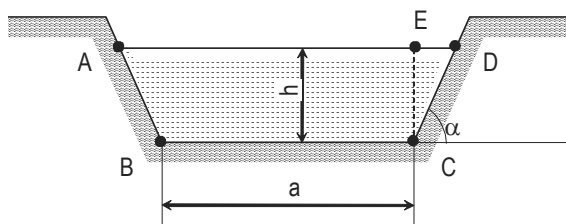
Напречното сечение на канала S трябва да осигури преминаването на водно количество

$$Q = Sv, \text{ m}^3/\text{s}, \quad (1)$$

където: v е средната скорост на потока, m/s .

Обикновено се приема като удачна форма на напречното сечение на канала трапец с площ S . За определяне на рационалните параметри на това сечение е необходимо да се изследва връзката между дълбочината (h , m) и ъгълът на откосите на канала (α , $^\circ$). Посочените параметри h и α са обвързани с т.нар. „намокрен периметър“, който трябва да е минимален, тъй като той оказва съществено влияние на триенето, респ. от него зависи дебитът на канала. От фигура 1 се вижда, че „намокреният периметър“ се определя по израза:

$$L = AB + BC + CD, \text{ m} \quad (2)$$



Фиг. 1 Схема към определяне на размерите на напречното сечение на канал

Тъй като

$$h = CD \cdot \sin \alpha, \text{ m}, \quad (3)$$

то

$$CD = AB = \frac{h}{\sin \alpha}, \text{ m}. \quad (4)$$

Като се отчете, че $BC=a$ се получава, че:

$$L = a + 2 \frac{h}{\sin \alpha}, \text{ m}. \quad (5)$$

По такъв начин, L е функция на три независими променливи: a , h и α . Условието на задачата позволява една от променливите да бъде изключена. Изисква се площта на сечението да е постоянна и равна на S . Лицето на трапеца е

$$S = \frac{BC + AD}{2} h, \text{ m}^2, \quad (6)$$

но $BC=a$, а

$$AD = BC + 2ED = a + 2h \cot \alpha, \text{ m}. \quad (7)$$

Тогава

$$S = \frac{2a + 2h \cot \alpha}{2} h = (a + h \cot \alpha) h, \text{ m}^2. \quad (8)$$

От тук следва, че

$$a = \frac{S}{h} - h \cot \alpha, \text{ m}, \quad (9)$$

а за L се получава:

$$L = \frac{S}{h} - h \cot \alpha + \frac{2h}{\sin \alpha}, \text{ m}. \quad (10)$$

Вижда се, че в този израз има само 2 независими променливи – h и α ($S=\text{const}$). Условието за екстремума е частните производни на уравнение (10) да бъдат равни на нула:

$$\frac{\partial L}{\partial h} = -\frac{S}{h^2} - \cot \alpha + \frac{2}{\sin \alpha} \quad (11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \frac{h}{\csc^2 \alpha} - \frac{2h \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \quad (12)$$

Необходимо е да се реши системата от уравнения

$$\begin{cases} -\frac{S}{h^2} - \cot \alpha + \frac{2}{\sin \alpha} = 0 \\ \frac{h}{\csc^2 \alpha} - \frac{2h \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = 0 \end{cases} \quad (13)$$

След опростяване системата (13) има вида:

$$\begin{cases} -\frac{S}{h^2} - \frac{2 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = 0 \\ \frac{h(1 - 2 \cos \alpha)}{\sin^2 \alpha} = 0 \end{cases} \quad (14)$$

От второто уравнение на система (14) следва, че $h(1 - 2 \cos \alpha) = 0$, от където или $h=0$ или $1 - 2 \cos \alpha = 0$. Тъй като дълбочината h не може да бъде равна на нула, то или $1 - 2 \cos \alpha = 0$ или $\cos \alpha = \frac{1}{2}$, а $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

Намерената стойност за α се замества в първото уравнение на система (14) и се получава

$$-\frac{S}{h^2} + \frac{2 - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 0. \quad (15)$$

След известни преобразувания за h се получава:

$$h = \frac{\sqrt{S}}{\sqrt[4]{3}} \text{ m}. \quad (16)$$

Необходимо е да се намери стойността на втората производна при вече определените стойности на α и h :

$$\frac{\partial^2 L}{\partial h^2} = \frac{2S}{h^3} \quad (17)$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial \alpha^2} = 2 \frac{1 - \cos \alpha + \cos^2 \alpha}{\sin^3 \alpha} \quad (18)$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial \alpha \partial h} = \frac{1 - 2 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \quad (19)$$

Константите A , B и C се намират по изразите:

$$A = \frac{6}{\sqrt{S} \sqrt[4]{3}} \quad (20)$$

$$B = 0 \quad (21)$$

$$C = \frac{4}{3} \sqrt[3]{3} \sqrt{S} \quad (22)$$

$$\Delta = A \cdot C - B^2 = \frac{6}{\sqrt[4]{3} \sqrt[4]{3}} \frac{4}{3} \sqrt[4]{3} \sqrt{S} > 0 \quad (23)$$

Екстремум съществува и тъй като $A > 0$, то при намерените стойности на h и α , функцията L достига минимум и той е:

$$L_{\min} = 2\sqrt{S^4/3}. \quad (24)$$

Предложената методика позволява при зададено напречно сечение S на отводнителен канал, удовлетворяващо условието за отвеждане на притока на води с определен дебит и скорост на протичане, да се избере рационалната дълбочина h , при която

съпротивлението от триене ще е минимално. Посоченият алгоритъм може да намери приложение и при друга форма на напречното сечение на хоризонтални отводнителни съоръжения, но е необходимо да се внесат корекции по отношение на изразите (6) и (8), касаещи площта на напречното сечение.

Литература

Луканкин, Г.Л. и др. 1988. *Высшая математика*. М., „Просвещение“.

Препоръчана за публикуване от
Катедра “Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи”, МТФ