

## ЗА ЕДНА КОЕФИЦИЕНТНА ЗАДАЧА В КИНЕМАТИКАТА НА МИННАТА МУЛДА

**Михаил Вълков**

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

**РЕЗЮМЕ.** Статията е в областта на механиката на минната мулда. Разглеждайки подработения скален масив като стохастична среда, изградена от еластични частици, уравнението за определяне на минната мулда е получено като нелинейно параболично. Решава се задачата за определяне на функционалния коефициент на това уравнение, който характеризира свойствата на масива по дадени гранични условия, стойности на вертикалните премествания в някои вътрешни точки от зоната на влияние на минните работи. Счита се, че е налице и информация за хоризонталните премествания, получена от измерване в натурни условия.

### ON A COEFFICIENT PROBLEM IN MINING SUBSIDENCE KINEMATICS

**Micail Vulkov**

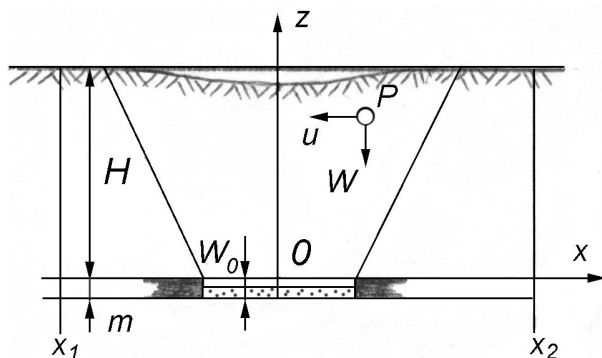
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, Bulgaria

**ABSTRACT.** This paper considers the mechanics of mining subsidence. Assuming the rock mass is a stochastic medium, consisting of elastic parts, the equation for determining the subsidence trough on the earth's surface, is obtained as a nonlinear parabolic one. In the article is solved the problem to find out the functional coefficients of the equation, which characterize the rock mass properties, by given boundary conditions and values of the vertical displacements in some internal points of the field of mining works' influence. Also it is considered that the shape of horizontal displacements' function is known from carried in situ measurements.

В статията се изучава формирането на минната мулда, получена в резултат на провеждане на минни или строителни работи. При разглеждане на вместващите скали като стохастична среда и при отчитане на еластичните свойства на подработения скален масив уравнението, определящо формираната на земната повърхност депресия, е получено от М. Вълков (1987), като нелинейно параболично уравнение с частни производни:

$$[A(w)w_x]_x - w_z = 0, \quad -\infty < x < \infty, \quad 0 \leq z \leq H, \quad (1)$$

където  $w_x = \partial w / \partial x$ ;  $w_z = \partial w / \partial z$ ;  $w(x,z)$  е вертикалното преместване на точка от зоната на влияние на подземните работи с координати  $(x,z)$  според фиг.1;  $A(w)$  е глобална характеристика на скалния масив.



Фиг. 1.

Функционалният коефициент  $A(w)$  характеризира миграцията на празното пространство, създадено при отстраняването на елементарен обем в околността на точка с координати  $x=z=0$ , в извадения от равновесие скален масив.

Ако е зададена кривата на слягане в ниво  $z=0$ ,

$$w(x,0) = w_0(x), \quad (2)$$

то чрез решаване на задачата на Коши (1) - (2) може да бъде определено полето на преместванията за областта с  $z>0$ .

Това е т.н. пряка задача в механика на минната мулда. Нека с  $u=u(x,z)$  и  $w=w(x,z)$  са означени компонентите на преместването на точките от скалния масив в зоната на влияние на подземните минни работи, които са успоредни съответно на осите  $O_x$  и  $O_z$ .

Хоризонталните премествания са свързани с вертикалните, чрез зависимостта С. Г. Авершин (1947):

$$u(x,z) = -A(w)w_x. \quad (3)$$

Определянето на неизвестния функционален коефициент  $A(w)$  е свързано с решаването на т.н. коефициентна задача, поставена за пръв път от И. Димов, В. Димова (1987). Тук решението се търси от гледна точка на нелинейната стохастична геомеханика.

В този случай решението на коефициентната задача се свежда до определяне на функцията  $A(w)$ , която характеризира свойствата на скалния масив по отношение на мулдообразуването.

Счита се, че са зададени граничните условия (2), стойностите на вертикалните премествания  $w(x,z)$  за някои вътрешни точки, попадащи в зоната на влияние на минните работи, и зависимостта  $u_z = u_z(z)$ . Тези величини могат да се определят чрез директни измервания in situ.

За решаване на поставената задача релацията (3) се диференцира частно спрямо  $z$  като се намира:

$$u_z = -A_w w_z w_x - A \cdot [w_x]_z. \quad (4)$$

Така се стига до обикновено диференциално уравнение за функционалния коефициент  $A(w)$ .

Ползвайки субституцията

$$\varphi(w) = w_z w_x; \quad \psi(w) = [w_x]_z, \quad U(z) = u_z \quad (5)$$

уравнение (4) се записва във вида:

$$A_w + \frac{\psi(w)}{\varphi(w)} A = \frac{U(z)}{\varphi(w)}, \quad (6)$$

където  $A_w = \frac{\partial A}{\partial w}$ .

Решението на полученото линейно уравнение има вида:

$$A_w = \exp \left[ \int_{w_0}^w \frac{\psi(w)}{\varphi(w)} dw \right] \left\{ A_0 - \int_{w_0}^w \frac{U(z)}{\varphi(w)} \exp \left[ \int_{w_0}^w \frac{\psi(w)}{\varphi(w)} dw \right] dw \right\}, \quad (7)$$

където  $A_0$  е стойността на коефициента  $A(w)$  при  $z=0$ ;  $w_0 = a \cdot m = \text{const.}$  е слягането на непосредственото горнище;  $m$  е изземаната мощност, а е коефициент на слягане,

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Техническа механика", МТФ

зависещ от начина на управление на горнището, като  $0 \leq a \leq 1$ .

Замествайки измерените стойности на  $w(x,z)$  в определени точки, както и стойностите на функциите  $\varphi(w)$ ,  $\psi(w)$ ,  $U(z)$  в (7) може да бъде определен търсения коефициент  $A(w)$  т.е. да се намери решението на коефициентната задача на стохастичната геомеханика в нелинейна постановка.

Това решение удовлетворява граничните условия (фиг.1):

$$\begin{aligned} w(x,0) &= w_0(x) \\ w(x_1,z) &= f_1(z) = 0 \\ w(x_2,z) &= f_2(z) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Производните на компонентите на преместването в равенство (7) могат да се намерят като се приложи метода на крайните разлики.

Коефициентната задача на нелинейната стохастична кинематика е свързана с определяне на свойствата на извадения от равновесие скален масив, които характеризират процеса на формиране на минната мулда.

Информацията за тези свойства може да бъде използвана за намиране на адекватни решения на изложената в началото директна (права) задача (задачата за прогнозиране) при аналогични или близки минно-геоложки и минно-технологични условия.

## Литература

- Авершин С. Г. Сдвижение горных пород при подземных разработках, М., Угледиздат, 1947.
- Вълков М. В. За основното уравнение на нелинейната стохастична геомеханика. С. Годишник на ВМГИ, 1987-88г., том XXXIV, св. II, стр.357-363.
- Dimov I., Dimova V. Some New Problems in Geomechanics. Compt. Rend. Acad. bulg. Sci. 40, 1987, 10.