

АДАПТИВНО ЗАДАВАНЕ НА ГРАНИЧНИ УСЛОВИЯ В КИНЕМАТИКАТА НА МУЛДАТА

Михаил Вълков

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

РЕЗЮМЕ. Статията е в областта на минната геомеханика. Разгледан е въпросът за адаптиране на граничните условия в кинематика на мулдата за даденостите на разглеждано минно поле. Предложено е решение на пространствената задача за определяне на мулдата според стохастичната теория на Й. Литвинишин.

ADAPTIVE DEFINITION OF LIMITING PARAMETERS IN KINEMATICS OF STRUCTURAL BASIN

Mihail Vulkov

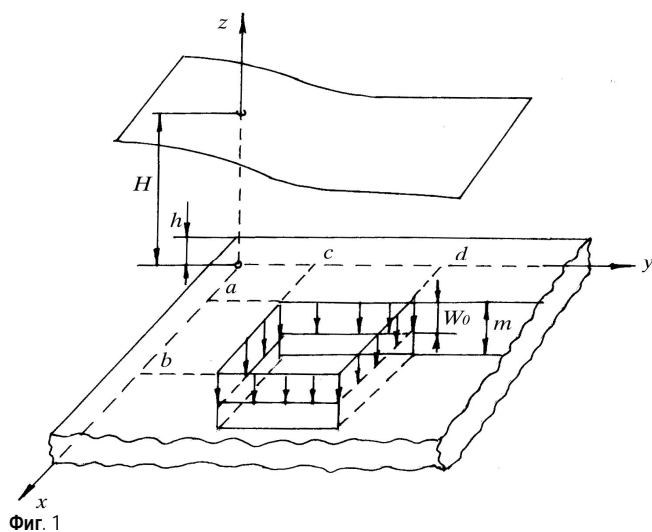
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT. The article is focused on the mining subsidence formation as a result of mining out of ore bodies.

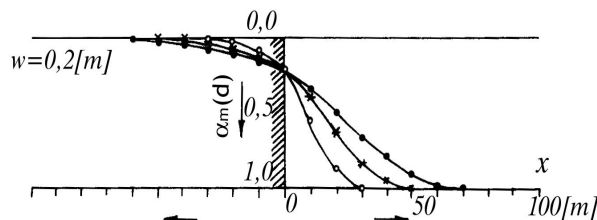
The adapting the boundary conditions of the solved problem to the real conditions in a mining field is studied. Using the Litwiniczyn's stochastic theory a 3D-solution of the Cauchy's problem for determining the earth surface displacements, causing by mining activities, is obtained.

Разглежда се въпросът за определяне на мулдата, която се е формирала на земната повърхност вследствие на провеждането на подземни минни или строителни работи.

Най-често при задаване на граничните условия в задачите от кинематика на мулдата се прилага една идеализация, която доста неточно отразява геометрията на отстранения по подземен начин обем от пласта (ядката) полезно изкопаемо или от скалния масив. Иззетото пространство обичайно се моделира с паралелепипед, илюстриран на фиг. 1.



От наблюдения in situ е установено [1], че картината на границите на иззетото пространство е подобна на тази, представена на фиг. 2.



Фиг. 2

За по-прецизно задаване на формата на иззетия обем при отчитане на граничните ефекти в случай на отстраняване на обем с осева симетрия се предлага граничното условие да бъде задавано с функция, която дава възможност те да се избират в съответствие с конкретните условия в даден минен басейн по отношение на мулдообразуването.

Възможностите на предлагания подход се илюстрират въз основа на стохастичен геомеханичен модел на Й. Литвинишин [2]. При него уравнението на депресията, която се е формирала на земната повърхност в резултат на проведените подземни добивни или строителни работи се получава като решение на задачата на Коши за уравнението на Фурие.

При изземване на обем с осева симетрия, основното уравнение се записва във вида:

$$\frac{\partial w}{\partial z} = A(z) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} \right)$$

$$-\infty < r < \infty; \quad z > 0, \quad (1)$$

а граничните условия – съответно

$$w(r,0) = f(r); \quad (2)$$

$$-\infty < r < \infty, \quad t = 0.$$

В уравнение (1) функционалният коефициент $A(z)$ характеризира средата скален масив по отношение на мулдообразуването. В следващото изложение, в съответствие с [6] той е приет като линейна функция на вертикалната координата, а именно:

$$A(z) = \gamma z, \quad (3)$$

където коефициентът γ според различните автори е определен както следва:

- при Й. Литвинишин $\gamma = 0,5;$

- при В. Будрик $\gamma = \frac{1}{\sqrt{2\pi \operatorname{tg} \beta}},$

където β е ъгълът на влияние на подземните минни работи;

- при С. Г. Авершин $\gamma = 0,16;$

- при Ф. Димек $\gamma = 1,00;$

- при В. Димова $\gamma = \frac{\pi}{2} (1 - \mu)^2,$

където μ е коефициентът на Поасон за скалния масив.

За по-адекватно моделиране на изследвания процес се предлага функцията $f(r)$ в (2) да бъде избрана във вида:

$$w(r,0) = f(r) = \frac{w_0}{2} . a . b . r^{b-2} \exp(-ar^b), \quad (4)$$

където a и b са параметри служещи за адаптиране на граничните условия спрямо минно-геоложките и минно-технологични условия за дадено находище;

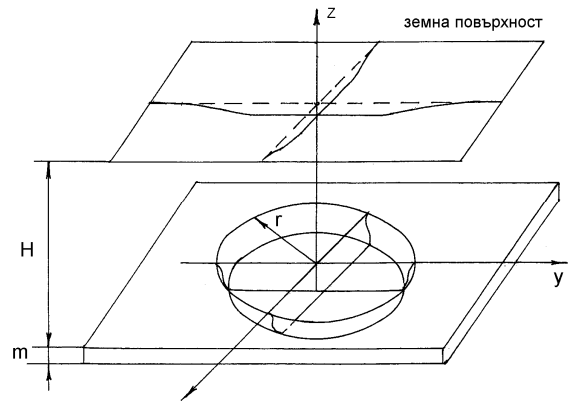
$w_0 = m \cdot \eta$ е максималното слягане;

m е изземаната мощност;

η е коефициент на слягане, зависещ от начина на управление на горнището, който се изменя в границите $0 < \eta < 1.$

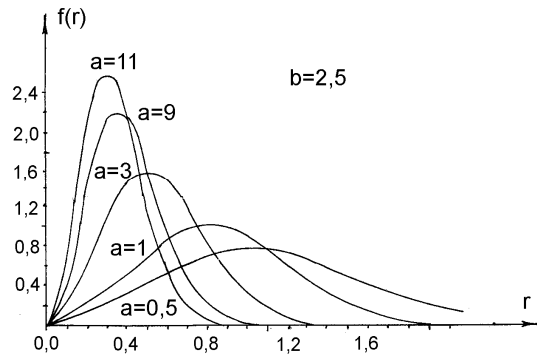
В равенство (4) параметърът a регулира стръмнината на кривата, а параметърът b - нейната асиметрия.

При използване на функция (4) граничните условия имат вид, като този представен на фиг.3.

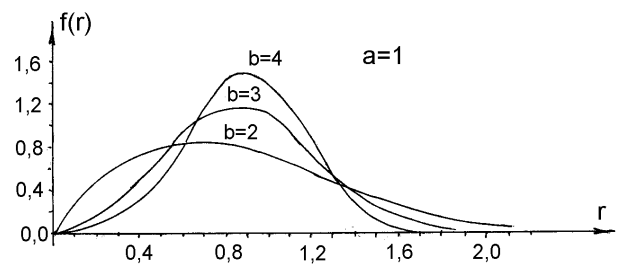


Фиг. 3

Влиянието на коефициентите a и b върху формата на функцията $f(r)$ е представено съответно на фиг.4 и фиг.5.



Фиг. 4



Фиг. 5

При изменение на коефициентите a и b в границите $1 \leq a \leq 9, \quad 2 \leq b \leq 3,25,$ се получават сляганя на земната повърхност, които добре кореспондират с измерените стойности [5].

За получаване на затворено решение на задачата на Коши по нататък се работи със стойности $a = 3, \quad b = 2.$ В този случай граничното условие има вида:

$$w(r,0) = 3w_0 \exp(-3r^2), \quad (5)$$

а решението на пространствената задача за земната повърхност при ($z = H$) - съответно:

$$w(r, H) = \frac{-3w_0}{2\pi\gamma H^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp[-3(\xi^2 + \eta^2)] \cdot \exp\left[\frac{-(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}{2\gamma H^2}\right] d\xi d\eta \quad (6)$$

Решението на интеграла в (5) води до:

$$w(r, H) = \frac{6w_0}{1 + 6\gamma H^2} \exp\left(-\frac{3r^2}{1 + 6\gamma H^2}\right) \quad (7)$$

Хоризонталните премествания на точките от земната повърхност се получават по зависимостта на С. Г. Авершин [4]:

$$u(r, H) = -A(H) \frac{\partial w}{\partial r} = -\gamma H \left(\frac{6w_0 - 6r}{1 + 6\gamma H^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{3r^2}{1 + 6\gamma H^2}\right) \quad (8)$$

Преместванията по оста на симетрия на изземания обем се определят от зависимост (7) и (8) като се отчита, че ос Oz има уравнение $r = 0$.

Получават се следните стойности:

$$w(0, H) = \frac{-6w_0}{1 + 6\gamma H^2}; \quad (9)$$

$$u(0, H) = 0. \quad (10)$$

В заключение могат да бъдат направени следните констатации:

- Методът може да бъде прилаган освен при използване на стохастичния модел на И. Литвинишин и при други модели, ползвани в кинематика на мулдата (Литвинишин, Авершин, Литвинишин-Кайнхорст, модел на Е. Клоде, както и във всички модели, базирани върху теорията на еластичността).

- Предлаганият подход дава възможност да се отчита влиянието на границите на изработката върху процеса на мулдообразуването. При това с вариране на коефициентите, участващи във функцията задаваща началните условия, те могат да се изберат така, че да съответстват в максимална степен на конкретните условия в дадено минно поле.

Литература

1. Wieland, R., Ein Verfahren zur Senkungsvorausberechnung über Abbau in flachgelagerten Flötzen auch unter Berücksichtigung der Besonderheiten eines durchbauten Gebirgskörpers, Aachen, Fotodruck J. Mainz GmbH, 1985, Dissertation.
2. Litwinişyn J., Stochastic Methods in Mechanics of granular bodies. Wien, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1974.
3. Dimova V. I., Direct and Inverse Problems in Land Subsidence mechanics, S., University of Mining and Geology, University Press, 1987;
4. Авершин С. Г. Расчет сдвижение горных пород, М-Л, Металургуиздат, 1950.
5. Zhu W. Vorausberechnung der Bodensenkungen mit Hilfe einer dreidimensionalen Einflussfunktion, Das Markscheidewesen, 100 (1993), Nr 213.
6. Ochrona powierzchni preset szkodami gorniczymi, Borecki M. (red), Katowice, Slask, 1980.

Препоръчана за публикуване от Катедра "Техническа механика", МТФ