

# GENERALIZED DEPENDENCES FOR ISOTHERMIC MASS TRANSFER IN THE “MASS-MINE AIR” SYSTEM

Authors S.I. ONIANI, O.A. LANCHAVA, I.R. KSOVRELI

Publication date 1982

Journal Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR

**Description Summary.** The paper presents the results of mathematical modelling on the БУСЭ 70 integrator of the process of isothermal mass transfer in the system: “mass-mine air”. Generalized dependences are adduced which enable the determination of the mass transfer potential of the surface of workings in the course of moisture exchange. It is noted that mass exchange processes in the majority of workings take a less intensive course in comparison with heat exchange processes.

Volume 106

Issue 1

Pages 113-116

## REFERENCES

1. О.А. Ланчава, Ю.Р. Ксоврели. Материалы научно-технической конференции «Проблемы наук о Земле». – Тбилиси, 1978.
2. Л.А. Коздоба Электрическое моделирование явлений тепло- и массопереноса. М., 1972.

ცალკე ამონაბეჭდი  
Отдельный оттиск

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მთაბეა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

106, № 1, აპრილი, 1982

ТЕПЛОТЕХНИКА

Ш. И. ОНИАНИ, О. Л. ЛАНЧАВА, Ю. Р. КСОВРЕЛИ

ОБОБЩЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО  
МАССОПЕРЕНОСА В СИСТЕМЕ «ГОРНЫЙ МАССИВ —  
РУДНИЧНЫЙ ВОЗДУХ»

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 15.9.1981)

Влагофизические свойства горных пород в процессе массообмена в двухкомпонентной системе «горный массив — рудничный воздух» претерпевают существенные изменения [1]. Поэтому аналитическое решение дифференциального уравнения массопереноса в этой системе встречается с принципиальными трудностями и для его отыскания применяют косвенные методы, в частности, метод математического моделирования.

По методике, изложенной в работе [2], нами были построены математические аналоги, моделирующие процесс массообмена в 28 частных случаях для указанной системы. Модель соответствовала натуре с радиусом более 200 м, с таким расчетом, чтобы она иммитировала бесконечность окружающего выработки горного массива. Физические свойства смоделированного массива выбраны таким образом, чтобы они охватывали все реально возможные явления массопереноса в шахтах.

По мере образования осушенной зоны вокруг выработки меняются влагофизические свойства горного массива (проявление нелинейности задачи), и, следовательно, меняются соответствующие электрические параметры на модели. Через каждый промежуток времени, определяемый шагом времени на модели, производили корректировку сопротивлений, иммитирующих физические эффекты коэффициентов влагопроводности и изотермической массоемкости. Новые, скорректированные сопротивления в узле соответствовали новым значениям этих коэффициентов, т. е. значениям, которые они принимают в процессе массопереноса.

Электрическая модель из регулирующих  $RR$ -элементов набирается на сетках электроинтегратора БУСЭ-70 и в каждый узел подключается сопротивление  $R_{\tau}$ , соответствующее времени протекания процесса в натуре.

На моделях задается относительное значение потенциала массопереноса, определяемое из выражения

$$\bar{\Theta}(\tau, R) = \frac{\Theta - \Theta_{\text{в}}}{\Theta_0 - \Theta_{\text{в}}}, \quad (1)$$

где  $\bar{\Theta}(\tau, R)$  — безразмерный потенциал массопереноса;  $\Theta$  — искомый потенциал;  $\Theta_0$  — естественный потенциал горного массива;  $\Theta_{\text{в}}$  — потенциал рудничного воздуха.

Из формулы (1) следует, что в начале процесса  $\bar{\Theta}(0, R) = 1$ , поэтому с помощью делителя напряжения на свободные концы сопротивлений  $R_\tau$  при  $\tau = 0$  подается 100%-ный электрический потенциал. В дальнейшем, на свободные концы подводятся напряжения, полученные при предыдущем съеме информации с модели и так далее, пока не получится заданное время моделирования.

В случае изотермического массопереноса решение для безразмерного потенциала имеет вид

$$\bar{\Theta}(\tau, R) = f(\alpha_m, \lambda_m, c_m \gamma_0, R_0), \quad (2)$$

где  $\alpha_m$ ,  $\lambda_m$ ,  $c_m$  — соответственно коэффициенты массоотдачи, теплопроводности и изотермической массоемкости;  $\gamma_0$  — плотность горных пород;  $R_0$  — эквивалентный радиус сечения выработки.

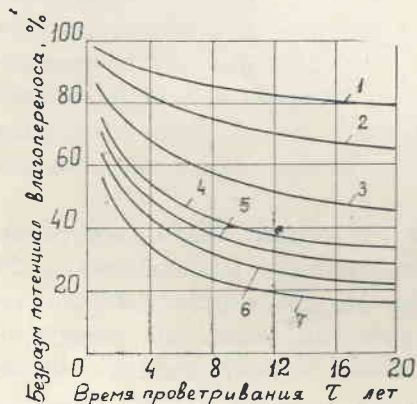


Рис. 1. Зависимость  $\bar{\Theta}(\tau, R_0)$  при:  $\lambda_m = 0,4424, 10^{-5}$  кг.моль/Дж.м.час;  $\bar{a}_m = 0,79, 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/час;  $\bar{c}_m = 20, 10^{-5}$  моль/Дж;  $\gamma_0 = 2800$  кг/м<sup>3</sup> и разных  $\alpha_m$ : 1 —  $0,1 \cdot 10^{-5}$  кг.моль/Дж.м<sup>2</sup>.час; 2 — 0,22; 3 — 0,5; 4 — 0,8; 5 — 1,0; 6 — 1,32; 7 — 1,84

Для фиксированных параметров распределение безразмерного потенциала массопереноса на разделе системы «горный массив — рудничный воздух» имеет вид, представленный на рис. 1.

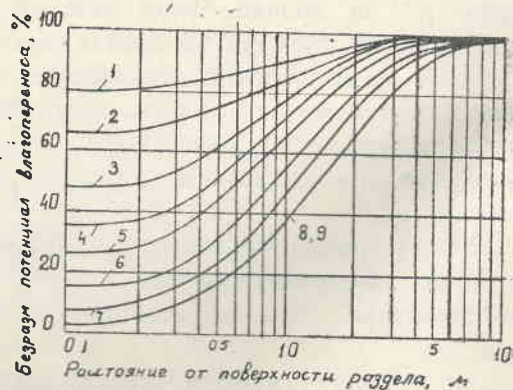


Рис. 2. Зависимость  $\bar{\Theta}(20, R)$  при значениях  $Bi_m$ : 1 — 0,45; 2 — 1,0; 3 — 2, 3; 4 — 3,5; 5 — 6,0; 6 — 10,0; 7 — 24,0; 8 — 40,0; 9 — 75,0

Из анализа подобных распределений для разных значений параметров можно заключить, что степень стабилизации процесса обратно пропорциональна величине  $\lambda_m/\alpha_m$ . Следовательно, чем больше  $\lambda_m$ , тем медленнее происходит стабилизация процесса и тем большее значение после сходственных промежутков времени имеет относительный потенциал массопереноса.

На рис. 2 дается распределение безразмерного потенциала массопереноса в окружающем массиве по радиальному направлению при продолжительности проветривания  $\tau=20$  лет. Из рисунка видно, что возмущение естественного поля потенциала влагопереноса, вызванное влиянием рудничного воздуха, практически не распространяется глубже 3 м от поверхности раздела при низких значениях  $Bi_m$ . При высоких значениях  $Bi_m$  указанное возмущение достигает глубины 10—13 м.

Из рис. 2 вытекает также важное следствие о том, что после достижения  $Bi_m=40$ , дальнейшее его увеличение практически не влияет на распределение безразмерного потенциала массопереноса.

Массообменные критерии Фурье и Био ( $Fo_m = a_m \tau / R_0^2$ ,  $Bi_m = \alpha_m R_0 / \lambda_m$ ) содержат все геометрические и физические параметры, выраженные зависимостью (2), от которых зависит интенсивность протекания массообменного процесса. Поэтому обобщенное решение изотермического влагопереноса для безразмерного потенциала массопереноса имеет вид

$$\bar{\Theta}(\tau, R) = f(Fo_m, Bi_m). \quad (3)$$

При  $R=R_0$  получается распределение  $\bar{\Theta}(\tau, R_0)$  на разделе системы «горный массив—рудничный воздух». После анализа результатов математического моделирования составлена обобщенная зависимость  $\bar{\Theta}(\tau, R_0) = f(Fo_m, Bi_m)$ , которая приводится на рис. 3.

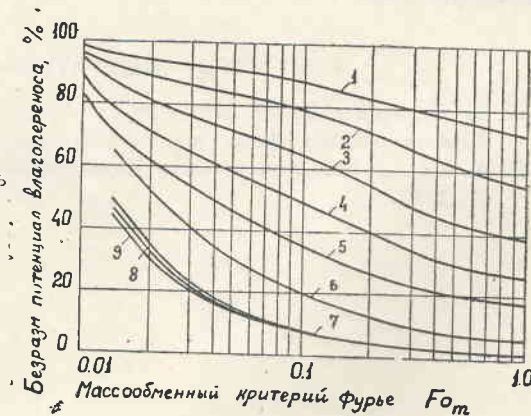


Рис. 3. Обобщенная зависимость

$$\bar{\Theta}(\tau, R_0) = f(Fo_m, Bi_m)$$

В заключение следует отметить, что в системе «горный массив — рудничный воздух», массообменные процессы протекают менее интенсивно по сравнению с теплообменными и это необходимо учитывать при прогнозе и регулировании микроклимата горных выработок глубоких шахт.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 25.9.1981)



შ. იონიანი, ო. ლანჩავა, ი. კსოვრელი

„სამთო მასივი — მალაროს ჰაერი“ სისტემისათვის იზოთერმული  
მასის გადატანის განზოგადებული გამოსახულებები

რეზიუმე

ფურცისა და ბიოს კრიტერიუმების მეშვეობით მოცემულია ტენის გადა-  
ტანის ფარდობითი პოტენციალის დინამიკა დროში გვირაბის გარშემომცველ  
მასივში და „სამთო მასივი — მალაროს ჰაერი“ სისტემის გამყოფ ზედაპირზე.

HEAT ENGINEERING

Sh. I. ONIANI, O. A. LANCHAVA, I. R. KSOVRELI

GENERALIZED DEPENDENCES FOR ISOTHERMIC MASS TRANSFER  
IN THE "MASS-MINE AIR" SYSTEM

Summary

The paper presents the results of mathematical modelling on the BYC-70 integrator of the process of isothermal mass transfer in the system: "mass-mine air". Generalized dependences are adduced which enable the determination of the mass transfer potential of the surface of workings in the course of moisture exchange. It is noted that mass exchange processes in the majority of workings take a less intensive course in comparison with heat exchange processes.