



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 системмы. 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 влажпроводности 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_{τ} , соответствующее времени протекания процесса в натуре.

На моделях задается относительное значение потенциала массопереноса, определяемое из выражения

$$\bar{\theta}(\tau, R) = \frac{\theta - \theta_B}{\theta_0 - \theta_B} \quad (1)$$

где $\bar{\theta}(\tau, R)$ - безразмерный потенциал массопереноса; θ - искомый потенциал; θ_0 - естественный потенциал горного массива; θ_B — 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_τ 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 α_m, λ_m, c_m - соответственно коэффициенты массоотдачи, массопроводности и изотермической массоемкости; γ_0 - плотность горных пород; R_0 - эквивалентный радиус сечения выработки.

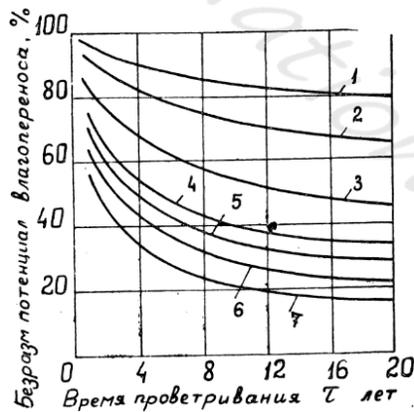


Рис. 1. Зависимость $\bar{\theta}(\tau, R)$ при: $\lambda_m = 0,4424 \cdot 10^{-5}$ кг.моль/Дж.м.час; $\bar{\alpha}_m = 0,79 \cdot 10^{-5}$ м²/час; $\bar{c}_m = 20 \cdot 10^{-5}$ моль/Дж; $\gamma_0 = 2800$ кг/м³ и разных α_m : 1 - $0,1 \cdot 10^{-5}$ кг.моль/Дж.м².час; 2 - 0,22; 3 - 0,5; 4 - 0,8; 5 - 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.

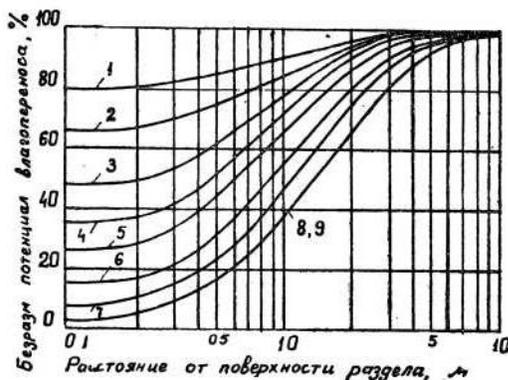


Рис. 2. Зависимость $\bar{\theta}(20, R)$ при значениях Bi_m : 1 - 0,45; 2 - 1,0; 3 - 2,3; 4 - 3,5; 5 - 6,0; 6 - 10,0; 7 - 24,0; 8 - 40,0; 9 - 75,0

Из анализа подобных распределений для разных значений параметров можно заключить, что степень стабилизации процесса обратно пропорциональна величине λ_m/α_m .

Следовательно, чем больше λ_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 ($F_{0m} = \alpha_m \tau / R_0^2, Bi_m = \alpha_m R_0 / \lambda_m$) 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

$$\bar{\theta}(\tau, R) = f(F_{0m}, Bi_m). \quad (3)$$

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 в $\bar{\theta}(\tau, R_0) = f(F_{0m}, Bi_m)$, которая приводится на рис. 3.

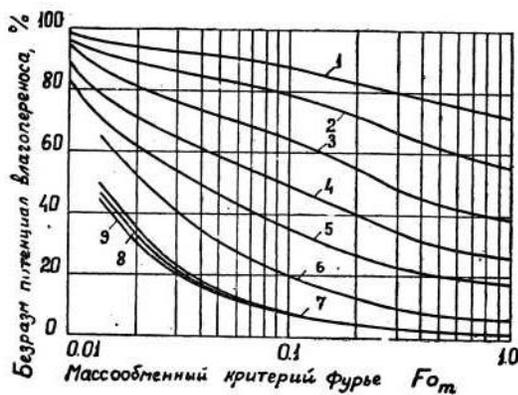


Рис. 3. Обобщенная зависимость $\bar{\theta}(\tau, R_0) = f(F_{0m}, Bi_m)$.

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.ონიანი, ო.ლანჩავა, ი.ქსოვრელი

„სამთო მასივი - მადაროს ჰაერი „ სისტემისათვის იზოთერმული
მასის გადატანის განზოგადებული გამოსახულებები
რ ე ზ ი უ მ ე

ფურცისა და ბიოს კრიტერიუმების მეშვეობით მოცემულია ტენის გადატანის ფარდობითი პოტენციალის დინამიკა დროში გვირაბის გარშემომცველ მასივში და „სამთო მასივი-მადაროს 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 БУСЭ-70 integrator of the process of isothermal mass transfer in the system: “massmine 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.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. И. Ониани, Ю. Р. Ксоврели. Труды I заседания рабочей группы № 1 Международного бюро по горной теплофизике. Катовице, 1980.
2. Л. А. К о з д о б а. Электрическое моделирование явлений тепло- и массопереноса. М. 1972.