

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ.

С. Л. БОЛКВАДЗЕ, О. А. ЛАНЧАВА, Ш. И. ОНИАНИ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ РАДИАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНОГО МАССИВА

(Представлено академиком А.А. Дзидзигури 9.12.1982)

В настоящее время при расчете вентиляции глубоких шахт теплофизические свойства горных пород принимаются постоянными во времени и пространстве. В реальных условиях вокруг горных выработок всегда образуются зоны неупругих деформаций, вызывающие перераспределение тепловых свойств окружающих горных пород. Это вызывает изменение температурного поля окружающего массива и теплового режима горных выработок. Поэтому для достоверного прогноза теплового режима глубоких шахт необходимо знание реального распределения температуры на поверхности теплообмена и в окружающем горном массиве.

Нами задача аналитического построения температурного поля горного массива вокруг выработки решена при постоянной и изменяющейся в радиальном направлении теплопроводности горных пород и постоянной и изменяющейся во времени (по гармоническому закону) температуре рудничного воздуха.

Математическая запись поставленной задачи имеет вид

$$c\gamma \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial t}{\partial R} \frac{\partial \lambda}{\partial R} + \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial R^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial t}{\partial R} \right); \quad (1)$$

$$t = t_{\Pi}, \quad \text{при } \tau = 0; \quad (2)$$

$$t \rightarrow t_{\Pi}, \quad \text{при } R \rightarrow \infty, \tau > 0; \quad (3)$$

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial R} + \alpha[t - t_e] = 0, \quad \text{при } R = R_0; \quad (4)$$

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial R} + \alpha[t - (t_e^{cp} + \Delta t \sin \omega \tau)] = 0. \quad (5)$$

Теплопроводность горных пород в радиальном направлении изменяется по следующему закону

$$\lambda = \begin{cases} A + BR, 0 \leq R \leq 4, \\ Const, 4 < R \leq \infty. \end{cases} \quad (6)$$

В приведенных выражениях: Δt — амплитуда годового колебания; t_r — температура горного массива; t_e^{cp} — среднегодовая температура рудничного воздуха; c — удельная массовая теплоемкость; γ — плотность; α — коэффициент теплоотдачи; A, B — постоянные величины.

Поставленная задача нами решена методом сеток. Построенная для этого полярная сетка приведена на рис. 1.

Заменяя в вышеприведенных выражениях частные производные по формулам

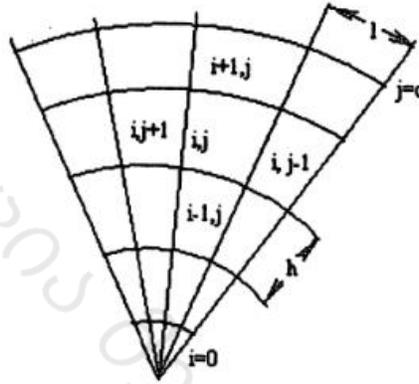


Рис. 1. Полярная сетка

$$\frac{\partial t_{ij}}{\partial \tau} = \frac{t_{ij+1} - t_{ij}}{l} + \varepsilon_1, \quad (7)$$

$$\frac{\partial t_{ij}}{\partial R} = \frac{t_{i+1,j} - t_{ij}}{h} + \varepsilon_2 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial R} = \frac{\lambda_{i+1} - \lambda_i}{h} + \varepsilon_3 \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 t_{ij}}{\partial R^2} = \frac{t_{i-1,j} - 2t_{ij} - t_{i+1,j}}{h^2} + \varepsilon_4 \quad (10)$$

и отбрасывая бесконечно малые величины $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$, получаем следующие арифметическое соотношение для определения величины θ_{ij} в узлах полярной сетки

$$\theta_{ij} = \frac{\lambda_{i1}}{c\gamma h^2} \theta_{i-1,j-1} + \frac{ic\gamma h^2 - il\lambda_{2i} - il\lambda_i - l\lambda_i}{ic\gamma h^2} \theta_{i,j-1} + \frac{il\lambda_{2i} + l\lambda_i}{ic\gamma h^2} \theta_{i+1,j-1}, \quad (11)$$

где θ_{ij} - приближенное значения температуры t_{ij} в том же узле (ih, jl) полярной сетки.

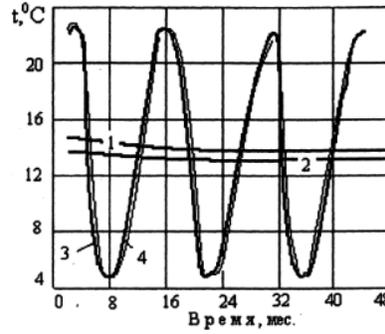


Рис. 2. Распределение температуры на поверхности теплообмена:

1- $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$; 2- $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$; 3 - $t_{\theta} \neq \text{const}$, $\lambda = \text{const}$; 4 - $t_{\theta} \neq \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$

Граничные условия (4) и (5) соответственно принимают вид Оп

$$\theta_{0,j} = \frac{\lambda_0 \theta_{1,j} + h \alpha t_{\theta}}{h \alpha + \lambda_0},$$

$$\theta_{0,j} = \frac{\lambda_0 \theta_{1,j} + h \alpha (t_{\theta}^{cp} + \Delta t \sin \omega j l)}{h \alpha + \lambda_0},$$

в узлах $j=0$, $\theta_{i,0} = t_{\Pi}$,

а в узлах $j=n$, $\theta_{n,j} = t_{\Pi}$.

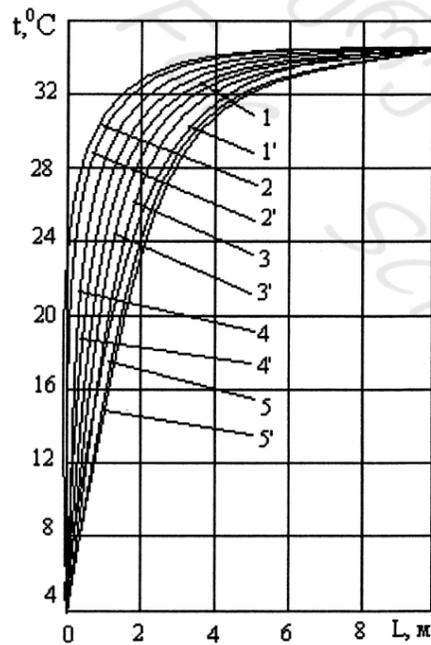


Рис. 3. Распределение температуры в окружающем массиве горных выработок:

1- $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$, $\tau = 36$ месяцев; 1' - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $\tau = 36$ месяцев;

2 - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$, $\tau = 2$ месяцев; 2' - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $\tau = 2$ месяцев;

3 - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$, $\tau = 12$ месяцев; 3' - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $\tau = 12$ месяцев;



4 - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$, $\tau = 8$ месяцам; 4' - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $\tau = 8$ месяцам;
 5 - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda \neq \text{const}$, $\tau = 48$ месяцам; 5' - $t_{\theta} = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$, $\tau = 48$ месяцам

Была составлена программа для решения поставленной задачи. Результаты расчета хорошо согласуются с данными электрического моделирования (рис. 2 и 3).

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

(Поступило 24.12.1982)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ს.ბოლქვაძე, ო.ლანჩავა, შ. ონიანი

გვირაბის არასტაციონალური სითბოგამტარობის ამოცანის
 ამოხსნა თბოფიზიკური თვისებების რადიალური ცვალებადობის
 პირობებში
 რეზიუმე

სასრულო სხვაობათა მეთოდით შესწავლილთა გვირაბის გარემომცველ მასივისა და თბოგაცემის ზედაპირის ტემპერატურათა ველები. ნაჩვენებია მასივის ტემპერატურათა ველზე მალაროს ჰაერის ტემპერატურის პერიოდული და ქანების თბოგამტარობის კოეფიციენტის რადიალური მიმართულებით ცვალებადობის გავლენა.

EXPLOATATION OF DEPOSITS AND CONCENTRACION

S. L. BOLKVAZDE, O.A. LANCHAVA, Sh. I. ONIANI

THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF THE NON-STATIONARY HEAT
 CONDUCTION OF A TUNNEL UNDER CONDITIONS OF RADIAL
 VERIATION OF THERMAL PROPERTIES

Summary

The problem of building the temperature field over the heat exchange surface and in the surrounding rock mass of workings in conditions of constant and variable analogous problem has been solved by mathematical modeling. The results obtained by various methods show good agreement.

ლიტერატურა - ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. О. А. К р е м н е в. Автореферат докт. дисс. Киев, 1959.
2. П. П. Ю ш к о в. Труды Ленингр. Технолог, ин-та холодильной промышленности, т. XIV, 1956.