

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, О. А. ЛАНЧАВА

О МЕТОДИКЕ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ НАЛИЧИИ В МАССИВЕ ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКОВ ГОРЯЧИХ ВОД

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 5.5.1974)

Наличие восходящих потоков горячих вод в горном массиве месторождения (как это наблюдается на шахте «Ткварчельская» им. В. И. Ленина) существенно затрудняет решение задачи прогноза и регулирования теплового режима отдельных выработок и шахты в целом.

Расчеты и наблюдения показывают, что без предварительного отвода термальных вод в рассматриваемом случае практически невозможно создание нормальных климатических условий в горных выработках. При отводе их, в зависимости от принятого способа водоотвода, происходят снижение уровня вод в окружающем выработку массиве и значительное уменьшение теплоотдачи от горных пород и воды вентиляционной струе. Для теплового расчета выработки в любом случае необходимо знание температуры поверхности теплоотдачи, т. е. стенки выработки.

Допустим, имеем подающую свежий воздух горную выработку круглого сечения. В результате проведения специального мероприятия по водоотводу уровень термальных вод находится ниже выработки, на расстоянии l от ее почвы (рис. 1). Изменением температуры горного массива вдоль выработки можно пренебречь. Необходимо найти распределение температуры по периметру и в горном массиве вокруг выработки для любого промежутка времени.

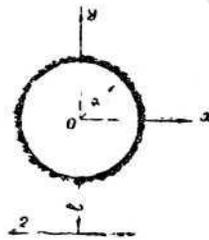


Рис. 1. К постановке задачи: 1 — выработка радиуса R_0 ; 2 — уровень термальных вод

Будем считать, что уровень горячих вод является горизонтальной плоскостью, а горный массив состоит из однородной и изотропной породы. Расположим начало координат в центре поперечного сечения выработки таким образом, чтобы ось z совпадала с осью выработки. Тогда поставленную задачу можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

начальное условие:

$$t = t_r \text{ при } \tau = 0, R_0 \leq x < \infty, R_0 \leq y < \infty; \quad (2)$$

граничные условия:

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \Big|_{x=y=R_0} = \alpha (t_{ct} - t_b), \quad \tau > 0; \quad (3)$$

$$t = t_r \text{ при } x = y = \infty \text{ и } \tau > 0; \quad (4)$$

на расстоянии l от почвы выработки находится плоский источник тепла постоянной температуры t_r , поверхность которого неограничена:

$$t = t_r = \text{const при } y = y_1 \text{ и } \tau > 0, \quad (5)$$

Где t — температура горного массива; τ — время; a — температуропроводность массива; $y_1 = R_0 + l$ — расстояние до источника тепла; t_r — температура термальных вод; λ — теплопроводность массива; n — нормаль поверхности теплоотдачи; α — коэффициент теплоотдачи; t_{ct} — температура стенки выработки; t_b — температура воздушного потока.

Данная задача имеет довольно сложное аналитическое решение при отсутствии источника тепла в массиве, т. е. без последнего граничного условия [1]. В представленном виде она относится к числу задач, аналитическое решение которых встречается с принципиальными трудностями. Поэтому поставленная задача нами решена методом математического моделирования на интеграторе ЭИН11-3/66 [2].

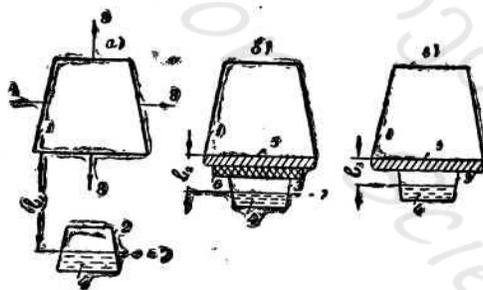


Рис. 2. Схемы основных вариантов водоотвода: а — специальной выработкой; б — каналом с теплоизоляционным перекрытием; в — каналом с простым перекрытием; 1 — горячая выработка со свежим воздушным потоком; 2 — специальная водоотводящая выработка; 3 — водоотводящий канал; 4 — горячая вода; 5 — несущее железобетонное перекрытие; б — теплоизоляционное перекрытие; 7 — условный уровень термальных вод; 8 — основные направления, вдоль которых строится распределение температуры в массиве

Все практически возможные способы водоотвода сведены к трем основным вариантам (рис. 2), для которых изучено распределение относительной температуры в горном массиве и определена средневзвешенная температура поверхности стенки выработки t_{ct} . При отсутствии других



источников тепла и постоянном влагосодержании воздуха температура вентиляционной струи в конце выработки определяется из простого интегрального уравнения теплового баланса

$$Gc_p \int_0^z \frac{\partial t_b}{\partial z} dz - \alpha U \int_0^z (t_{cr} - t_b) dz = 0, \quad (6)$$

где G — весовой расход воздуха; C_p — теплоемкость воздуха при $P=const$; U — периметр выработки.

В действительности в горных выработках всегда имеет место испарение влаги, обуславливающее повышение влагосодержания вентиляционной струи и, кроме того, охлаждение горного массива не является единственным источником тепла. Поэтому тепловой расчет горных выработок при наличии в массиве восходящих потоков горячих вод производится с помощью известных выражений [2] с той лишь разницей, что для определения приращения температуры рудничного воздуха за счет тепла горных пород вместо коэффициента нестационарного теплообмена k_{τ} подставляется коэффициент теплоотдачи α , так как средневзвешенная температура поверхности теплообмена t_{cr} — величина известная.

В тупиковых выработках, где понижение уровня термальных вод в необходимой степени, как правило, не удается, тепло- и массоотдача от свободной поверхности горячих вод учитывается дополнительно в комплексе с другими источниками тепла и влаги. Из-за существенного влияния тепла горячих вод температура стенок призабойной части выработки практически является величиной постоянной, примерно равной температуре термальных вод. С учетом этих положений производится тепловой расчет тупиковых выработок.

По изложенной методике выполнен прогноз теплового режима очистных и подготовительных выработок нижних горизонтов шахты «Ткварчельская» им. В. И. Ленина. Полученные результаты хорошо согласуются с данными шахтных наблюдений.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики и
м. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 12.5.1974)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

შ.ონიანი, ო. ლანჩავა

გვირაბების სითბური ანგარიშის მეთოდის შესახებ მასივში ცხელი წყლების აღმავალი ნაკადების არსებობის შემთხვევაში

რ ე ზ ი უ მ ე

დასმულია გვირაბის ირგვლივ სამთო მასივში არასტაციონარულ ტემპერატურათა ველის ამოცანა ცხელი წყლების აღმავალი ნაკადების არსებობის შემთხვევაში. ამოცანის



გადაწყვეტის ხელსაყრელ გზად მიჩნეულია მათემატიკური მოდელირების მეთოდი. მოცემულია აგრეთვე გვირაბის სითბური ანგარიშის მეთოდი.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

Sh. I. ONIANI, O. A. LANCHAVA

ON THE TECHNIQUE OF HEAT CALCULATION FOR UNDER-GROUND MINING WORKINGS IN THE PRESENCE OF ASCENDING HOT WATER FLOWS IN THE MASSIF

Summary

The problem of building a non-stationary temperature field round the working in the massif with ascending hot water flows is raised. The method of mathematical modelling is shown to be advisable in solving the problem. It is suggested that calculation of heat at the end of the working be done by determining the weighted average temperature of the transfer surface f_{ey} substituting the coefficient of heat irradiation a for the coefficient of non-stationary heat exchange K in the known calculation dependences.

ლიტერატურა- ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Щербань, О. А. Кремнев. Научные основы расчета и реагирования теплового режима глубоких шахт, т. 1. Киев, 1959.
2. А. Г. Т а р а п о н. Моделирование нестационарных полей на интеграторах ЭИИГТ. Киев, 1970.