

О ВЛАГОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД

Доктор техн. наук Ш. И. Ониани, Канд. техн. наук О. А. Ланчава, инж. Ю. Р. Ксоврели,
(ИГМ им. Цулукидзе АН ГССР)

Слоевая выемка мощных самовозгорающихся, удароопасных угольных пластов на большой глубине невозможна без применения специальных мероприятий - предварительного увлажнения массива различными водными растворами, мокрой закладки или заиливания выработанного пространства и интенсивного орошения очистного забоя, в результате чего в горный массив и воздухоподающие выработки вентиляционной сети поступает огромное количество дополнительной влаги. С увеличением глубины разработки, несмотря на снижение естественного влагосодержания массива, в очистных и подготовительных выработках происходит интенсификация влагообменных процессов.

Глубокое изучение массообменных процессов в шахтах невозможно без предварительного исследования влагофизических свойств пород. Однако данному вопросу не уделяется должного внимания. Многие исследователи считают, что интенсификация массообменных процессов неизбежно ухудшает подземный микроклимат. Проведенные нами исследования показали, что массообмен не всегда оказывает отрицательное влияние на формирование шахтного микроклимата.

Анализ процессов тепло- и массопереноса подтверждает аналогию между соответствующими параметрами и соотношениями, поэтому обоснованные математические формулировки, описывающие тепловые явления, можно применять и в процессе переноса массы. Как и теплофизические, влагофизические свойства горных пород связаны зависимостью

$$\alpha_M = \lambda_M / (C_M \gamma_0), \quad (1)$$

Где α_M — коэффициент потенциалопроводности массопереноса, м²/ч;

λ_M — коэффициент массопроводности, кг-моль/(Дж·м·ч);

C_M — удельная изотермическая массоемкость, моль/Дж;

γ_0 — плотность абсолютно сухого вещества, кг/м³.

В отличие от процесса переноса энергии массоперенос характеризуется той особенностью, что под влиянием температурного градиента между двумя телами может перемещаться влага при нулевом градиенте потенциала массопереноса (явление термовлагопроводности). Коэффициент, характеризующий это явление, называется термоградиентным и тоже относится к влагофизическим свойствам пород. Способ определения этого коэффициента для влажных горных пород нами предложен ранее. *

* Ониани Ш. И., Ланчава О. А., Ксоврели Ю. Р. К вопросу определения термоградиентного коэффициента влажных горных пород.—Сообщ. АН ГССР, 1982, 105, № 3, с. 557—560.



Из формулы (1) видно, что при известной плотности достаточно экспериментально определить два коэффициента, третий можно вычислить. В качестве потенциала массопереноса принимается химический потенциал.

Для определения влагофизических свойств образцы пород в лабораторных условиях измельчали до фракции 0—0,25 мм. Затем по известной методике строили кривые сорбции и десорбции с водяным паром $u=f(\varphi, T)$ при температурах 275, 289, 303, 323 К и графики зависимости потенциала массопереноса от равновесной относительной влажности воздуха. Далее на основе анализа кривых $\theta = f_1(\varphi, T)$ и $u = f(\varphi, T)$ строилась зависимость потенциала массопереноса от влагосодержания пород в виде кривых $\theta=f_2(u, T)$. Здесь θ — потенциал массопереноса (химический), Дж/моль; φ — равновесная относительная влажность воздуха, доли единицы; T — абсолютная температура, К; u — влагосодержание образца на 1 кг, кг.

Графическим дифференцированием зависимости при $T=\text{const}$ рассчитывалась удельная изотермическая массоемкость пород

$$C_M = (\partial u / \partial \theta)_T. \quad (2)$$

Зависимость коэффициента удельной изотермической массоемкости от температуры и потенциала массопереноса представлена на рис. 1. При определении коэффициента теплопроводности массопереноса Измельченные образцы пород Ткибули-Шаорского

Номер образца	$T_0, \text{кг/м}^3$	$\Theta, \text{Дж/моль}$	$\alpha_M, 10^6 \text{ М}^2/\text{ч}$	$C_M 10^5 \text{ моль/Дж}$	$\lambda_M \cdot 10^6 \text{ кг моль/ (Дж-мч)}$
		4054,60	33,95	0,28	2,22
		1746,22	22,10	0,55	3,28
17	2700	210,06	12,40	2,97	9,94
		25,32	10,30	4,87	13,54
		0	9,00	7,50	18,23
		5800,80	18,00	0,46	2,22
		3702,50	16,30	0,60	2,62
18	2680	1506,10	13,00	1,25	4,35
		469,41	9,80	2,80	7,35
		25,32	6,90	8,45	15,62
		3598,28	31,70	0,25	2,10
		1008,90	23,60	0,68	4,25
19	2650	265,43	17,80	2,20	10,38
		0	14,60	7,00	27,08
		3118,53	30,20	0,30	2,53
		1144,07	19,60	0,90	4,94
		237,59	12,10	5,06	17,14
20	2800	50,90	9,00	13,85	34,90
		0	7,90	20,00	—
		3188,5	30,20	0,30	2,53
		1144,1	19,60	0,90	4,94
		237,6	12,10	5,06	17,14
21	2800	50,9	9,00	13,85	34,90
		0	7,90	20,00	44,24
		6066,2	24,80	0,45	2,55

		2831,5	20,70	0,90	4,84
22	2600	1983,8	19,70	1,32	6,76
		862,8	12,00	2,60	10,10
		499,9	9,00	—	—

каменноугольного месторождения предварительно увлажнялись до определенного влагосодержания u_0 . Увлажненная

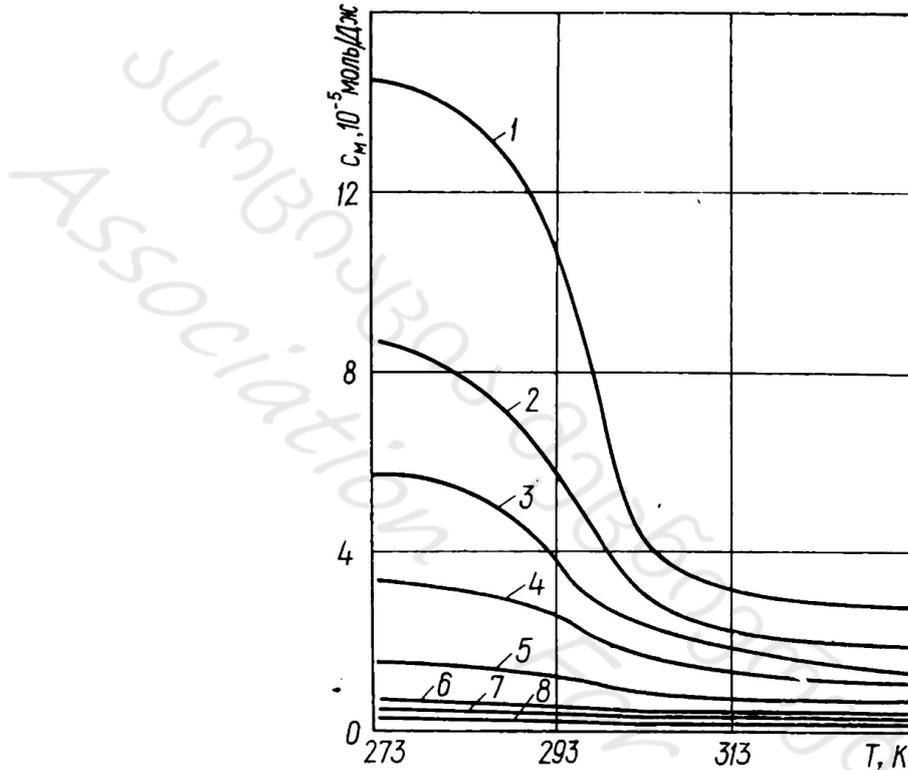


Рис. 1. Зависимость коэффициента удельной изотермической массоемкости C_M пород от температуры T при потенциалах массопереноса θ : 1-100 Дж/моль; 2-200; 3-300; 4-500; 5-1000; 6-2000; 7-3000; 8-5000 Дж/моль.

проба вместе с абсолютно сухим эталонным образцом помещалась в металлические цилиндрические контейнеры, а они в термостат, где в течение 48—72 ч выдерживалась определенная постоянная температура. Принято, что за это время в пограничной зоне раздела системы измельченная проба — эталонный образец завершается процесс массопереноса.

После установления термодинамического равновесия в контейнерах пограничные слои пробы и образца (эталонного) переносились в стеклянные бюксы. Чтобы определить удельное влагосодержание пограничных слоев, бюксы взвешивались на аналитических весах, контейнеры с пробами — на весах типа «Лабор». Для взаимоконтроля результатов эксперимента наблюдения велись одновременно за тремя контейнерами, из каждого брались параллельные пробы.

Коэффициент потенциалопроводности массопереноса определялся по формуле



$$\alpha_M = \pi/\tau\{\Delta M/[2S\rho_0(u_0 - u_{II})]\}^2 \quad (3)$$

Где τ — продолжительность эксперимента, ч;

ΔM — разница масс измельченного образца до и после эксперимента, кг;

S — площадь поперечного сечения контейнера, м²;

ρ_0 — насыпная масса абсолютно сухого образца, кг/м³;

u_0 — начальное влагосодержание образца на 1 кг, кг;

u_{II} — влагосодержание образца в пограничной зоне на 1 кг, кг.

Численные значения влагофизических свойств всех исследованных горных пород при температуре 303 К приведены в таблице. Из полученных результатов видно, что при постоянной температуре с увеличением потенциала массопереноса коэффициенты массопроводности и изотермической массоемкости увеличиваются, а коэффициент потенциалопроводности массопереноса уменьшается. При постоянном потенциале массопереноса с повышением температуры для коэффициентов λ_m и α_m существует прямо пропорциональная зависимость, а изотермическая массоемкость уменьшается тем существеннее, чем больше влагосодержание породы.

На основе результатов настоящей работы можно определить влагофизические свойства пород других месторождений. Достоверность определений будет зависеть от того, в какой степени близки породы других месторождений по минералогическому составу к исследованным образцам.