Министерство угольной промышленности СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МАКЕЕВСКИЙ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
по безопасности работ в горной промышленности
МакНИИ

МЕТОДИКА

ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ТУПИКОВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Макеевка—Донбасс
1976

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УТВЕРЖДЕНО
Министерством угольной
промышленности СССР
08.07.76.

М Е Т О Д И К А
по прогнозированию температурных условий в тупиковых горных выработках

Макеевка-Донбасс
1976 г.

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящая методика разработана как руководящий материал для прогнозирования температурных условий в тупиковых горных выработках как при кондиционировании, так и без кондиционирования воздуха.

Она включает в себя способы определения исходных данных, зависимости для расчета температур воздуха в основных пунктах тупиковых выработок (на выходе из призабойной зоны и на выходе из выработки) и зависимости, позволяющие определять производительность холодильных установок для обеспечения нормативной температуры вентиляционной струи в рабочих забоях. По методике составлен алгоритм для расчета на ЭВМ.

Методика предназначается для инженерно-технических работников угольных шахт, проектных организаций и научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами обеспечения нормального температурного режима в тупиковых выработках.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....4

1.ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА..... 5

2.МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ РАСЧЕТОВ I3

2.I. Расчет тепловыделений от источников тепла..... I3

2.2. Расчет коэффициентов теплопередачи шахтных трубопроводов 20

2.3. Расчет коэффициентов нестационарного теплообмена между воздушной струей и окружающим породным массивом 2I

2.4. Тепловой расчет тупиковой выработки 24

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКЕ И НЕОБХОДИМОЙ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ В РАБОЧЕМ ЗАБОЕ 38

ПРИЛОЖЕНИЕ. АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ТУПИКОВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ 52

В В Е Д Е Н И Е

Тепловой режим в забоях подготовительных выработок, расположенных на значительных глубинах, при отсутствии кондиционирования воздуха характеризуется высокой температурой вентиляционной струи, превышающей нормативную величину.

Высокая температура воздуха в сочетании с повышенной относительной влажностью и характерной для подготовительных забоев невысокой скоростью движения вентиляционной струи отрицательно сказывается на самочувствии горнорабочих, а следовательно, и на производительности их труда.

Для создания нормальных тепловых условий в забоях подготовительных выработок необходимо в каждом конкретном случае разрабатывать специальные мероприятия, базирующиеся на научно обоснованных методах прогнозирования (тепловых расчетах).

В настоящей методике, выполненной на основании результатов исследований, приводятся зависимости для прогнозирования температурных условий в тупиковых горных выработках как без кондиционирования, так и при кондиционировании воздуха.

Методика составлена инж. Краморовым А.С., к.т.н. Величко А.Е. Кочергой П.Г.

В процессе согласования методики учтены замечания проектных, научно-исследовательских и других организаций.

I. ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА

Тепловому расчету каждой тупиковой выработки должно предшествовать определение ее геометрической и технической характеристик (длины и угла наклона выработки, площади и периметра сечения, вида крепи и др.), отдельных теплоаэрационных параметров воздуха (расхода, его начальной температуры и относительной влажности), наличия местных источников тепла (типа, количества и режима работы машин и механизмов, транспорта, шахтной воды и др.), температуры неохлажденных горных пород, окружающих выработку, и их теплофизических показателей, а также времени проветривания расчетных участков.

I.I. Сечения и технические характеристики выработки принимаются по данным технологических проектов или шахтных замеров.

Периметр среднего сечения выработки определяется из выражения:

- для трапецевидного крепления

$$U = 4{,}16\sqrt{S}, \qquad (I.I)$$

-для арочного крепления

$$U = 3{,}8\sqrt{S}, \qquad (I.2)$$

где S - сечение выработки в свету, м^2.

Поверхность призабойной зоны определяется по формуле

$$S_3 = 1{,}35\,S + U\ell_3, \qquad (I.3)$$

где ℓ_3 - длина призабойной зоны, м; принимается в соответствии с требованиями §177 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах.

I.2. Количество воздуха в начале (устье выработки) и конце трубопровода вычисляется по результатам шахтных замеров, а при их отсутствии определяется в соответствии с " Инструкцией по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания действующих угольных шахт" (М., "Недра", 1973) и " Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт" (М., " Надра", 1975).

После выбора вентиляторов местного проветривания (ВМП) с учетом характеристики внешней сети (трубопровода, воздухоохладителя и т.п.) производится корректировка количества воздуха в устье выработки, а количество воздуха в конце трубопровода подсчитывается по формуле

$$G_2 = G_1 - G_{ут}, \qquad (I.4)$$

где G_1 - количество воздуха в устье выработки ,м³/ч;
$G_{ут}$ - количество утечек воздуха из трубопровода, м³/ч.

I.3. Утечки воздуха из трубопровода рассчитываются по формуле

$$G_{ут} = G_1\left(1 - \frac{1}{P_1}\right), \qquad (I.5)$$

где P_1 - коэффициент утечек воздуха трубопровода.

Значения коэффициентов утечек воздуха для гибких вентиляционных трубопроводов диаметром 400-I000 мм приведены в табл. I.I., I.2., I.3.

Коэффициенты утечек воздуха для металлических трубопроводов определяются по формуле

$$P_1 = \left(\frac{1}{3} K_у d_т \frac{L}{\ell_1}\sqrt{R_0} + 1\right)^2, \qquad (I.6)$$

где $K_у$ - удельный стыковой коэффициент воздухопроницаемости условного трубопровода диаметром $\leq$ I м; для фланцевых соединений с резиновыми прокладками принимается равным 0,006 при удовлетворительном качестве сборки и 0,00I - при хорошем;

$d_т$ - диаметр трубопровода, м;
L - длина трубопровода, м;
ℓ_1 - длина звена,м ;
R_0 - аэродинамическое сопротивление трубопровода без учета утечек, км

$$R_0 = \frac{6{,}5\alpha_{аэр} L}{d_т^5}, \qquad (I.7)$$

Таблица I.I.

Значение коэффициента утечек воздуха для гибких трубопроводов диаметром 400–600 мм при длине звеньев 20 м

Длина трубопровода, м	50	I00	I50	200	250	300	400	500	600	700	800	I000	I200	I500	2000
Коэффициент утечек воздуха	I,04	I,07	I,II	I,I4	I,I6	I,I9	I,25	I,30	I,35	I,39	I,43	I,54	I,76	2,09	2,63

Таблица I.2

Значения коэффициента утечек воздуха для гибких трубопроводов диаметром 400–600 мм при увеличении числа стыков от применения 5 и I0-метровых звеньев и фасонных частей

Общее количество стыков в трубопроводе	до 4	5	6–8	9–II	I2–I4	I5–I7	I8–20	2I–25	26–35	36–45	46–55
Коэффициент утечек воздуха	I,04	I,05	I,07	I,II	I,I5	I,I9	I,23	I,30	I,38	I,43	I,54

Таблица I.3

Значения коэффициента утечек воздуха для гибких трубопроводов диаметром 700–I000 м при длине звеньев I0 м

Длина трубопровода, м	I00	200	300	400	500	600	700	800	900	I000	I200	I400	I600	I800	2000
Коэффициент утечек воздуха	I,07	I,I3	I,22	I,32	I,4I	I,54	I,72	I,96	2,27	2,63	3,23	4,00	4,75	6,25	7,I5

Значения коэффициента аэродинамического сопротивления металлических трубопроводов

Таблица I.4

Диаметр трубопровода, м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	I,0
$\alpha \cdot I0^4$	3,6	3,5	3,0	3,0	2,9	2,8	2,5

где $\alpha_{аэр}$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода, $кгс^2/м^4$; принимается по табл. I.4.

I.4. Температура воздуха, поступающего к всасу вентилятора местного проветривания, при отсутствии шахтных замеров, определяется по существующим методам тепловых расчетов для выработок со сквозной вентиляционной струей.

Допустимая температура воздуха на выходе из призабойной зоны при обратных тепловых расчетах (определении необходимой холодопроизводительности воздухоохладителя) принимается в соответствии с § I48 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах.

I.5. Относительная влажность воздуха принимается по шахтным замерам, а при их отсутствии может быть принята ориентировочно согласно табл. I.5.

Таблица I.5

Значения относительной влажности воздуха в характерных пунктах тупиковых выработок

Характеристика выработок	Относительная влажность воздуха, %			
	перед ВМП	на выходе из призабойной зоны	в выработке у места установки воздухоохладителя	на выходе из выработки
Без кондиционирования				
Сухие	85	71	-	73
Влажные	90	77	-	79
При кондиционировании в случае расположения воздухоохладителя в начале выработки				
Сухие	85	73	-	75
Влажные	90	76	-	83
При кондиционировании в случае расположения воздухоохладителя в выработке				
Сухие	85	73	75	73
Влажные	90	76	83	79

После воздухоохладителя относительная влажность принимается равной 95-100 %, а после вентилятора определяется по формуле

$$\varphi_1 = \frac{Дt_0 + Д_b}{Дt_1 + Д_b}\varphi_0, \qquad (I.8)$$

где $Д$ и $Д_b$ – коэффициенты аппроксимации теплосодержания влажного воздуха, определяемые по таблице I.6;

t_0 и t_1 – температура воздуха соответственно на входе в вентилятор и после него, °С;

φ_0 – относительная влажность воздуха, поступающего в вентилятор, в долях единицы.

Относительная влажность воздуха на выходе из трубопровода принимается:

- без кондиционирования воздуха $\varphi_2 = (0,90-0,95)\varphi_1$;
- при кондиционировании воздуха $\varphi_2 = (0,94-0,98)\varphi_4$,

где φ_4 – относительная влажность воздуха на выходе из призабойной зоны при кондиционировании воздуха, в долях единицы.

I.6. Температура неохлажденных горных пород, окружающих выработку, определяется по формуле

$$T_n = t_c + \frac{H_r - h_0}{Гст}, \qquad (I.9)$$

где t_c – температура горных пород на глубине залегания зоны постоянной температуры, которая принимается равной среднегодовой температуре атмосферного воздуха для данной местности; для условий Донбасса составляет в среднем 7,9°С;

H_1 – глубина расчетного пункта от поверхности, м;

h_0 – глубина залегания зоны постоянной температуры, м; для условий Донбасса в среднем $h_0 = 25$ м ;

Гст – геотермическая ступень, которая принимается по данным углеразведки или результатам специальных исследований, м/°С. Средние значения геотермической ступени по отдельным районам Донбасса приведены в таблице I.7. Для шахт Центрального района ожидаемые температуры пород

на различных глубинах определяются по графику (рис.I.I).

I.7.Теплофизические свойства горных пород в инженерных расчетах определяются по справочной литературе.

I.8.Время проветривания расчетного участка выработки от призабойной зоны до выхода из выработки рассчитывается по формуле

$$\tau_{ср} = \frac{1}{2}\left(\frac{\tau_4+\tau_5}{2} + \sqrt{\tau_4\tau_5}\right), \qquad (I.IO)$$

где τ_4 - время проветривания начала призабойной зоны,ч;,
τ_5 - время проветривания начала тупиковой выработки,ч.

Таблица I.6

Значения коэффициентов аппроксимации теплосодержания воздуха А,Д и Дв для соответствующих интервалов температур

Интервалы температур,°С	$A.IO^3$	Д	Дв
0-I0	0,398	0,272	2,782
5-I5	0,392	0,359	2,I26
I0-20	0,386	0,472	0,723
I5-25	0,379	0,6I0	-I,703
20-30	0,374	0,78I	-5,554
25-35	0,367	0,990	-II,298
30-40	0,362	I,24I	-I9,458
35-45	0,356	I,543	-30,862
40-50	0,350	I,902	-46,038
0-I5	0,394	0,3I6	2,604
5-20	0,388	0,4I6	I,6I3
I0-25	0,382	0,54I	-0,253
I5-30	0,376	0,696	-3,338
20-35	0,370	0,886	-8,070
25-40	0,364	I,II6	-I4,945
30-45	0,358	I,395	-24,693
35-50	0,353	I,7I0	-37,230

Таблица I.7

Средние значения геотермической ступени по отдельным районам Донбасса

Район, участок	Геотермическая ступень, м/град
Донецко-Макеевский район	
Пролетарский комплекс	27,0
Рутченковский комплекс	31.4
Петровский комплекс	29.2
Шегловский комплекс	31.5
Ветковский комплекс	31.0
Макеевская котловина	33.5
Торезско-Шахтерский район	
Торезский комплекс	39.3
Шахтерский комплекс	35.8
Красноармейский район	31.5
Лисичанский район	
Лисичанский комплекс	28.0
Юго-Западный комплекс	31.2
Кадиевский район	
Юго-восточная часть	31.2
Северо-западная часть	32.0
Брянковский комплекс	31.8
Донбассантрацитовский район	36.0
Свердловский район	35.0
Шахтинский район	
Шахтинский комплекс	34.5
Замковая часть шахтинской котловины	30.5

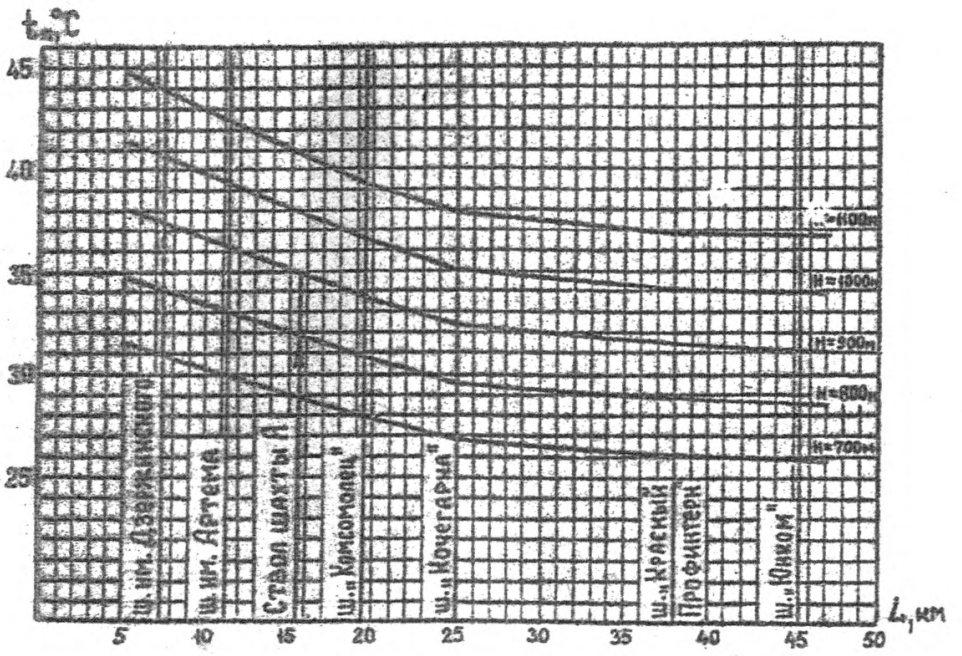


Рис. I.I. Ожидаемые температуры горных пород для шахт Центрального района

2. Методика проведения тепловых расчетов

2.I. Расчет тепловыделений от источников тепла

2.I.I. Температура воздуха в трубопроводе после ВМП определяется по формуле

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{вент}, \qquad (2.I)$$

где t_0 – температура воздуха, поступающего к всасу ВМП, °С;

$\Delta t_{вент}$ приращение температуры воздуха от работы ВМП, °С.

Приращение температуры воздуха от работы ВМП определяется по формулам:

– для осевых вентиляторов

$$\Delta t_{вент} = \frac{860 N_э}{A B G_1 \eta_{ge}}, \qquad (2.2)$$

– для центробежных вентиляторов

$$\Delta t_{вент} = \frac{860 N_э}{A B G_1}, \qquad (2.3)$$

где A – коэффициент аппроксимации теплосодержания влажного воздуха, значение которого приведено в табл. I.6;

B – барометрическое давление воздуха в пункте установки ВМП, мм.рт.ст.;

η_{ge} – кпд двигателя ВМП;

$N_э$ – мощность на валу электродвигателя, квт

$$N_э = \frac{G_1 h_в}{367200 \eta_в}, \qquad (2.4)$$

где $h_в$ – напор ВМП, мм вод.ст;

$\eta_в$ – кпд ВМП.

2.I.2. Тепловыделения при работе машины с электроприводом (погрузочной машины, проходческого комбайна, бурильной установки) определяются по формуле

$$Q_м = 860 N_м K_э, \qquad (2.5)$$

где $N_м$ – суммарная мощность, квт;

$K_э$ -коэффициент тепловых потерь электродвигателя.

По данным экспериментальных исследований $K_З$ =0,3-0,5 при применении средств охлаждения воздуха и $K_З$ =0,2-0,4 без применения кондиционирования.

2.I.3 .Охлаждающий эффект от работы пневматических двигателей учитывается путем увеличения количества воздуха за счет отработанного.

2.I.4.Тепловыделения при охлаждении шахтной воды с открытой поверхности рассчитываются по формуле

$$Q_ш = F_в[\alpha_в(t_в - t_{ср}) + \beta(P_в - \varphi_{ср}P_н)], \quad (2.6)$$

где $F_в$ - поверхность зеркала воды в канавке, м^2;

$\alpha_в$ - коэффициент теплоотдачи от шахтной воды к воздуху, ккал/м^2.ч.^{0}С;

$t_в$ - средняя температура воды на расчетном участке, ^{0}С;

$t_{ср}$ - средняя температура воздуха на расчетном участке, ^{0}С;

β -коэффициент массоотдачи, ккал/м^2.ч.мм.рт.ст.;

$P_в, P_н$ -парциальное давление насыщенных паров соответственно при температуре шахтной воды и средней температуре воздуха в выработке, мм рт.ст.;

$\varphi_{ср}$ -средняя относительная влажность воздуха в выработке, в долях единицы.

Поверхность зеркала воды в канавке вычисляется по формуле

$$F_в = b_к L, \quad (2.7)$$

где $b_к$ - ширина зеркала воды в канавке, м;

L -длина выработки,м.

Коэффициент теплоотдачи от шахтной воды к воздуху определяется по той же зависимости, что и для теплоотдачи от поверхности выработки к воздуху или номограмме (рис.2.I)

$$\alpha_в = 6{,}45 + 2{,}9\xi\frac{V_в^{0,8}}{d_в^{0,2}}, \quad (2.8)$$

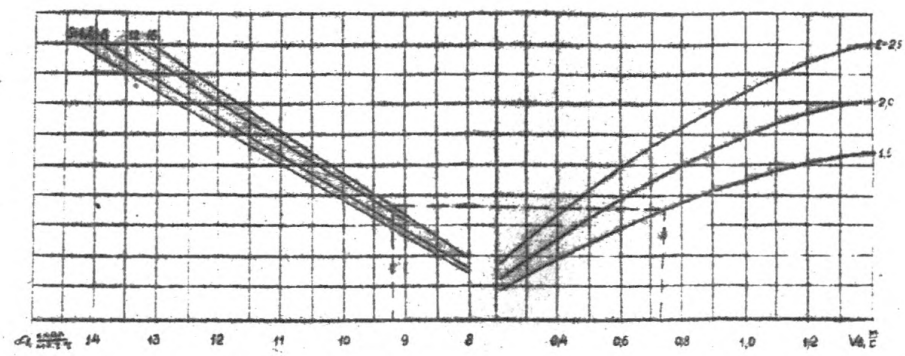


Рис. 2.I. Номограмма для определения коэффициента тепломассоотдачи от стен горных выработок к воздуху

где ξ - коэффициент шероховатости выработки; принимается для выработок с монолитной бетонной крепью $\xi = 1,5$; для выработок с металлической крепью $\xi = 2,0$ и для выработок с деревянной крепью $\xi = 2,5$;

$V_в$ -средняя скорость воздуха в выработке, м/с;

$d_в$ -эквивалентный диаметр выработки, м.

Эквивалентный диаметр выработки вычисляется по формуле

$$d_в = \frac{4S}{U} \qquad (2.9)$$

Коэффициент массоотдачи рассчитывается по формуле

$$\beta = \frac{1510 + 4,1 t_{ср}}{B} d_в, \qquad (2.10)$$

где $t_{ср}$ -средняя температура воздуха в выработке, °С;

B -барометрическое давление воздуха на глубине Н расчетной выработки, мм рт.ст.; для условий Донбасса в среднем составляет

$$B = 745 + 0,09H \qquad (2.11)$$

Для практических расчетов перепад между средней температурой воды и средней температурой воздуха на расчетном участке ($\Delta t_в = t_в - t_{ср}$) в обводненных выработках принимается по данным шахтных замеров, а при их отсутствии тепловыделение при охлаждении шахтной воды с открытой поверхности определяется ориентировочно по следующей эмпирической зависимости

$$Q_ш = F_в (4 d_в + 12\beta), \qquad (2.12)$$

где

$$\beta = \frac{1610}{B_{ср}} d_в \qquad (2.13)$$

2.I.5. Количество тепла, выделяемое одновременно работающими на расчетном участке людьми ($n_р$), определяется по формуле

$$Q_р = 250 n_р \qquad (2.14)$$

2.1.6. Тепловыделения при работе конвейерной установки определяются по формуле

$$Q_к = Q_э + Q_п \qquad (2.I5)$$

где $Q_э$ – тепловыделения от механической работы конвейерной установки, ккал/ч;

$Q_п$ – тепловыделения от транспортируемого ископаемого, ккал/ч.

Тепловыделения от механической работы конвейерной установки определяются по формулам:

– для ленточного конвейера

$$Q_э^{лн} = 860N(1-\eta\eta_р) + 10,4L_к V_л \left[\frac{\omega'}{\eta}(q_л + q_х)\cos\gamma\right]; \qquad (2.I6)$$

– для скребкового конвейера

$$Q_э^{ск} = 860N(1-\eta\eta_р) + 10,4L_к V_л \left[(q_л\omega'' + 2q_о f)\frac{\cos\gamma}{\eta}\right], \qquad (2.I7)$$

где N – мощность двигателей конвейера, квт;

$L_к$ – длина конвейера, м;

$V_л$ – скорость полотна конвейера, м/с;

$q_л$ – вес ископаемого, приходящийся на погонный метр, кг/м;

$q_х = 2q_л + q'_р + q''_р$ – вес движущихся и вращающихся частей, приходящихся на погонный метр конвейера, кг/м;

γ – угол наклона выработки, град;

$q'_р, q''_р$ – вес роликов на грузовой и холостой ветвях, приходящихся на погонный метр конвейера, кг/м;

ω', ω'' – коэффициенты сопротивления движению ленты, материала:

$$\omega' = 0,02 - 0,03 \quad \text{и} \quad \omega'' = 0,55 - 0,75;$$

$\eta, \eta_р$ – КПД электродвигателя и редуктора;

$q_л, q_о$ – вес погонного метра ленты, цепи со скребками, кг/м;

f – коэффициент сопротивления движению цепи; для одноцепных конвейеров $f = 0,25 - 0,35$, для двухцепных конвейеров $f = 0,2 - 0,3$.

Тепловыделения от транспортируемого ископаемого до проведения специальных исследований определяются по формуле

$$Q_{п} = \Delta t_{к} G_{п} c_{п}, \qquad (2.18)$$

где $\Delta t_{к}$ - охлаждение транспортируемого материала, °С;
$G_{п}$ - фактическая производительность конвейера, кг/ч;
$c_{п}$ - теплоемкость транспортируемого материала, ккал/кг.°С;

Величина охлаждения транспортируемого угля расчитывается по формуле

$$\Delta t_{к} = cL^{0,8}(t_{н.п} - t_{ср}), \qquad (2.19)$$

где c - эмпирический коэффициент, принимаемый равным 0,0024, $м^{-0,8}$;

L - длина конвейера на расчетном участке, м ;

$t_{н.п}$ - температура материала при его погрузке на конвейер, °С

$$t_{н.п} = T_{п} - (7 \div 11), \qquad (2.20)$$

$t_{ср}$ - средняя температура воздуха на расчетном участке, °С.

В формуле $T_{п} - t_{н.п}$ принимается равным 7°С при $T_{п} < 35°С$; 9°С при $45°С \geq T_{п} \geq 35°С$; 11°С при $T_{п} > 45°С$.

2.2. Расчет коэффициентов теплопередачи шахтных трубопроводов.

2.2.1. Коэффициент теплопередачи трубопроводов без применения кондиционирования воздуха рассчитывается по номограммам (рис.2.2, 2.3) или формуле

$$K_{т} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1}} + \frac{\delta_{т}}{\lambda_{т}} + \frac{1}{\alpha_{2}}}, \qquad (2.21)$$

где α_{1} - внутренний коэффициент теплоотдачи, ккал/$м^{2}$.ч.°С;

$\delta_{т}$ - толщина стенки трубопровода; принимается равной 0,001 м для металлических и гибких трубопроводов;

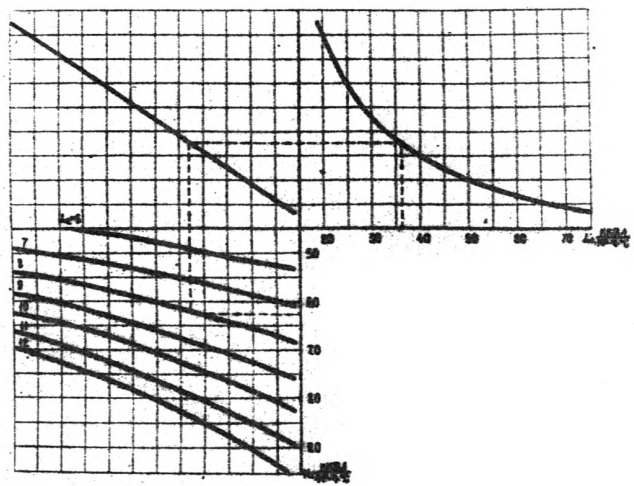


Рис. 2.2. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи гибких трубопроводов

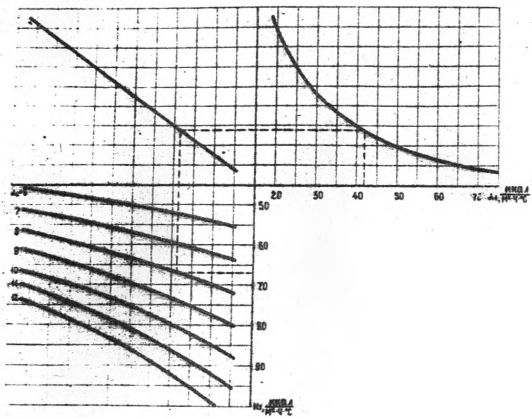


Рис. 2.3. Номограмма для определения коэффициента теплопередачи металлических трубопроводов

λ_T - коэффициент теплопроводности материала трубопровода; принимается для металлических и гибких трубопроводов соответственно равным 50 и 0,135 ккал/м.ч.°С;

α_2 -наружный коэффициент теплоотдачи, ккал/м^2.ч.°С.

Внутренний коэффициент теплоотдачи вычисляется по номограмме (рис.2.4) или формуле

$$\alpha_1 = 3{,}7 \frac{V_T^{0,8}}{d_T^{0,2}}, \qquad (2.22)$$

где V_T - скорость воздуха в трубопроводе, м/с;
d_T - диаметр трубопровода,м.

Наружный коэффициент теплоотдачи определяется по номограмме (рис.2.5) или формуле

$$\alpha_2 = 5{,}52 + 3{,}7 \frac{V_B^{0,8}}{d_T^{0,2}}, \qquad (2.23)$$

где V_B - скорость воздуха в выработке, м/с.

2.2.2.Коэффициент теплопередачи трубопроводов при применении кондиционирования воздуха рассчитывается по формуле

$$K_T' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_T}{\lambda_T} + \frac{1}{\xi \alpha_2}}, \qquad (2.24)$$

где ξ - коэффициент влаговыпадения;принимается равным 1,5-2,5.

2.3. Расчет коэффициентов нестационарного теплообмена между воздушной струей и окружающим породным массивом.

2.3.1.Коэффициент нестационарного теплообмена для участка от конца призабойной зоны до выхода из выработки определяется по формуле

$$K_{\Sigma} = \alpha_B \left[1 - \frac{Bi}{Bi'} f(z)\right], \qquad (2.25)$$

где Bi - критерий Био

$$Bi = \frac{\alpha_B R_B}{\lambda}, \qquad (2.26)$$

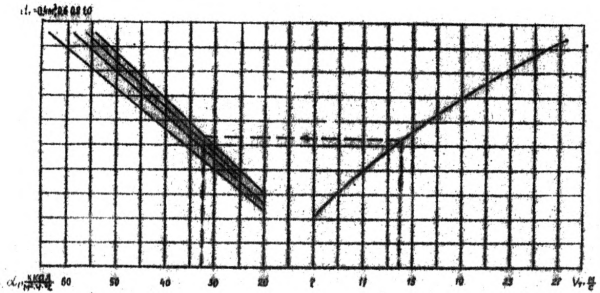


Рис. 2.4. Номограмма для определения внутреннего коэффициента теплоотдачи шахтных трубопроводов

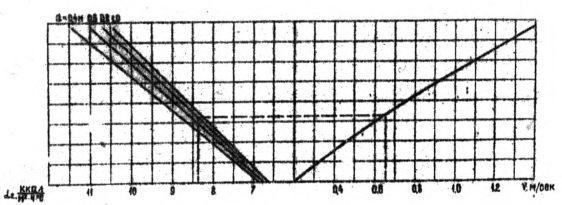


Рис. 2.5. Номограмма для определения наружного коэффициента теплоотдачи шахтных трубопроводов

$$Bi' = Bi + 0{,}375, \qquad (2.27)$$

$R_в$ -эквивалентный радиус выработки, м;

λ -коэффициент теплопроводности окружающих выработку пород, ккал/м.ч.^{0}С;

F_o - критерий Фурье

$$F_o = \frac{a\tau_{ср}}{R_в^2}, \qquad (2.28)$$

a - коэффициент температуропроводности окружающих выработку пород, м^2/ч;

$f(z)$ - функция обобщенного числа гомохронности; значение ее определяется по обобщенному числу гомохронности (табл. 2.I)

$$z = Bi'\sqrt{F_o} \qquad (2.29)$$

или по следующим зависимостям

$$f(z) = \frac{1{,}0774\,z - 0{,}0064}{z + 0{,}8773} \quad при \quad 0 < z \leq 2, \qquad (2.30)$$

$$f(z) = 1 - \frac{0{,}56}{z} \quad при \quad z \geq 30, \qquad (2.31)$$

$$f(z) = \frac{1{,}0011\,z - 0{,}2575}{z + 0{,}3406} \quad при \quad 2 < z < 30. \qquad (2.32)$$

Таблица 2.I

Значение $f(z)$ от z

z	f(z)	z	f(z)	z	f(z)	z	f(z)
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	2,5	0,7928	II	0,9487	40	0,9859
0,I	0,I036	3,0	0,8207	I2	0,9530	45	0,9875
0,2	0,I9I0	3,5	0,8 454	I3	0,9566	50	0,9887
0,3	0,2654	4,0	0,8634	I4	0,9597	60	0,9906
0,4	0,3202	4,5	0,8777	I5	0,9624	70	0,9916

1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	0,3842	5,0	0,8872	I6	0,9647	80	0,9929
0,6	0,4323	5,5	0,8974	I7	0,9668	90	0,9937
0,7	0,474I	6,0	0,9060	I8	0,9686	I00	0,9944
0,8	0,5I09	6,5	0,9I32	I9	0,9703	III	0,9949
0,9	0,5435	7,0	0,9I9:	20	0,97I8	I20	0,9953
I,0	0,5724	7,5	0,9248	22	0,9744	I30	0,9957
I,2	0,62I4	8,0	0,9295	24	0,9765	I40	0,9960
I,4	0,66I4	8,5	0,9336	26	0,9783	I50	0,9962
I,6	0,6975	9,0	0,9373	28	0,9799	I60	0,9964
I,8	0,7217	9,5	0,9406	30	0,98I2	I80	0,9968
2,0	0,7434	I0	0,9436	35	0,9839	200	0,997I

2.3.2. Коэффициент нестационарного теплообмена для призабойной зоны рассчитывается по формуле:

$$K_{\tau_3} = \frac{2,51\lambda}{\sqrt{S_3}} + \frac{1,13\lambda}{\sqrt{a}\left(\sqrt{\tau_3}+\sqrt{\tau_4}\right)}, \qquad (2.33)$$

τ_3 - время проветривания забоя,

Для средних условий шахт Донбасса

$$K_{\tau_3} = \frac{3,82}{\sqrt{S_3}} + \frac{31,8}{\sqrt{\tau_3}+\sqrt{\tau_4}} \qquad (2.34)$$

2.4. Тепловой расчет тупиковой выработки.

2.4.I.Расчет температур воздуха без кондиционирования. Для оценки теплового режима в тупиковых выработках без кондиционирования определяются температуры воздуха на выходе из призабойной зоны и на выходе из выработки. Схема расположения характерных точек, параметры которых входит в расчетные зависимости, приведены на рис. 2.6.

Температура воздуха определяется по формулам

$$t_4 = \frac{\Gamma_3(1-d\varphi_3)\left[c\left(1+\frac{1}{K_{TP}}\right)+b\right]+(\Pi+cn)\,d\varphi_3}{c\left(1+\frac{1}{K_{TP}}\right)+b-m\,d\varphi_3}, \qquad (2.35)$$

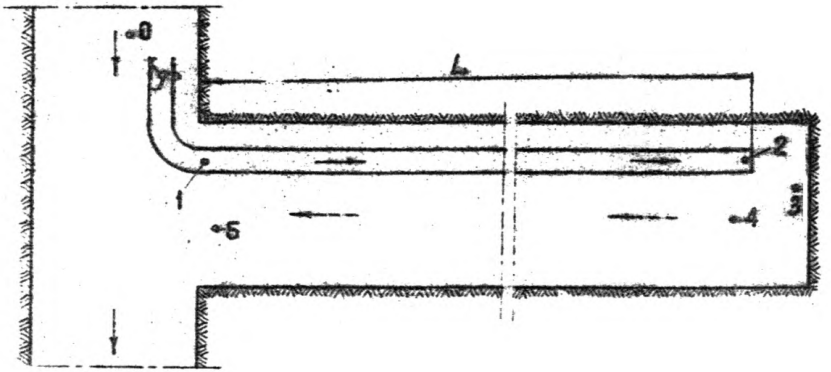


Рис. 2.6. Схема расположения характерных точек в тупиковой выработке без кондиционирования воздуха

$$t_б = \frac{\Gamma_3(1-\Phi_3)[ж(1+\frac{1}{K_{тр}})-b]+(ж\Phi_3-b)n+П(1+\frac{1}{K_{тр}}-\Phi_3)}{c(1+\frac{1}{K_{тр}})+b-m\Phi_3}, \qquad (2.36)$$

где $$\Gamma_3 = \frac{K_3 T_п + \frac{Q_3}{G_2} - Д_в(\varphi_4-\varphi_2)}{K_3 + Д(\varphi_4-\varphi_2)}, \qquad (2.37)$$

$$\Phi_3 = \left(\frac{M_4}{M_2}\right)^{\frac{K_3+Д(\varphi_4-\varphi_2)}{Д(\varphi_4-\varphi_2)}}, \qquad (2.38)$$

$$ж = M_4(1-P)\ \frac{1}{2}K_в, \qquad (2.39)$$

$$b = AB(1-F), \qquad (2.40)$$

$$c = M_5(1+P) + \frac{1}{2}K_в, \qquad (2.41)$$

$$n = \frac{t_1 \pm 0{,}01\Delta H}{K_{тр}} - t_1, \qquad (2.42)$$

$$m = M_4(1-P) + M_5(1+P), \qquad (2.43)$$

$$П = K_в T_п + \frac{Q_в}{G_{ср}} + AB(1+P)t_1 + P[2\varphi_1(Дt_1+Д_в) - Д_в(\varphi_4+\varphi_5)] - Д_в(\varphi_5-\varphi_4), \qquad (2.44)$$

$$K_в = \frac{K_\tau U L}{G_{ср}}, \qquad (2.45)$$

$$K_3 = \frac{K_{\tau_3} S_3}{G_2}, \qquad (2.46)$$

$$K_{тр} = \frac{K_т U_т L}{2AB G_{ср}}, \qquad (2.47)$$

$$P = \frac{G_{ут}}{4 G_{ср}}, \qquad (2.48)$$

$$M_ч = AB_ч + \Delta\varphi_ч, \qquad (2.49)$$

$$M_2 = AB_ч + \Delta\varphi_2, \qquad (2.50)$$

$$M_5 = AB_5 + \Delta\varphi_5. \qquad (2.51)$$

Величины, входящие в выражение (2.37-2.51) обозначают:

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_ч, \varphi_5$ - относительная влажность воздуха соответственно в трубопроводе после вентилятора, на выходе из трубопровода, на выходе из призабойной зоны и на выходе из выработки, в долях единицы;

$Q_в, Q_з$ -тепловыделения от местных источников тепла соответственно в выработке и в призабойной зоне, ккал/ч;

$G_{ср} = \frac{G_1 + G_2}{2}$ -средний расход воздуха в выработке, м³/ч;

ΔH -разность высот начала и конца расчетной выработки, м.

Слагаемое, включающее ΔH (для наклонных выработок), принимается положительным при движении воздуха вниз и отрицательным при движении воздуха вверх.

$U_т$ -периметр трубопровода, м;

L -длина выработки, м; принимается равной длине трубопровода в тупиковой выработке;

B -барометрическое давление воздуха в расчетном пункте выработки, мм рт.ст.

При тепловых расчетах наклонных выработок величину барометрического давления воздуха B, входящую в формулы для определения M, следует принимать для соответствующих пунктов, а в остальных формулах- средней для всей выработки.

2.4.2. Расчет холодопроизводительности воздухоохладителя, необходимой для обеспечения нормального теплового режима в забое тупиковой выработки. Если в результате тепловых расчетов, выполненных по зависимостям (2,35,2,36) без кондиционирования воздуха, окажется, что температура воздуха в призабойном пространстве превышает нормы, регламентируемые Правилами безопасности, тогда требуется применять кондиционирование подаваемого в забой воздуха.

В этом случае необходимо определить потребную холодопроизводительность воздухоохладителя с учетом возможного места его расположения. Ниже приводятся расчетные зависимости для определения потребной холодопроизводительности воздухоохладителя, причем предполагается непрерывная работа холодильных установок.

2.4.2.1. Воздухоохладитель установлен после вентилятора в начале тупиковой выработки. Схема расположения воздухоохладителя и характерных точек, тепловые параметры которых входят в расчетные зависимости, приведены на рис. 2.7.

Необходимая холодопроизводительность рассчитывается по формуле

$$Q_x = G_1 [M_c t_c + Д_{в_c} У_c - (M_1'' t_1'' + Д_{в_1} У_1'') + A_c B \Delta t_{в ел.}], \quad (2.52)$$

где

$$M_c = A_c B + Д_c У_c, \quad (2.53)$$

$$M_1'' = A_1 B + Д_1 У_1'' \quad (2.54)$$

Температура воздуха (t_c), поступающего к всасу вентилятора принимается по данным замеров или определяется по методике тепловых расчетов воздуха в выработках со сквозной струей. Относительные влажности воздуха, входящие в равенство (M_c) и

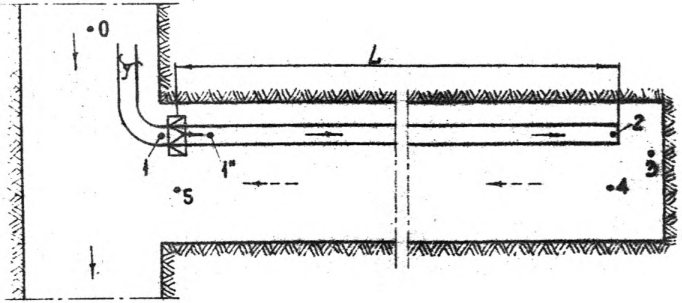


Рис. 2.7. Схема расположения характерных точек при установке воздухоохладителя в начале тупиковой выработки.

(M_1''), принимаются в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. I.5 .

Величину барометрического давления воздуха B, входящую в формулу для определения M, следует принимать для соответствующих пунктов, а в остальных формулах- средней для всей выработки.

Температура воздуха после воздухоохладителя при заданном значении t_4 рассчитывается по формуле

$$t_1'' = \frac{R_2(1-\Phi_в)+t_4\Phi_в+t_4-\left(1+\frac{1}{K'_{тр}}\right)t_2 \pm \frac{0{,}01\Delta H}{K'_{тр}}}{1-\Phi_{тр}-N_2(1-\Phi_в)}, \qquad (2.55)$$

где

$$R_2 = \frac{K_в T_п + \frac{Q_в}{G_{ср}} - A_1 B(1-P)t_2 - Д_{в4}(Y_5-Y_4) - Д_{в4}(Y_5+Y_4)P + 2Д_{в1}PY_1''}{K_в + Д_4(Y_5-Y_4)+P(M_5+M_4)}, \qquad (2.56)$$

$$N_2 = \frac{A_1 B(1+P)+2PД_1 Y_1''}{K_в+Д_4(Y_5-Y_4)+P(M_5+M_4)}, \qquad (2.57)$$

$$t_2 = t_4\Phi_3^{-1} - Г_3(\Phi_3^{-1}-1), \qquad (2.58)$$

$$\Phi_в \left(\frac{M_5}{M_4}\right)^{-\frac{K_в+Д_1(Y_5-Y_4)+P(M_5+M_4)}{Д_1(Y_5-Y_4)}}, \qquad (2.59)$$

$$K'_{тр} = \frac{K'_т U_т L}{2A_1 B G_{ср}} \qquad (2.60)$$

Исходные обозначения и комплексы $Г_3, \Phi_3, K_в, K_3, K'_т, P, M_4, M_5$ приведены выше в выражениях (2.37,2.38,2,45 , 2.46,2.24,2.48,2,49, 2.5I).

Затем вычисляется относительная влажность воздуха после воздухоохладителя по формуле

$$Y_1'' = \frac{Д_1 t_2 + Д_{в1}}{Д_1 t_1'' + Д_{в1}} Y_2 \qquad (2.6I)$$

Если полученное по формуле (2.61) значение φ_1'' отличается от заданной (φ_1'' = 0,95 - 1,0) более чем на 5 %, расчет t_1'' повторяется. При этом необходимо принимать скорректированное значение относительной влажности после воздухоохладителя.

Для оценки общей эффективности работы воздухоохладителя с вычисленной холодопроизводительностью рассчитывается температура воздуха на выходе из выработок при заданной ее величине в забое по формуле

$$t_в = (1-\Phi_в)(R_2 + N_2 t_1'') + t_ц \Phi_в \qquad (2.62)$$

При вычислении по формулам (2.52-2.61) коэффициенты аппроксимации теплосодержания воздуха A, Д и Дв принимаются по табл. I.6 с индексом " 0" для интервала, включающего температуру воздуха перед всасом вентилятора, с индексом " I" для интервала ожидаемых температур воздуха в трубопроводе от воздухоохладителя до выхода, а с индексом " 4" для интервала ожидаемых температур в обратной вентиляционной струе по выработке.

2.4.2.2. Воздухоохладитель установлен в тупиковой выработке. Если воздухоохладитель установлен на расстоянии ℓ от забоя (рис. 2.8) потребная холодопроизводительность определяется по формуле

$$Q_х = (M_1' t_1' + Д_{в_1}' \varphi_1' - M_1'' t_1'' - Д_{в_1}'' \varphi_1'') G_{в_х}, \qquad (2.63)$$

где

$$M_1' = A_1' B_1' + Д_1' \varphi_1', \qquad (2,63а)$$

$$\varphi_1'' = \frac{Д_1' t_1 + Д_{в_1}'}{Д_1'' t_1'' + Д_1'' B_1} \varphi_1', \qquad (2.64)$$

$$M_1''' = A_1 B_1'' + Д_1'' \varphi_1'', \qquad (2.65)$$

$$G_{в_х} = G_в + \frac{\ell G_{ут}}{L} \qquad (2.66)$$

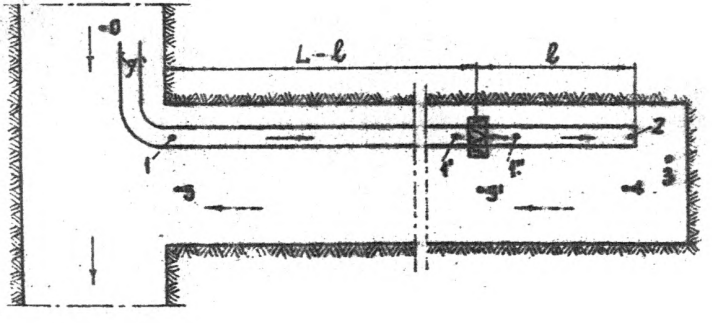


Рис. 2.8. Схема расположения характерных точек при установке воздухоохладителя в тупиковой выработке

Температура воздуха после воздухоохладителя (t_1'') определяется по формуле, идентичной формуле (2.55),

$$t_1'' = \frac{R_2''(1-\Phi_в'') + t_4\Phi_в'' + t_4 - \left(1+\frac{1}{K_{тр}}\right)t_2 \pm \frac{D_1 \Delta H \frac{\ell}{L}}{K_{тр}}}{1-\frac{1}{K_{тр}} - N_2''(1-\Phi_в'')}, \qquad (2.67)$$

$$R_2'' = \frac{K_в' T_п + \frac{Q_в''}{G_{тр}} - A_{б4}(Y_5'-Y_4) - A_1 B(1-P'')t_2 - A_{б4}P''(Y_5'+Y_4) + 2P''A_{б1}Y_1''}{K_в' + A_4(Y_5'-Y_4) + P''(M_5'+M_4')}, \qquad (2.68)$$

$$N_2'' = \frac{A_1 B(1+P'') + 2P''A_1 Y_1''}{K_в' + A_4(Y_5'-Y_4) + P''(M_5'+M_4')}, \qquad (2.69)$$

$$\Phi_в'' = \left(\frac{M_5'}{M_4'}\right)^{-\frac{K_в' + A_4(Y_5'-Y_4) + P''(M_5'+M_4')}{A_4(Y_5'-Y_4)}}, \qquad (2.70)$$

$$t_2 = t_4\Phi_в^{-1} - \Gamma_3(\Phi_3^{-1} - 1) \qquad (2.71)$$

Обозначения Γ_3, Φ_3 и M_4 приведены в равенствах (2.37, 2,38, 2.49) Исходные комплексы, входящие в выражения (2.67,2.68,2,69, и 2,70), следующие

$$G_{ср}'' = G_2 + \frac{\ell G_{уг}}{2L}, \qquad (2.72)$$

$$K_в'' = \frac{K_t'' U \ell}{G_{ср}''}, \qquad (2.73)$$

$$K''_{тр} = \frac{K''_{т} Ц_{т} \ell}{2 A_1 B G''_{ср}}, \qquad (2.74)$$

$$P'' = \frac{\ell G_{уг}}{4 \ell G''_{ср}}, \qquad (2.75)$$

$$M'_{ч} = A_ч B_ч + Д_ч \vartheta_ч, \qquad (2.76)$$

$$M'_{б} = A_ч B'_1 + Д_ч \vartheta'_5, \qquad (2.77)$$

$$Q''_{в} = Q_в \frac{\ell}{L} \qquad (2.78)$$

При выполнении этих расчетов следует иметь ввиду, что коэффициент нестационарного теплообмена $K''_{т}$ определяется по формуле (2.25) с учетом среднеинтегрального времени проветривания пунктов " 5' " и " 4 ", коэффициент теплопередачи $K''_{т}$ по формуле (2.24) с учетом расхода воздуха, выражаемого формулой (2.72), а значение относительной влажности после воздухоохладителя проверяется по формуле (2.61) и в случае его отличия от заданного ($\vartheta''_1 = 0,95-1,0$) более чем на 5 %, расчет повторяется с учетом вычисленного значения ϑ''_1.

Барометрическое давление воздуха, которое входит в равенства (2,63а, 2.65 , 2.77), определяется для пункта установки воздухоохладителя, а в равенствах (2.68, 2.69, 2.74) принимается средним для участка от забоя до места установки воздухоохладителя.

Температура воздуха в трубопроводе перед воздухоохладителем рассчитывается по формуле

$$t_1' = \frac{n' + m'\left[(1-\varphi_в'')(R_2'' + N_2'' t_1'') + t_4 \varphi_в''\right] + n' b'}{c'\left(1 + \frac{1}{K_{тр}'}\right) + b'}, \quad (2.79)$$

где

$$n' = K_в' T_п + \frac{Q_в'}{G_{сф}} + A_1' B(1+P') t_1 - Д_{в_4}(\varphi_5 - \varphi_5') + P'\left[2\varphi_1(Д_1' t_1 + Д_{в_1}') - Д_{в_4}(\varphi_5 + \varphi_5')\right], \quad (2.80)$$

$$m' = M_5'(1-P') + M_5(1+P'), \quad (2.81)$$

$$n' = \frac{t_1 \pm 0.01 \Delta H \frac{L-l}{L}}{K_{тр}'} - t_1, \quad (2.82)$$

$$b' = A_1' B(1-P'), \quad (2.83)$$

$$Q_в' = Q_в \frac{L-l}{L}, \quad (2.84)$$

$$c' = M_5(1+P') + \frac{1}{2} K_в' \quad (2.85)$$

Исходные комплексы, входящие в равенства (2.79 - 2.85), которые по своему значению отличаются от приведенных ранее, следующие

$$K_в' = \frac{K_т' U (L-\ell)}{G_{ср}'}, \qquad (2.86)$$

$$K_{тр}' = \frac{K_т' U_т (L-\ell)}{2 A_1 B G_{ср}'}, \qquad (2.87)$$

$$P' = \frac{G_{чг}'}{4 G_{ср}'}, \qquad (2.88)$$

$$G_{ср}' = G_{ср} + \frac{\ell G_{чт}}{2L}, \qquad (2.89)$$

$$G_{чг}' = G_{чт}\left(1 - \frac{\ell}{L}\right) \qquad (2,90)$$

Барометрическое давление воздуха, входящее в зависимости (2.80, 2.83, 2.87), принимается средним для участка от установки воздухоохладителя до выхода из выработки. Таким образом, выполнив расчеты температур воздуха (t_1' и t_1''), из равенства (2.63) определяется холодопроизводительность воздухоохладителя, необходимая для поддержания заданной температуры воздуха ($t_ч$) на выходе из призабойного пространства. Температура воздуха ($t_ч$) принимается в соответствии с требованиями § 148 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах.

Для этих условий температура воздуха на выходе из тупиковой выработки рассчитывается по формуле

$$t_5 = \frac{\Pi'\left(1+\frac{1}{K'_{тр}}\right)+\left[a'\left(1+\frac{1}{K'_{тр}}\right)-b'\right]\left[(1-\Phi''_в)(R''_2+N''_2 t''_4)+t_4\Phi''_в\right]-n'b'}{c'\left(1+\frac{1}{K'_{тр}}\right)+b'}, \quad (2.91)$$

где , кроме указанных обозначений в формуле (2.79),

$$a' = M'_5(1-P') - \frac{1}{2}K'_в \quad (2.92)$$

При выполнении расчетов по формулам (2.79) и (2.91) необходимо коэффициент нестационарного теплообмена из выражения (2.86) определять по формуле (2.25) с учетом среднеинтегрального времени проветривания пунктов " 5 " и"5^I".

Коэффициент теплопередачи ($K'_т$) из выражения (2.87) определяется по формуле (2.21) с учетом расхода воздуха, выражаемого равенством (2.89).

Во всех зависимостях п.2.4, 2.2 коэффициенты аппроксимации теплосодержания воздуха А,Д и Дв принимаются по табл. I.6, причем с индексом " I^I" для участка трубопровода от вентилятора до воздухоохладителя, с индексом " I " для участка трубопровода от воздухоохладителя до выхода в призабойную зону, с индексом " 4 " для участка выработки с обратной вентиляционной струей от выхода из призабойной зоны до устья выработки.

П Р И М Е Р

РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКЕ И НЕОБХОДИМОЙ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ В РАБОЧИХ ЗАБОЯХ

I. Расчет ожидаемых температур воздуха в тупиковой выработке

I. Характеристика выработки и исходные данные для теплового расчета.

Рассматриваемая выработка проводится по пустым породам буровзрывным способом. Выработка горизонтальная, сечение в свету 8,5 м^2, закреплена металлической арочной крепью. Длина тупиковой части - 500 м, отставание вентиляционного трубопровода от забоя - 8м. Глубина ведения работ - 1200 м. Выработка сухая. Отбитая горная масса грузится в вагонетки породопогрузочной машиной ППМ-4. Проветривание нагнетательное, осуществляемое двумя вентиляторами СВМ-6 и по прорезиненному трубопроводу $\varnothing$ 600 мм. Скорость проведения выработки - 80 м/мес.

Периметр среднего сечения выработки определяется по формуле (I.2)

$$U = 3{,}8 \cdot \sqrt{8{,}5} = 11{,}1 \text{ м}.$$

По формуле (I.3) рассчитывается поверхность призабойной зоны

$$S_з = 1{,}35 \cdot 8{,}5 + 11{,}1 \cdot 8 = 100{,}8 \text{ м}^2.$$

Количество воздуха в начале трубопровода определяется по характеристике вентиляторов, работающих последовательно, с учетом характеристики внешней сети (трубопровода)

$$G_1 = 300 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Количество воздуха на выходе из трубопровода рассчитывается по формуле (I.4)

$$G_2 = 300 - 70 = 230 \text{ м}^3/\text{мин},$$

где $G_{ут}$ - определяется по формуле (I.5)

$$G_{ут} = 300 \left(1 - \frac{1}{1{,}3} \right) = 70 \text{ м}^3/\text{мин},$$

где ρ_1 = 1,3 принимается по табл. I.I.

Тепловлажностные параметры воздуха, поступающего к всасу вентилятора:

- температура t_0 = 24,5°С;
- относительная влажность φ_0 =0,85 (табл. I.5).

Температура неохлажденных горных пород, окружающих выработку вычисляется по формуле (I.9)

$$T_п = 7,9 + \frac{I200 - 25}{33} = 4\ 3,5^{\circ}C .$$

Теплофизические свойства горных пород принимаются средними для условий Донбасса:

λ =I,52 ккал/м.ч°С и a = 0,00293 м^2/ч.

Время проветривания,ч;

- забоя - 4;
- конца призабойной зоны - 72;
- начала тупиковой выработки- 4500.

Расчетное время проветривания участка от призабойной зоны до выхода из выработки определяется по формуле (I.IO)

$$\tau_{ср.} = \frac{I}{2} \cdot \left(\frac{72 + 4500}{2} \right) + \sqrt{72 \cdot 4500} = I403\ ч .$$

Барометрическое давление в выработке вычисляется по формуле(2.II)

B = 745 +0,09 . I200 = 853 мм рт.ст.

Приращение температуры воздуха от работы вентиляторов определяется по формуле (2.2)

$$\Delta t = \frac{860 \cdot 26,2}{0,374 \cdot 0,853 \cdot 300 \cdot 60 \cdot 0,88} = 4,5^{\circ}C,$$

где $N_э$ рассчитывается по формуле (2.4)

$$N_э = \frac{I8000 \cdot 380}{367200 \cdot 0,7I} = 26,2\ квт .$$

Температура воздуха после вентилятора вычисляется по формуле .I)

$$t_1 = 24,5 + 4,5 = 29,0^{\circ}C .$$

Относительная влажность воздуха после вентилятора рассчитывается по формуле (I.8)

$$\varphi_1 = \frac{0,781 \cdot 24,5 - 5,554}{0,781 \cdot 29,0 - 5,554} \cdot 0,85 = 0,68 .$$

Относительная влажность воздуха в других характерных точках выработки принимается.

$\varphi_2 = 0,9 \cdot 0,68 = 0,61$;
$\varphi_4 = 0,71$ (табл. I,5);
$\varphi_5 = 0,73$ (табл.I,5).

2.Расчет тепловыделений от местных источников.

Поскольку выработка сухая, а откатка отбитой горной массы производится в вагонетках, влияние которой на тепловлажностные параметры воздуха весьма незначительное, принимаем, что на участке от призабойной зоны до устья выработки местные источники тепла отсутствуют.

Тепловыделения от местных источников тепла в призабойной зоне определяются:

-от работы.породопогрузочной машины по формуле (2. 5)

$$Q_м = 860.2I \cdot 0,4 = 7200 \text{ ккал/ч};$$

-от одновременно работающих людей в забое по формуле (2.I4)

$$Q_р = 250 \cdot 4 = I000 \text{ ккал/ч} .$$

Общие тепловыделения в призабойной зоне от местных источников тепла составят

$$Q_з = 7200 + I000 = 8200 \text{ ккал/ч} .$$

3. Расчет коэффициента теплопередачи трубопровода и коэффициентов нестационарного теплообмена тупиковой выработки.

Внутренний коэффициент теплоотдачи трубопровода определяется по номограмме (рис. 2.4) или формуле (2.22)

$$\alpha_1 = 3,7 \cdot \frac{I5,63^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 37,0 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C} .$$

Наружный коэффициент теплоотдачи трубопровода определяется по номограмме (рис. 2.5) или формуле (2.23)

$$\alpha_2 = 5,62 + 3,7 \cdot \frac{0,52^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 8,05 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^0\text{C}.$$

Коэффициент теплопередачи трубопровода определяется по номограмме (рис.2.2) или формуле (2.21)

$$K_т = \frac{1}{\frac{1}{37,0} + \frac{0,001}{0,135} + \frac{1}{8,05}} = 6,3 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^0\text{C}.$$

Коэффициент тепломассообмена от поверхности выработки к воздуху определяется по номограмме (рис. 2.1) или формуле(2.8)

$$\alpha_3 = 6,45+2,9 \cdot \frac{0,52^{0,8}}{3,06^{0,2}} = 9,2 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^0\text{C}.$$

Критерии Био и Фурье рассчитываются по формулам (2.26, 2.27,2.28)

$$Bi = \frac{9,2 \cdot 1,53}{1,52} = 9,2;$$

$$Bi' = 9,2 + 0,375 = 9,575;$$

$$F_o = \frac{0,00293 \cdot 1403}{1,53^2} = 1,76.$$

Обобщенное число гомохронности вычисляется по формуле (2.29)

$$z = 9,575 \cdot \sqrt{1,76} = 12,73.$$

Функция обобщенного числа гомохронности принимается по табл. 2.1

$$f(z) = 0,955.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена для участка от конца призабойной зоны до выхода из выработки вычисляется по формуле (2.25)

$$K_\tau = 9,15 \cdot \left[1 - \frac{9,2}{9,575} \cdot 0,955 \right] = 0,75 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^0\text{C}.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена для призабойной зоны рассчитывается по формуле (2.34)

$$K_{\tau_3} = \frac{3,82}{\sqrt{100,3}} + \frac{31,8}{\sqrt{4} + \sqrt{72}} = 3,422 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C},$$

4. Расчет ожидаемых температур воздуха в тупиковой выработке.

Предварительно по формулам (2.37 - 2.51) вычисляются входящие в выражения (2.35-2.36) комплексы

$$K_3 = \frac{3,422 \cdot 100,3}{230,60} = 0,0248,$$

$$\Gamma_3 = \frac{0,0248 \cdot 43,5 + \frac{8200}{230,60} + 11,298 \cdot (0,71-0,61)}{0,0248 + 0,990 \cdot (0,71-0,61)} = 22,57,$$

$$M_1 = 0,367 \cdot 0,853 + 0,990 \cdot 0,71 = 1,016,$$

$$M_2 = 0,367 \cdot 0,853 + 0,990 \cdot 0,61 = 0,917,$$

$$\Phi_3 = \left(\frac{1,016}{0,917} \right) - \frac{0,0248 + 0,990 \cdot (0,71-0,61)}{0,990 (0,71-0,60)} = 0,88,$$

$$P = \frac{70}{4.265} = 0,066,$$

$$K_B = \frac{0,75 \cdot 11,1 \cdot 492}{265.60} = 0,258,$$

$$M = 1,016 \left(1-0,066 \right) - \frac{1}{2} \cdot 0,258 = 0,82,$$

$$B = 0,367 \cdot 0,853 \ (1-0,066) = 0,292,$$

$$M_5 = 0,367 \cdot 0,853 + 0,99 \cdot 0,73 = 1,036,$$

$$C = 1,036 \left(1 + 0,066 \right) + \frac{1}{2} \cdot 0,258 = 1,233,$$

$$K_{тр} = \frac{6,3 \cdot 1,88 \cdot 492}{2.0,3 \ 67.0,853.60.265} = 0,585,$$

$$n = \frac{29,0}{0,585} - 29,0 = 20,57,$$

$$m = 1,016\ (I - 0,066) + 1,036\ (I + 0,066) = 2,053,$$

$$\Pi = 0,258 \cdot 43,5 + 0,367 \cdot 0,853 (I + 0,066) \cdot 29,0 + 0,066$$
$$2 \cdot 0,68\ (0,990 \times 29 - 11,298) + 11,298 (0,71 + 0,73) + 11,298 (0,73 - 0,71) =$$
$$= 23,31 .$$

По формуле (2.35) определяется температура воздуха на выходе из призабойной зоны

$$t_{\text{п}} = \frac{22,57 \cdot (1 - 0,88) \cdot \left[1,233\ \left(I + \frac{I}{0,585}\right) + 0,292\right] + (23,31 + 1,233 \cdot 20,57) \cdot 0,88}{1,233\ \left(I + \frac{I}{0,585}\right) + 0,292 - 2,053 \cdot 0,88}$$

$$= 28,9^{\circ}\text{C} .$$

По формуле (2.36) определяется температура воздуха на выходе из тупиковой выработки

$$t_{\text{в}} = \frac{22,57 \cdot (1 - 0,88) \cdot \left[0,82 \cdot \left(I + \frac{I}{0,585}\right) - 0,292\right] + (0,82 \cdot 0,88 - 0,292) \cdot}{1,233 + \left(I + \frac{I}{0,585}\right) + 0,292 - 2,053 \cdot 0,88}$$

$$\rightarrow \frac{\cdot\ 20,57 + 23,31 \cdot \left(I + \frac{I}{0,585} - 0,88\right)}{1,233 \cdot \left(I + \frac{I}{0,585}\right) + 0,292 - 2,053 \cdot 0,88} = 31,1^{\circ}\text{C} .$$

Как видно из приведенных расчетов температура вентиляционной струи на выходе из призабойной зоны превышает нормы, регламентируемые ПБ. Для создания нормальных температурных условий необходимо применять искусственное охлаждение подаваемого в забой воздуха.

II. Расчет необходимой холодопроизводительности воздухоохладителя для нормализации тепловых условий в забое тупиковой выработки.

I. Дополнительные исходные данные для расчета.

Охлаждение вентиляционной струи предусматривается воздухоохладителем имеющим сопротивление 9 кмк. Он устанавливается на расстоянии 300 м от конца трубопровода. Подсоединение воздухоохладительного аппарата к трубопроводу повлечет за собой увеличение сопротивления внешней сети, что повлияет на производительность венти-

ляторов.

С учетом изменившегося сопротивления внешней сети производительность вентиляторов составит

$$G_1 = 260 \text{ м}^3/\text{мин},$$

тогда по формулам (I.4,I.5,2.66,2.72,2.89,2.90) определяются

$$G_{уг} = 260 \left(1 - \frac{1}{1.3}\right) = 60 \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$G_2 = 260 - 60 = 200 \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$G_{в_х} = 200 + \frac{300 \cdot 60}{492} = 236 \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$G''_{зр} = 200 + \frac{300 \cdot 60}{2 \cdot 492} = 218 \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$G'_{с_р} = 230 + \frac{300 \cdot 60}{2 \cdot 492} = 248 \text{ м}^3/\text{мин},$$

$$G'_{уг} = 60\left(1 - \frac{300}{492}\right) = 24 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Тепловлажностные параметры воздуха после вентиляторов рассчитываются по формулам (2.4,2.I, 2.2,I.8)

$$N_э = \frac{260 \cdot 450}{60 \cdot 102 \cdot 0,71} = 27,0 \text{ квт}$$

$$\Delta t_{\text{вент}} = \frac{860 \cdot 27,0}{0,374 \cdot 0,863 \cdot 260 \cdot 60 \cdot 0,88} = 5,3^{\circ}\text{C},$$

$$t_1 = 24,5 + 5,3 = 29,8^{\circ}\text{C},$$

$$\varphi_1 = \frac{0,781 \cdot 24,5 - 5,554}{0,781 \cdot 29,8 - 5,554} \cdot 0,85 = 0,65.$$

Относительная влажность воздуха в характерных пунктах тупиковой выработки принимается по табл. I.6 :.

- на выходе из призабойной зоны

$\varphi_4 = 0,73;$

- на выходе из трубопровода

$\varphi_2 = 0,94 \cdot 0,73 = 0,69;$

-после воздухоохладителя

$\varphi_1'' = 0,95;$

-в выработке у воздухоохладителя

$\varphi_5' = 0,75;$

- на выходе из выработки

$\varphi_5 = 0,73$.

Температуры воздуха на выходе из призабойной зоны (t_4) согласно ПБ принимается 26°С.

Время проветривания,ч:

- забоя - 4 ;

-конца призабойной зоны - 72;

-у воздухоохладителя - 2760;

-начала тупиковой выработки - 4500.

Расчетное время проветривания участков выработки,ч:

-от призабойной зоны до воздухоохладителя

$$\tau_{cp}'' = \frac{I}{2}\left(\frac{72+2760}{2} + \sqrt{72 \cdot 2760}\right) = 931 \text{ ч.};$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$\tau_{cp}' = \frac{I}{2}\left(\frac{2760+4500}{2} + \sqrt{2760 \cdot 4500}\right) = 3527 \text{ ч.}$$

2. Расчет тепловыделений от местных источников.

Тепловыделения от местных источников на участке от призабойного пространства до устья выработки, как и в прямом расчете, отсутствуют.

Тепловыделения от источников тепла в призабойной зоне определяются:

- от работы породопогрузочной машины по формуле (2.5)

$Q_м = 860.2I.0,5 = 9000$ ккал/ч.;

- от одновременно работающих людей в забое по формуле (2.I4)

$Q_р = 250.4 = I000$ ккал/ч .

Общие тепловыделения составят

$Q_з = 9000 + I000 = I0000$ ккал/ч.

3.Расчет коэффициентов теплопередачи трубопровода и коэффициентов нестационарного теплообмена тупиковой выработки.

Внутренние коэффициенты теплоотдачи трубопровода определяются по номограмме (рис. 2.4) или формуле (2.I2):

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$\alpha_1'' = 3,7 \cdot \frac{I2,86^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 3I,6 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C};$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$\alpha_1' = 3,7 \cdot \frac{I4,6^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 35,0 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C}.$$

Наружные коэффициенты теплоотдачи трубопровода определяются по номограмме (рис.2.5) или формуле (2.23):

-от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$\alpha_2'' = 5,62 + 3,7 \cdot \frac{0,428^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 7,6 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C};$$

-от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$\alpha_2' = 5,62 + 3,7 \cdot \frac{0,4\ 87^{0,8}}{0,6^{0,2}} = 7,92 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C}.$$

Коэффициенты теплопередачи трубопровода определяются по номограмме (рис.2.2) или формулам (2.2I;2.24):

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$K_2^{II} = \frac{1}{\frac{1}{31,6} + \frac{0,001}{0,135} + \frac{1}{27,6}} = 9,54 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C};$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$K_2^{I} = \frac{1}{\frac{1}{25,0} + \frac{0,001}{0,135} + \frac{1}{7,62}} = 6,16 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C}.$$

Коэффициенты теплоотдачи от поверхности выработки к воздуху определяются по номограмме (рис.2.I) или формуле (2.8):

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$\alpha_1^{II} = 6,45 + 2,9 \cdot 2 \cdot \frac{0,428^{0,8}}{3,06^{0,2}} = 8,80 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C};$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$\alpha_1^{I} = 6,45 + 2,9 \cdot 2 \cdot \frac{0,487^{0,8}}{3,06^{0,2}} = 9,15 \text{ ккал/м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C}.$$

Критерии Био и Фурье рассчитываются по формулам (2.26,2.27, .28):

-от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$Bi_1 = \frac{8,80 \cdot 1,53}{1,52} = 8,86,$$

$$Bi_1' = 8,86 + 0,375 = 9,23,$$

$$F_0^{II} = \frac{0,00293 \cdot 931}{1,53^2} = 1,16;$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$Bi_2 = \frac{9,15 \cdot 1,53}{1,52} = 9,21,$$

$$Bi_2' = 9,21 + 0,375 = 9,585,$$

$$F_0^{I} = \frac{0,00293 \cdot 3527}{1,53^2} = 4,41.$$

Обобщенное число гомохронности вычисляется по формуле (2.29):

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$Z'' = 9{,}23 \cdot \sqrt{1{,}16} = 9{,}97;$$

- от воздухоохладителя до выхода выработки

$$Z' = 9{,}585 \cdot \sqrt{4{,}41} = 20{,}0.$$

Функция обобщенного числа гомохронности определяется по табл 2. :

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$f''(Z) = 0{,}943;$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$f'(Z) = 0{,}972.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена вычисляется по формуле (2.25):

- от конца призабойной зоны до воздухоохладителя

$$K''_{\tau} = 8{,}80 \cdot \left[1 - \frac{8{,}86}{9{,}23} \cdot 0{,}943\right] = 0{,}836 \text{ ккал/м}^2\text{.ч. }^{0}\text{C};$$

- от воздухоохладителя до выхода из выработки

$$K'_{\tau} = 9{,}15 \cdot \left[1 - \frac{9{,}21}{9{,}58} \cdot 0{,}972\right] = 0{,}604 \text{ ккал/м}^2\text{.ч. }^{0}\text{C}.$$

4. Расчет ожидаемых температур воздуха для участка выработки от конца призабойной зоны до воздухоохладителя.

По формуле (2.71) определяется температура воздуха на выходе из трубопровода, предварительно вычислив комплексы (2,37; 2.38; 2.46; 2,39; 2.50),

$$K_3 = \frac{3{,}422 \cdot 100{,}3}{200 \cdot 60} = 0{,}0286,$$

$$\Gamma_3 = \frac{0{,}0286 \cdot 43{,}5 + \frac{10000}{200 \cdot 60} + 5{,}554\,(0{,}73 - 0{,}69)}{0{,}0286 + 0{,}781 \cdot (0{,}73 - 0{,}69)} = 35{,}1,$$

$$M_4 = 0{,}374 \cdot 0{,}853 + 1\,0{,}78\,1 \cdot 0{,}73 = 0{,}889;$$

$$M_2 = 0,374 \cdot 0,853 + 0,781 \cdot 0,69 = 0,858,$$

$$\varphi_в = \left(\frac{0,889}{0,858}\right)^2 = \frac{0,0286 + 0,781\,(0,73 - 0,69)}{0,781\,(0,73 - 0,69)} = 0,935,$$

откуда

$$= 26 \cdot \frac{I}{0,935} - 35,1 \cdot \left(\frac{I}{0,935} - I\right) = 24,6^{0}C.$$

По формуле (2.67) определяется температура воздуха после воздухоохладителя, предварительно вычислив комплексы (2.66–2.70, 2.73–2.77),

$$K_б'' = \frac{0,836 \cdot II,I \cdot 300}{218 \cdot 60} = 0,213,$$

$$K_{тр}'' = \frac{9,54 \cdot I,88 \cdot 300}{2 \cdot 0,379 \cdot 0,853 \cdot 218 \cdot 60} = 0,636,$$

$$P'' = \frac{300 \cdot 60}{4 \cdot 49\,2 \cdot 218} = 0,0418,$$

$$M_4' = 0,367 \cdot 0,853 + 0,990 \cdot 0,73 = I,036,$$

$$M_5' = 0,367 \cdot 0,853 + 0,990 \cdot 0,75 = I,055,$$

$$R_2'' = \frac{0,213 \cdot 43,5 + II,29 \cdot (0,75-0,73) - 0,379 \cdot 0,853 \cdot (I-0,0418) \cdot 24,6 +}{0,213 + 0,99 \cdot (0,78 - 0,73) + 0,0418 \cdot (I,055 + I,036)}$$

$$\frac{+ II,298 \cdot 0,0418\,(0,75 + 0,73) - 2 \cdot 0,0418 \cdot I,703 \cdot 0,95}{0,213 + 0,990 \cdot (0,75 - 0,73) + 0,0418 \cdot (I,055 + I,036)} = 7.63,$$

$$N_2'' = \frac{0,379 \cdot 0,853 \cdot (I+0,0418) + 2 \cdot 0,0418 \cdot 0,95}{0,213 + 0,990 \cdot (0,75-0,73) + 0,0418 \cdot (I,055+I,036)} = I,30,$$

$$\varphi_б'' = \left(\frac{I,055}{I,036} - \frac{0,213+0,990 \cdot (0,75-0,73)+0,0418 \cdot (I,055+I,036)}{0,990 \cdot (0,75 - 0,73)}\right)^2 = 0,74,$$

откуда

$$t_1'' = \frac{7,63\cdot(I - 0,74) + 26,0 \cdot 0,74 - (I + \frac{I}{0,636}) \cdot 24,6 + 26,0}{I - \frac{I}{0,636} - I,3 \cdot (I - 0,74)} = I7,6^{\circ}C$$

По формуле (2.6I) проверяется значение φ_1''. Поскольку $\varphi_1'' = I00$ (процесс охлаждения воздуха в воздухоохладителе происходит с влаговыпадением) пересчет t_1'' не производится, так как принятое φ_1'' отличается от расчетного на 5 %.

5. Расчет ожидаемых температур воздуха на участке от воздухоохладителя до выхода из выработки.

Предварительно по формулам (2.86-2.88, 2.80-2.83, 2.85, 2.92) вычисляются входящие в выражения (2.79 и 2.9I) комплексы

$$K_{\beta}' = \frac{0,604 \cdot II,I \cdot (492 - 300)}{248 \cdot 60} = 0,086,$$

$$K_{тр}' = \frac{6,I6 \cdot I,88 \cdot (492 - 300)}{2,0 \cdot 0,367 \cdot 0,853 \cdot 248 \cdot 60} = 0,238,$$

$$p' = \frac{24}{2 \cdot 248} = 0,0242,$$

$$\Pi' = 0,086 \cdot 43,5 + 0,367 \cdot 0,853 \cdot (I + 0,0242) \cdot 29,8 + II,298 \cdot (0,73 - 0,75) +$$
$$+ 0,0242 \cdot 2 \cdot 0,65 \cdot (0,990 \cdot 29,8 - II,298) - II,298 \cdot (0,75 + 0,73) = I3,24,$$

$$m' = I,055 \cdot (I - 0,0242) + I,036 \cdot (I + 0,0242) = 2,09,$$

$$n' = \frac{29,8}{0,238} - 29,8 = 95,4,$$

$$b' = 0,367 \cdot 0,853 \cdot (I - 0,0242) = 0,305,$$

$$c' = I,036 \cdot (I + 0,0242) + \frac{I}{2} \cdot 0,086 = I,I,$$

$$a' = I,055 \cdot (I - 0,0242) - \frac{I}{2} \cdot 0,086 = 0,986,$$

откуда

$$t_1' = \frac{I3,24 + 2,09 \cdot (I - 0,74) \cdot (7,63 + I,3 \cdot I7,6) + 26,0 \cdot 0,74 + 95,4 \cdot I,I}{I,I \cdot (I + \frac{I}{0,238}) + 0,305} = 23^{\circ}C$$

$$t_5 = \frac{13,24.(1+\frac{1}{0,238}) + [0,986.(1+\frac{1}{0,238}) - 0,305].[(1-0,74).(7,63+ \rightarrow}{1,1\,(1+\frac{1}{0,238}) + 0,305}$$

$$\rightarrow \frac{+1,3\,.\,1,76) + 26,0,0,74] - 95,4,0,305}{1,1\,(1+\frac{1}{0,238}) + 0,305} = 28,3^{\circ}C.$$

6.Расчет холодопроизводительности воздухоохладительной установки.

Расчет производится по формуле (2.68), предварительно вычислив по зависимостям (2.64-2.65) M_I', M_I'' и φ_I' ,

$$M_I' = 0,367\,.0,853 + 0,990.0,68 = 0,986,$$

$$M_I'' = 0,379\,.0,853 + 0,610.0,95 = 0,902,$$

$$\varphi_I' = \frac{0,99\,.\,29,8 - 11,298}{0,99\,.\,29,0 - 11,298}\,.\,0,65 = 0,68,$$

откуда

$$Q_{ух} = (0,986.29,0 - 11,298.0,68 - 0,902.17,6 + 1.703.0,95)\ x$$

$$x\ 236\,.60 = 94000\ \text{ккал/ч}.$$

Из расчетов видно, что воздухоохладитель холодопроизводительностью 100000 ккал/ч обеспечивает нормальные температурные условия в призабойной зоне тупиковой выработки при его удалении от забоя на 300 м.

Приложение

А Л Г О Р И Т М

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ТУПИКОВЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

В В Е Д Е Н И Е

Алгоритм описывает процесс определения температур воздуха в характерных пунктах тупиковых выработок, проветриваемых вентиляторами местного проветривания, а также последовательность расчета производительности холодильных установок для обеспечения нормативной температуры вентиляционной струи в призабойной зоне.

При составлении алгоритма использовани " Методика по прогнозированию температурных условий в тупиковых горных выработках", разработанная МакНИИ, и " Методические и инструктивные материалы по оформлению алгоритмов и программ модулей", разработанные Центрогипрошахтом.

Алгоритм составлен институтом" Донгипрошахт" (к.т.н. Нарышкиным Г.А., инж. Михайлусовым Г.П., Нестеренко Н.С., Стародубцевой Т.М.) и МакНИИ (инж. Крамаровым А.С., к.т.н. Величко А.Е.)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПОЯСНЕНИЯ К АЛГОРИТМУ

При определении температурных условий в тупиковых горных выработках возникает необходимость в решении следующих задач:

1. При известных входных параметрах определить температуру воздуха в призабойной зоне и на выходе из выработки (прямой расчет).

2. Определить температуру воздуха на выходе из выработки и производительность холодильных установок для обеспечения нормативных условий в рабочих забоях (обратный расчет).

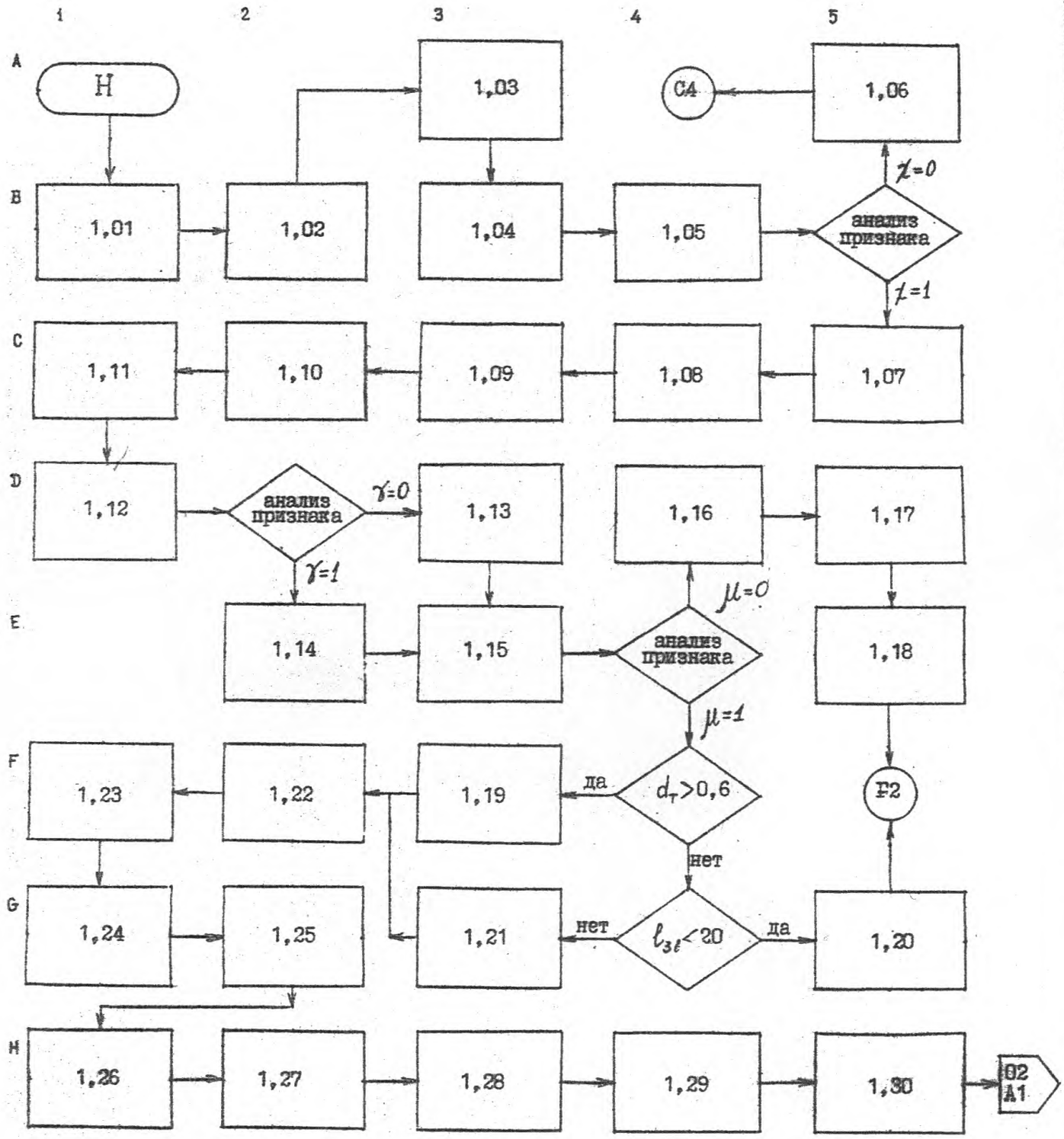
Выбор расчетных формул при решении второй задачи определяется местом установки воздухоохладителя в выработке.

В задаче выделяются четыре функциональные задачи:

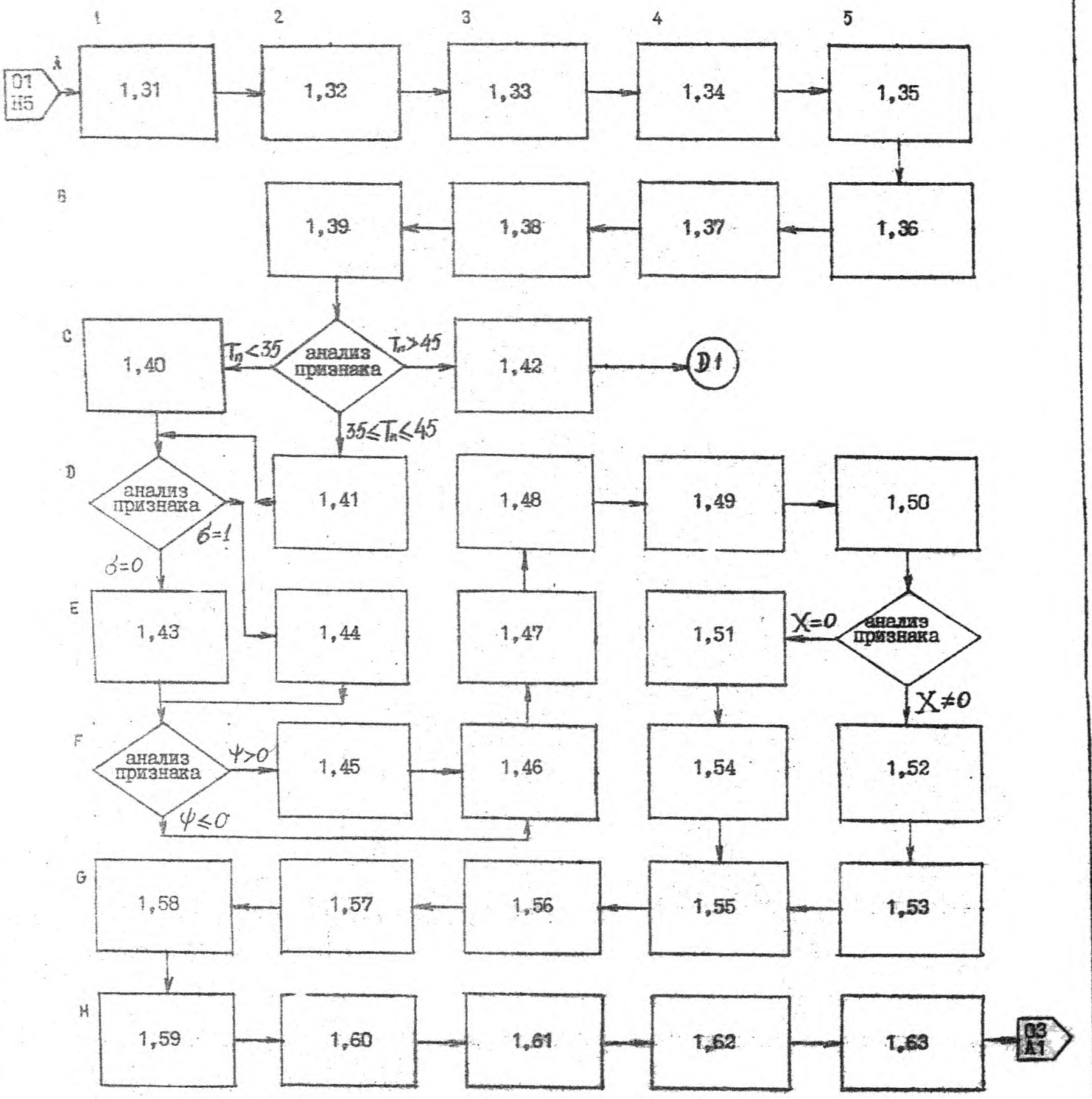
- подготовка исходной информации;
- расчет температурных условий при отсутствии кондиционирования;
- определение температуры на выходе из выработки и холодопроизводительности воздухоохладителя для обеспечения нормальных тепловых условий в призабойной зоне при его расположении после вентилятора в начале тупиковой выработки;
- то же при установке воздухоохладителя в выработке.

Метод решения задачи заключается в последовательной реализации расчетных зависимостей в соответствии с блок-схемой алгоритма, которая приведена на 6 листах стандартного образца. Цифры внутри поля блочного символа обозначают номер функциональной части и номер формулы, приведенные на последующих 21 листе.

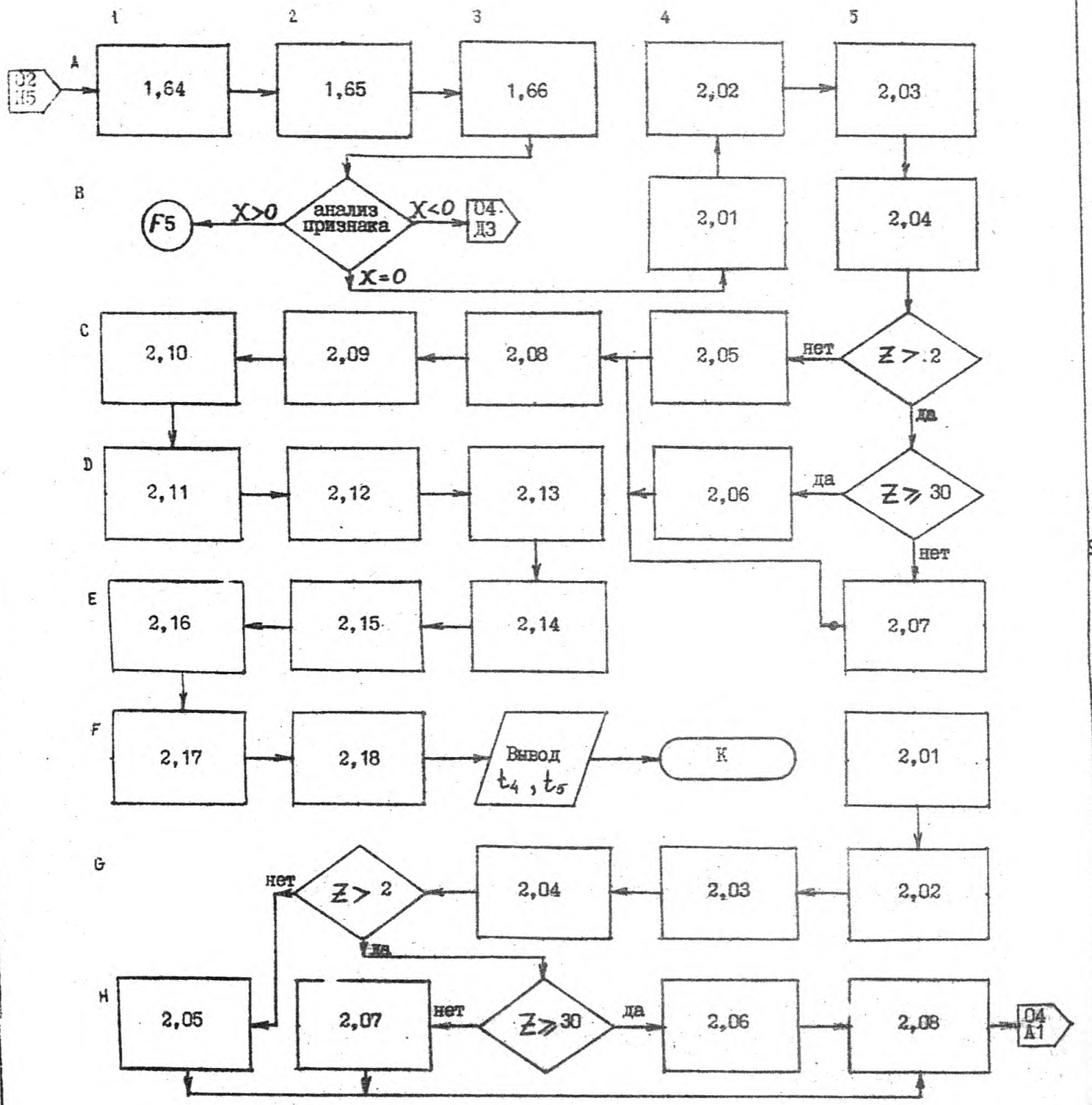
Необходимая исходная информация дана в табл. 1. При подготовке исходных данных используются табл. 1.5, 1.7 и рис. 1.1,а при расчетах - табл. 1.1, 1.2, 1.3 и 1.4 "Методики по прогнозированию температурных условий в тупиковых горных выработках".



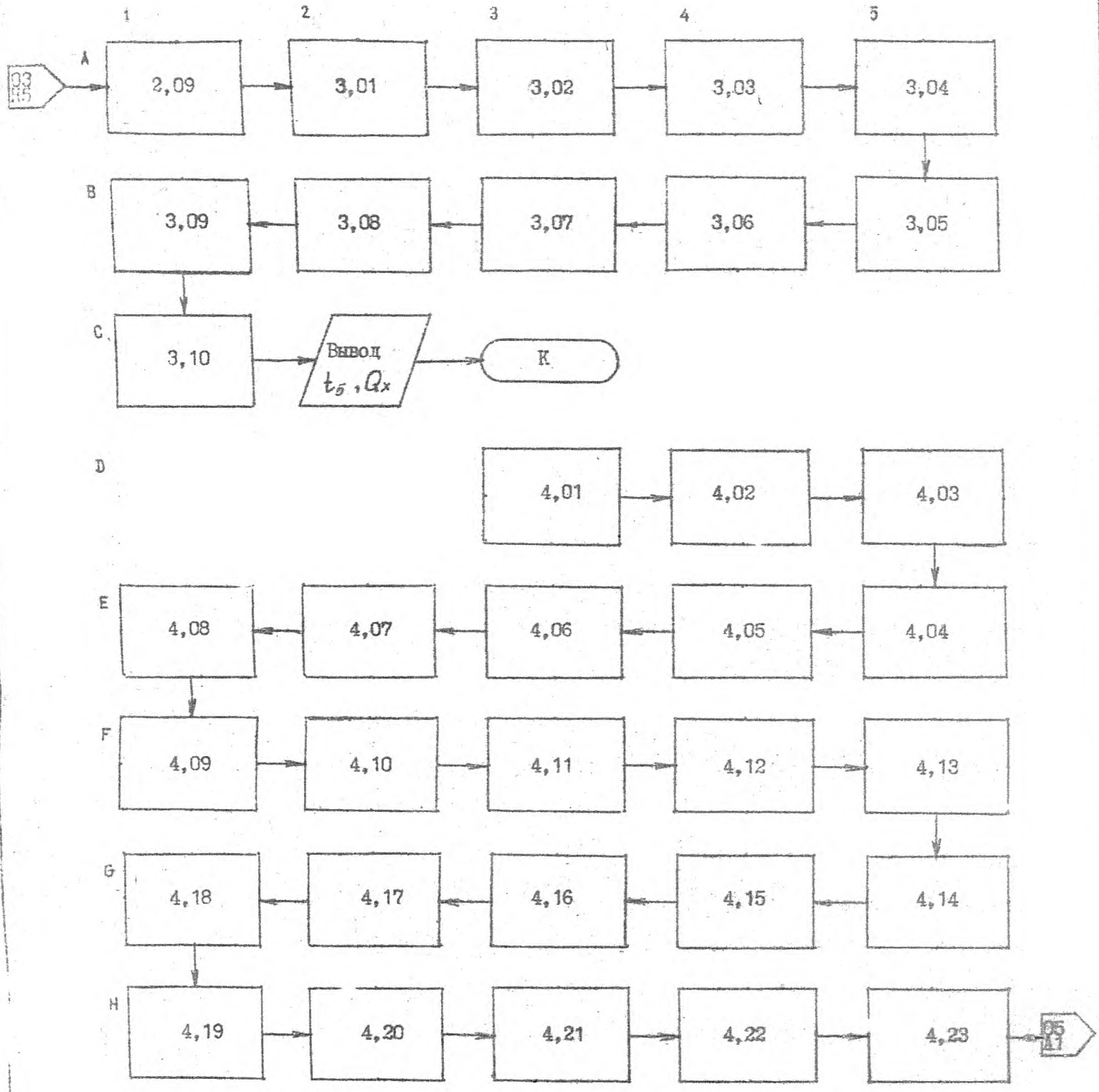
БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных условий в тупиковых горных выработках"			
ОРГАНИЗАЦИЯ - -РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ			
РАЗРАБОТАЛ	ДАТа	ПОДПИСЬ		ЛИСТ 01
ПРОВЕРИЛ				ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ				



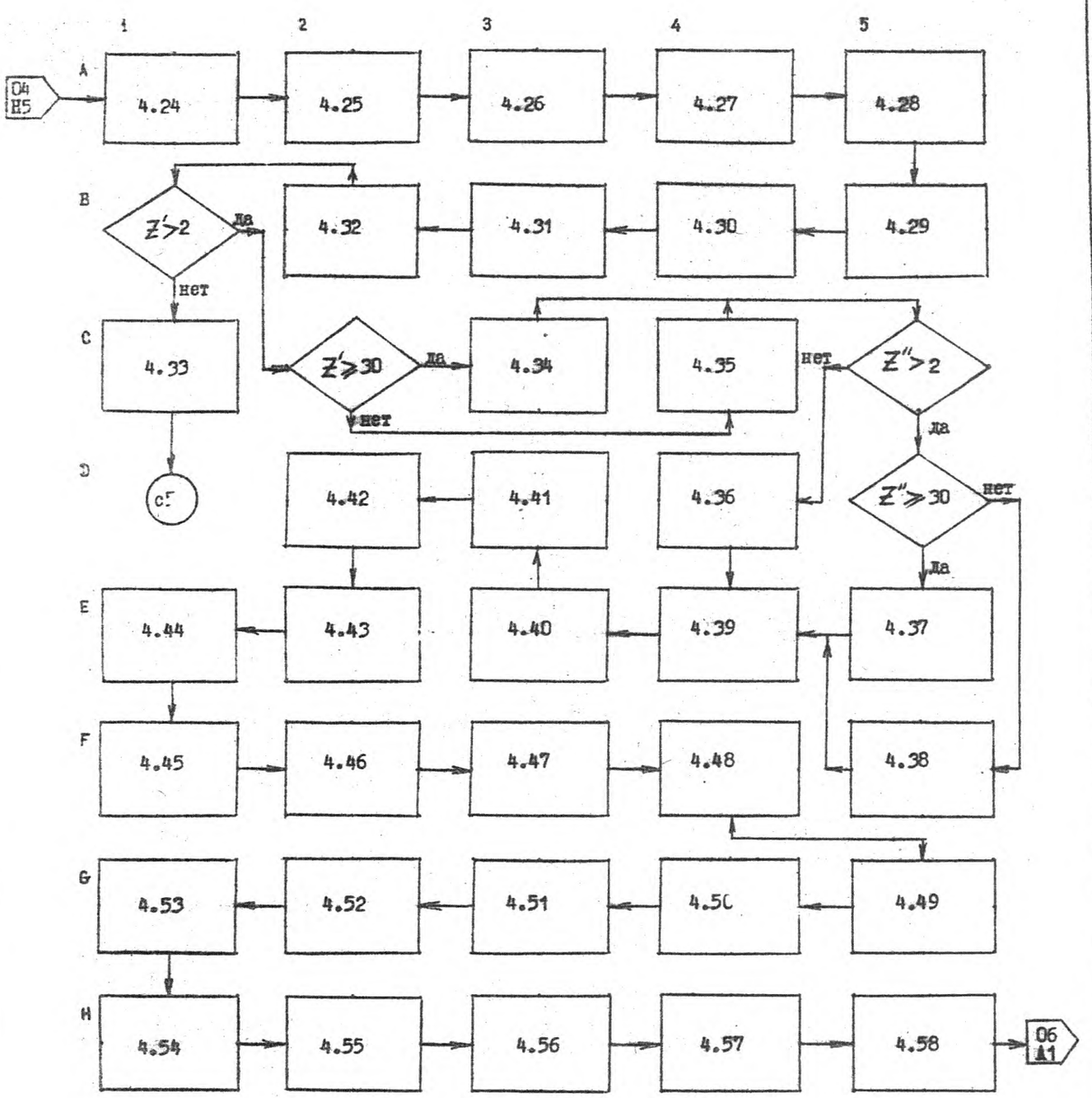
БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных полей в тупиковых горных выработках"
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА / ПОДПИСЬ — ЛИСТ 02
ПРОВЕРИЛ	ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ	



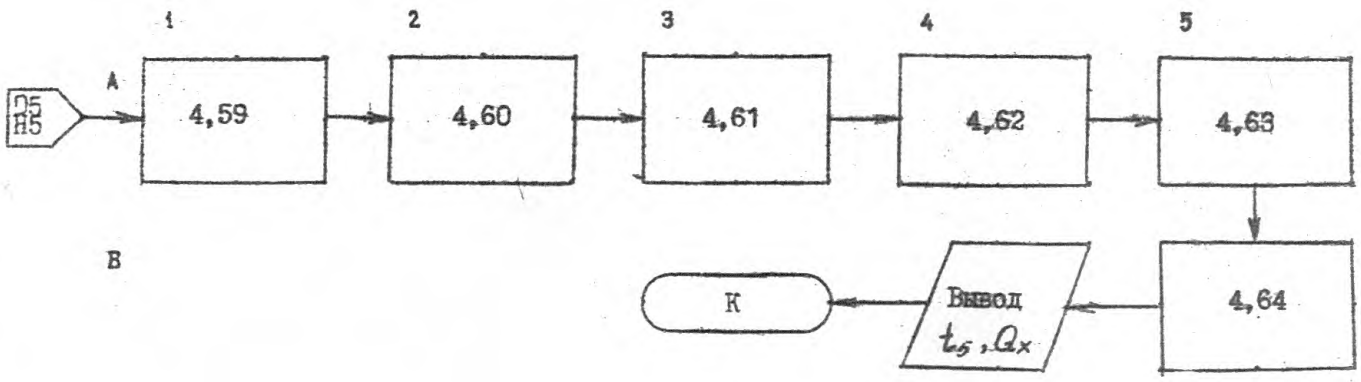
БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных условий в тупиковых горных выработках"			
ОРГАНИЗАЦИЯ - -РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ			
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ		ЛИСТ 03
ПРОВЕРИЛ				ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ				



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных условий в тупиковых горных выработках"			
ОРГАНИЗАЦИЯ - -РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ			
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ		ЛИСТ 04
ПРОВЕРИЛ				ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ				



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных условий в тупиковых горных выработках"			
ОРГАНИЗАЦИЯ - -РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ			
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ		ЛИСТ 05
ПРОВЕРИЛ				ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ				



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	"Определение температурных условий в тупиковых горных выработках"			
ОРГАНИЗАЦИЯ - -РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МакНИИ			
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ		ЛИСТ 06
ПРОВЕРИЛ				ЛИСТОВ 6
Т. КОНТРОЛЬ				

Номер формулы	Формула
1,01	$B_5 = B_0 + b_0 H_1$
1,02	$A_0 = \frac{0{,}001\,(0{,}10802\,t_0 + 78{,}32{:}765)}{193{,}433162 + t_0}$
1,03	$D_0 = 0{,}247568\, e^{-0{,}000226\,t_0^2 + 0{,}058614\,t_0}$
1,04	$D_{b_0} = -0{,}027735\,t_0^2 + 0{,}222045\,t_0 + 2{,}1414483$
1,05	$N_э = \frac{G_1 h_в}{367200\,\eta_в}$
1,06	$\Delta t_{вент.} = \frac{860 N_э}{A_0 B_5 G_1 \rho_{в.}}$
1,07	$\Delta t_{вент.} = \frac{860 N_э}{A_0 B_5 G_1}$
1,08	$t_1 = t_0 + \Delta t_{вент.}$

Номер формулы	Формула
1,09	$D_1 = 0{,}247568\, e^{-0{,}000226 t_1^2 + 0{,}058614 t_1}$
1,10	$D_{B_1} = -0{,}027735 t_1^2 + 0{,}222015 t_1 + 2{,}141483$
1,11	$A_1 = \frac{0{,}001\,(3{,}10802 t_1 + 78{,}321365)}{193{,}433162 + t_1}$
1,12	$\varphi_1 = \varphi_0 \frac{D_0 t_0 + D_{B_0}}{D_0 t_1 + D_{B_0}}$
1,13	$U = 3{,}8\sqrt{S}$
1.14	$U = 4{,}16\sqrt{S}$
1,15	$S_3 = 1{,}35 S + U l_3$
1,16	$d_{изр.} = \varphi(d_T)$ – таблица 4

Номер формулы	Формула
1,17	$R_o = \frac{6{,}5\,\alpha_{аэр.}\,L}{d_т^5}$
1,18	$P_1 = \left(\frac{1}{3} K_y d_т \frac{L}{\ell_{зб}} \sqrt{R_o} + 1\right)^2$
1,19	$P_1 = \varphi(\ell)$ — таблица 3
1,20	$P_1 = \varphi\left(\frac{\ell}{\ell_{зб}}\right)$ — таблица 2
1,21	$P_1 = \varphi(\ell)$ — таблица 1
1,22	$G_{ут.} = G_1 - \frac{G_1}{P_1}$
1,23	$G_2 = G_1 - G_{ут.}$
1,24	$G_{ср.} = \frac{G_1 + G_2}{2} + G_{пд}$

Номер формулы	Формула
1,25	$U_т = \pi d_т$
1,26	$S_т = \frac{\pi d_т^2}{4}$
1,27	$d_в = \frac{4S}{U}$
1,28	$R_в = 0{,}5 d_в$
1,29	$V_в = \frac{G_{ср}}{3600S}$
1,30	$V_т = \frac{G_1 + G_2}{7200 S_т}$
1,31	$\alpha_в = 6{,}45 + 2{,}9\varepsilon \cdot \frac{V_в^{0,8}}{d_в^{0,2}}$
1,32	$\Delta H = L \lvert \sin\Psi \rvert$

Номер формулы	Формула
1,33	$H_2 = H_1 - L \sin \Psi$
1,34	$T_п = t_с + \frac{0{,}5 (H_1 + H_2) - h_о}{\Gamma_{ст}}$
1,35	$B_ч = B_о + b_о H_2$
1,36	$K_{\tau_3} = \frac{2{,}51 \lambda}{\sqrt{S_3}} + \frac{1{,}13 \lambda}{\sqrt{a} (\sqrt{\tau_3} + \sqrt{\tau_ч})}$
1,37	$K_3 = \frac{K_{\tau_3} S_3}{G_2}$
1,38	$Q_3 = 860 N_м K_э + 250 n_р$
1,39	$B_{ср.} = B_о + b_о \frac{H_1 + H_2}{2}$
1,40	$t_{нп} = T_п - 7$

Номер формулы	Формула
1,41	$t_{нп} = T_п - 9$
1,42	$t_{нп} = T_п - 11$
1,43	$Q_э = 860N(1-\eta\eta_р) + 10{,}4 L_к V_п \left[\frac{\omega_1}{\eta}(q_{гп} + 2q_{гл} + q'_{гр} + q''_{гр})\cos\psi\right]$
1,44	$Q_э = 860N(1-\eta\eta_р) + 10{,}4 L_к V_п \left[(q_{гп}\omega'' + 2q_{го}f)\frac{\cos\psi}{\eta}\right]$
1,45	$\Delta H = -\Delta H$
1,46	$\tau_{ср} = \frac{1}{2}\left(\frac{\tau_4 + \tau_5}{2} + \sqrt{\tau_4 \tau_5}\right)$
1,47	$\rho = \frac{G_{ут}}{4G_{ср}}$
1,48	$T_{пз} = t_с + \frac{H_2 - h_о}{\Gamma_{ст}}$

Номер формулы	Формула
1.49	$\alpha_1 = 3{,}7\frac{V_т^{0{,}8}}{d_т^{0{,}2}}$
1.50	$\alpha_2 = 5{,}62 + 3{,}7\frac{V_в^{0{,}8}}{d_т^{0{,}2}}$
1.51	$\varphi_2 = (0{,}9 \div 0{,}95)\varphi_1$
1.52	$\varphi_2 = (0{,}94 \div 0{,}98)\varphi_1$
1.53	$K'_т = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ср}}{\lambda_т} + \frac{1}{\Sigma\alpha_2}}$
1.54	$K_т = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ср}}{\lambda_т} + \frac{1}{\alpha_2}}$
1.55	$\Delta t_к = 0{,}0024 L^{0{,}8}(t_{нп} - t_{в.ср})$
1.56	$Q_п = \Delta t_к G_п c_п$

Номер формулы	Формула
1.57	$Q_к = Q_э + Q_п$
1.58	$\beta = \frac{1610}{B_{ср}} d_б$
1.59	$F_б = b_к L$
1.60	$Q_ш = b_к L (4d + 12\beta)$
1.61	$Q_в = Q_ш + Q_э + Q_п$
1.62	$F_э = \frac{K_з T_{пз} + \frac{Q_э}{d_2} + 8{,}073(\varphi_4 - \varphi_2)}{K_з + 0{,}886(\varphi_4 - \varphi_2)}$
1.63	$M_2 = 0{,}00037 B_4 + 0{,}886 \varphi_2$

Номер формулы	Формула
1,64	$M_4 = 0{,}00037 B_4 + 0{,}886 \varphi_4$
1,65	$\Phi_3 = \left(\frac{M_4}{M_2}\right)^{\frac{K_3 + 0{,}886(\varphi_4 - \varphi_2)}{0{,}886(\varphi_4 - \varphi_2)}}$
1,66	$M_5 = 0{,}00037 B_5 + 0{,}886 \varphi_5$
2,01	$B_i = \frac{\alpha_в R_в}{\lambda}$
2,02	$B_i' = B_i + 0{,}375$
2,03	$F_0 = \frac{a \tau_{ср}}{R_в^2}$
2,04	$z = B_i' \sqrt{F_0}$
2,05	$f(z) = \frac{1{,}0774 z - 0{,}0064}{z + 0{,}8773}$

Номер формулы	Формула
2,06	$f(z)=1-\frac{0,56}{z}$
2,07	$f(z)=\frac{1,0011z-0,2575}{z+0,3406}$
2,08	$K_c=\alpha_B\left[1-\frac{r_i}{B_i'}f(z)\right]$
2,09	$K_B=\frac{K_c L L_1}{G_{ср}}$
2,10	$C=M_5(1+P)+\frac{K_B}{2}$
2,11	$K_{тр}=\frac{K_\varphi U_T L}{2A_1 B_{ср} G_{ср}}$
2,12	$\beta=A_1 B_{ср}(1-P)$
2,13	$\Pi=K_B T_\Pi+\frac{Q_B}{G_{ср}}+A_1 B_{ср}(1+P)t_1+P\left[2\varphi_{t_1}(D_{t_1}t_1+D_{B_1})+8,073(\varphi_{t_4}+\varphi_{t_5})\right]+8,073(\varphi_{t_5}-\varphi_{t_4})$

Номер формулы	Формула
2,14	$n = \frac{t_1 + 0{,}01\Delta H}{K_{тр}} - t_1$
2,15	$m = M_4(1-P) + M_5(1+P)$
2,16	$ж = M_4(1-P) - \frac{K_в}{2}$
2,17	$t_4 = \left\{\Gamma_3(1-\Phi_3)\left[C\left(1+\frac{1}{K_{тр}}\right)+в\right]+(П+Сп)\Phi_3\right\} : \left[C\left(1+\frac{1}{K_{тр}}\right)+в-m\Phi_3\right]$
2,18	$t_5 = \left\{\Gamma_3(1-\Phi_3)\left[ж\left(1+\frac{1}{K_{тр}}\right)-в\right]+n(ж\Phi_3-в)+П\left(1+\frac{1}{K_{тр}}-\Phi_3\right)\right\} : \left[C\left(1+\frac{1}{K_{тр}}\right)+в-m\Phi_3\right]$
6,01	$M_0 = A_0 B_5 + D_0 \varphi_0$
3,02	$M_1'' = 0{,}000381\, B_5 + 0{,}57\varphi_1''$
3,03	$K_{тр}' = \frac{K_т' U_т L}{0{,}000762\, B_{ср} G_{ср}}$

Номер формулы	Формула
3,04	$\Phi_в = \left(\frac{M_5}{M_4}\right) - \frac{K_в + 0{,}886(\varphi_5 - \varphi_4) + P(M_5 + M_4)}{0{,}886(\varphi_5 - \varphi_4)}$
3,05	$t_2 = t_4 \Phi_3^{-1} - \Gamma_3(\Phi_3^{-1} - 1)$
3,06	$N_2 = \frac{0{,}000381 B_{ср}(1+P) + 1{,}14 P \varphi_1''}{K_в + 0{,}886(\varphi_5 - \varphi_4) + P(M_5 + M_4)}$
3,07	$R_2 = \frac{K_в T_п + \frac{Q_в}{G_{ср}} - 0{,}000381 B_{ср}(1-P)t_2 + 8{,}073(\varphi_5 - \varphi_4) + 8{,}073P(\varphi_5 + \varphi_4) - 1{,}52P\varphi_1''}{K_в + 0{,}886(\varphi_5 - \varphi_4) + P(M_5 + M_4)}$
3,08	$t_1'' = \left[R_2(1-\Phi_в) + t_4\Phi_в + t_4 - \left(1 + \frac{1}{K'_{тр}}\right)t_2 + \frac{0{,}01\Delta H_1}{K'_{тр}}\right] : \left[1 - \frac{1}{K'_{тр}} - N_2(1-\Phi_в)\right]$
3,09	$t_5 = (1-\Phi_в)(R_2 + N_2 t_1'') + t_4\Phi_в$
3,10	$Q_x = G_1\left[M_0 t_0 + D_{в_0}\varphi_0 - (M_1'' t_1'' + 0{,}76\varphi_1'') + A_0 B_б \Delta t_{вент.}\right]$
4,01	$H_5' = H_1 - (L-\ell)\sin\psi$

Номер формулы	Формула
4.02	$B'_{ср}=B_0+b_0\frac{H_1+H'_5}{2}$
4.03	$B'_1=B_0+b_0H'_5$
4.04	$B''_{ср}=B_0+\frac{b_0(H'_5+H_2)}{2}$
4.05	$Q''_в=\frac{Q_в\ell}{L}$
4.06	$Q'_в=\frac{Q_в(L-\ell)}{L}$
4.07	$G_{вх}=G_2+\frac{\ell G_{чт}}{L}$
4.08	$G''_{ср}=G_2+\frac{\ell G_{чт}}{2L}$
4.09	$G'_{ср}=G_{ср}+\frac{\ell G_{чт}}{2L}$

Номер формулы	Формула
4,10	$G'_{уп} = G_{уп}\left(1 - \frac{l}{L}\right)$
4,11	$\tau''_{ср} = 0{,}5\left(\frac{\tau_4 + \tau_6}{2} + \sqrt{\tau_4 \tau_6}\right)$
4,12	$\tau'_{ср} = 0{,}5\left(\frac{\tau_5 + \tau_6}{2} + \sqrt{\tau_5 \tau_6}\right)$
4,13	$V''_т = \frac{G''_{ср}}{3600 S_т}$
4,14	$V'_т = \frac{G'_{ср}}{3600 S_т}$
4,15	$\alpha''_1 = 3{,}7 \frac{V''^{0,8}_т}{d_т^{0,2}}$
4,16	$\alpha'_1 = 3{,}7 \frac{V'^{0,8}_т}{d_т^{0,2}}$
4,17	$V''_в = \frac{G''_{ср}}{3600 S}$

Номер формулы	Формула
4,18	$V_в' = \frac{G_{ср}}{3600\,S}$
4,19	$\alpha_2'' = 5{,}62 + 3{,}7\,\frac{V_в''^{0{,}8}}{d_т^{0{,}2}}$
4,20	$\alpha_2' = 5{,}62 + 3{,}7\,\frac{V_в'^{0{,}8}}{d_т^{0{,}2}}$
4,21	$K_т'' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1''} + \frac{\delta_т}{\lambda_т} + \frac{1}{\alpha_2''}}$
4,22	$K_т' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1'} + \frac{\delta_т}{\lambda_т} + \frac{1}{\alpha_2'}}$
4,23	$\alpha_в'' = 6{,}45 + 2{,}9\varepsilon\,\frac{V_в''}{d_в^{0{,}2}}$
4,24	$\alpha_в' = 6{,}45 + 2{,}9\varepsilon\,\frac{V_в'}{d_в^{0{,}2}}$
4,25	$B_{i1} = \frac{\alpha_в'' R_в}{\lambda}$

Номер формулы	Формула
4,26	$B_{i2} = \frac{\alpha_B' R_B}{\lambda}$
4,27	$B_{i1}' = B_{i1} + 0{,}375$
4,28	$B_{i2}' = B_{i2} + 0{,}375$
4,29	$F_o'' = \frac{a\tau_{ср}''}{R_B^2}$
4,30	$F_o' = \frac{a\tau_{ср}'}{R_B^2}$
4,31	$z'' = B_{i1}' \sqrt{F_o}$
4,32	$z' = B_{i2}' \sqrt{F_o}$
4,33	$f''(z) = \frac{1{,}0774\, z'' - 0{,}0064}{z'' + 0{,}8773}$

Номер формулы	Формула
4,34	$f''(z) = 1 - \frac{0,56}{z''}$
4,35	$f''(z) = \frac{1,0011 z'' - 0,2575}{z'' + 0,3406}$
4,36	$f'(z) = \frac{1,0774 z' - 0,0064}{z' + 0,8773}$
4,37	$f'(z) = 1 - \frac{0,56}{z'}$
4,38	$f'(z) = \frac{1,0011 z' - 0,2575}{z' + 0,3406}$
4,39	$K''_t = \alpha''_B \left[1 - \frac{B_{i1}}{B'_{i1}} f''(z)\right]$
4,40	$K'_t = \alpha'_B \left[1 - \frac{B_{i2}}{B_{i2}} f'(z)\right]$
4,41	$t_2 = \frac{t_1}{\alpha_3} - \Gamma_3 \left(\frac{1}{\alpha_3} - 1\right)$

Номер формулы	Формула
4,42	$K_в'' = \frac{K_т'' U l}{G_{ср}}$
4,43	$K_{тр}'' = \frac{K_т'' U_т l}{0{,}000762\, B_{ср}'' G_{ср}''}$
4,44	$p'' = \frac{l\, G_{уп}}{4 L G_{ср}''}$
4,45	$M_5' = 0{,}00037 B_1'' + 0{,}886 \varphi_5'$
4,46	$R_2'' = \frac{K_в'' T_п + \frac{Q_в''}{G_{ср}} + 8{,}073(\varphi_5' - \varphi_4) - 0{,}000381 B_{ср}''(1-p'')t_2 + 8{,}073 p''(\varphi_5' + \varphi_4) - 1{,}82 p'' \varphi_1''}{K_в'' + 0{,}886(\varphi_5' - \varphi_4) + p''(M_5' + M_4)}$
4,47	$N_2'' = \frac{0{,}000381 B_{co}''(1+p'') + 1{,}14 p'' \varphi_1''}{K_в'' + 0{,}886(\varphi_5' - \varphi_4) + p''(M_5' + M_4)}$
4,48	$\Phi_в'' = \left(\frac{M_5'}{M_4}\right)^{-\frac{K_в'' + 0{,}886(\varphi_5' - \varphi_4) + p''(M_5' + M_4)}{0{,}886(\varphi_5' - \varphi_4)}}$
4,49	$t_1'' = \frac{R_2''(1-\Phi_в'') + t_4 \Phi_в'' + t_4 - \left(1 - \frac{1}{K_{тр}''}\right) t_2 + \frac{0{,}01 \Delta H}{K_{тр}''} \cdot \frac{l}{L}}{1 - \frac{1}{K_{тр}''} - N_2''(1-\Phi_в'')}$

Номер формулы	Формула
4,50	$K_в' = \frac{K_т' U (L-\ell)}{G'_{ср}}$
4,51	$K'_{тр} = \frac{K_т' U_т (L-\ell)}{0{,}00074 \, B'_{ср} G'_{ср}}$
4,52	$P' = \frac{G'_{ут}}{4 G'_{ср}}$
4,53	$П' = K_в' T_п + \frac{Q_в'}{G'_{ср}} + 0{,}00037 B'_{ср}(1+P')t_1 + 8{,}073(\varphi_5 - \varphi_5') + P'[2\varphi_1(0{,}886 t_1 - 8{,}073) +$
	$+ 8{,}073(\varphi_5 + \varphi_5')]$
4,54	$m' = M_5'(1-P') + M_5(1+P')$
4,55	$n'' = \frac{t_1 + 0{,}01 \Delta H \cdot \frac{L-\ell}{L}}{K''_{тр}} - t_1$
4,56	$B'' = 0{,}00038 B'_{ср}(1-P'')$

Номер формулы	Формула
4,57	$C' = M_5(1+P') + \frac{K_B'}{2}$
4,58	$a' = M_5'(1-P') - \frac{K_B'}{2}$
4,59	$t_1' = \left\{ \Pi' + m' \left[(1-\alpha_B'')(R_2'' + N_2'' t_1'') + t_4 \alpha_B'' \right] + n' c' \right\} : \left[c' \left(1 + \frac{1}{K_{тр}'} \right) + B' \right]$
4,60	$t_5 = \left\{ \Pi' \left(1 + \frac{1}{K_{тр}'} \right) + \left[a' \left(1 + \frac{1}{K_{тр}'} \right) - b' \right] \left[(1-\alpha_B'')(R_2'' + N_2'' t_1'') + t_4 \alpha_B'' \right] - n' B' \right\} :$
	$: \left[c' \left(1 + \frac{1}{K_{тр}'} \right) + B' \right]$
4,61	$\varphi_1' = \frac{D_1 t_1 + D_{B_1}}{0,886 t_1' - 8,073}$
4,62	$M_1' = 0,00037 B_1' + 0,886 \varphi_1'$
4,63	$M_1'' = 0,000381 B_1' + 0,57 \varphi_1''$

Номер формулы	Формула
4.64	$Q_x = (M_1' t_1' - 8{,}073 \varphi_1' - M_1'' t_1'' + 0{,}76 \varphi_1'') G_{вх}$

Таблица I

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

№№ пп	Наименование величин в тексте	Единица измерения	Вариант расчета			Примечание
			X = 0	X = I	X = -I	
I	2	3	4	5	6	7
I.	Температура воздуха на входе в вентилятор	^oC	t_o	t_o	t_o	
2.	-"- на выходе из призабойной зоны	-"-	-	$t_ч$	$t_ч$	В соответствии с ПБ
3.	Относительная влажность воздуха в точке "0"	доля един.	φ_o	φ_o	φ_o	
4.	-"- в точке "I"	-"-	—	φ_1''	φ_1''	
5.	-"- в точке"4"	-"-	$\varphi_ч$	$\varphi_ч$	$\varphi_ч$	
6.	-"- в точке "5"	-"-	φ_5	φ_5	φ_5	
7.	-"- в точке "5'"	-"-	—	—	φ_5'	
8.	Производительность ВМП	$м^3/ч$	G_1	G_1	G_1	
9.	Напор ВМП	мм в.ст.	$h_в$	$h_в$	$h_в$	
I0.	КПД двигателя вентилятора	-	$\eta_{дв}$	$\eta_{дв}$	$\eta_{дв}$	
II.	Сечение выработки в свету	$м^2$	S	S	S	
I2.	КПД вентилятора	-	$\eta_в$	$\eta_в$	$\eta_в$	
I3.	Длина призабойной зоны	м	$l_з$	$l_з$	$l_з$	

1	2	3	4	5	6	7
14.	Диаметр трубопровода	м	$d_т$	$d_т$	$d_т$	
15.	Длина трубопровода	м	L	L	L	
16.	Длина звена трубопровода	м	$l_{зв}$	$l_{зв}$	$l_{зв}$	
17.	Удельный стыковой коэффициент воздухопроницаемости условного трубопровода диаметром <1 м; для фланцевых соединений с резиновыми прокладками принимается равным 0,006 при удовлетворительном качестве сборки, 0,001– при хорошем	—	$K_у$	$K_у$	$K_у$	Для металлических трубопроводов
18.	Количество воздуха, расходуемого пневмодвигателями в забое выработки	м³/ч	$G_{пд}$	$G_{пд}$	$G_{пд}$	
19.	Температура горных пород на глубине залегания зоны постоянной температуры	°С	$t_с$	$t_с$	$t_с$	Для условий Донбасса $t_с = 7,9$°С
20.	Глубина залегания зоны постоянной температуры	м	$h_о$	$h_о$	$h_о$	–"– $h_о = 25$ м
21.	Геотермическая ступень	м/°С	$r_{ст}$	$r_{ст}$	$r_{ст}$	
22.	Время проветривания начала призабойной зоны	ч	τ_4	τ_4	τ_4	
23.	–"– тупиковой выработки	—"—	τ_5	τ_5	τ_5	
24.	–"– забоя	—"—	$\tau_з$	$\tau_з$	$\tau_з$	

1	2	3	4	5	6	7
25.	Время проветривания выработки у воздухоохладителя	ч	–	–	τ_6	
26.	Глубина залегания начала выработки	м	H_1	H_1	H_1	
27.	Угол наклона выработки	^oC	ψ	γ	ψ	
28.	Длина трубопровода от начала призабойной зоны до воздухоохладителя	м	–	–	ℓ	
29.	Средняя температура воздуха в выработке	^oC	$t_{в_{ср}}$	$t_{в_{ср}}$	$t_{в_{ср}}$	
30.	Коэффициент шероховатости выработки:	–	ξ	ξ	ξ	
	а) для выработки с бетонной крепью $\xi = 1,5$					
	б) –"– с металлической крепью $\xi = 2,0$					
	в) –"– с деревянной крепью $\xi = 2,5$					
31.	Количество одновременно работающих в забое и в выработке людей	человек	$n_р$	$n_р$	$n_р$	
32.	Суммарная электрическая мощность машин в забое	квт	$N_м$	$N_м$	$N_м$	
33.	Коэффициент тепловых потерь электродвигателей в забое:	–	$K_э$	$K_э$	$K_э$	

1	2	3	4	5	6	7
	а) при охлаждении воздуха $K_э = 0,3 \div 0,5$ б) без охлаждения воздуха $K_э = 0,2 \div 0,4$					
34.	Ширина водоотливной канавки	м	$b_к$	$b_к$	$b_к$	
35.	Мощность двигателей конвейеров	квт	N	N	N	
36.	Длина конвейеров	м	$L_к$	$L_к$	$L_к$	
37.	Скорость полотна конвейера	м/с	$V_п$	$V_п$	$V_п$	
38.	Вес транспортируемого ископаемого, приходящийся на погонный метр	кг/м	$q_{гп}$	$q_{гп}$	$q_{гп}$	
39.	Вес погонного метра ленты	–"–	$q_л$	$q_л$	$q_л$	
40.	–"– цепи со скребками	–"–	$q_ц$	$q_ц$	$q_ц$	
41.	Вес роликов на грузовой ветви, приходящийся на погонный метр конвейера	–"–	$q'_{рр}$	$q'_{рр}$	$q'_{рр}$	
42.	То же, на холостой ветви	–"–	$q''_{рр}$	$q''_{рр}$	$q''_{рр}$	
43.	Коэффициент сопротивления движению цепи	–	f	f	f	Для одноцепных конвейеров $f = 0,25 - 0,35$ для двухцепных – $f = 0,2 - 0,3$
44.	Коэффициент сопротивления движению ленты	–	ω'	ω'	ω'	Принимается $\omega' = 0,02 - 0,03$
45.	–"– –"– материала	–	ω''	ω''	ω''	Принимается $\omega'' = 0,55 - 0,75$

1	2	3	4	5	6	7
46.	КПД электродвигателя конвейера	–	η	η	η	
47.	КПД редуктора конвейера	–	$\eta_р$	$\eta_р$	$\eta_р$	
48.	Фактическая производительность конвейера	кг/ч	$G_п$	$G_п$	$G_п$	
49.	Теплоемкость транспортируемого материала	ккал/кг°С	$C_п$	$C_п$	$C_п$	
50.	Толщина стенки трубопровода	м	$\delta_{тр}$	$\delta_{тр}$	$\delta_{тр}$	Принимается $\delta_{тр} = 0{,}001$ м
51.	Коэффициент теплопроводности материала трубопровода	ккал/м.ч.°С	$\lambda_т$	$\lambda_т$	$\lambda_т$	Принимается для гибких трубопроводов $\lambda_т = 0{,}135$ ккал/м.ч.°С, для металлических – $\lambda_т = 50$ ккал/м.ч.°С
52.	Коэффициент влаговыпадения	–	–	ξ	ξ	Принимается равным $\xi = 1{,}5 \div 2{,}5$
53.	Коэффициент теплопроводности окружающих выработку пород	ккал/м.ч.°С	λ	λ	λ	
54.	Коэффициент температуропроводности окружающих выработку пород	$м^2$/ч	a	a	a	
55.	Барометрическое давление на поверхности у ствола	мм.рт.ст.	Во	Во	Во	Для условий Донбасса Во = 745 мм рт.ст.

1	2	3	4	5	6	7
56.	Приращение барометрического давления на 1 м глубины	мм рт.ст. / м	B_0	B_0	B_0	Принимается равным $B_0 = 0{,}09$ мм рт.ст. / м
57.	Признак ветвления расчета:					
	а) без охлаждения $X = 0$	-	X	X	X	
	б) охлаждение в начале выработки $X = 1$					
	в) охлаждение в выработке $X = -1$					
58.	Признак типа вентилятора:					
	а) центробежный $\gamma = 1$	-	γ	γ	γ	
	б) осевой $\gamma = 0$					
59.	Признак типа крепи:					
	а) арочная $\gamma = 0$					
	б) трапецевидного сечения $\gamma = 1$	-	γ	γ	γ	
60.	Признак материала вентиляционного трубопровода:					
	а) для металлических трубопроводов $\mu = 0$	-	μ	μ	μ	
	б) для гибких трубопроводов $\mu = 1$					
61.	Признак типа конвейерной установки:					
	а) для ленточных конвейеров $\sigma = 0$					
	б) для скребковых конвейеров $\sigma = 1$	-	σ	σ	σ	

Ответственный за выпуск инж. Краморов А.С.

Ротапринт МакНИИ. Заказ 1222-300 экз.
БП 00612. Подп. к печати 27.07.76 г. Объем 4 печ. л.

г. Макеевка Донецкой обл., ул.Лихачева, 60

gost.e-ecolog.ru