

**Министерство угольной промышленности СССР**  
**Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й**  
**МАКЕЕВСКИЙ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**  
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**по безопасности работ в горной промышленности**  
**МакНИИ**

**М Е Т О Д И К А**  
**ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ЛАВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ НАГРУЗКАХ**  
**НА ОЧИСТНЫЕ ЗАБОИ**

**Макеевка—Донбасс**  
**1 9 7 6**

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МАКЕЕВСКИЙ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ  
В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
МакНИИ

УТВЕРЖДЕНО  
Министерством угольной  
промышленности СССР  
08.07.76.

М Е Т О Д И К А  
ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ДАВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ НАГРУЗКАХ  
НА ОЧИСТНЫЕ ЗАБОИ

Макеевка-Донбасс  
1976

## А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящая методика разработана МакНИИ как руководящий материал для прогнозирования температурных условий в лавах с нагрузками на очистной забой до 4000 т/сутки, в которых естественная температура горных пород выше температуры воздуха, и отражает особенности теплообменных процессов при повышенных нагрузках на очистные забои.

В методике приводятся зависимости для определения температуры воздуха в лавах при прямых и обратных тепловых расчетах, а также указания по выбору исходных данных, разработанные на основании теоретических и экспериментальных исследований теплового режима глубоких угольных шахт.

Методика предназначена для инженерно-технических работников угольных предприятий, проектных организаций и научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами нормализации температурных условий в шахтах.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

В В Е Д Е Н И Е	стр. 4
1. Выбор исходных данных	6
2. Расчет тепловыделений от местных источников тепла в лавах	15
3. Тепловой расчет лав	19
Пример теплового расчета лавы, оборудованной механизированным комплексом	24
П р и л о ж е н и я	3 5

## В В Е Д Е Н И Е

Повышение эффективности производства и рост производительности труда в угольной промышленности осуществляются путем технического перевооружения угольных шахт с максимальной концентрацией горных работ на базе новой высокопроизводительной техники и прогрессивной технологии добычи угля.

Оснащение лав новой техникой и внедрение прогрессивной технологии добычи угля способствует значительному повышению интенсивности очистной выемки. В Донецком бассейне к концу IX-ой пятилетки более трети угля добывалось из комплексно-механизированных лав с нагрузкой на очистной забой 1000 тонн в сутки. В отдельных лавах суточная нагрузка на забой составляла 3000-5000 тонн. Более 40% лав с высокими нагрузками располагались на глубине 600-1100 м. В ближайшие годы развитие угольной промышленности бассейна будет характеризоваться дальнейшим значительным ростом среднесуточной нагрузки на лаву и увеличением глубины горных работ.

Повышение нагрузок на очистные забои интенсифицирует теплообменные процессы между горным массивом и вентиляционной струей, что существенно влияет на формирование тепловых условий на выемочных участках. Это определяет необходимость проведения специальных мероприятий по борьбе с высокими температурами воздуха в очистных выработках. Разработка таких мероприятий должна осуществляться на основе прогнозирования тепловых условий. Применяемые методы тепловых расчетов дают удовлетворительную сходимость при невысоких нагрузках на очистные забои (до 500 т/сутки). При нагрузках на забой 1000-2000 тонн в сутки погрешность этих методов достигает 3-5°C.

В настоящей методике, разработанной на основании результатов научно-исследовательских работ, учтены закономерности воздухораспределения на выемочных участках и в призабойных пространствах лав, особенности теплообменных процессов и закономерности изменения относительной влажности в очисных забоях, предложены зависимости для определения тепловыделений в лаве от транспортируемого ископаемого в местных источниках.

Методика разработана к.т.н. Кузины В.А., к.т.н. Хохотвой Н.Н. инж. Яковенко А.К., инж. Бодня С.Ф.

В процессе согласования методики учтены замечания проектных, научно-исследовательских, учебных институтов, производственных объединений по добыче угля и отдельных специалистов.

## I. Выбор исходных данных

Тепловому расчету очистных забоев должны предшествовать анализ горногеологических и горнотехнических условий разработ-ки, схем подготовки и систем разработки (схем проветривания выемочных участков, способов управления горным давлением, технологии выемки) и определение тепловлажностных параметров воздуха на входе в лавы.

I.1. Температура неохлажденного горного массива в очистном забое определяется по формуле<sup>\*)</sup>

$$t_n = t_0 + \frac{H - h_0}{\Gamma_{cm}}, \text{ град, (I.1)}$$

где  $t_0$  - температура горных пород на глубине залегания зоны постоянной температуры, град;

$H$  - глубина выработки от поверхности, м;

$h_0$  - глубина залегания зоны постоянной температуры, м;  
(для условий Донбасса  $h_0 = 25-30$  м);

$\Gamma_{cm}$  - геотермическая ступень для рассматриваемого участка шахтного поля, м/град.

Среднегодовая температура  $t_0$  для районов Донбасса принимаются: западный район -  $7,9^{\circ}\text{C}$ ; северо-восточный район -  $8,1^{\circ}\text{C}$ ; среднедонецкий район -  $7,1^{\circ}\text{C}$ ; восточный район -  $8,3^{\circ}\text{C}$ .

Средние значения геотермической ступени по отдельным районам Донбасса для шахт с пологим залеганием пластов приведены в табл. I.1.

Для шахт Центрального района Донбасса температура горных пород определяется по графику (рис.1), характеризующему изменение температуры пород в глубинной вдоль оси главной антиклинали. Так, например, для определения по графику ожидаемой температуры пород на глубине 900 м в районе ствола шахты А, находящегося на известном расстоянии от ствола какой-либо исследованной шахты, на оси абсцисс откладывается точка расположения ствола шахты А, из которой вверх проводится прямая до пересечения с линией  $H = 900$  м (точка I). Координата точки I на оси ординат соответствует значению температуры ( $35^{\circ}\text{C}$ ), ожидаемой на глубине 900 м.

---

<sup>\*)</sup> Указанную формулу рекомендуется применять до разработки методики и установления исходных данных расчета естественных температур горных пород для шахтных полей Донбасса.

Таблица I.I.

Средние значения геотермической степени  
по отдельным районам Донбасса

Район, участок	Геотермическая степень, м/град
<u>Донецко-Макеевский район</u>	
Пролетарский комплекс	27,0
Рутченковский комплекс	31,4
Петровский комплекс	29,2
Щегловский комплекс	31,5
Ветковский комплекс	31,0
Макеевская котловина	33,5
<u>Торезско-Шахтерский район</u>	
Торезский комплекс	39,3
Шахтерский комплекс	35,8
<u>Красноармейский район</u>	
Первомайский (Марьевский) район	28,9
<u>Лисичанский район</u>	
Лисичанский комплекс	28,0
Юго-Западный комплекс	31,2
<u>Кадиевский район</u>	
Юго-восточная часть	31,2
Северо-западная часть	32,0
Брянковский комплекс	31,8
<u>Донбасссафранинговский район</u>	
	36,0
<u>Свердловский район</u>	
	35,0
<u>Шахтинский район</u>	
Шахтинский комплекс	34,5
Замковая часть шахтинской котловины	30,5



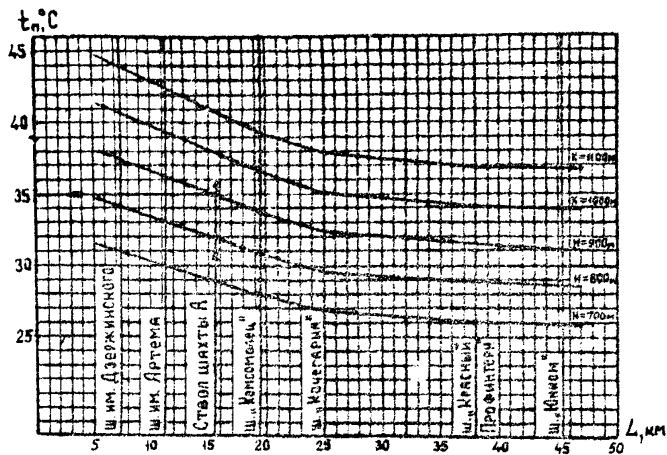


Рис. I. I. Сжидаемые температур горных пород для шахт  
Центрального района Донбасса

Для шахтных полей горнопромышленных районов, не приведенных в табл. I.1 и на рис. I.1, геотермические показатели следует определять по данным замеров температуры горных пород на наиболее глубоких горизонтах действующих шахт данного района.

I.2. Геометрические характеристики очистных забоев принимаются по проектным данным или результатам шахтных замеров.

I.3. Количество воздуха, поступающего на проветривание лав, принимается по данным расчета вентиляции с учетом воздухо-распределения в пределах выемочных участков и очистных выработок

$$Q_{0.3} = \frac{Q}{P}, \quad (I.2)$$

где  $Q_{0.3}$  - количество воздуха, проходящего по рабочему пространству лавы,  $м^3/мин$ ;

$Q$  - количество воздуха, поступающего на выемочный участок,  $м^3/мин$ ;

$P$  - коэффициент, учитывающий движение воздуха по выработанному пространству, непосредственно прилегающему к призабойному, и утечки воздуха в воздухоподающих участковых выработках.

Значение коэффициента утечек воздуха  $P$  принимается в зависимости от принятой системы разработки, схемы проветривания выемочного участка и способа управления кровлей ( табл. I.2).

При управлении кровлей плавным опусканием коэффициент утечек  $P$  принимается равным  $1,60+2,60$ .

Приведенные значения коэффициентов утечек воздуха могут уточняться для конкретных условий на основании воздушных съемок.

I.4. Средняя скорость воздуха по технологическим дорогам лав определяется по формулам:

для лав, оборудованных механизированными комплексами:

I дорога

$$v_1 = (1,10 \div 1,15) v_{cp}, \text{ м/с}; \quad (I.3)$$

II дорога

$$v_2 = (0,60 + 0,65) v_{cp}, \text{ м/с}; \quad (I.4)$$

Таблица I.2.

Средние значения коэффициента утечек воздуха  
в зависимости от принятой системы разработки, схемы проветривания  
выемочного участка и способа управления кровлей

Схема проветривания выемочного участка	Примыкание выработок выемочного участка с вентиляционными струями			Значение коэффициента утечек Р					
	Свежей	Исходящей	Подсвежающей	Полное оборудование			Частичная закладка		
				гли-нис-тые слан-цы	пес-чан-ные слан-цы	пес-чан-ки	гли-нис-тые слан-цы	пес-чан-ные слан-цы	пес-чан-ки
Зовратноточная	к целику	к целику	-	1,25	1,30	1,40	1,10	1,15	1,25
	к целику	к целику	к выработанному пространству	1,50	1,65	1,80	1,20	1,25	1,35
	к выработанному пространству	к выработанному пространству	-	1,40	1,55	1,70	1,20	1,25	1,40
	к выработанному пространству	к выработанному пространству	к целику	1,55	1,70	1,80	1,20	1,25	1,40
Прямоточная	к целику	к выработанному пространству	-	1,30	1,40	1,55	1,20	1,25	1,35
	к целику	к выработанному пространству	к целику	1,50	1,60	1,70	1,20	1,25	1,35
	к выработанному пространству	к целику	-	1,30	1,35	1,45	1,20	1,25	1,30
	к выработанному пространству	к целику	к выработанному пространству	1,50	1,55	1,65	1,20	1,25	1,35

для лав с индивидуальной крепью:

I дорога

$$V_1 = (1,1+1,2) V_{cp} \text{ , м/с; } \quad (I.5)$$

II дорога

$$V_2 = (0,8+0,9) V_{cp} \text{ , м/с; } \quad (I.6)$$

III дорога

$$V_3 = (0,75+0,80) V_{cp} \text{ , м/с; } \quad (I.7)$$

где  $V_{cp}$  - средняя скорость движения воздуха в рабочем пространстве лавы, м/с;

I.5. Расчетное время проветривания очистного забоя по периметру:

а) угольного пласта

$$\tau_3 = 0,279 \tau_n \text{ , ч, } \quad (I.8)$$

где  $\tau_n$  - среднее время, затраченное на снятие одной полосы угля по длине лавы;

б) породного массива в кровле и почве пласта по I дороге

$$\tau_1 = \frac{\tau_n (1+n_1+2\sqrt{n_1})}{4} \text{ , ч, } \quad (I.9)$$

по 2-й дороге

$$\tau_2 = \frac{\tau_n (1+n_1+n_2+2\sqrt{n_1 n_2})}{4} \text{ , ч, } \quad (I.10)$$

по 3-й дороге

$$\tau_3 = \frac{\tau_n (1+n_1+n_2+n_3+\sqrt{n_1 n_2 n_3})}{4} \text{ , ч, } \quad (I.11)$$

где  $n_1, n_2, n_3$  количество полос, равных глубине вруба выемочного механизма, вмещающихся соответственно по ширине первой дороги; первой и второй дорог; первой, второй и третьей дорог.

Если по ширине дороги размещается не целое число полос, их количество следует округлять до единицы. Например, 2,4 полосы округляются до 2, а 2,55 полосы - до 3 и т.п.

Для породного массива со стороны выработанного пространства расчетное время проветривания принимается равным времени проветривания последней дороги и определяется по формулам I.10 или I.11.

I.6. Теплофизические свойства горных пород (теплопроводность, температуропроводность, удельная теплоемкость принимаются в соответствии с данными исследований, полученными для соответствующих горнопромышленных районов или шахтных полей. При отсутствии последних можно пользоваться средними для основных вмещающих пород Донбасса данными, приведенными в таблице I.3.

Таблица I.3.

Средние значения для Донбасса  
теплофизических констант горных пород

Порода	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	Теплофизические константы					
		Средние значения			Средние значения		
		$\frac{\alpha_{\perp} \cdot 10^4}{\text{м}^2/\text{с}}$	$\frac{\alpha_{\parallel}}{\text{м}^2/\text{с}}$	$\frac{C_{\perp}}{\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}}$	$\frac{C_{\parallel}}{\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}}$	$\frac{C_{\text{ср}}}{\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}}$	$\frac{C_{\text{ср}}}{\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}}$
Песчаник	2440	<u>52,2</u> 37,5	<u>2,56</u> 1,84	0,201	44,2	2,20	0,204
Глинистый и песчаный сланцы	2570	<u>32,6</u> 20,6	<u>1,87</u> 1,18	0,223	27,4	1,52	0,216
Уголь	1225	<u>9,0</u> 4,8	<u>0,326</u> 0,176	0,296	7,2	0,251	0,283

ж) В числителе приведены значения теплофизических констант в параллельном напластованию направлении, в знаменателе - в перпендикулярном.

1.7. Относительная влажность воздуха в начале и конце лав при тепловых расчетах принимается по данным шахтных замеров. При отсутствии последних относительную влажность воздуха рекомендуется принимать в зависимости от вида выполняемых работ в лаве и влажностного состояния горного массива из табл. 1.4.

Таблица 1.4

Средние значения относительной влажности воздуха в начале лав при повышенных нагрузках на очистные забой и темп ее изменения по их длине

Вид работ в лаве	Уровень относительной влажности воздуха на входе в лавы, %		Величина изменения относительной влажности на 100 м длины лавы, %	
	"сухие"	"влажные"*)	"сухие"	"влажные"*)
Ремонтная смена	73,5	89,0	- 1,8	2,5
Добычная смена	70,5	88,0	3,8	3,3

\*) К "влажным" относятся лавы с повышенной естественной влажностью угольного пласта (более 5%); лавы, кровля или почва которых представлена породами, насыщенными гравитационной водой (капиллярной или свободной) или породами, обладающими большой водопроводящей или водоотдающей способностью (например, известняками).

1.8. Относительная влажность воздуха в обратных тепловых расчетах при проектировании искусственного охлаждения в пределах выемочного участка принимается в зависимости от доли обрабатываемого воздуха в воздухоохладителе и удаления пункта охлаждения от лавы.

Значения относительной влажности воздуха и темпы ее изменения в воздухоподающих выработках при предельном удалении пункта охлаждения от лавы 150-200 м для наиболее характерных случаев приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Относительная влажность воздуха и темпы ее изменения в воздухоподающих выработках при искусственном охлаждении

Доля воздуха, обрабатываемого в воздухоохладителе, от поступающего по выработке, %	Относительная влажность воздуха в воздухоподающей выработке за пунктом охлаждения, %	Снижение относительной влажности на 100 м длины воздухоподающей выработки, %	
		"сухие"	"влажные"
95-100	98-100	12-15	4-5
65-70	91-94	9-11	2-3

ж) Нижний предел снижения относительной влажности принимается для выработок на глубине до 900 м, верхний - на глубине более 1000 м.

Величина изменения относительной влажности воздуха по длине лавы принимается из таблицы 1.4.

2. Расчет тепловыделений от местных источников  
тепла в лавах

2.1. Общее тепловыделение, связанное с конвейерной транспортировкой угля в лаве,

$$Q = 860 \left( N \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} + 2,73 \cdot 10^{-3} A_{\text{ф}} \frac{L_{\text{к}} \sin \psi}{2} \right) + 1,2 K_{\tau}^{\text{окл.}} \beta L_{\text{к}} (t_{\text{п}} - \Delta t - t_1), \text{ ккал/ч}, \quad (2.1.)$$

где  $N$  - установленная суммарная мощность электродвигателей конвейера, квт;

$A_{\text{ф}}$  - фактическая производительность конвейера, т/ч;

$A_{\text{н}}$  - номинальная производительность конвейера, т/ч;

$L_{\text{к}}$  - длина конвейера, м;

$\beta$  - ширина конвейера, м;

$\psi$  - угол наклона лавы, град;

$t_{\text{п}}$  - температура пород на глубине выемки угля, град;

$t_1$  - температура воздуха в начале лавы, град;

$\Delta t$  - понижение температуры угля вследствие десорбции метана и предварительного увлажнения пласта;

$\Delta t = 1,5 + 3,5^{\circ}\text{C}$  для шахт, разрабатывающих газоносные пласты с предварительным увлажнением угля в массиве;

$\Delta t = 0,5 - 1,0^{\circ}\text{C}$  для шахт, разрабатывающих негазоносные пласты с предварительным увлажнением угля в массиве;

$K_{\tau}^{\text{окл.}}$  - коэффициент нестационарного теплообмена между воздухом и транспортируемым углем, ккал/м<sup>2</sup>·ч·град

$$K_{\tau}^{\text{окл.}} = \frac{\lambda}{1,77 \sqrt{a \tau} + \frac{a}{\lambda}}, \quad (2.2.)$$

где  $a$  - коэффициент температуропроводности угля, м<sup>2</sup>/ч;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности угля, ккал/м·ч·град;

$\tau$  - длительность процесса теплообмена воздуха и отбитого угля, транспортируемого по лаве, час.

Для очистных забоев с нагрузками до 1500 т/сутки

$\tau = 1,0\text{ч}$ , при суточных нагрузках на лаву свыше 1500 т/сутки

$\tau = 0,5\text{ч}$ .



$\alpha$  - коэффициент теплоотдачи с поверхности транспортируемого угля, ккал/м<sup>2</sup> ч. град

$$\alpha = 2\varepsilon(\gamma V_{отн.})^{0,8} \left(\frac{U}{S}\right)^{0,2}, \quad (2.3)$$

где  $\varepsilon$  - коэффициент шероховатости, который принимается для очистных забоев  $\varepsilon = 2,5 \div 3,5$ ;

$\gamma$  - удельный вес рудничного воздуха в лаве, кг/м<sup>3</sup>

$$\gamma = 0,465 \frac{B}{273+t}, \quad (2.4)$$

$V_{отн.}$  - скорость движения воздуха относительно транспортируемого ископаемого, м/с;

$$V_{отн.} = V_i \pm V_k, \quad (2.5)$$

$V_i$  - скорость движения воздуха в лаве по дороге, на которой расположен конвейер, м/с;

$V_k$  - скорость движения угля в лаве, принимается равной скорости движения скребков конвейера по технической характеристике, м/с;

$S$  - среднее сечение рабочего пространства лавы по дороге, на которой расположен конвейер, м<sup>2</sup>;

$U$  - периметр среднего сечения лавы по дороге, на которой расположен конвейер, м.

В формуле (2.1) знак "+" принимается при перемещении ископаемого вниз, а знак "-" при транспортировке его вверх. В формуле (2.5) знак "+" принимается при встречном, а знак "-" при сонаправленном движении воздуха и транспортируемого ископаемого.

При определении тепловыделений, связанных с конвейерной транспортировкой угля в лаве, по источникам поступления тепла ( в зависимости от особенностей очистной выемки) расчет ведется следующим образом:

2.1.1. Тепловыделение транспортируемого ископаемого на конвейере определяется по формуле

$$Q_{\text{и}} = 1,2 \kappa_{\text{т}}^{\text{окл}} \beta L'_k (t_n - \Delta t - t_1), \text{ ккал/ч, (2.6)}$$

где  $L'_k$  - длина участка конвейера, покрытого ископаемым, м.

2.1.2. Тепловыделение при работе электродвигателей конвейера:

а) в пунктах установки приводных головок конвейера

$$Q_{\text{э.ком}} = 860 N \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} (1 - \rho_{\text{г}} \rho_{\text{р}}), \text{ ккал/ч, (2.7)}$$

где  $\rho_{\text{г}}, \rho_{\text{р}}$  - соответственно КПД электродвигателя и редуктора конвейера;

б) тепловыделение от трения по длине конвейера

$$Q_{\text{тр}} = 860 N \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} \rho_{\text{г}} \rho_{\text{р}} \pm 0,00273 A_{\text{ф}} \frac{L \sin \psi}{2}, \text{ ккал/ч. (2.8)}$$

2.2. Тепловыделение при работе комбайна

$$Q_{\text{к}} = 860 N \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} \xi_{\text{к}}, \text{ ккал/ч, (2.9)}$$

где  $N$  - часовая мощность комбайна, кВт;

$A_{\text{ф}}$  - фактическая производительность комбайна, т/ч;

$A_{\text{н}}$  - номинальная производительность, т/ч;

$\xi_{\text{к}}$  - эмпирический коэффициент,  $\xi_{\text{к}} = 0,5 + 0,6$ .

2.3. Тепловыделение при работе струговой установки

$$Q_{\text{с}} = 860 N \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} \xi_{\text{с}}, \text{ ккал/ч, (2.10)}$$

$\xi_{\text{с}}$  - эмпирический коэффициент,  $\xi_{\text{с}} = 0,8 + 0,85$ .

По источникам выделения тепла:

2.3.1. Тепловыделение в пунктах установки приводных головок струга

$$Q_{\text{с}} = 860 \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} (1 - \rho_{\text{г}} \rho_{\text{р}}) N, \text{ ккал/ч. (2.11)}$$

2.3.2. Тепловыделение от трения при работе струга в лаве

$$Q_{\text{с}} = 860 \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{н}}} \rho_{\text{г}} \rho_{\text{р}} \xi_{\text{с}} N, \text{ ккал/ч. (2.12)}$$

2.4. Тепловыделение при работе маслостанций гидросистем механизированных крепей

$$Q_{м.с.} = 860Nk \quad , \text{ ккал/ч.} \quad (2.13)$$

где  $N$  - мощность, расходуемая на создание энергии потока жидкости в гидросистеме, квт;

$k$  - коэффициент загрузки одновременно работающих электродвигателей маслостанции во времени.

По источникам выделения тепла:

2.4.1. Тепловыделение в пункте размещения маслостанции

$$Q'_{м.с.} = 860Nk(1 - \eta_g \eta_m) \quad , \text{ ккал/ч.} \quad (2.14)$$

2.4.2. Тепловыделение гидросистем механизированных крепей в лаве

$$Q_{г.с.} = 860Nk \eta_g \eta_m \quad , \text{ ккал/ч.} \quad (2.15)$$

где  $\eta_g$  - кпд электродвигателя маслонасоса;

$\eta_m$  - механический кпд маслонасоса,  
величина  $\eta_m$  принимается равной 0,5-0,6.

2.5. Тепловыделение от приводных головок конвейера, струга, маслостанции, расположенных в начале и в конце лав или вынесенных на штреки, целесообразно не включать в суммарные тепловыделения местных источников при вычислении температуры воздуха в конце (начале) лав, а учитывать локальные приращения температуры воздуха в этих пунктах от указанных источников тепловыделения

$$\Delta t_n = \frac{Q_i}{G \varphi} \xi \quad , \quad (2.16)$$

$$\Delta t_k = \frac{Q_i}{G \varphi} \xi \quad , \quad (2.17)$$

где  $\Delta t_n, \Delta t_k$  - приращение температуры воздуха в начале или конце лавы за счет тепловыделений привода конвейера, струга, маслостанции и т.д;

$Q_i$  - тепловыделение приводной головки конвейера, струга, маслостанции и т.д;

$\beta$  - эмпирический коэффициент, учитывающий долю тепловыделения на сухой подогрев воздуха у источника тепла; для приводных головок конвейеров, где производится перегрузка угля, рекомендуется принимать  $\beta = 0,4 + 0,6$ ; для маслостанций и приводных головок конвейеров без пел. грузки угля  $\beta = 0,65 + 0,80$ .

Тогда расчетная температура воздуха в начале (конце) лавы принимается равной

$$t_1^p = t_1 + \Delta t_n \quad , \text{ град.} \quad (2.18)$$

$$t_2^p = t_2 + \Delta t_k \quad , \text{ град.} \quad (2.19)$$

2.6. Количество тепла, выделяемого одновременно работающими в лаве рабочими, определяется по формуле

$$Q_p = 250 n_p \quad , \text{ ккал/ч.} \quad (2.20)$$

где  $n_p$  - количество одновременно работающих в лаве людей, чел.

### 3. Тепловой расчет лав

3.1. Температура воздуха в конце лавы определяется по формуле

$$t_2 = \frac{N_2 + \sqrt{N_2^2 + D_2 (t_1 + A_1 (t_n + \frac{\sigma L_{\text{нпч}}}{2} - \frac{t_1}{2}) + \frac{L_{\text{нпч}}}{427 C_p} + \frac{\Sigma Q_m}{G C_p} ] - \frac{m}{\epsilon} + \frac{d_1^n \varphi_1'}{\epsilon} \frac{\varphi_2'}{2}}}{\epsilon} \quad (3.1)$$

где

$$N_2 = K_2 - 0,25 D_2 A_1; \quad (3.2)$$

$$K_2 = -0,5 D_2 (1 + \frac{\Sigma n \varphi_2'}{C_p}); \quad (3.3)$$

$$D_2 = \frac{G}{\epsilon \epsilon \varphi_2'} \quad (3.4)$$

Значения величин  $D_2$  и  $K_2$  в зависимости от относительной влажности  $\varphi_2'$  для различных интервалов температур приведены в приложении I.

$$A_1 = \frac{K_1 U L}{G C_p}; \quad (3.5)$$

$$\varphi_{1,2}' = \frac{760}{B} \varphi_{1,2}; \quad (3.6)$$

- $\varphi_1, \varphi_2$  - приведенная относительная влажность;
- $L$  - длина лавы, м;
- $U$  - периметр призматического пространства лавы, м;
- $\sigma$  - геотермический градиент,  $\frac{\text{град}}{\text{м}}$ ;
- $\varphi_1, \varphi_2$  - относительная влажность, замеренная в начале, конце лавы;
- $\psi$  - угол наклона лавы, град;
- $C_p$  - теплоемкость воздуха, ккал/кг.град;  $C_p = 0,24$ ;
- $\Sigma Q_m$  - тепловыделения местных источников в лаве, ккал/ч;
- $G$  - количество воздуха, проходящего по рабочему пространству лавы, кг/ч;
- $K_{\Sigma}$  - средневзвешенный коэффициент нестационарного теплообмена периметры рабочего пространства лавы, ккал/м<sup>2</sup>. ч. град;
- $d^H$  - влагоосодержание насыщенного воздуха в начале лавы, г/кг;
- $B = B_0 + Q_0 \sigma H$  - барометрическое давление в данной точке, мм рт.ст.;
- $B_0$  - барометрическое давление на поверхности, мм рт.ст.;
- $\tau$  - удельная теплота парообразования воды,  $\frac{\text{ккал}}{\text{г}}$ ;  $\tau = 0,59$ ;
- $m, n, e$  - коэффициенты уравнения квадратичной зависимости изменения влагоосодержания от температуры, вычисленные для различных диапазонов изменения температуры воздуха.

значения величины  $d^H$ , входящей в формулу (3.1), в зависимости от начальной температуры воздуха  $t_1$ , приведено в приложении 2. Значения коэффициентов  $m, n, e$  приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Коэффициенты уравнения квадратичной зависимости изменения влагоосодержания от температуры для различных диапазонов изменения температуры при  $B = 760$  мм.рт.ст. и  $\varphi = 100\%$

Диапазоны изменения температуры, град.	$m$	$n$	$e$	$\frac{m}{e}$
0 - 10	3,78	0,267	0,0196	375
5 - 15	3,966	0,210	0,0158	251
5 - 20	4,117	0,168	0,0181	229
10 - 20	4,692	0,089	0,0206	228
10 - 25	5,224	0,0062	0,0235	222
15 - 25	6,552	-0,128	0,0268	244
15 - 30	7,844	-0,2703	0,0305	257
20 - 30	10,502	-0,484	0,0347	303
20 - 35	13,26	-0,720	0,0396	335
25 - 35	18,237	-1,0522	0,045	406
25 - 40	23,644	-1,4306	0,0516	458
30 - 40	32,519	-1,935	0,0586	555

Средневзвешенное значение коэффициента нестационарного теплообмена для лавы определяется по формуле

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma_3} \frac{U_3}{L} + (K_{\Sigma_{n_1}} + K_{\Sigma_{n_2}}) \frac{U_1}{L} + (K_{\Sigma_{n_2}} + K_{\Sigma_{n_3}}) \frac{U_2}{L} + K_{\Sigma_6} \frac{U_6}{L} + (K_{\Sigma_{n_3}} + K_{\Sigma_{n_4}}) \frac{U_4}{L} \quad (3.7)$$

В том случае, когда породы кровли и почвы однородны или имеют одинаковые теплофизические константы, формула упрощается

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma_3} \frac{U_3}{L} + K_{\Sigma_{n_1}} \frac{2U_1}{L} + K_{\Sigma_{n_2}} \frac{2U_2}{L} + K_{\Sigma_6} \frac{U_6}{L} + K_{\Sigma_{n_3}} \frac{2U_4}{L} \quad (3.8)$$

$K_{\Sigma_3}$  - коэффициент нестационарного теплообмена угольного забоя, ккал/м<sup>2</sup> ч. град;

$K_{\Sigma_{n_1}}, K_{\Sigma_{n_2}}, K_{\Sigma_{n_3}}, K_{\Sigma_{n_4}}, K_{\Sigma_6}$  - коэффициенты нестационарного теплообмена соответственно почвы и кровли пласта для первой, второй и третьей дорог лавы, ккал/м<sup>2</sup> ч. град;

$U_1, U_2, U_3, U_4, U_6$  - периметр соответствующих участков поперечного сечения привабоного пространства лавы, м;

$L$  - общий периметр поперечного сечения привабоного пространства лавы, м;

$K_{\Sigma_6}$  - коэффициент нестационарного теплообмена пород выработанного пространства, ккал/м<sup>2</sup> ч. град.

Коэффициенты нестационарного теплообмена  $K_{\Sigma_3}, K_{\Sigma_{n_1}}, K_{\Sigma_{n_2}}, \dots, K_{\Sigma_6}$  определяются по формуле

$$K_{\Sigma_i} = \alpha_i \left[ 1 - \frac{\beta_i}{\beta_i} f(\beta_i) \right], \quad (3.9)$$

$\alpha_i$  - коэффициент теплоотдачи поверхности соответствующего участка привабоного пространства лавы, ккал/м<sup>2</sup> ч. град.

$$\alpha_i = 2 \varepsilon (\gamma v_i)^{0,8} \left( \frac{U_i}{\beta_i} \right)^{0,2}, \quad (3.10)$$

$v_i$  - средняя скорость движения воздуха по технологическим дорогам лавы, м/сек;

$U_i$  - периметр соответствующего участка сечения привабоного пространства лавы, м;

$S_i$  - поперечное сечение соответствующего участка призабойного пространства лавы, м<sup>2</sup>;

$B_i$  - критерий Био

$$B_i = \frac{\alpha_i R_i}{\lambda} \quad (3.11)$$

$$B'_i = B_i + 0,375 \quad (3.12)$$

$R_i$  - эквивалентный радиус выработки, м

$$R = 0,564 \sqrt{S} \quad (3.13)$$

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности окружающих выработку пород, ккал/м.ч.град;

$F_0$  - критерий Фурье

$$F_0 = \frac{a \tau_i}{R^2} \quad (3.14)$$

$a$  - коэффициент температуропроводности окружающих выработку пород, м<sup>2</sup>/ч;

$\tau_i$  - расчетное время проветривания соответствующего участка призабойного пространства лавы, определяемое по формулам (Т.8) - (Т.11);

$Z$  - обобщенное число гомохронности

$$Z = B'_i \sqrt{F_0} \quad (3.15)$$

$f(z)$  - функция обобщенного числа гомохронности, значение которой определяется по формуле

$$f(z) = \frac{1,0774z - 0,0064}{z + 0,8773} \quad \text{при } 0 < z \leq 2, \quad (3.16)$$

$$f(z) = \frac{1,0011z - 0,2575}{z + 0,3406} \quad \text{при } 2 < z \leq 30 \quad (3.17)$$

3.2. Температура воздуха в начале лавы при заданном конечном ее значении определяется по формуле

$$t_1 = \frac{N_1 + \sqrt{N_1^2 + D_1 \left[ t_2 - A_1 \left( t_n^{cp} - \frac{t_2}{2} \right) + \frac{L \sin \psi}{2} - \frac{\sum Q_m}{G c_p} \right] - \frac{m}{e} + \frac{d_2^H}{e} \frac{\varphi_2}{\varphi_1}}{1} \quad (3.18)$$

где  $N_1 = K_1 + 0,25 D_1 A_1 ;$  (3.19)

$$D_1 = \frac{C_p}{\varepsilon t_2 y_1'} ;$$
 (3.20)

$$K_1 = -0,5 D_1 (1 + \frac{\varepsilon n}{C_p} y_1') ;$$
 (3.21)

$t_2$  - заданная температура воздуха в конце лавы, град;  
 $d_2^H$  - влагосодержание насыщенного воздуха в конце лавы, г/кг.  
 Значения величин  $D_1, K_1,$  в зависимости от относительной влажности  $y_1'$  для различных температур приведены в приложении 1; значение  $d_2^H$  в зависимости от температуры воздуха в конце лавы  $t_2$  приведено в приложении 2.

Относительная влажность воздуха на входе в лаву при обратном тепловом расчете без кондиционирования воздуха принимается в соответствии с данными таблицы I.4, а при искусственном охлаждении воздуха на участке - в соответствии с рекомендациями раздела I.8 и данными таблиц I.5.

3.3. Предельная длина лавы по тепловому фактору при заданных горнотехнической характеристике и допустимой температуре воздуха в конце лавы определяется по формуле

$$L = \frac{t_1 + \frac{\sum Q_m}{G C_p} + \frac{d_1^H y_1'}{\varepsilon y_2'} - 676 + 52 K_2 - \frac{m}{\varepsilon}}{\frac{K_2 H}{G C_p} \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_n^{cp} \right) + \frac{\sin \psi}{427 C_p}} , \text{ м},$$
 (3.22)

где  $t_n^{cp}$  - средняя температура пород на глубине выемки угля в лаве, град

$$t_n^{cp} = t_n + \frac{G L \sin \psi}{2} .$$
 (3.23)

В формулах (3.1), (3.18), (3.22) знак "+" берется при нисходящем, знак "-" при восходящем движении вентиляционной струи в лаве.





температура воздуха, поступающего в лаву, - 23,2°C;  
относительная влажность воздуха - 66%.

2. Определение исходных данных теплового расчета лавы.

2.1. Температура неохлажденного горного массива в соответствии с формулой (1.1)

$$t_n = 7,9 + \frac{1046 - 25}{30} = 41,7^\circ\text{C}.$$

2.2. Геометрические характеристики лавы определяем по данным замеров поперечного сечения призмообразного пространства лавы (шахтных или конструкторных):

общее сечение призмообразного пространства лавы	- 3,37 м <sup>2</sup> ;
периметр сечения призмообразного пространства лавы	- 9,48 м;
сечение I технологической дороги лавы	- 2,6 м <sup>2</sup> ;
периметр сечения I технологической дороги	- 7,34 м;
сечение II технологической дороги лавы	- 0,77 м <sup>2</sup> ;
периметр II технологической дороги	- 4,8 м;
ширина I технологической дороги лавы	- 2,37 м;
ширина II технологической дороги лавы	- 1,1 м.

2.3. Количество воздуха, проходящего по рабочему пространству лавы, определяется по формуле (1.2) или по данным воздушных съемок. Значение коэффициента P в формуле (1.2) при заданных схемах проветривания выемочного участка и способе управления кровлей принимается по табл. 1.2.

Объемный расход воздуха

$$Q_{0.2} = \frac{1022}{1,5} = 682 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Удельный вес воздуха по формуле (2.4)

$$\gamma = 0,465 \frac{839}{273 + 23,2} = 1,3 \text{ кг/м}^3.$$

Весовой расход воздуха

$$G = 60 \cdot 1,3 \cdot 682 = 53196 \text{ кг/ч}.$$

2.4. Средняя скорость воздуха в рабочем пространстве лавы

$$V = \frac{682}{60 \cdot 3,37} = 3,38 \text{ м/с};$$

Средняя скорость воздуха по I технологической дороге в соответствии с формулой (1.3)

$$V_1 = 1,1 \cdot 3,38 = 3,72 \text{ м/с};$$

Средняя скорость воздуха по II технологической дороге в соответствии с формулой (1.4)

$$V_s = 0,65 \cdot 3,38 = 2,2 \text{ м/с};$$

2.5. Расчетное время проветривания призабойного пространства лавы определяем по формулам (1.8), (1.9), (1.10).

Количество полос, снимаемых за сутки при добыче из лавы

$$A_{\text{сут.}} = 1300 \text{ т/сутки}$$

$$n = \frac{1300}{215} = 6,$$

где  $A_{\text{пол.}}$  - добыча из лавы при снятии комбайном одной полосы;

$$A_{\text{пол.}} = 176 \cdot 1,57 \cdot 0,63 \cdot 1,225 = 215 \text{ т.}$$

Тогда средняя продолжительность снятия одной полосы

$$T_n = \frac{24}{6} = 4 \text{ ч.}$$

Количество пс-ос по ширине технологических дорог лавы составляет:

I дорога

$$n_1 = \frac{2,37}{0,63} = 3,76,$$

принимая к расчету по первой дороге 4 полосы;

II дорога

$$n_2 = \frac{1,1}{0,63} = 1,76,$$

принимая к расчету по второй дороге 2 полосы.

Подставляя полученные значения в формулы (1.8), (1.9), (1.10)

имеем:

для угольного забоя

$$T_{\text{заб.}} = 0,279 \cdot 4 = 1,12 \text{ ч};$$

для кровли и почвы I дороги

$$T_1 = \frac{4(1 + 4 + 2\sqrt{4})}{4} = 9 \text{ ч};$$

для кровли и почвы II дороги и выработанного пространства

$$\tau_n = \frac{4(1 + 4 + 6 + 2\sqrt{4 \cdot 6})}{4} = 20,8 \text{ ч.}$$

2.6. Теплофизические коэффициенты горного массива принимаем в соответствии с данными табл. I.3:

коэффициент теплопроводности угля

$$\lambda_y = 0,251 \text{ ккал/м.ч.град;}$$

коэффициент теплопроводности пород  $\lambda_n = 1,52 \text{ ккал/м.ч.град;}$

коэффициент температуропроводности угля

$$a_y = 0,00072 \text{ м}^2/\text{ч;}$$

коэффициент температуропроводности пород

$$a_n = 0,00274 \text{ м}^2/\text{ч.}$$

2.7. Относительная влажность воздуха на входе в лаву принимается по данным тепловой съемки  $Y_1 = 66 \%$ . На выходе из лавы относительная влажность воздуха принимается по влажностному состоянию горного массива в виду выполняемых работ в лаве в соответствии с данными табл. I.4. При сухих кровле и почве пласта и отсутствии капежа величина изменения относительной влажности на 100 м длины лавы в добычную смену составляет 3,8 %.

Тогда относительная влажность воздуха на выходе из лавы

$$Y_2 = 66 + \frac{176}{100} \cdot 3,8 = 72\%.$$

3. Расчет тепловыделений от местных источников тепла в лаве.

3.1. Тепловыделение, связанное с конвейерной транспортировкой угля в лаве.

Тепловыделение при работе электродвигателя конвейера, установленного в начале лавы по формуле (2.7)

$$Q_{э.} = 860 \cdot 45 \cdot \frac{65}{220} (1 - 0,9 \cdot 0,91) = 2100 \text{ ккал/ч.}$$

Тепловыделение электродвигателей конвейера, установленных в конце лавы (на вентиляционной выработке с подсушающей струей) не учитывается, так как температура воздуха определяется перед приводной головкой.

Тепловыделение от преодоления сил трения по формуле (2.8)

$$Q_{тр.} = 860 \cdot (45 + 45 + 45) \frac{65}{220} \cdot 0,9 \cdot 0,91 = 28100 \text{ ккал/ч.}$$

Тепловыделение транспортируемого за конвейере ископаемого определяется по формуле (2.6) для случая, когда комбайн находится в конце лавы и конвейер загружен углем по всей длине.

Скорость движения воздуха относительно движущегося на конвейере угля по формуле (2.4)

$$V_{\text{стн.}} = 3,72 - 0,8 = 2,92 \text{ м/с};$$

Коэффициент теплоотдачи с поверхности транспортируемого угля по формуле (2.3)

$$\alpha = 2 \cdot 3(1,30 \cdot 2,92)^{0,8} \cdot \left(\frac{2,34}{2,6}\right)^{0,2} = 21,2 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Коэффициент нестационарного теплообмена между воздухом и транспортируемым углем по формуле (2.2)

$$K_{\text{т}} = \frac{0,251}{1,77 \cdot \sqrt{0,00072 \cdot 0,5} + \frac{0,251}{21,2}} = 5,52 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Подставляя вычисленные значения в формулу (2.6), получим

$$Q_{\text{в}} = 1,2 \cdot 5,52 \cdot 0,63 \cdot 176(41,7 - 3,0 - 23,2) = 11400 \text{ ккал/ч.}$$

Общее тепловыделение в лаве, связанное с конвейерной транспортировкой угля, составит

$$Q_{\text{к.т.}} = 2100 + 28100 \cdot 11400 = 41600 \text{ ккал/ч.}$$

3.2. Тепловыделение при работе комбайна по формуле (2.9)

$$Q_{\text{к.}} = 860 \cdot 105 \cdot \frac{62}{168} \cdot 0,5 = 17400 \text{ ккал/ч.}$$

3.3. Тепловыделение гидросистемы механизированной крепи в лаве по формуле (2.15)

$$Q_{\text{г.с.}} = 860 \cdot 40 \cdot 0,9 \cdot 0,55 = 17100 \text{ ккал/ч.}$$

3.4. Тепловыделение одновременно работающих в лаве леден по формуле (2.20)

$$Q_{\text{л.}} = 250 \cdot 6 = 1500 \text{ ккал/ч.}$$

3.5. Суммарное тепловыделение местных источников

$$\Sigma Q_m = 2100 + 17400 + 28100 + 11400 + 17100 + 1500 = 77600 \text{ ккал/ч.}$$

4. Тепловой расчет лавы.

Коэффициент теплоотдачи поверхности окружающего горного массива лавы определяется по формуле (3.10):

для I технологической дороги

$$\alpha_1 = 2.3 (1.30 \cdot 3.72)^{0.8} \left( \frac{7.34}{2.6} \right)^{0.2} = 25.6 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

для II технологической дороги

$$\alpha_2 = 2.3 (1.30 \cdot 2.2)^{0.8} \left( \frac{4.8}{0.77} \right)^{0.2} = 19.85 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Определяем коэффициент нестационарного теплообмена поверхности привальной рабочего пространства лавы.

Для угольного забоя:

Эквивалентный радиус по формуле (3.13)

$$R = 0.564 \sqrt{2.6} = 0.91 \text{ м.}$$

Критерий Био по формулам (3.11) и (3.12)

$$Bi = \frac{25.6 \cdot 0.91}{0.251} = 93.18;$$

$$Bi' = 93.18 + 0.375 = 93.56.$$

Критерий Фурье по формуле (3.14)

$$Fo = \frac{0.00072 \cdot 1.1^2}{0.91^2} = 0.00096.$$

Обобщенное число голохронности по формуле (3.15)

$$Z = 93.56 \sqrt{0.00096} = 2.89.$$

Функция  $f(Z)$  по формуле (3.17)

$$f(Z) = 0.807.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена по формуле (3.9)

$$K_{\tau_1} = 25,6 \left( 1 - \frac{21,18}{93,56} \cdot 0,807 \right) = 5,07 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град.}$$

Для пород крошки и почвы пласта I технологической дороги лавы эквивалентный радиус по формуле (3.13)

$$R = 0,564 \sqrt{2,6} = 0,91 \text{ м.}$$

Критерий Био по формулам (3.11) и (3.12)

$$Bi = \frac{25,6 \cdot 0,91}{1,52} = 15,33;$$

$$Bi' = 15,33 + 0,375 = 15,70.$$

Критерий Фурье по формуле (3.14)

$$Fo = \frac{0,00274 \cdot 9}{0,91^2} = 0,0298.$$

Обобщенное число гомокронности по формуле (3.15)

$$Z = 15,7 \cdot \sqrt{0,0298} = 2,71.$$

Функция  $f(z)$  по формуле (3.17)

$$f(z) = 0,794.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена по формуле (3.9)

$$K_{\tau_{II}} = 25,6 \left( 1 - \frac{15,33}{15,70} \cdot 0,794 \right) = 5,78 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град.}$$

Для пород крошки и почвы II технологической дороги лавы эквивалентный радиус по формуле (3.13)

$$R = 0,564 \sqrt{0,77} = 0,5 \text{ м.}$$

Критерий Био по формулам (3.11) и (3.12)

$$Bi = \frac{19,85 \cdot 0,5}{1,52} = 6,53;$$

$$Bi' = 6,53 + 0,375 = 6,90.$$

Критерий Фурье по формуле (3.14)

$$Fo = \frac{0,00274 \cdot 20,8}{0,5^2} = 0,2279.$$

Обобщенное число Гомксронности по формуле (3.15)

$$Z = 6,90 \sqrt{0,2279} = 3,3,$$

Функция  $f(Z)$  по формуле (3.17)

$$f(Z) = 0,831.$$

Коэффициент нестационарного теплообмена по формуле (3.9)

$$K_{\Sigma,н} = 19,85 \left(1 - \frac{6,53}{6,90} \cdot 0,831\right) = 4,25 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Для выработанного пространства лавы коэффициент нестационарного теплообмена принимается равным

$$K_{\Sigma,н} = 4,25 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Средне взвешенный коэффициент нестационарного теплообмена по формуле (3.8)

$$K_{\Sigma,ср} = 5,07 \cdot \frac{1,23}{9,48} + 5,78 \cdot \frac{4,74}{9,48} + 4,25 \cdot \frac{2,2}{9,48} + 4,25 \cdot \frac{1,24}{9,48} = 5,12 \text{ ккал/м}^2\text{ч.град.}$$

Температура воздуха в конце лавы определяется по формуле (3.1).

Значения коэффициентов  $A_1$ ,  $D_2$ ,  $K_2$ ,  $N_2$  и приведенной относительной влажности  $Y_1'$  и  $Y_2'$ , входящих в формулу (3.1), определяются по формулам (3.2) - (3.6).

$$Y_1' = \frac{760}{839} \cdot 0,66 = 0,59;$$

$$Y_2' = \frac{760}{839} \cdot 0,72 = 0,64;$$

$$A_1 = \frac{5,12 \cdot 9,48 \cdot 176}{53196 \cdot 0,24} = 0,66;$$



$$D_2 = \frac{0,24}{0,59 \cdot 0,0347 \cdot 0,64} = 18,27;$$

$$K_2 = -0,5 \cdot 18,27 \left[ 1 + \frac{0,59 \cdot (-0,184)}{0,24} \cdot 0,64 \right] = -2,21;$$

$$N_2 = -2,21 - 0,25 \cdot 18,27 \cdot 0,66 = -5,21.$$

Значения величин  $D_2$  и  $K_2$  в зависимости от относительной влажности  $\varphi_2$  для различных интервалов температур могут быть определены также по таблице (приложение 1), а  $\alpha_2^N$  принимается по соответствующему значению  $t_2$  (приложение 2).

Коэффициенты уравнения квадратичной зависимости изменения влагосодержания от температуры принимаются по табл.3.1 для диапазона температур 20-30<sup>0</sup>C.

По полученным из расчета или таблиц данным

$$\frac{d_2^N}{P} = 527,65.$$

Температура воздуха в конце лавы по формуле (3.1)

$$t_2 = -5,21 + \sqrt{5,21^2 + 18,27 \left[ 23,2 + 0,66 \left( 41,7 - \frac{23,2}{2} \right) + \frac{77600}{53196 \cdot 0,24} \right] - 303 + 527,65 \cdot \frac{0,59}{0,64}} = 28,1 \text{ град.}$$

Допустимая Правилами безопасности температура воздуха на выходе из лавы 26<sup>0</sup>C может быть достигнута за счет уменьшения длины лавы. Предельная по тепловому фактору длина лавы по формуле (3.22)

$$L_{np} = \frac{23,2 + \frac{77600}{53196 \cdot 0,24} + \frac{527,65 \cdot 0,59}{0,64} - 676 + 52(-2,21) - 303}{\frac{5,12 \cdot 9,48}{53196 \cdot 0,24} \cdot \left( \frac{26 + 23,2}{2} - 41,7 \right)} =$$

$$= 61 \text{ м.}$$

Если полученная длина лавы не обеспечивает требуемые

технико-экономические показатели, то должны применяться другие меры по снижению температуры воздуха.

Увеличение количества воздуха, подаваемого в лаву, не обеспечит нормальные температурные условия в связи с тем, что фактическая скорость воздуха в привабойном пространстве весьма близка по значению к максимально допустимой Правилами безопасности.

Таким образом, основным мероприятием по нормализации температурных условий в рассматриваемой лаве должно быть искусственное охлаждение воздуха.

Температура воздуха на входе в лаву при искусственном охлаждении и заданном конечном ее значении определяется по формуле (3.18).

Принимаем, что охлаждение воздуха производится перед лавой при максимальном удалении пункта охлаждения 100 м. Относительную влажность воздуха за пунктом охлаждения при обработке 65 % поступающего на участок согласно табл. I.5 принимаем равной 93%. Снижение относительной влажности на 100 м штрека составляет 11%. Таким образом, относительная влажность воздуха на входе в лаву составит

$$\varphi_1 = 93 - 11 = 82\%$$

в конце лавы согласно табл. I.4

$$\varphi_2 = 82 - \frac{176}{100} \cdot 3,8 = 75,3 \%$$

Приведенная относительная влажность воздуха по формуле (3.6)

$$\varphi_1' = \frac{760}{839} \cdot 0,82 = 0,74;$$

$$\varphi_2' = \frac{760}{839} \cdot 0,753 = 0,68.$$

Значения величин  $D_1$ ,  $K_1$ ,  $N_1$ , входящих в формулу (3.18), определяем по формулам (3.19), (3.20), (3.21).

Коэффициенты квадратичной зависимости изменения влагосодержания от температуры для предполагаемого интервала изменения температуры 15-30°C принимаются по табл. 3.1.

$$D_1 = \frac{0,24}{0,59 \cdot 0,0305 \cdot 0,74} = 18,02;$$

$$K_1 = -0,5 \cdot 18,02 \left[ 1 + \frac{0,59 \cdot (-0,2703)}{0,24} \cdot 0,74 \right] = -4,58;$$

$$N_1 = -4,58 + 0,25 \cdot 18,02 \cdot 0,66 = -1,61.$$

Температура воздуха на входе в лаву

$$t_1 = -1,61 + \sqrt{1,61^2 + 18,02 \left[ 26 - 0,66 \left( 41,7 - \frac{26}{2} \right) - \frac{77600}{53196 \cdot 0,24} \right] - 257 + \frac{698,4 \cdot 0,68}{0,74}} = 18,5 \text{ град.}$$

Численные значения полей  $A_{I,2}$  и  $K_{I,2}$  входящих в формулы (3.1-3.4, 3.18-3.22)

Относительная влажность $\varphi_{I,2}$	Пределы изменения температуры воздуха на участке, °C														
	0 - 10		5 - 15		10 - 20		15 - 25		20 - 30		25 - 35		30 - 40		
	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	$A_{I,2}$	$K_{I,2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,50	67,8	-45,0	51,5	-32,4	39,5	-21,9	30,9	-13,3	24,45	-9,87	18,9	-5,82	14,9	-3,87	10,9
0,55	61,7	-42,0	46,9	-30,1	35,0	-20,15	28,1	-11,65	22,2	-8,75	17,2	-6,75	13,2	-4,75	9,2
0,60	56,5	-38,4	43,0	-28,1	32,9	-18,45	25,7	-10,75	20,35	-8,81	15,75	-7,81	11,75	-6,81	8,75
0,65	52,2	-37,2	39,7	-26,5	30,2	-17,25	23,7	-9,78	18,8	-8,05	14,85	-7,05	10,85	-6,05	7,85
0,70	48,4	-35,2	36,8	-25,0	28,2	-16,25	22,1	-8,98	17,45	-7,35	13,95	-6,35	10,95	-5,35	7,95
0,71	47,8	-35,0	36,5	-24,8	27,8	-16,05	21,7	-8,78	17,2	-7,25	13,7	-6,25	10,7	-5,25	7,7
0,72	47,1	-34,7	35,8	-24,5	27,4	-15,85	21,4	-8,57	16,95	-7,1	13,4	-6,1	10,4	-5,1	7,4
0,73	46,4	-34,2	35,3	-24,3	27,1	-15,7	21,1	-8,42	16,7	-6,98	13,1	-6,98	10,1	-5,98	7,1
0,74	45,8	-34,0	34,8	-24,0	26,7	-15,5	20,8	-8,26	16,5	-6,8	12,8	-6,8	9,8	-5,8	6,8
0,75	45,2	-33,7	34,3	-23,8	26,3	-15,3	20,55	-8,13	16,3	-6,68	12,5	-6,68	9,5	-5,68	6,5
0,76	44,6	-33,4	33,9	-23,6	26,0	-15,15	20,3	-8,00	16,05	-6,58	12,2	-6,58	9,2	-5,58	6,2
0,77	44,1	-33,1	33,5	-23,4	25,7	-15,0	20,0	-7,84	15,85	-6,48	11,9	-6,48	8,9	-5,48	5,9
0,78	43,5	-32,9	33,0	-23,1	25,3	-14,8	19,8	-7,74	15,65	-6,45	11,6	-6,45	8,6	-5,45	5,6
0,79	42,9	-32,5	32,6	-22,9	25,0	-14,65	19,55	-7,62	15,45	-6,4	11,3	-6,4	8,3	-5,4	5,3
0,80	42,4	-32,3	32,2	-22,7	24,7	-14,5	19,3	-7,48	15,25	-6,37	11,1	-6,37	8,1	-5,37	5,1
0,81	41,8	-32,0	31,8	-22,5	24,4	-14,35	19,05	-7,34	15,05	-6,34	10,8	-6,34	7,8	-5,34	4,8
0,82	41,3	-31,7	31,4	-22,3	24,1	-14,2	18,8	-7,24	14,9	-6,3	10,5	-6,3	7,5	-5,3	4,5
0,83	40,8	-31,5	31,1	-22,2	23,8	-14,05	18,6	-7,14	14,7	-6,28	10,3	-6,28	7,3	-5,28	4,3
0,84	40,3	-31,2	30,7	-22,0	23,5	-13,9	18,35	-7,02	14,55	-6,25	10,1	-6,25	7,1	-5,25	4,1
0,85	39,9	-31,0	30,3	-21,8	23,2	-13,75	18,1	-6,9	14,35	-6,2	9,9	-6,2	6,9	-5,2	3,9
0,86	39,4	-30,8	30,0	-21,6	22,9	-13,6	17,9	-6,8	14,2	-6,18	9,7	-6,18	6,7	-5,18	3,7
0,87	39,0	-30,6	29,6	-21,4	22,7	-13,5	17,75	-6,7	14,05	-6,15	9,5	-6,15	6,5	-5,15	3,5
0,88	38,8	-30,4	29,9	-21,3	22,4	-13,35	17,55	-6,56	13,85	-6,1	9,3	-6,1	6,3	-5,1	3,3
0,89	38,7	-30,2	29,0	-21,1	22,2	-13,25	17,35	-6,51	13,7	-6,08	9,1	-6,08	6,1	-5,08	3,1
0,90	38,7	-30,0	28,7	-21,0	21,95	-13,15	17,15	-6,42	13,55	-6,05	8,9	-6,05	5,9	-5,05	2,9
0,91	38,7	-29,9	28,3	-20,8	21,7	-13,05	16,95	-6,32	13,4	-6,02	8,7	-6,02	5,7	-5,02	2,7
0,92	38,9	-29,7	28,0	-20,6	21,5	-12,9	16,8	-6,23	13,25	-6,0	8,5	-6,0	5,5	-5,0	2,5
0,93	36,5	-29,6	27,7	-20,4	21,25	-12,8	16,6	-6,15	13,1	-5,98	8,3	-5,98	5,3	-4,98	2,3
0,94	36,1	-29,4	27,4	-20,3	21,05	-12,7	16,4	-6,05	13,0	-5,95	8,1	-5,95	5,1	-4,95	2,1
0,95	35,7	-29,2	27,1	-20,2	20,8	-12,6	16,25	-5,96	12,85	-5,92	7,9	-5,92	4,9	-4,92	1,9
0,96	35,3	-28,8	26,9	-20,1	20,6	-12,45	16,0	-5,87	12,7	-5,89	7,7	-5,89	4,7	-4,89	1,7
0,97	35,0	-28,6	26,6	-19,9	20,35	-12,35	15,9	-5,78	12,55	-5,85	7,5	-5,85	4,5	-4,85	1,5
0,98	34,6	-28,4	26,3	-19,8	20,15	-12,25	15,75	-5,72	12,45	-5,82	7,3	-5,82	4,3	-4,82	1,3
0,99	34,3	-28,2	26,1	-19,7	19,95	-12,15	15,6	-5,64	12,35	-5,79	7,1	-5,79	4,1	-4,79	1,1
1,00	33,9	-28,0	25,8	-19,5	19,75	-12,05	15,45	-5,56	12,2	-5,75	6,9	-5,75	3,9	-4,75	0,9

Психрометрическая таблица влажного  
воздуха В= 760 мм рт.ст. и  $\varphi = 100\%$

$t, ^\circ\text{C}$	$d_{1,2}^{\text{H}}$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{1,2}^{\text{H}}$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{1,2}^{\text{H}}$	$t, ^\circ\text{C}$	$d_{1,2}^{\text{H}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
5,0	5,40	13,8	9,83	22,6	17,30	31,4	29,54
5,2	5,48	14,0	9,97	22,8	17,50	31,6	29,88
5,4	5,56	14,2	10,09	23,0	17,70	31,8	30,24
5,6	5,63	14,4	10,23	23,2	17,94	32,0	30,60
5,8	5,71	14,6	10,36	23,4	18,18	32,2	31,00
6,0	5,79	14,8	10,48	23,6	18,42	32,4	31,40
6,2	5,87	15,0	10,60	23,8	18,66	32,6	31,78
6,4	5,95	15,2	10,76	24,0	18,90	32,8	32,14
6,6	6,04	15,4	10,92	24,2	19,14	33,0	32,50
6,8	6,12	15,6	11,08	24,4	19,38	33,2	32,90
7,0	6,21	15,8	11,24	24,6	19,62	33,4	33,30
7,2	6,29	16,0	11,40	24,8	19,86	33,6	33,70
7,4	6,38	16,2	11,52	25,0	20,10	33,8	34,10
7,6	6,47	16,4	11,64	25,2	20,34	34,0	34,50
7,8	6,56	16,6	11,78	25,4	20,58	34,2	34,90
8,0	6,66	16,8	11,94	25,6	20,82	34,4	35,30
8,2	6,74	17,0	12,10	25,8	21,06	34,6	35,72
8,4	6,83	17,2	12,26	26,0	21,30	34,8	36,16
8,6	6,93	17,4	12,42	26,2	21,58	35,0	36,60
8,8	7,03	17,6	12,58	26,4	21,86	35,2	37,04
9,0	7,13	17,8	12,74	26,6	22,14	35,4	37,48
9,2	7,23	18,0	12,90	26,8	22,42	35,6	37,92
9,4	7,33	18,2	13,10	27,0	22,70	35,8	38,36
9,6	7,43	18,4	13,30	27,2	22,96	36,0	38,80
9,8	7,53	18,6	13,48	27,4	23,26	36,2	39,24
10,0	7,63	18,8	13,64	27,6	23,54	36,4	39,68
10,2	7,73	19,0	13,80	27,8	23,82	36,6	40,14
10,4	7,83	19,2	13,96	28,0	24,10	36,8	40,62
10,6	7,94	19,4	14,12	28,2	24,38	37,0	41,10
10,8	8,04	19,6	14,30	28,4	24,66	37,2	41,58
11,0	8,16	19,8	14,50	28,6	24,96	37,4	42,06
11,2	8,26	20,0	14,70	28,8	25,28	37,6	42,54
11,4	8,38	20,2	14,90	29,0	25,60	37,8	43,02
11,6	8,49	20,4	15,10	29,2	25,92	38,0	43,50
11,8	8,61	20,6	15,30	29,4	26,24	38,2	44,02
12,0	8,73	20,8	15,50	29,6	26,56	38,4	44,54
12,2	8,85	21,0	15,70	29,8	26,88	38,6	45,06
12,4	8,97	21,2	15,90	30,0	27,20	38,8	45,58
12,6	9,09	21,4	16,10	30,2	27,52	39,0	46,10
12,8	9,21	21,6	16,30	30,4	27,84	39,2	46,66
13,0	9,33	21,8	16,50	30,6	28,18	39,4	47,22
13,2	9,45	22,0	16,70	30,8	28,54	39,6	47,76
13,4	9,58	22,2	16,90	31,0	28,90	39,8	48,28
13,6	9,71	22,4	17,10	31,2	29,22	40,0	48,80

Ответственный за выпуск инж. Яковенко А.К.

Ротапринт МакНИИ. Заказ 1221-300 экз. Объем 2,6 печ.л.

БП 00611. Подп.к печ. 27.07.76 г.

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

**А Л Г О Р И Т М**  
**расчета температурных условий в лавах**

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПОЯСНЕНИЯ К АЛГОРИТМУ

При определении температурных условий в лавах с повышенными нагрузками на очистные забоя возникает необходимость в решении следующих задач:

1. Определить температуру воздуха на выходе из лавы при известных входных параметрах вентиляционной струи.
2. При известных входных параметрах и допустимой по "Правилам безопасности ..." температуре воздуха на выходе из лавы определить ее предельную длину без применения искусственного охлаждения воздуха.
3. Определять температуру воздуха в начале лавы при заданной допустимой по "Правилам безопасности ..." температуре воздуха в конце лавы.

Учитывая сложность расчетных зависимостей и необходимость выполнения большого количества расчетов при разработке проектов, указанные задачи целесообразно решать на ЭВМ. Метод решения задач заключается в последовательной реализации расчетных зависимостей в соответствии с блок-схемами алгоритма, которые приведены на листах стандартного образца. Необходимая исходная информация приведена в таблице приложения № 3. При разработке алгоритма использованы "Методика теплового расчета лав при повышенных нагрузках на очистные забоя" и "Методические и инструктивные материалы по оформлению алгоритмов и программ модулей" (Центрогипрошахт, М., 1975 г.).

Алгоритм разработали к.т.н. Нарышкин Г.А., инж. Стародубцева Т.М. (Донгипрошахт) и к.т.н. Кузин В.А., инж. Яковенко А.К. (ЖаКНИИ).

## Исходная информация

Таблица

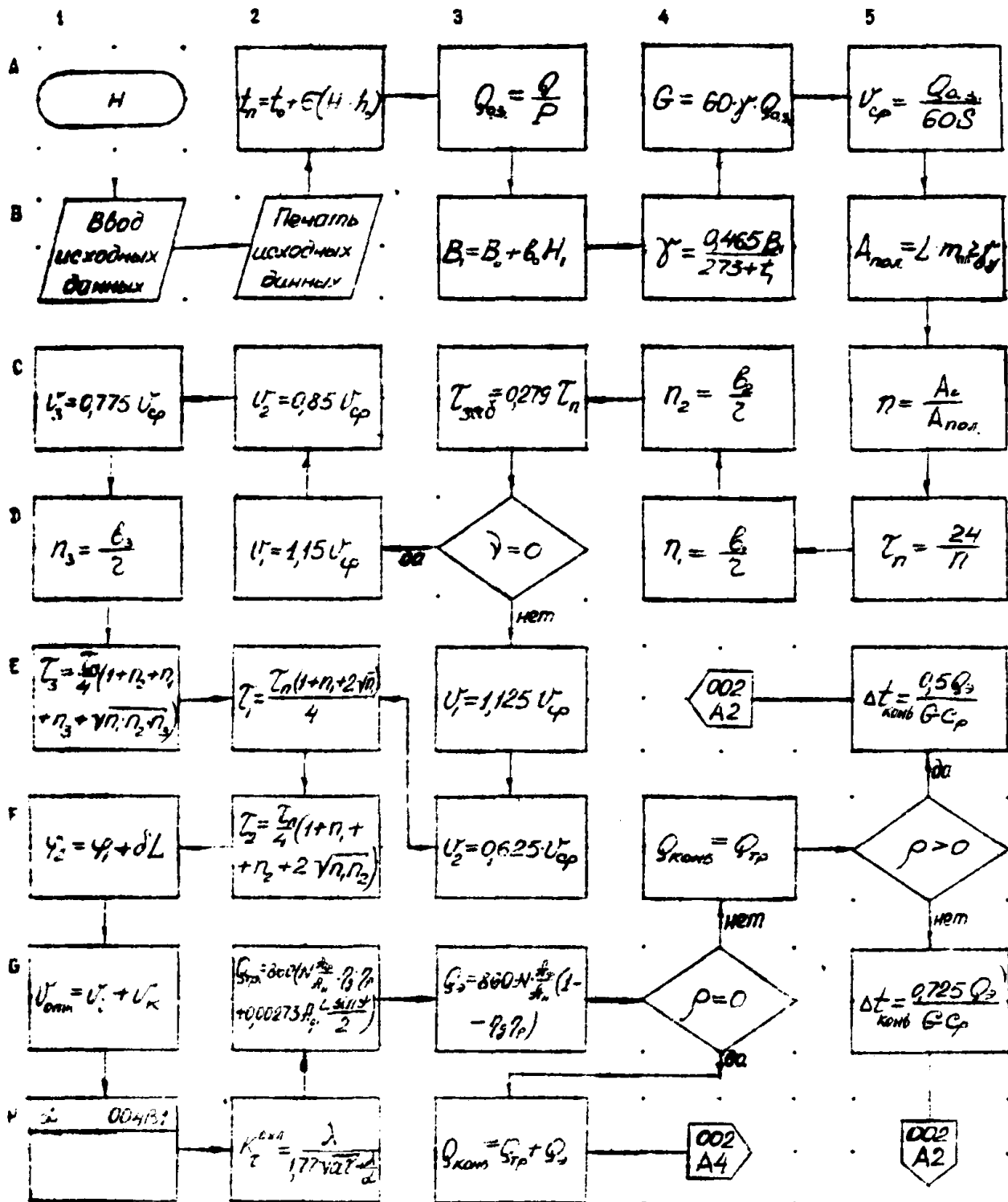
№ пп	Наименование величин в тексте	Единицы измерения	Обозначения		Примечание
			прямой расчет	обратный расчет	
1	2	3	4	5	6
1.	Температура воздуха, поступающего в лаву	°C	$t_1$	-	
2.	Температура воздуха на выходе из лавы	°C	-	$t_2$	
3.	Количество воздуха, поступающего на емкочный участок	м <sup>3</sup> /мин	$Q$	$Q$	
4.	Относительная влажность воздуха на входе в лаву	%	$\varphi_1$	$\varphi_1$	
5.	Относительная влажность воздуха на выходе из лавы	%	$\varphi_2$	$\varphi_2$	
6.	Объем сечения призабойного пространства лавы	м <sup>2</sup>	$S$	$S$	
7.	Периметр сечения призабойного пространства	м	$U$	$U$	
8.	Сечение I технологической дороги лавы	м <sup>2</sup>	$S_1$	$S_1$	
9.	Периметр I технологической дороги лавы	м	$U_1$	$U_1$	
10.	Ширина I технологической дороги лавы	м	$B_1$	$B_1$	
11.	Сечение II технологической дороги лавы	м <sup>2</sup>	$S_2$	$S_2$	
12.	Периметр II технологической дороги лавы	м	$U_2$	$U_2$	
13.	Ширина II технологической дороги лавы	м	$B_2$	$B_2$	
14.	Сечение III технологической дороги лавы	м <sup>2</sup>	$S_3$	$S_3$	
15.	Периметр III -" -" -"	м	$U_3$	$U_3$	
16.	Ширина III -" -" -"	м	$B_3$	$B_3$	
17.	Длина лавы	м	$L$	$L$	
18.	Глубина ведения очистных работ на входе в лаву	м	$H_1$	-	
19.	Глубина ведения очистных работ на выходе из лавы	м	-	$H_2$	
20.	Мощность пласта	м	$m_{пл}$	$m_{пл}$	



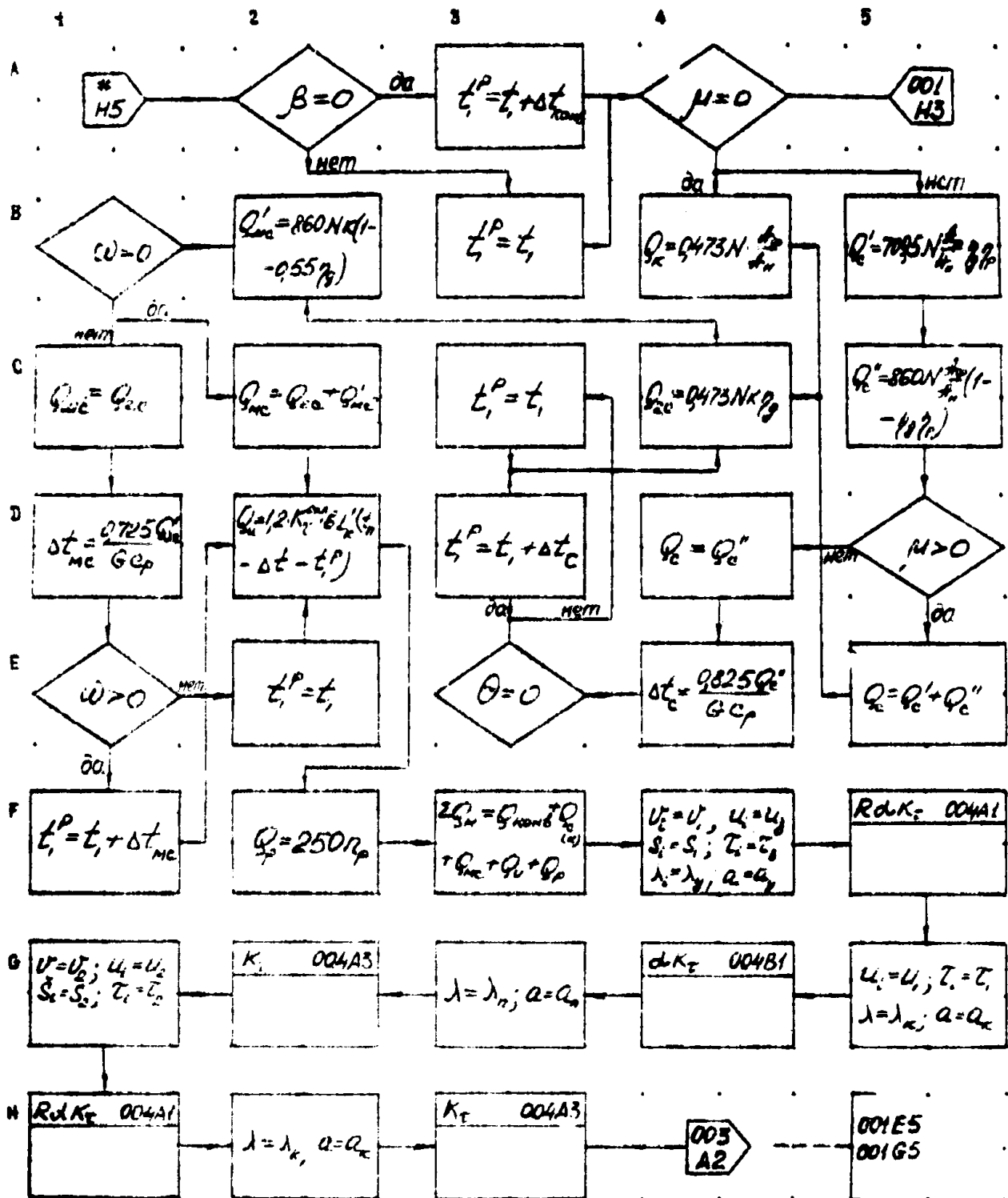
1	2	3	4	5	6
21.	Угол падения пласта	град	$\pm \Psi$	$\pm \Psi$	"+" или перемещен исходного вниз
22.	Геотермический градиент	град/м	G	G	
23.	Суточная добыча из лавы	т/сут	Ac	Ac	
24.	Глубина вруба	м	Z	Z	
25.	Коэффициент шероховатости	-	E	E	
26.	Длительность процесса теплообмена воздуха и отбитого угля, транспортируемого по лаве	ч	T	T	
27.	Температура горных пород на глубине залегания зоны постоянной температуры	град	t <sub>0</sub>	t <sub>0</sub>	
28.	Глубина залегания зоны постоянной температуры	м	h <sub>0</sub>	h <sub>0</sub>	
29.	Барометрическое давление на поверхности у ствола	мм вод.ст.	B <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	
30.	Приращение атмосферного давления на I м глубины	$\frac{\text{мм вод.ст.}}{\text{м}}$	b	b	
31.	Коэффициент, учитывающий движение воздуха по выработанному пространству, непосредственно прилегающему к призобоюму пространству, и утечки воздуха в воздухоподводящих участках выработок	-	P	P	
32.	Объемный вес угля	т/м <sup>3</sup>	$\gamma_u$	$\gamma_u$	
33.	Коэффициент теплопроводности угля	ккал/м.ч.град	$\lambda_u$	$\lambda_u$	
34.	Коэффициент теплопроводности пород почвы	ккал/м.ч.град	$\lambda_n$	$\lambda_n$	
35.	Коэффициент теплопроводности пород кровли	ккал/м.ч.град	$\lambda_k$	$\lambda_k$	
36.	Коэффициент температуропроводности угля	м <sup>2</sup> /ч	a <sub>u</sub>	a <sub>u</sub>	
37.	Коэффициент температуропроводности пород почвы	м <sup>2</sup> /ч	a <sub>n</sub>	a <sub>n</sub>	
38.	Коэффициент температуропроводности пород кровли	м <sup>2</sup> /ч	a <sub>k</sub>	a <sub>k</sub>	
39.	Величина изменения относительной влажности на 100 м длины лавы	%/м	$\delta$	$\delta$	
40.	Высота забоя	м	u <sub>0</sub>	u <sub>0</sub>	

1	2	3	4	5	6
41.	Высота выработанного пространства	м	$U_8$	$U_9$	
42.	Установленная суммарная мощность электродвигателей конвейера	квт	$N$	$N$	
43.	Фактическая производительность конвейера	т/ч	$Aф$	$Aф$	
44.	Номинальная производительность конвейера	" "	$Aн$	$Aн$	
45.	Длина конвейера	м	$L_w$	$L_w$	
46.	Ширина конвейера	м	$B$	$B$	
47.	Понижение температуры угля вследствие десорбции метана и предварительного увлажнения пласта	°C	$\Delta t$	$\Delta t$	
48.	Скорость движения угля в лаве	м/с	$\pm v$	$\pm v$	"+" при встречном движении воздуха и транспортируемого угля
49.	КПД электродвигателя	-	$\eta_0$	$\eta_0$	
50.	КПД редуктора	-	$\eta_p$	$\eta_p$	
51.	Часовая мощность комбайна	квт	$N$	$N$	
52.	Фактическая производительность комбайна	т/ч	$Aф$	$Aф$	
53.	Номинальная производительность комбайна	" "	$Aн$	$Aн$	
54.	Мощность, расходуемая на создание энергии потока жидкости в гидросистеме	квт	$N$	$N$	
55.	Количество одновременно работающих в лаве людей	чел.	$n_p$	$n_p$	
56.	Коэффициент загрузки одновременно работающих электродвигателей маслостанции во времени	-	$K$	$K$	
57.	КПД электродвигатели маслонасоса	-	$\eta_0$	$\eta_0$	
58.	Коэффициенты уравнения квадратичной зависимости изменения влагосодержания от температуры, вычисленные для различных диапазонов изменения температуры воздуха	-	$m, n, l$	$m, n, l$	

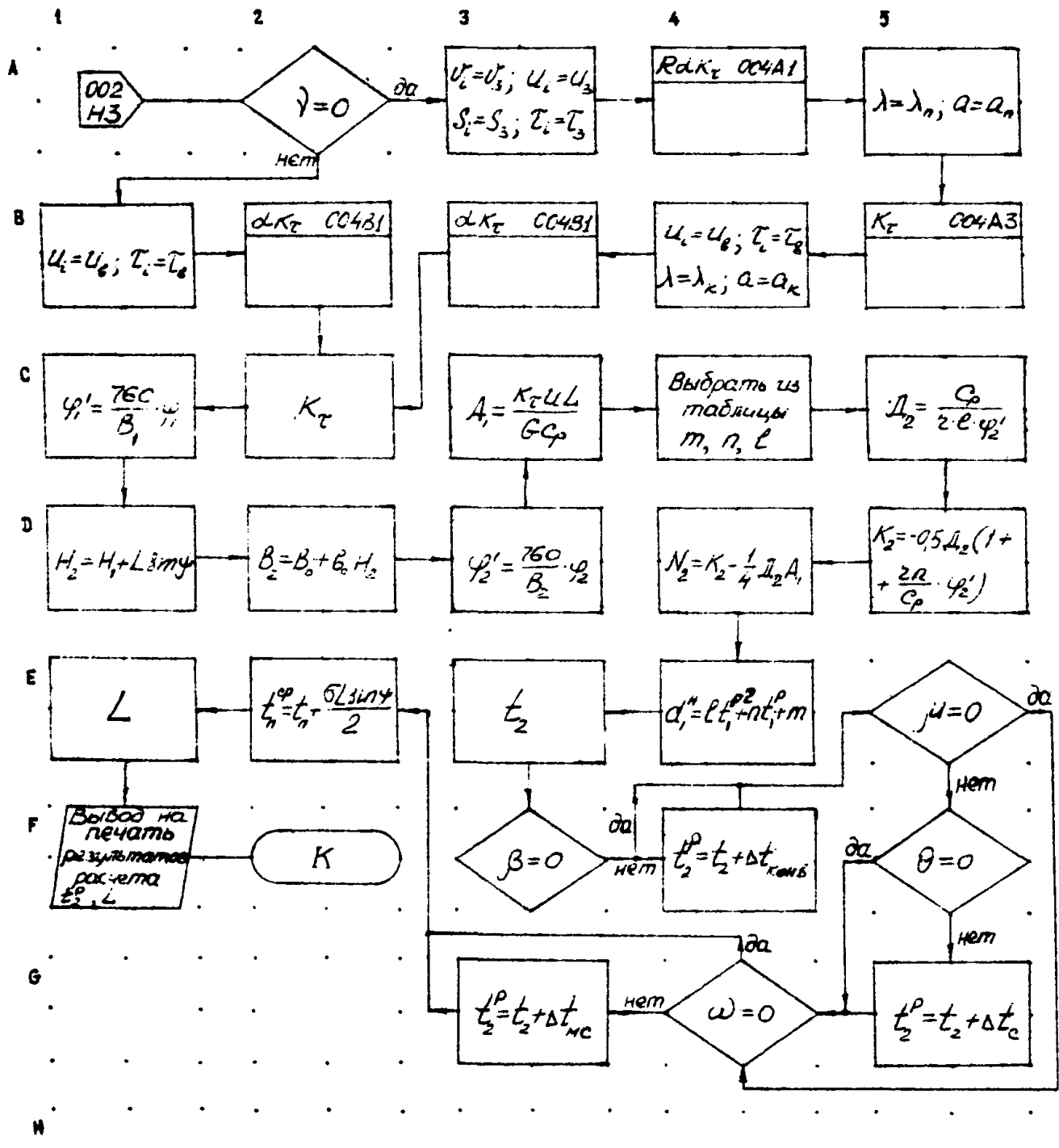
1	2	3	4	5	6
59.	Номер технологической дороги, на которой расположены конвейер				
60.	Тип крепи	-	Г	Г	
61.	Место расположения приводной головки		Р	Р	Г = 0 — индивидуальная крепь
62.	конвейера (в лаве или нет)	-	В	В	Р = 0 — в лаве; Р > 0 — перегрузка угля; Р < 0 — без перегрузки
63.	Комбайн или струг и место его расположения		В	В	В = 0 — в начале лавы; В ≠ 0 — в конце лавы
64.	в лаве		М	М	М = 0 — комбайн; М ≠ 0 — струг. М > 0 — приводная головка струга в лаве; М < 0 — приводная головка струга в начале лавы
65.	Место расположения маслостанций на добычном участке	-	С	С	С = 0 — в лаве; С > 0 — перед лавой.



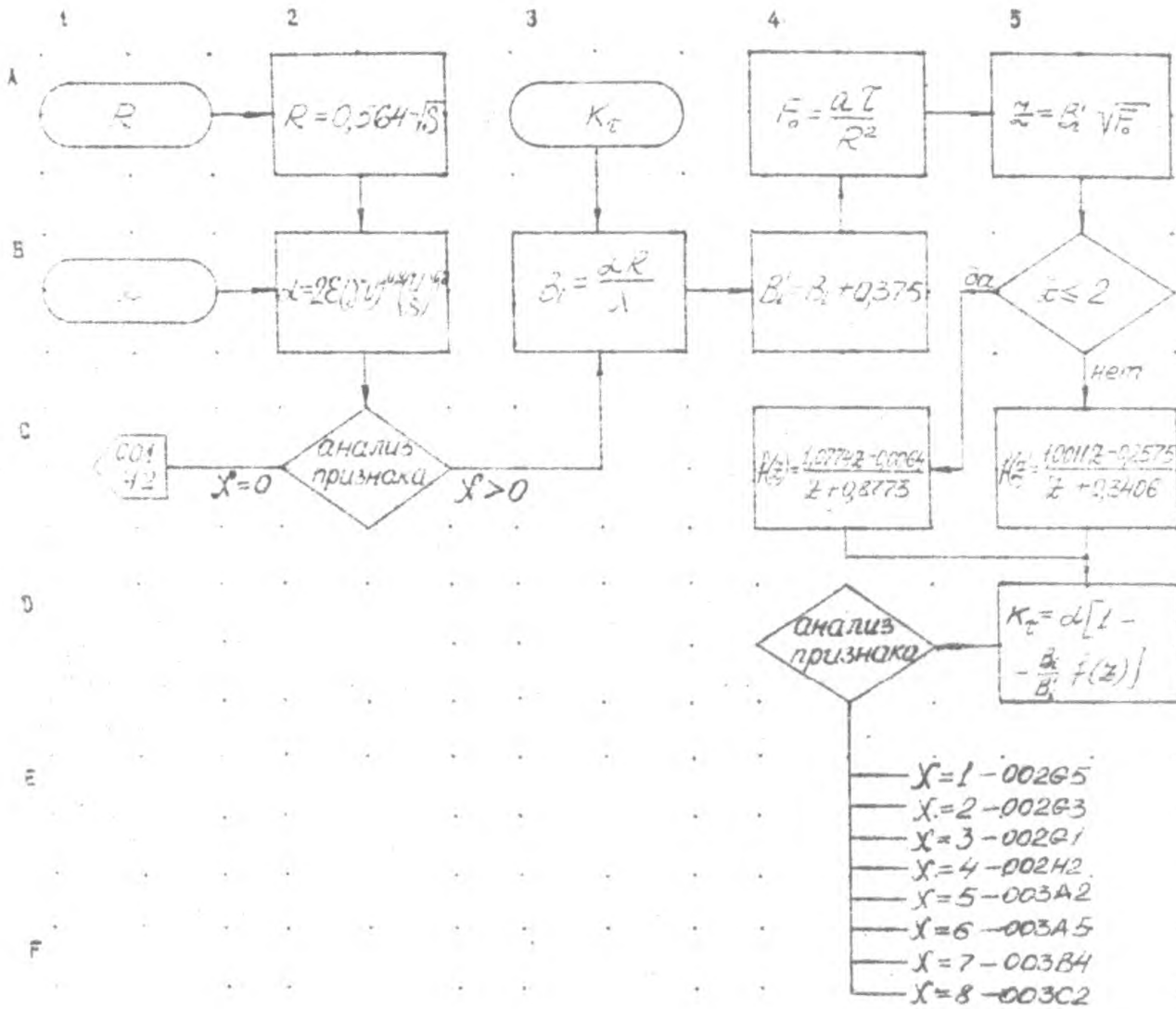
БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Теплобис расчет лав при повышенных нагрузках на очистные задоу		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгидроэнерг, Машин		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	Лист 001
ПРОВЕРИЛ			Листов 4
Т. КОНТРОЛЬ			



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Теплобы расчет лав при повышенных нагрузках на очистные зорбы		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгипроэкт, МакГВМ		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	Лист 002
ПРОВЕРИЛ			Листов 4
Т. КИТРОЛЬ			



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Тепловой расчет лав при повышенных нагрузках на очистные забои		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Долгиромовск, УМВНИИ		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	
			ЛИСТ 003
ПРОВЕРИЛ			
Т. КОНТРОЛЬ			ЛИСТОВ 4

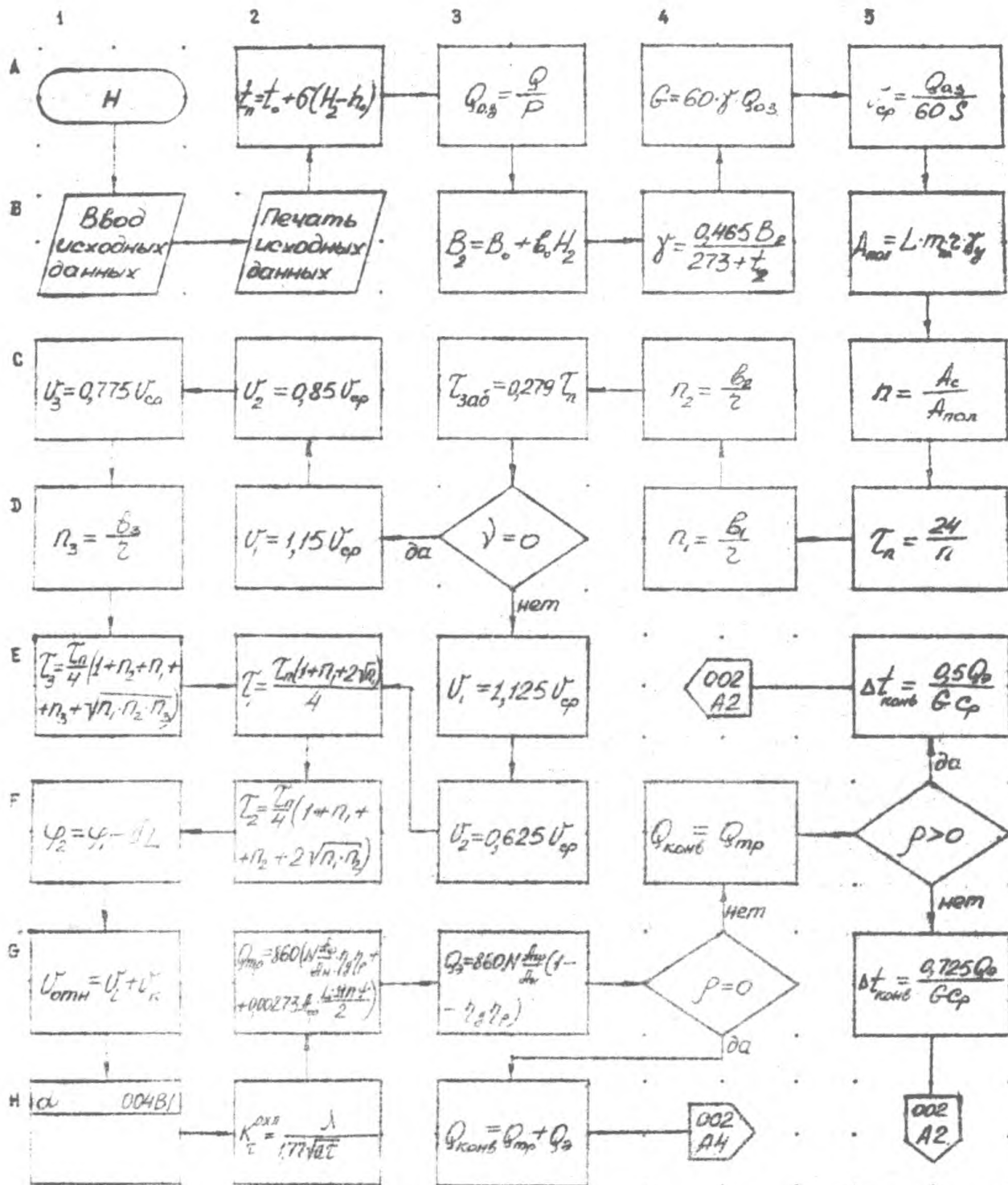


$$K_c = K_{c3} \cdot \frac{U_3}{U} + (K_{cm} + K_{ck}) \cdot \frac{U_1}{U} + (K_{c2} + K_{ck2}) \cdot \frac{U_2}{U} + (K_{m3} + K_{ck3}) \cdot \frac{U_3}{U} + K_{c8} \cdot \frac{U_8}{U}$$

$$z_2 = N_2 + \sqrt{N_2^2 + \Delta_2 \left[ \frac{t_p}{t_0} + A_1 \left( t_n + \frac{\beta L \sin \varphi}{2} - \frac{t_p}{2} \right) + \frac{L \sin \varphi}{427 c_p} + \frac{\Sigma Q_m}{G c_p} \right] - \frac{m}{e} + \frac{\alpha_1}{e} \cdot \frac{\varphi_1}{\varphi_2}}$$

$$L = \frac{\frac{t_p \cdot \Sigma Q_m}{G c_p} + \frac{\alpha_1 \varphi_1}{e} - 676 + 52 K_c - \frac{m}{e}}{\frac{K_c U (25 + t_p - t_0)}{G c_p} + \frac{\sin \varphi}{427 c_p}}$$

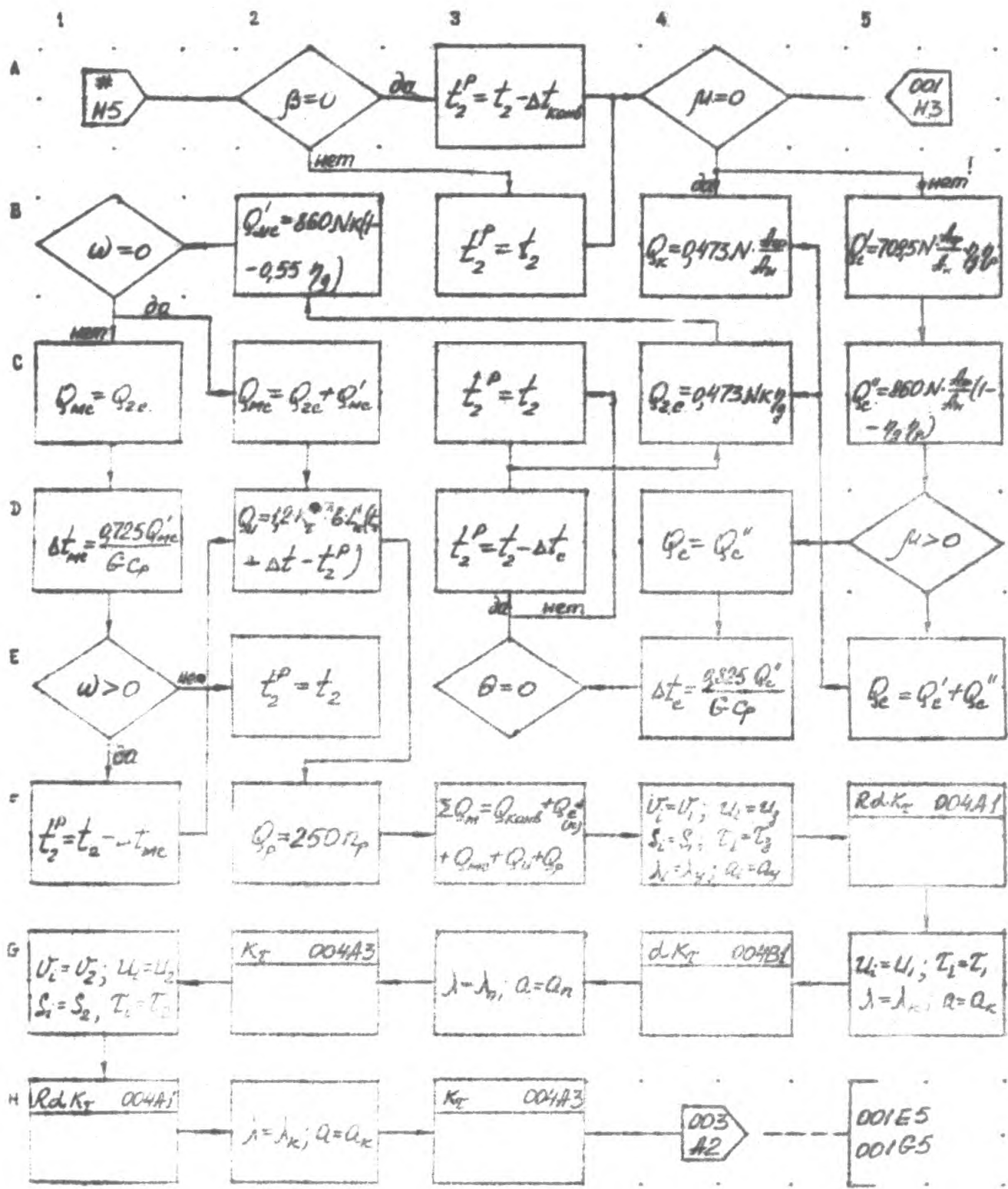
БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Тепловой расчет лав при повышенных нагрузках на очистные заборы		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Долгировский, МАННУЛ		
РАЗРАБОТАН	ДАТА	ПОДПИСЬ	ЛИСТ 004
ПРОВЕРЕН			ЛИСТОВ 4
Т. КОНТРОЛЬ			



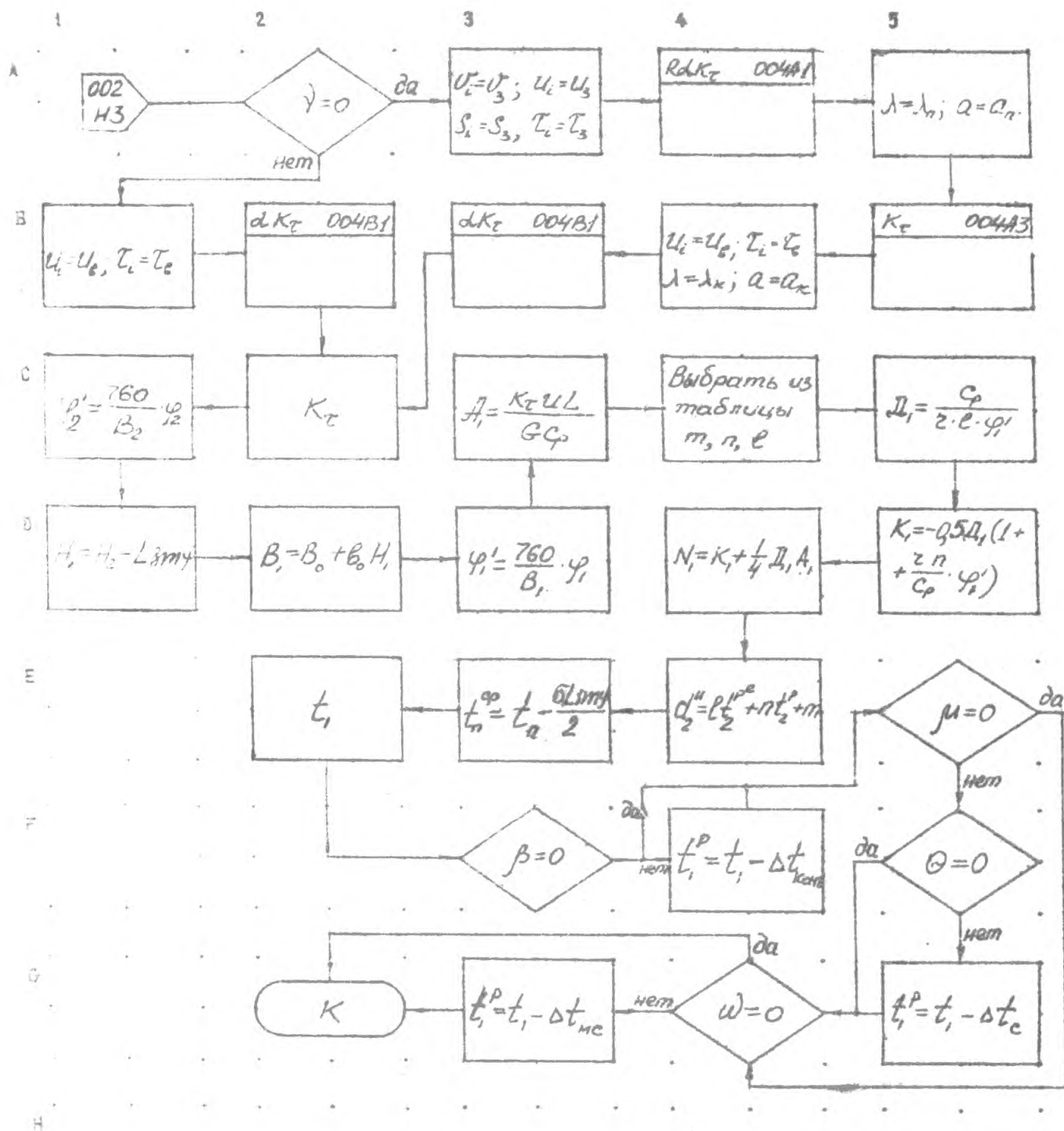
- 47 -

БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Обратный тепловой расчет лаб при повышенных нагрузках на очистные заборы		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгипрошахт, МахНИИ		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	ЛИСТ 001
ПРОВЕРИЛ			ЛИСТОВ 4
Т. КОНТРОЛЬ			

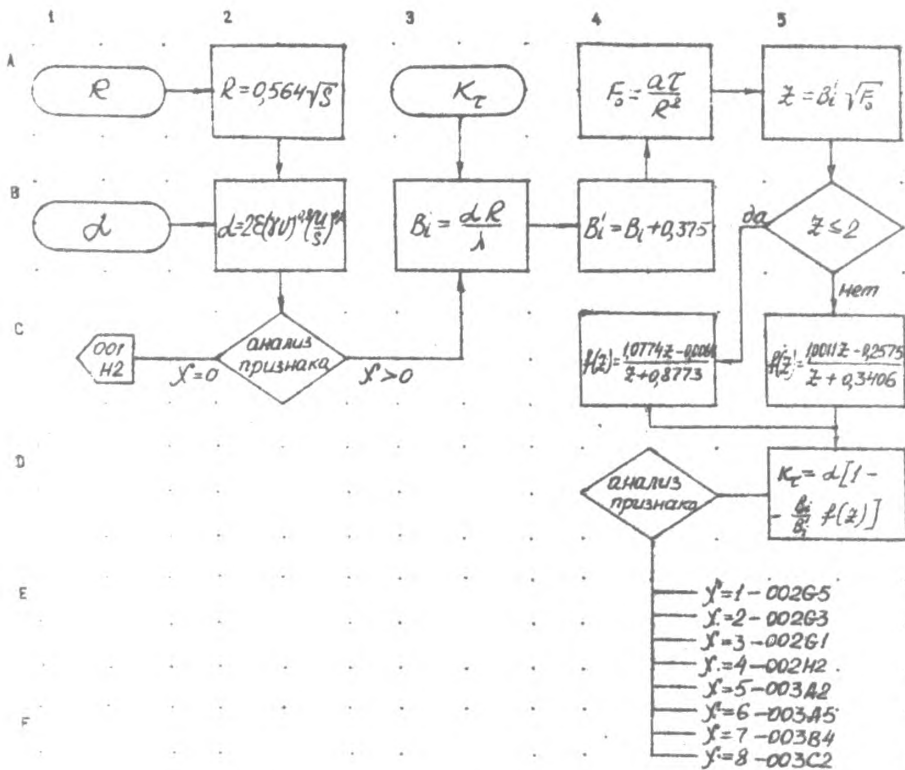




БАК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Обратный тепловой расчет лав при тобыщенных нагрузках на ожетные забол		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгиронваст, МАРНИМ		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	ЛИСТ 002
ПРОВЕРИЛ			ЛИСТОВ 4
Т КОНТРОЛЬ			



БЛОК - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Обратный тепловой расчет котла при по- вышенных нагрузках на отопительные залоги		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Донгипроэнерго, Минск		
РАЗРАБОТАЛ	ДАТА	ПОДПИСЬ	Лист 003
ПРОВЕРИЛ			Листов 4
Т. КОНТРОЛЬ			



$$K_z = K_{z_1} \cdot \frac{U_1}{U} + (K_{z_{n1}} + K_{z_{n2}}) \cdot \frac{U_1}{U} + (K_{z_{n2}} + K_{z_{n3}}) \cdot \frac{U_2}{U} + (K_{z_{n3}} + K_{z_{n4}}) \cdot \frac{U_3}{U} + K_{z_6} \cdot \frac{U_6}{U}$$

$$t_1 = N_1 + \sqrt{N_1^2 + D_1} \left[ t_2^p - A \left( t_n^p - \frac{t_1^p}{2} \right) - \frac{L \cdot \gamma \cdot \psi}{427 C_p} - \frac{\Sigma Q_m}{G C_p} \right] - \frac{m}{2} + \frac{d_2''}{2} \cdot \frac{U_2'}{U_1'}$$

БАДМ - СХЕМА К ЗАДАЧЕ	Обратный тепловой расчет лаб при повышенных нагрузках на очистные заборы		
ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК	Долгитровская, Макеева		
РАЗРАБОТАА	ДАТА	ПОДПИСЬ	ЛИСТ 004
ПРОВЕРИЛА			ЛИСТОВ 4
Т. КОНТРОЛЬ			