# ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

gost.e-ecolog.ru

*Утверждено Министерством угольной промышленности СССР 25 марта 1974 г.*

*Утверждено Госгортехнадзором СССР 21 марта 1974 г.*

# ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

МОСКВА «НЕДРА» 1975

УДК 622.416(083.96)

**Инструкция** по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания действующих угольных шахт. М., «Недра», 1975, 80 с.

Настоящая Инструкция является приложением к § 146 «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах», утвержденных в 1972 г.

В Инструкции излагаются порядок и методика расчета количества воздуха, необходимого для проветривания угольных шахт и отдельных выработок, а также приводятся указания по определению значений газовыделения, используемых при расчетах.

Выполнение требований Инструкции является обязательным при расчетах количества воздуха, необходимого для проветривания горных выработок действующих угольных шахт.

С выходом настоящей Инструкции отменяются Временная инструкция по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания угольных шахт (1966 г.), и другие документы по расчету количества воздуха для действующих шахт, в том числе и утвержденные угольными комбинатами по согласованию с местными органами госгортехнадзора.

Инструкция разработана МакНИИ, ВостНИИ и ДонУГИ на основе обобщения опыта применения Временной инструкции по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания угольных шахт, и результатов научно-исследовательских работ, выполненных за последние годы.

Табл. 35, ил. 17.

**И** $\frac{30703-176}{043(01)-75}$

© Издательство «Недра», 1975.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Расчеты количества воздуха, необходимого для проветривания отдельных выработок и шахты в целом, должны выполняться ежегодно на следующий год и раз в пять лет на будущее пятилетие в соответствии с производственными программами развития горных работ.

При ежегодных расчетах количество воздуха определяется на начало года, а также для положения горных работ, при котором возникает наибольшая потребность в воздухе. При изменении по сравнению с принятыми при расчетах геологических или горнотехнических условий (газообильности, добычи, скорости проведения выработок, количества одновременно взрываемых взрывчатых веществ, мощности установленного оборудования и т. п.) расчеты по отдельным объектам и при необходимости по шахте должны производиться повторно. Для новых очистных и подготовительных выработок, выемочных участков и камер расчеты производятся при разработке проектов или паспортов. В тех случаях, когда ожидаемое метановыделение определялось по природной метаноносности, по мере накопления данных о фактическом метановыделении должен производиться повторный расчет количества воздуха.

Расчет на пятилетие выполняется для периода наибольшей потребности в воздухе.

1.2. Выполнение расчетов количества воздуха возлагается на участок вентиляции и техники безопасности (ВТБ), начальника вентиляции шахты или лицо, выполняющее его функции. Результаты расчетов должны быть утверждены главным инженером шахты.

1.3. Основными исходными материалами для расчетов количества воздуха являются: производственная программа развития горных работ, схема вентиляции шахты, результаты замеров количества воздуха и концентрации газов в горных выработках, выполняемых со-

гласно Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах (ПБ). При наличии должны использоваться также данные газовых, воздушных и депрессионных съемок.

1.4. Расчеты количества воздуха производятся для очистных выработок, выемочных участков, обособленно проветриваемых подготовительных выработок и камер, а также поддерживаемых и погашаемых выработок. Общее количество воздуха для шахты определяется как сумма результатов этих расчетов и расчета утечек воздуха.

1.5. Приведенные в Инструкции значения коэффициентов неравномерности газовыделения, коэффициентов утечек воздуха через выработанные пространства выемочных участков, а также коэффициентов, учитывающих поступление метана из выработанных пространств в очистные выработки, могут уточняться для конкретных условий на основании газовых и воздушных съемок, выполненных ВГСЧ, или по рекомендациям научно-исследовательских организаций.

## 2. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК

2.1. Количество воздуха, необходимое для проветривания очистных выработок, должно рассчитываться по выделению метана, углекислого газа, газов, образующихся при взрывных работах, по числу людей и должно проверяться по допустимой скорости движения воздуха, а при последовательном проветривании подготовительных и очистных выработок — также по производительности вентиляторов местного проветривания (ВМП). Окончательно принимается наибольший результат.

При разработке антрацитовых пластов и температуре воздуха 16°С и выше количество воздуха должно быть дополнительно рассчитано из условия оптимальной по пылевому фактору скорости, если для разбавления вредных газов или по температурным условиям не требуется большая скорость движения воздуха.

Примечание. При возвратноточной схеме проветривания с примыканием свежей и исходящей струй к целику, когда ожидаемое газовыделение определяется для выемочного участка в целом, расчет по выделению метана (углекислого газа) следует вести сразу для выемочного участка по формуле (3.7).

2.2. Расчет по выделению метана (углекислого газа):

$$Q_{оч} = \frac{100\, I_{оч}\, k_{н}}{(c - c_0)\, k_{о.з}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (2.1)$$

где $Q_{оч}$ — количество воздуха, необходимое для проветривания очистной выработки, м³/мин;

$I_{оч}$ — ожидаемое среднее газовыделение в очистной выработке, м³/мин; определяется согласно указаниям раздела 11;

$k_{н}$ — коэффициент неравномерности газовыделения; определяется согласно п. 2.2.1;

$c$ — допустимая концентрация газа в исходящей из очистной выработки вентиляционной струе, %; принимается согласно ПБ;

$c_0$ — концентрация газа в поступающей на вымочный участок вентиляционной струе, %; определяется по результатам замеров;

$k_{о.з}$ — коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающей к призабойному; в тех случаях, когда ожидаемое газовыделение определено по фактическому, принимается по табл. 2.1; если ожидаемое метановыделение рассчитано по природной метаноносности, то принимается равным 1.

Таблица 2.1

| Способ управления кровлей | Породы непосредственной кровли | $k_{о.з}$ |
|---|---|---|
| Полное обрушение | Песчаник | 1,30 |
| То же | Песчанистый сланец | 1,25 |
| » | Глинистый сланец | 1,20 |
| Плавное опускание | — | 1,15 |
| Частичная закладка | — | 1,10 |
| Полная закладка | — | 1,05 |

2.2.1. Значения коэффициентов неравномерности газовыделения определяются согласно Инструкции по отбору проб рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану (к § 145 и 214 ПБ) или принимаются по табл. 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2

| Среднее метановыделение в очистной выработке, м³/мин | Значение коэффициента неравномерности метановыделения для условий | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов | Кузнецкого бассейна и Воркутинского месторождения Печорского бассейна | Карагандинского бассейна | Интинского и Юньягинского месторождений Печорского бассейна |
| 0,2 | 2,14 | 3,44 | — | 2,60 |
| 0,4 | 2,02 | 2,73 | — | 2,20 |
| 0,8 | 1,84 | 2,20 | — | 1,70 |
| 1,2 | 1,72 | 2,03 | 2,20 | 1,40 |
| 1,6 | 1,65 | 1,93 | 2,00 | 1,38 |
| 2 | 1,60 | 1,87 | 1,85 | 1,35 |
| 4 | 1,47 | 1,70 | 1,55 | 1,35 |
| 6 | 1,45 | 1,59 | 1,45 | 1,35 |
| 8 | 1,44 | 1,51 | 1,40 | 1,35 |
| 10 | 1,43 | 1,44 | 1,38 | 1,35 |
| 12 и более | 1,43 | 1,43 | 1,35 | 1,35 |

Таблица 2.3

| Среднее выделение углекислого газа в очистной выработке, м³/мин | Значение коэффициента неравномерности выделения углекислого газа для условий Кузнецкого, Карагандинского, Печорского и других восточных бассейнов |
|---|---|
| 0,3 | 2,10 |
| 0,6 | 1,53 |
| 0,9 | 1,32 |
| 1,2 | 1,20 |
| 1,5 | 1,14 |
| 1,8 | 1,10 |
| 2,1 и более | 1,07 |

Коэффициент неравномерности выделения углекислого газа для шахт Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов может приниматься равным 1,6.

2.3. Расчет по выделению метана при последовательном проветривании лав:

$$Q_{\text{оч}_n} = \frac{100\,k_{\text{н}}}{(c_1 - c_0)\,k_{\text{о.з}}} (I_{\text{оч}_1} + I_{\text{оч}_2} + \ldots + I_{\text{оч}_{n-1}}), \text{ м}^3/\text{мин} \quad (2.2)$$

при $I_{\text{оч}_n} < I_{\text{оч}_1} + I_{\text{оч}_2} + \ldots + I_{\text{оч}_{n-1}}$ или

$$Q_{\text{оч}_n} = \frac{100\,k_{\text{н}}}{(c - c_0)\,k_{\text{о.з}}} (I_{\text{оч}_1} + I_{\text{оч}_2} + \ldots + I_{\text{оч}_n}), \text{ м}^3/\text{мин} \quad (2.3)$$

при $I_{\text{оч}_n} \geqslant I_{\text{оч}_1} + I_{\text{оч}_2} + \ldots + I_{\text{оч}_{n-1}}$,

где $Q_{\text{оч}_n}$ — количество воздуха, которое необходимо подавать в $n$-ю лаву, м³/мин;

$n$ — число последовательно проветриваемых лав;

$c_1$ — допустимая концентрация метана в воздухе, поступающем в $n$-ю лаву, %; принимается согласно ПБ;

$I_{\text{оч}_1}$, $I_{\text{оч}_2}$ ... $I_{\text{оч}_n}$ — ожидаемое среднее выделение метана в лавах 1, 2,..., $n$, считая от выработки с поступающей струей воздуха, м³/мин.

Значения коэффициента неравномерности газовыделения принимаются по суммарному газовыделению в последовательно проветриваемых лавах.

2.4. Расчет по выделению углекислого газа при последовательном проветривании лав:

$$Q_{\text{оч}_n} = \frac{100\,k_{\text{н}}}{(c - c_0)\,k_{\text{о.з}}} (I_{\text{оч}_1} + I_{\text{оч}_2} + \ldots + I_{\text{оч}_n}), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2.4)$$

где $I_{\text{оч}_1}$, $I_{\text{оч}_2}$ ,..., $I_{\text{оч}_n}$ — ожидаемое среднее выделение углекислого газа в лавах *1, 2,..., n,* считая от выработки с поступающей струей воздуха, м³/мин.

2.5. Расчет по газам, образующимся при взрывных работах, производится следующим образом.

2.5.1. Для лав

$$Q_{\text{оч}} = \frac{34}{T} \sqrt{BV_{\text{оч}}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2.5)$$

где $T$ — время проветривания выработки, мин; принимается согласно ПБ;

$B$ — количество одновременно взрываемых взрывчатых веществ (ВВ), кг;

$V_{оч}$ — проветриваемый объем очистной выработки, м³;

$$V_{оч} = mb_{max} l_{л}, \text{ м}^3; \quad (2.6)$$

$m$ — вынимаемая мощность пласта (высота слоя), м;

$b_{max}$ — максимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей, а для лавообразных выработок с большим шагом обрушения (закладки) — равной ширине трех рабочих лент (дорожек);

$l_{л}$ — длина лавы, м.

2.5.2. Для камерообразных очистных выработок

$$Q_{оч} = \frac{27{,}5}{T} \sqrt[3]{BV_{оч}^2}, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (2.7)$$

Проветриваемый объем при щитовой системе разработки с четырьмя секциями в щите длиной 6 м каждая и ширине щитового перекрытия 2,5—10 м принимается в соответствии с табл. 2.4.

Таблица 2.4

| Ширина щита, м | Проветриваемый объем (м³) при угле падения пласта, градус | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75—90 |
| 2,5 | 123 | 111 | 94 | 84 | 80 | 77 | 73 | 70 |
| 3,0 | 135 | 127 | 103 | 95 | 90 | 86 | 83 | 79 |
| 3,5 | 150 | 141 | 115 | 105 | 99 | 96 | 92 | 83 |
| 4,0 | 162 | 153 | 124 | 114 | 103 | 103 | 99 | 95 |
| 4,5 | 173 | 163 | 132 | 121 | 115 | 111 | 106 | 101 |
| 5,0 | 185 | 175 | 142 | 130 | 123 | 119 | 113 | 110 |
| 5,5 | 196 | 185 | 150 | 138 | 131 | 125 | 120 | 115 |
| 6,0 | 202 | 190 | 157 | 144 | 136 | 131 | 125 | 120 |
| 6,5 | 210 | 195 | 162 | 148 | 140 | 135 | 129 | 124 |
| 7,0 | 220 | 208 | 169 | 155 | 147 | 141 | 135 | 128 |
| 7,5 | 228 | 216 | 175 | 160 | 152 | 146 | 140 | 134 |
| 8,0 | 233 | 220 | 179 | 163 | 155 | 149 | 142 | 137 |
| 8,5 | 236 | 222 | 180 | 166 | 157 | 151 | 144 | 138 |
| 9,0 | 238 | 224 | 181 | 167 | 158 | 152 | 146 | 139 |
| 9,5 | 240 | 226 | 183 | 169 | 160 | 153 | 148 | 140 |
| 10,0 | 242 | 228 | 185 | 171 | 162 | 155 | 150 | 146 |

Примечание. Для сдвоенных щитов проветриваемый объем подщитового пространства равен сумме объемов двух одинарных.

Для других условий проветриваемый объем подщитового пространства определяется по формуле

$$V_{оч} = \frac{H_{щ} n_с}{3}\left(\frac{m l_с}{k_м} + 2\sqrt{\frac{m l_с}{k_м}} + 4\right), \text{ м}^3, \quad (2.8)$$

где $H_{щ}$ — высота подщитового пространства, м; определяется по графику (рис. 2.1);

$n_с$ — число секций щитового перекрытия;

$l_с$ — длина секции по простиранию, м;

$k_м$ — коэффициент, характеризующий отношение мощности пласта к средней обнаженной ширине щита; определяется по графику (рис.2.2).

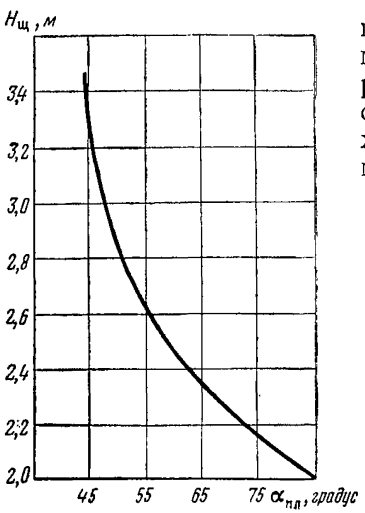



Рис. 2. 1. График для определения высоты подщитового пространства

Проветриваемый объем при комбинированной системе разработки с гибким перекрытием для лав нижнего слоя при отработке подэтажами по простиранию и лав монтажного слоя определяется по формуле

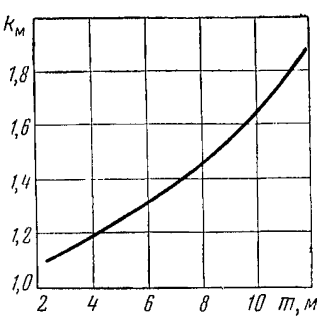



Рис. 2. 2. График для определения коэффициента $k_м$

$$V_{оч} = \bar{S} l_{оч}, \text{ м}^3, \quad (2.9)$$

где $\bar{S}$ — средняя площадь поперечного сечения поддерживаемого призабойного пространства, м$^2$;

$l_{оч}$ — длина очистного забоя, м.

Для очистных выработок нижнего слоя при отработке столбами по падению

$$V_{оч} = S_к l_к n_к + S_{п.п} l_{п.п}, \text{ м}^3, \quad (2.10)$$

где $S_к$ — площадь поперечного сечения наклонно-поперечной канавы, м²;

$l_к$ — длина наклонно-поперечной канавы, м;

$n_к$ — число наклонно-поперечных канав;

$S_{п.п}$ — площадь поперечного сечения продольного прохода под гибким перекрытием, м²;

$l_{п.п}$ — длина продольного прохода, м.

2.6. Расчет по числу людей:

$$Q_{оч} = 6n_ч, \text{ м}^3/\text{мин}, \tag{2.11}$$

где $n_ч$ — наибольшее число людей, одновременно работающих в очистной выработке.

2.7. Проверка по скорости движения воздуха производится по следующим формулам.

2.7.1. По минимально допустимой скорости движения воздуха в очистной выработке

$$Q_{оч} \geqslant 60\,Sv_{min}, \text{ м}^3/\text{мин}, \tag{2.12}$$

где $S$ — площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки в свету, м²; при механизированных крепях принимается согласно табл. 2.5, а при индивидуальной крепи рассчитывается по формуле (2.13);

$v_{min}$ — минимально допустимая скорость движения воздуха в очистной выработке, м/с; принимается согласно ПБ;

$$S = k_з\, mb_{max}, \text{ м}^2; \tag{2.13}$$

$k_з$ — коэффициент, учитывающий загроможденность призабойного пространства; принимается равным 0,9.

2.7.2. По максимально допустимой скорости движения воздуха в очистной выработке

$$Q_{оч} \leqslant Q_{оч_{max}}, \text{ м}^3/\text{мин}; \tag{2.14}$$

$$Q_{оч_{max}} = 60Sv_{max}, \text{ м}^3/\text{мин}, \tag{2.15}$$

где $Q_{оч\ max}$ — максимальное количество воздуха, которое можно подать в очистную выработку, м³/мин;

$v_{max}$ — максимально допустимая скорость движения воздуха в очистной выработке, м/с; принимается согласно ПБ.

Таблица 2.5

| Тип крепи (комплекса) | Вынимаемая мощность пласта (высота крепи), м | Площадь поперечного сечения призабойного пространства в свету, м² |
|---|---|---|
| МК-97 | 0,72 | 1,41 |
| | 1,3 | 3,4 |
| 2МК-97 | 0,62 | 1,52 |
| | 1,2 | 2,17 |
| «Донбасс» | 0,72 | 1,56 |
| | 1,1 | 2,5 |
| М-101Т | 0,6 | 1,2 |
| | 0,8 | 1,6 |
| М-87Д и М-87Э | 1,18 | 2,7 |
| | 1,9 | 4,6 |
| М-87м | 1,0 | 2,3 |
| | 1,2 | 2,7 |
| 1МКМ | 1,5 | 3,0 |
| | 1,75 | 3,8 |
| ПМКЭ | 1,7 | 2,9 |
| | 2,2 | 4,4 |
| Т-1 (комплекс ОМКТМ) | 1,85 | 2,7 |
| | 3,0 | 3,4 |
| Т-13 (комплекс ОКП) | 1,85 | 2,7 |
| | 3,5 | 3,4 |
| 2М-81Э | 2,0 | 3,54 |
| | 3,2 | 6,32 |
| Агрегат СА | 1,5 | 2,2 |
| | 2,0 | 3,1 |
| Комплекс КТУ-2м | 2,6 | 2,3 |
| Агрегат АМС | 2,2 | 6,0 |
| М-87ДН | 1,25 | 2,5 |
| | 1,95 | 4,6 |
| 2КГД | 0,75 | 1,85 |
| | 1,2 | 3,12 |
| «Днепр-3» | 0,85 | 1,04 |
| | 1,3 | 1,89 |
| МКТ | 0,6 | 1,0 |
| | 0,9 | 1,4 |
| АЩК | 1,4 | 1,8 |
| | 2,2 | 3,2 |
| Агрегат АНЩ | 0,7 | 1,05 |
| | 1,1 | 2,32 |
| Агрегат АГП | — | 3,0 |
| Агрегат АМСК | — | 2,9 |
| Комплекс КГСП | — | 5,6 |
| Комплекс КСНІ | — | 6,3 |

Площадь $S$ при механизированных крепях принимается по табл. 2.5, а при индивидуальной крепи рассчитывается по формуле

$$S = k_з m b_{min}, \quad (2.16)$$

где $b_{min}$ — минимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей.

2.7.3. По минимально допустимой скорости движения воздуха в промежуточных штреках с подсвежающими струями при последовательном проветривании лав

$$Q_{оч_n} \geqslant 60 S v_{min} + 9 \Sigma S_{пр.ш}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2.17)$$

где $\Sigma S_{пр.ш}$ — сумма площадей поперечных сечений промежуточных штреков, по которым подаются подсвежающие струи, м$^2$.

2.8. Проверка по производительности ВМП при последовательном проветривании подготовительных и очистных выработок производится по соблюдению условия

$$Q_{оч} \geqslant Q_{вс}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2.18)$$

где $Q_{вс}$ — количество воздуха, которое необходимо подавать к всасу ВМП, м$^3$/мин; определяется согласно п. 5.8.

2.9. Расчет по оптимальной по пылевому фактору скорости движения воздуха:

$$Q_{оч} = 96 S, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2.19)$$

где $S$ определяется согласно п. 2.7.2.

## 3. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

3.1. Расчет для выемочного участка выполняется по количеству воздуха, необходимо для проветривания очистной выработки, и проверяется по числу людей. Для возвратноточной схемы проветривания с примыканием свежей и исходящей струй к целику дополнительно выполняется расчет по газовыделению согласно п. 3.4.

При разработке тонких крутых пластов механизированными лавами по простиранию и восходящем проветривании расчет производится с учетом влияния падающего угля.

Таблица 3.1

| Схема проветривания выемочного участка | Примыкание выработок выемочного участка с вентиляционной струей | | | Значение коэффициента $k_{ут.в}$ при | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | полном обрушении | | | частичной закладке | | | плавном опускании | |
| | свежей | исходящей | подсвежающей | глинистые сланцы | песчанистые сланцы | песчаники | глинистые сланцы | песчанистые сланцы | песчаники | глинистые сланцы | известняки |
| Возвратноточная | К целику | К целику | — | 1,25 | 1,30 | 1,40 | 1,10 | 1,15 | 1,25 | 1,10 | 1,15 |
| | » | » | К выработанному пространству | 1,50 | 1,65 | 1,80 | 1,20 | 1,25 | 1,35 | 1,15 | 1,30 |
| | К выработанному пространству | К выработанному пространству | — | 1,40 | 1,55 | 1,70 | 1,20 | 1,25 | 1,40 | 1,15 | 1,30 |
| | То же | То же | К целику | 1,55 | 1,70 | 1,80 | 1,20 | 1,25 | 1,40 | 1,15 | 1,30 |
| Прямоточная | К целику | К выработанному пространству | — | 1,30 | 1,40 | 1,55 | 1,20 | 1,25 | 1,35 | 1,15 | 1,30 |
| | То же | То же | К целику | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,20 | 1,25 | 1,35 | 1,15 | 1,30 |
| | К выработанному пространству | К целику | — | 1,30 | 1,35 | 1,45 | 1,20 | 1,25 | 1,30 | 1,15 | 1,30 |
| | То же | То же | К выработанному пространству | 1,50 | 1,55 | 1,65 | 1,20 | 1,25 | 1,35 | 1,15 | 1,30 |

Примечание. Под выемочным участком понимается обособленно проветриваемый очистной забой и прилегающие к нему подготовительные выработки (при последовательном проветривании — все проветриваемые последовательно очистные забои с прилегающими к ним подготовительными выработками).

3.2. Расчет для Донбасса и аналогичных условий:

при $$\frac{I_{уч}}{I_{оч}} \leqslant k_{ут.в} \quad Q_{уч} = k_{ут.в} Q_{оч}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (3.1)$$

при $$\frac{I_{уч}}{I_{оч}} > k_{ут.в} \quad Q_{уч} = \frac{I_{уч}}{I_{оч}} Q_{оч}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (3.2)$$

где $k_{ут.в}$ — коэффициент, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство; принимается согласно табл. 3.1;

$I_{уч}$ — ожидаемое среднее газовыделение на выемочном участке, м³/мин; определяется согласно указаниям, приведенным в разделе 11;

$Q_{уч}$ — количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного участка, м³/мин.

Если расчет выполняется по формуле (3.2), то при схемах проветривания без подсвежения исходящей из выемочного участка вентиляционной струи должно соблюдаться условие

$$Q_{уч} \leqslant k_{ут.в} Q_{оч_{max}}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (3.3)$$

Количество воздуха, необходимое для подсвежения исходящей из выемочного участка вентиляционной струи, определяется по формуле

$$Q_{псдсв} = \left(\frac{I_{уч}}{I_{оч}} - k_{ут.в}\right) Q_{оч}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (3.4)$$

3.3. Расчет для Кузбасса и аналогичных условий:

$$Q_{уч} = k_д Q_{оч} + \Sigma Q_{п.уч} + \Sigma Q_{ут.уч}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (3.5)$$

где $k_д$ — коэффициент доставки воздуха, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство и вентиляционные сооружения в пределах выемочного участка; принимается согласно табл. 3.2;

$\Sigma Q_{п.уч}$ — сумма количеств воздуха, необходимых для обособленного проветривания проводимых на выемочном участке подготовительных выработок, м³/мин; рассчитывается согласно указаниям, приведенным в разделе 5;

Таблица 3.2

| Система разработки | Порядок отработки выемочного поля, схема проветривания, способ управления кровлей | $k_д$ |
|---|---|---|
| Сплошная | Прямой, возвратноточная, полное обрушение при мощности пласта, м: | |
| | до 1,5 . . . . . | 1,30 |
| | более 1,5 . . . . . | 1,50 |
| | Прямой, возвратноточная, частичная закладка или плавное опускание . . | 1,15 |
| | Прямой, прямоточная, полное обрушение . . . . . | 1,15 |
| | Прямой, прямоточная, частичная закладка . . . . . | 1,05 |
| | Прямой, любая схема проветривания, полная закладка . . . . . | 1,05 |
| Длинные столбы по простиранию (лава-этаж) | Обратный, возвратноточная, полное обрушение при мощности пласта, м: | |
| | до 1 . . . . . | 1,70 |
| | 1—2 . . . . . | 1,30 |
| | более 2 . . . . . | 1,20 |
| | Обратный, прямоточная, полная или частичная закладка . . . . . | 1,15 |
| | То же при возвратноточной схеме . | 1,10 |
| | Отработка двумя столбами при подготовке поля спаренными штреками с полной закладкой между ними, размер бутовой полосы не менее 15 м | 1,15 |
| Длинные столбы по простиранию с одновременной отработкой двух-трех подэтажей | Обратный, возвратноточная при мощности пласта, м: | |
| | до 1 . . . . . | 1,50 |
| | более 1 . . . . . | 1,20 |
| Длинные столбы по простиранию с одновременной отработкой более трех подэтажей | Обратный, возвратноточная, полное обрушение . . . . . | 1,6 |
| Длинные столбы по восстанию или падению | Обратный, прямоточная, полное обрушение . . . . . | 1,3 |

| Система разработки | Порядок отработки выемочного поля, схема проветривания, способ управления кровлей | $k_д$ |
|---|---|---|
| Камерная при гидромеханизации | — | 1,5 |
| Щитовая (жесткие и эластичные щиты) | При мощности пласта, м:<br>до 3,5<br>более 3,5 | <br>1,7<br>2,0 |
| Парные штреки | Прямой, полное обрушение<br>Обратный, полное обрушение | 1,4<br>1,2 |
| Слоевые | Полное обрушение | 1,6 |
| Наклонно-поперечные слои | Полная закладка | 1,3 |
| Наклонные слои | Полная закладка | 1,2 |
| Подэтажная камерная гидроотбойка (в условиях Междуреченского месторождения) | Полное обрушение | 1,7 |
| Длинные столбы по восстанию с выемкой заходками по падению при гидромеханизации | Полное обрушение | 2,0 |
| Комбинированная с гибким перекрытием | Обратный, полное обрушение:<br>монтажный слой<br>Нижний слой при отработке по простиранию:<br>с двумя лавами в слое<br>с тремя лавами<br>Нижний слой при отработке по падению:<br>с двумя лавами в слое<br>с тремя лавами | <br>1,6<br><br>3,8<br>4,0<br><br>4,5<br>4,8 |

$\Sigma Q_{ут.уч}$ — сумма утечек воздуха через перемычки, изолирующие выемочный участок от старых выработанных пространств, м³/мин; определяется по нормам, приведенным в разделе 8.

Примечание. При комбинированной системе разработки с гибким перекрытием в условиях мощных крутых пластов количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного участка, рассчитывается по формуле

$$Q_{уч} = k_д Q_{оч}, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (3.6)$$

3.4. При возвратноточной схеме проветривания с примыканием свежей и исходящей струй к целику расчет количества воздуха для выемочного участка по выделению метана (углекислого газа) выполняется по формуле

$$Q_{уч} = \frac{100 I_{уч} k_н}{c - c_0}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (3.7)$$

где $k_н$ определяется согласно п. 2.2.1;

$c$ — допустимая концентрация газа в исходящей из выемочного участка вентиляционной струе, %;

$c_0$ — концентрация газа в поступающей на выемочный участок вентиляционной струе, %.

При этом должно соблюдаться условие (3.3).

Примечание. Для шахт Подмосковного бассейна $k_н$ принимается равным: для механизированных лав 2,3 и для лав с буровзрывным способом выемки угля 2,6, а в формулу (3.7) вместо $c_0$ подставляется концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты. При этом количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного участка, должно составлять не менее 200 м³/мин, если выемочные штреки проведены в угольном массиве, и не менее 250 м³/мин, если выемочные штреки проведены вприсечку к выработанному пространству или участок отрабатывает целики угля у штреков главных направлений.

3.5. Количество воздуха, проверяемое по числу людей, должно удовлетворять условию

$$Q_{уч} > 6 n_ч, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (3.8)$$

где $n_ч$ — максимальное число людей, одновременно работающих на выемочном участке.

3.6. Количество воздуха для выемочного участка с учетом влияния падающего угля определяется по формуле

$$Q_{уч} = Q_{уч_{max}} + \Delta Q_{уч}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (3.9)$$

где $Q_{уч_{max}}$ — наибольший из результатов расчетов по формулам (3.1), (3,2), (3.3), (3.7) и (3.8), м³/мин;

$\Delta Q_{уч}$ — поправка, учитывающая уменьшение количества воздуха под действием падающего угля, м³/мин;

$$\Delta Q_{уч} = \frac{(1{,}4\,h_у - 3)\,Q^{0{,}85}_{уч_{max}}}{h_{уч}}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (3.10)$$

$h_у$ — депрессия, создаваемая потоком падающего угля в призабойном пространстве, кгс/м²; при $h_у < 5$ кгс/м² следует принимать $\Delta Q_{уч} = 0$;

$$h_у = \frac{3{,}78\,b_к\,v_к\,(v + v_у)^2}{b_{min}\,k_з\,v_у}, \text{ кгс/м}^2; \qquad (3.11)$$

$b_к$ — ширина захвата комбайна, м;

$v_к$ — скорость подачи комбайна, м/мин;

$v$ — скорость движения воздуха в призабойном пространстве, м/с;

$$v = \frac{Q_{уч_{max}}}{60\,S k_{т.в}}, \text{ м/с} \qquad (3.12)$$

$S$ — площадь поперечного сечения призабойного пространства, м²; определяется по табл. 2.5 или по формуле (2.16);

$b_{min}$ — минимальная ширина призабойного пространства, м; принимается согласно паспорту крепления и управления кровлей, но не более 10 м;

$k_з$ — коэффициент, учитывающий загроможденность призабойного пространства; для лав с индивидуальной крепью при удержании кровли на кострах принимается равным 0,9 и при обрушении на тумбы — 0,8; для лав, оборудованных механизированными крепями, — 0,7;

$v_у$ — скорость падающего угля, м/с; принимается по табл. 3.3;

$h_{уч}$ — депрессия выемочного участка при $Q_{уч\,max}$, кгс/м²; определяется расчетом или по данным депрессионной съемки.

Если при съемке фактическое количество воздуха $Q_{уч.с}$ отличалось от $Q_{уч_{max}}$, то $h_{уч}$ рассчитывается по формуле

$$h_{уч} = h_{уч.с}\left(\frac{Q_{уч_{max}}}{Q_{уч.с}}\right)^2, \text{ кгс/м}^2; \qquad (3.13)$$

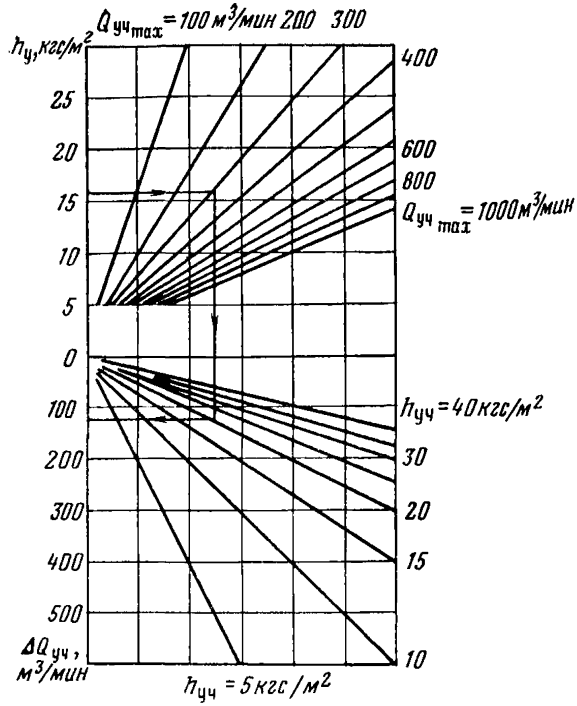



Рис. 3. 1. Номограмма для определения поправки, учитывающей уменьшение количества воздуха под действием падающего угля

$h_{уч.с}$ — депрессия выемочного участка по данным депрессионной съемки, кгс/м².

Таблица 3.3

| Угол падения пласта, градус | $v_у$, м/с | Угол падения пласта, градус | $v_у$, м/с |
|---|---|---|---|
| 45 | 3,4 | 60 | 5,6 |
| 50 | 4,1 | 65 | 6,4 |
| 55 | 4,8 | 70 | 7,2 |

Для формул (3.10) и (3.11) построены номограммы (рис. 3.1 и 3.2). Номограмма для формулы (3.11) соответствует ширине захвата 0,9 м, при другой ширине

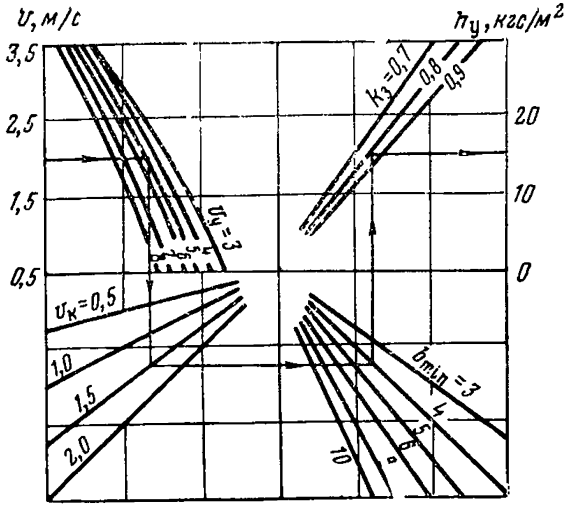



Рис. 3. 2. Номограмма для определения депрессии, создаваемой потоком падающего угля в призабойном пространстве

захвата результат расчета по номограмме (рис. 3.2) следует умножить на величину $\frac{b_к}{0,9}$.

При невозможности определения $h_{уч}$ допускается приближенный расчет $\Delta Q_{уч}$ по формуле

$$\Delta Q_{уч} = \frac{k_{п.у}}{Q_{уч_{max}}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (3.14)$$

где $k_{п.у}$ — коэффициент, учитывающий влияние падающего угля; принимается согласно табл. 3.4.

Таблица 3.4

| Депрессия, создаваемая потоком падающего угля, кгс/м² | $k_{п.у}$ | Депрессия, создаваемая потоком падающего угля, кгс/м² | $k_{п.у}$ |
|---|---|---|---|
| 5 | 13 000 | 20 | 82 000 |
| 10 | 35 600 | 25 | 97 000 |
| 15 | 58 000 | 30 | 120 000 |

Если на выемочном участке имеется регулятор количества воздуха, то результат расчета по формуле (3.14) следует уменьшить вдвое.

## 4. РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ПО ГАЗОВОМУ ФАКТОРУ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ

4.1. Исходными данными для расчета максимально допустимой нагрузки являются: максимальное количество воздуха, которое можно подать в очистную выработку, $Q_{оч_{max}}$, м³/мин; определяется по формуле (2.15); среднее метановыделение в очистной выработке $I_{оч}$ и на выемочном участке $I_{уч}$, м³/мин; добыча $A$, при которой определены $I_{оч}$ и $I_{уч}$, т/сут; длина очистного забоя $l_{оч}$, для которого известны $I_{оч}$, $I_{уч}$, $A$, м; длина очистного забоя $l_{оч.р}$, для которого рассчитывается максимально допустимая нагрузка, м.

Значения $I_{оч}$ и $I_{уч}$ определяются согласно указаниям, приведенным в разделе 11. Если расчет выполняется по фактическому метановыделению в очистной выработке $I_{оч.ф}$ и на участке $I_{уч.ф}$, то $I_{оч}=I_{оч.ф}$, $I_{уч}=I_{уч.ф}$, при этом $l_{оч}$ и $A$ — фактические длина очистного забоя и добыча.

Для вновь вводимых очистных выработок в тех случаях, когда ожидаемое метановыделение определяется по природной метаноносности, следует задаться величиной скорости подвигания очистного забоя и рассчитать по формулам (11.18) и (11.19) соответствующие этой скорости значения $I_{оч}$ и $I_{уч}$, а по формуле (4.1) — добычу:

$$A = ml_{оч.р}\gamma v_{оч}k_{и}, \text{ т/сут}, \qquad (4.1)$$

где $\gamma$ — объемная масса угля, т/м³;

$v_{оч}$ — скорость подвигания очистного забоя, м/сут;

$k_{и}$ — коэффициент извлечения угля, доли единицы; принимается согласно проекту.

4.2. Максимально допустимая по газовому фактору нагрузка на очистной забой рассчитывается по формуле

$$A_{max} = k_A A, \text{ т/сут}, \qquad (4.2)$$

где $k_A$ — коэффициент возможного увеличения добычи, определяемый при помощи номограмм (рис. 4.1; 4.2; 4.3 и 4.4) по величинам $Q_р$, $I_р$ и $\frac{l_{оч.р}}{l_{оч}}$;

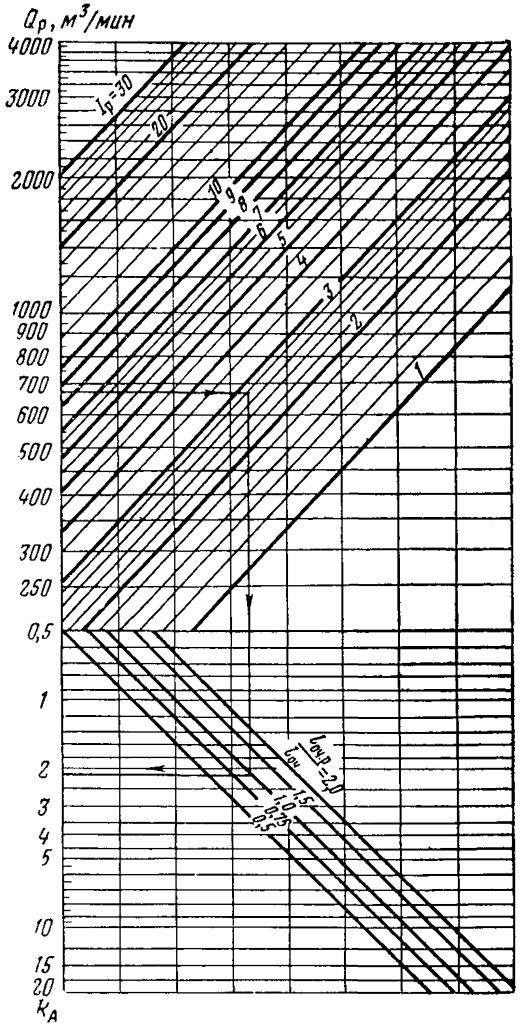



Рис. 4. 1. Номограмма для определения коэффициента возможного увеличения добычи в условиях Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов

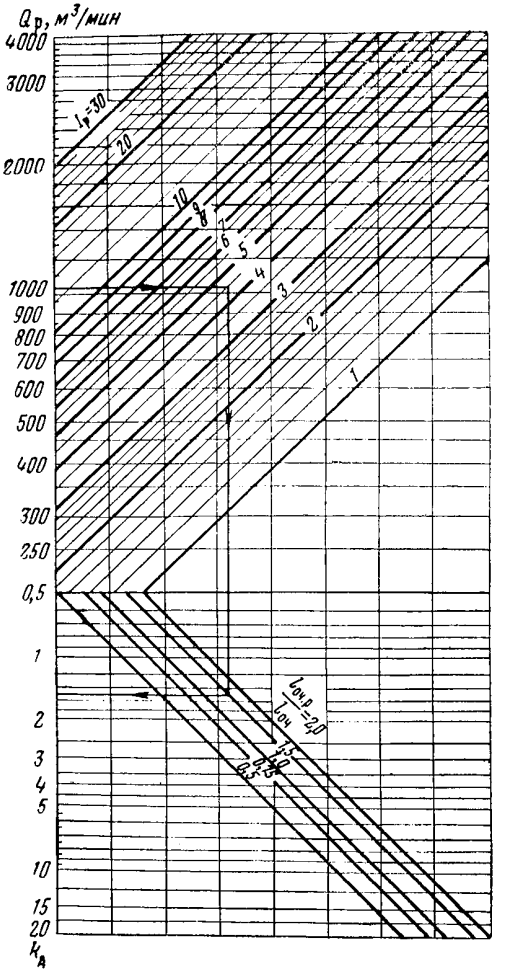



Рис. 4. 2. Номограмма для определения коэффициента возможного увеличения добычи в условиях Кузнецкого бассейна и Воркутинского месторождения Печорского бассейна

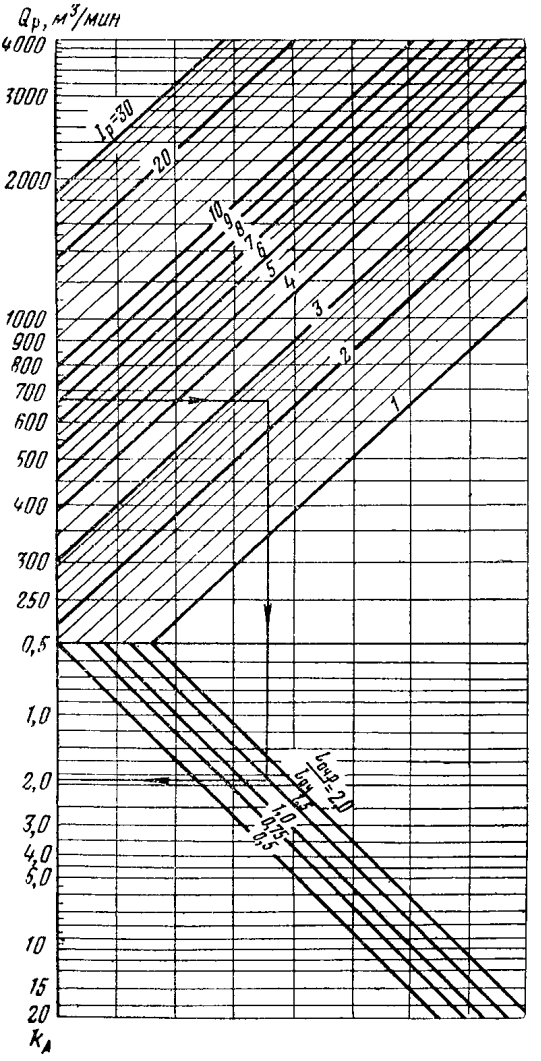



Рис. 4. 3. Номограмма для определения коэффициента возможного увеличения добычи в условиях Карагандинского бассейна

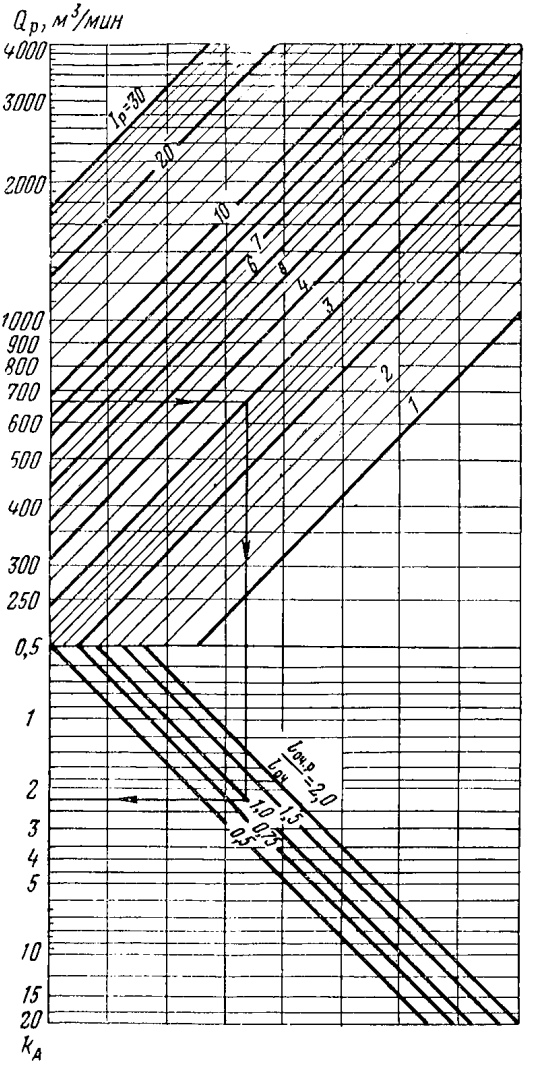



Рис. 4. 4. Номограмма для определения коэффициента возможного увеличения добычи в условиях Интинского и Юньягинского месторождений Печорского бассейна

$Q_р$ — количество воздуха, которое может быть использовано для разбавления выделяющегося в очистной выработке или на выемочном участке метана, м³/мин;

$I_р$ — метановыделение в очистной выработке или на выемочном участке, м³/мин.

При схемах проветривания без подсвежения исходящей из выемочного участка вентиляционной струи значения $Q_р$ и $I_р$ определяются по формулам:

а) если вентиляционный штрек примыкает к выработанному пространству,

при $\frac{I_{уч}}{I_{оч}} \leqslant k_{ут.в}$ $Q_р = \frac{c - c_0}{c} Q_{оч_{max}} k_{о.з}$, $I_р = I_{оч}$; (4.3)

при $\frac{I_{уч}}{I_{оч}} > k_{ут.в}$ $Q_р = \frac{c - c_0}{c} Q_{оч_{max}} k_{ут.в}$, $I_р = I_{уч}$; (4.4)

б) если вентиляционный штрек примыкает к целику угля,

$$Q_р = \frac{c - c_0}{c} Q_{оч_{max}} k_{ут.в.}, \quad I_р = I_{уч}. \tag{4.5}$$

При схеме проветривания, предусматривающей подсвежение исходящей из выемочного участка вентиляционной струи,

$$Q_р = \frac{c - c_0}{c} Q_{оч_{max}} k_{о.з}, \quad I_р = I_{оч}. \tag{4.6}$$

## 5. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

5.1. Количество воздуха, необходимое для проветривания подготовительных выработок, должно рассчитываться по выделению метана или углекислого газа, по газам, образующимся при взрывных работах, числу людей и должно проверяться по допустимой скорости движения воздуха. Окончательно принимается наибольший результат.

Для выработок протяженностью до 300 м расчет выполняется сразу для максимальной длины выработки. Для выработок большей протяженности допускается

расчет на отдельные периоды для промежуточных значений длины 300, 600, 900 м и т. д., включая максимальную длину.

5.2. Расчет по выделению метана (углекислого газа) производится следующим образом.

5.2.1. При проведении выработок при помощи комбайнов, отбойных молотков или выбуривания пласта

$$Q_{з.п} = \frac{100\, I_{з.п}}{c - c_0},\ м^3/мин, \qquad (5.1)$$

где $Q_{з.п}$ — количество воздуха, которое необходимо подавать в призабойное пространство подготовительной выработки, м³/мин;

$I_{з.п}$ — ожидаемое выделение метана на призабойном участке выработки, м³/мин; определяется согласно п. 11.15;

$c$ — допустимая концентрация метана в исходящей из подготовительной выработки вентиляционной струе, %; принимается согласно ПБ;

$c_0$ — концентрация метана в струе воздуха, поступающей в подготовительную выработку, %; определяется по результатам замеров.

5.2.2. При взрывном способе выемки угля (для шахт, опасных по газу)

$$Q_{з.п} = \frac{Sl_{з.тр}}{k_т}\left[\frac{71\, I_{з.п_{max}}}{Sl_{з.тр}\,(c_{max} - c_0) + 18\, I_{з.п_{max}}}\right]^2,\ м^3/мин, \qquad (5.2)$$

где $S$ — площадь поперечного сечения выработки в свету на призабойном участке, м²;

$l_{з.тр}$ — расстояние от конца вентиляционного трубопровода до забоя выработки; принимается равным 8 м;

$k_т$ — коэффициент турбулентной диффузии; принимается равным 1,0 для выработок с площадью поперечного сечения до 10 м² и 0,8 для выработок с площадью поперечного сечения более 10 м²;

$I_{з.п_{max}}$ — максимальное метановыделение в призабойном пространстве после взрывания по углю, м³/мин; определяется согласно п. 11, 16;

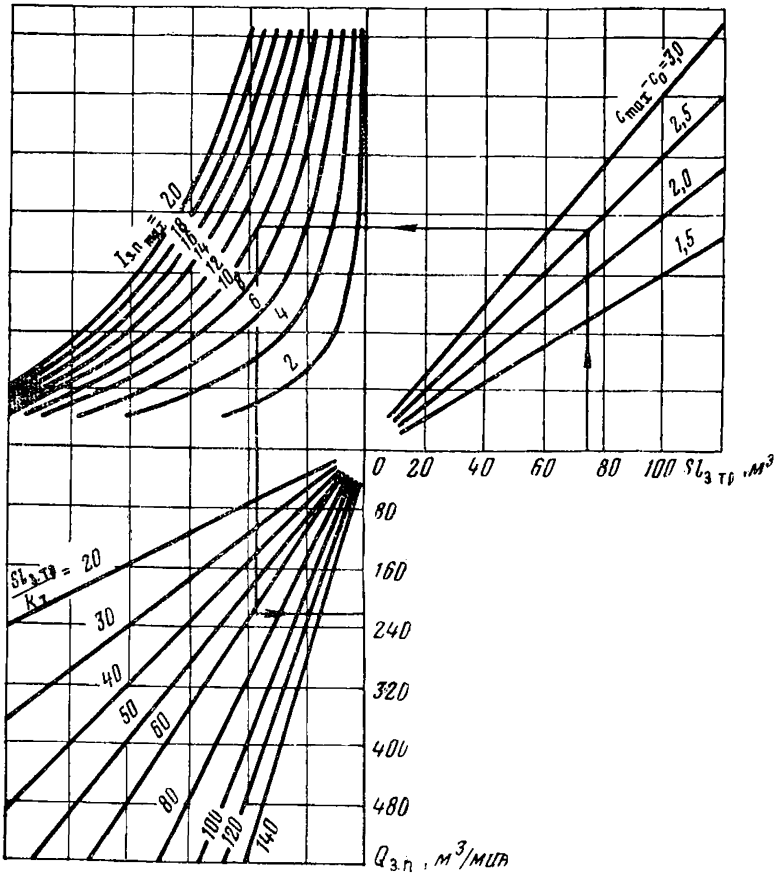



Рис. 5. 1. Номограмма для определения количества воздуха для призабойного пространства подготовительной выработки по максимальному метановыделению при взрывном способе выемки угля

$c_{max}$ — допустимая максимальная концентрация метана в призабойном пространстве после взрывания по углю, %; принимается равной 2% для пластов, опасных по пыли, и 3% для пластов, не опасных по пыли.

Для формулы (5.2) построена номограмма (рис. 5.1). При использовании номограммы предварительно следует рассчитать значение $Sl_{з.тр}$, м³.

5.2.3. Количество воздуха для проветривания всей подготовительной выработки при любых способах проведения определяется по формуле

$$Q_{\text{п}} = \frac{100\, I_{\text{п}}\, k_{\text{н.п}}}{c - c_0}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (5.3)$$

где $I_{\text{п}}$ — среднее ожидаемое газовыделение в подготовительной выработке, м³/мин; определяется согласно пп. 11.17 и 11.18;

$k_{\text{н.п}}$ — коэффициент неравномерности газовыделения в подготовительной выработке; принимается равным 1,1, а в условиях Подмосковного бассейна — 2,4 для выработок, проводимых в угольном массиве, и 3,3 для выработок, проводимых вприсечку к выработанному пространству;

$c$ — допустимая концентрация газа в исходящей из подготовительной выработки вентиляционной струе, %; принимается согласно ПБ;

$c_0$ — концентрация газа в струе воздуха, поступающей в подготовительную выработку, %; определяется по результатам замеров. Для шахт Подмосковного бассейна при обособленном проветривании подготовительных выработок вместо $c_0$ следует принимать концентрацию углекислого газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты.

5.3. Расчет по газам, образующимся при взрывных работах:

$$Q_{\text{з.п}} = \frac{2{,}25}{T} \sqrt[3]{\frac{B I_{\text{ВВ}}\, \overline{S}^2\, l_{\text{п}}^2\, k_{\text{обв}}}{k_{\text{ут.тр}}^2}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (5.4)$$

где $T$ — время проветривания выработки после взрывания, мин; принимается согласно ПБ;

$B$ — количество одновременно взрываемых ВВ, кг;

$I_{\text{ВВ}}$ — газовость ВВ, л/кг; принимается равной 100 л/кг при взрывании по углю и 40 л/кг при взрывании по породе;

$\overline{S}$ — средняя площадь поперечного сечения тупиковой части подготовительной выработки в свету, м²; для выработок переменного сечения определяется по формуле

$$\overline{S} = \frac{S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots + S_n l_n}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n}, \text{ м}^2; \qquad (5.5)$$

$S_1$, $S_2$..., $S_n$ — площади поперечных сечений отдельных участков выработки, м$^2$;

$l_1$, $l_2$,..., $l_n$ — длины этих участков, м;

$l_п$ — длина тупиковой части выработки, м; для выработок большой протяженности вместо $l_п$ подставляется критическая длина $l_{п\,max}$, определяемая согласно п. 5.3.1;

$k_{обв}$ — коэффициент, учитывающий обводненность выработки; принимается по табл. 5.1;

$k_{ут.тр}$ — коэффициент утечек воздуха в вентиляционных трубах; определяется согласно п. 5. 6.

Таблица 5.1

| Характеристика выработок | $k_{обв}$ |
|---|---|
| Стволы сухие (приток до 1 м$^3$/ч) и обводненные глубиной более 200 м. Горизонтальные и наклонные выработки проводятся по сухим породам . . . . . | 0,8 |
| Стволы обводненные (приток до 6 м$^3$/ч) глубиной более 200 м. Горизонтальные и наклонные выработки частично проводятся по водоносным породам (влажные выработки) . . . . . | 0.6 |
| Стволы обводненные (приток от 6 до 15 м$^3$/ч), капеж в виде дождя. Горизонтальные и наклонные выработки на всю длину проводятся по водоносным породам или с применением водяных завес (обводненные выработки) | 0,3 |
| Стволы обводненные (приток более 15 м$^3$/ч); капеж в виде ливня . . . . . | 0,15 |

При ведении взрывных работ в несколько приемов расчет должен производиться для взрывания, при котором образуется наибольшее количество ядовитых газов.

Для формулы (5.4) построена номограмма (рис. 5.2). При использовании номограммы предварительно следует рассчитать количество ядовитых газов $BI_{вв}$, л, и объем тупиковой части выработки $Sl_п$, м$^3$.

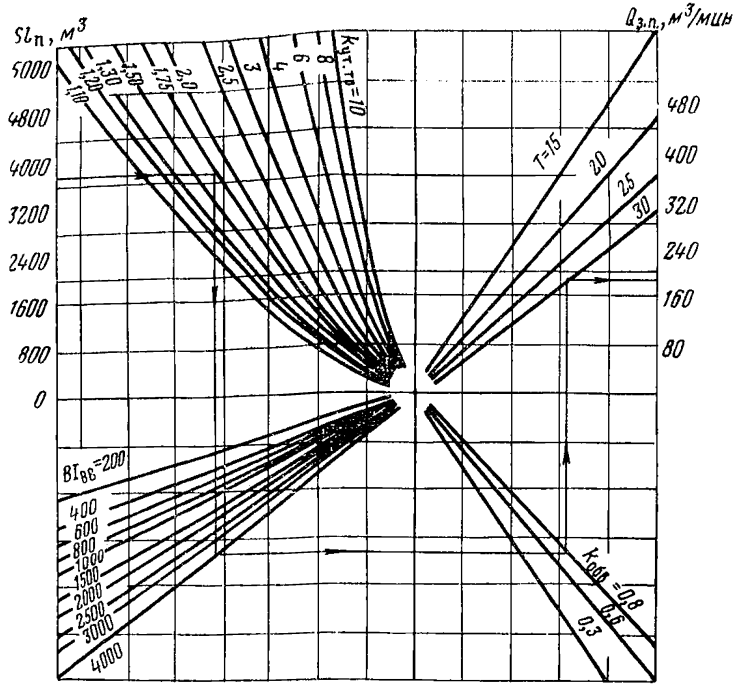



Рис. 5.2. Номограмма для определения количества воздуха для призабойного пространства подготовительной выработки по ядовитым газам, образующимся при взрывных работах

5.3.1. Критическая длина выработки определяется по формуле

$$l_{п_{max}} = 12{,}5 \frac{BI_{вв}\, k_{т.с}}{\bar{S} k^2_{ут.тр}}, \text{ м}, \qquad (5.6)$$

где $k_{т.с}$ — коэффициент турбулентной диффузии полной свободной струи; определяется по табл. 5.2 в зависимости от величины $\frac{l_{з.тр}}{d_{тр.п}}$;

$l_{з.тр}$ — расстояние от конца вентиляционных труб до забоя выработки, м; принимается согласно ПБ;

$d_{тр.п}$ — приведенный диаметр вентиляционных труб, м; при расположении вентиляционных труб в углу выработки равен 2 $d_{тр}$, а при распо-

ложении у стенки, посредине высоты или ширины выработки равен 1,5 $d_{тр}$;

$d_{тр}$ — действительный диаметр вентиляционных труб, м.

Таблица 5.2

| $\frac{l_{э.тр}}{d_{тр.п}}$ | $k_{т.с}$ | $\frac{l_{э.тр}}{d_{тр.п}}$ | $k_{т.с}$ |
|---|---|---|---|
| 3,22 | 0,247 | 7,72 | 0,460 |
| 3,57 | 0,262 | 9,60 | 0,529 |
| 3,93 | 0,276 | 12,10 | 0,600 |
| 4,28 | 0,287 | 15,80 | 0,672 |
| 4,80 | 0,300 | 21,85 | 0,744 |
| 5,40 | 0,335 | 30,80 | 0,810 |
| 6,35 | 0,395 | 48,10 | 0,873 |

5.4. Расчет по числу людей:

$$Q_{э.п} = 6n_{ч},\ м^3/мин, \qquad (5.7)$$

где $n_{ч}$ — наибольшее число людей, одновременно работающих в подготовительной выработке.

5.5. Проверка по скорости движения воздуха производится по следующим факторам.

5.5.1. По скорости движения воздуха в призабойном пространстве подготовительной выработки

$$Q_{э.п} \geqslant 20S\,v_{э_{min}},\ м^3/мин, \qquad (5.8)$$

где $v_{э_{min}}$ — минимально допустимая скорость движения воздуха в призабойном пространстве подготовительной выработки, м/с; принимается согласно ПБ в зависимости от температуры воздуха.

5.5.2. По средней скорости движения воздуха в выработке

$$Q_{э.п} \geqslant 60\,\overline{S}v_{п_{min}},\ м^3/мин, \qquad (5.9)$$

где $v_{п_{min}}$ — минимально допустимая скорость движения воздуха в подготовительной выработке, м/с; принимается согласно ПБ.

5.6. Значения коэффициента утечек воздуха для гибких вентиляционных труб диаметром 400—600 мм при длине звеньев 20 м принимаются по табл. 5.3, а при уве-

личении числа стыков за счет применения 5- и 10-метровых звеньев и фасонных частей — по табл. 5.4.

Таблица 5.3

| Длина трубопровода, м | $k_{ут.\ тр}$ | Длина трубопровода, м | $k_{ут.\ тр}$ |
|---|---|---|---|
| 50 | 1,04 | 600 | 1,35 |
| 100 | 1,07 | 700 | 1,39 |
| 150 | 1,11 | 800 | 1,43 |
| 200 | 1,14 | 1000 | 1,54 |
| 250 | 1,16 | 1200 | 1,76 |
| 300 | 1,19 | 1500 | 2,09 |
| 400 | 1,25 | 2000 | 2,63 |
| 500 | 1,30 | | |

Таблица 5.4

| Общее число стыков в трубопроводе | $k_{ут.\ тр}$ | Общее число стыков в трубопроводе | $k_{ут.\ тр}$ |
|---|---|---|---|
| До 4 | 1,04 | 18—20 | 1,23 |
| 5 | 1,05 | 21—25 | 1,30 |
| 6—8 | 1,07 | 26—35 | 1,33 |
| 9—11 | 1,11 | 36—45 | 1,43 |
| 12—14 | 1,15 | 46—55 | 1,54 |
| 15—17 | 1,19 | | |

Значения коэффициента утечек воздуха для гибких вентиляционных труб диаметром 700—1000 мм при длине звеньев 10 м принимаются по табл. 5.5.

Таблица 5.5

| Длина трубопровода, м | $k_{ут.\ тр}$ | Длина трубопровода, м | $k_{ут.\ тр}$ |
|---|---|---|---|
| 100 | 1,07 | 900 | 2,27 |
| 200 | 1,13 | 1000 | 2,63 |
| 300 | 1,22 | 1200 | 3,23 |
| 400 | 1,32 | 1400 | 4,00 |
| 500 | 1,41 | 1600 | 4,75 |
| 600 | 1,54 | 1800 | 6,25 |
| 700 | 1,72 | 2000 | 7,15 |
| 800 | 1,96 | | |

Коэффициент утечек воздуха для металлических трубопроводов определяется по формуле

$$k_{\text{ут.тр}} = \left(\frac{1}{3} k_{\text{ут.ст}} d_{\text{тр}} \frac{l_{\text{тр}}}{l_{\text{зв}}} \sqrt{R} + 1\right)^2, \qquad (5.10)$$

где $k_{\text{ут.ст}}$ — удельный стыковой коэффициент воздухопроницаемости условного трубопровода диаметром 1 м; для фланцевых соединений с резиновыми прокладками принимается равным 0,002—0,005 при удовлетворительном качестве сборки и 0,001 при хорошем;

$l_{\text{тр}}$ — длина трубопровода, м;

$l_{\text{зв}}$ — длина звена, м;

$R$ — аэродинамическое сопротивление трубопровода без учета утечек;

$$R = \frac{6{,}5\,\alpha l_{\text{тр}}}{d_{\text{тр}}^5}, \text{ кμ}, \qquad (5.11)$$

$\alpha$ — коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода; принимается по табл. 5.6.

Таблица 5.6

| $d_{\text{тр}}$, м | $\alpha \cdot 10^4$ | $d_{\text{тр}}$, м | $\alpha \cdot 10^4$ |
|---|---|---|---|
| 0,4 | 3,6 | 0,8 | 2,9 |
| 0,5 | 3,5 | 0,9 | 2,8 |
| 0,6 | 3,0 | 1,0 | 2,5 |
| 0,7 | 3,0 | | |

Примечание. Для старых труб коэффициент $\alpha$ следует увеличивать на 25%.

5.7. Расчет производительности ВМП:

$$Q_{\text{в}} = k_{\text{ут.тр}} Q_{\text{з.п}}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (5.12)$$

при этом должно выполняться условие

$$Q_{\text{в}} \geqslant k'_{\text{ут.тр}} Q_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (5.13)$$

где $Q_{\text{в}}$ — производительность ВМП, м³/мин;

$k'_{\text{ут.тр}}$ — коэффициент утечек воздуха в вентиляционных трубах на участке от ВМП до устья подготовительной выработки; при установке ВМП не далее 50 м от устья при-

нимается равным 1, а при больших расстояниях определяется по табл. 5.3; 5.4; 5.5 или формуле (5.10).

5.8. Количество воздуха, поступающее к всасу ВМП, должно удовлетворять следующим условиям:

для любого отдельно установленного ВМП

$$Q_{вс} \geqslant 1{,}43\,Q_{в},\ м^3/мин; \qquad (5.14)$$

для любой группы ВМП, работающих на разные трубопроводы и установленных в одном месте,

$$Q_{вс} \geqslant 1{,}43\,\Sigma Q_{в},\ м^3/мин. \qquad (5.15)$$

Примечание. 1. ВМП, работающие последовательно на один трубопровод, следует рассматривать как один вентилятор.

2. ВМП считаются установленными в одном месте, если расстояние между ними не превышает 10 м; при расстоянии от ближайшего ВМП более 10 м вентилятор считается установленным отдельно.

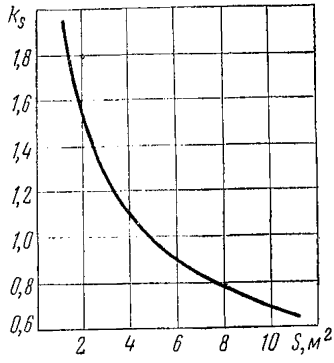



Рис. 5. 3. График для определения коэффициента приведения площади перемычки

5.9. При проведении параллельных выработок, проветриваемых за счет общешахтной депрессии и при помощи ВМП, расчет количества воздуха для тупиковых частей выработок производится согласно пп. 5.1—5.7, а количество воздуха, подаваемое к всасу ВМП, должно соответствовать требованиям п. 5.8 и следующему условию:

$$Q_{вс} \geqslant \frac{100\,I_{пар}}{0{,}5 - c_0},\ м^3/мин, \qquad (5.16)$$

где $I_{пар}$ — выделение метана в параллельной выработке от ее начала до места установки ВМП, м³/мин; определяется на основании замеров.

Количество воздуха, которое необходимо подавать в устье параллельной выработки, рассчитывается по формуле

$$Q_{у.пар} = Q_{вс}\left(1 + \frac{0{,}01\,n_п\,k_{пр}}{k_S}\right),\ м^3/мин, \qquad (5.17)$$

где $n_п$ — число перемычек от устья параллельной выработки до места установки ВМП;

$k_{пр}$ — приведенные утечки воздуха; принимаются по табл. 5.7;

Таблица 5.7

| Типы перемычек | $k_{пр}$ |
|---|---|
| Шлако- и бутобетонные | 1,05 |
| Каменные | 1,20 |
| Шлакоблочные | 1,40 |
| Чураковые | 1,75 |
| Дощатые | 2,45 |

$k_S$ — коэффициент приведения площади перемычки; определяется в зависимости от площади перемычки $S$ по графику (рис. 5.3).

## 6. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ КАМЕР

6.1. Для склада взрывчатых материалов

$$Q_к = 0{,}07 V_к, \text{ м}^3/\text{мин}, \tag{6.1}$$

где $V_к$ — суммарный объем выработок склада, м³.

6.2. Для электромашинных камер

$$Q_к = \frac{50 \Sigma N_i (1 - \eta_i) k_{зг_i}}{26 - t_0}, \text{ м}^3/\text{мин}, \tag{6.2}$$

где $N_i$ — мощность электроустановки, кВт; учитываются одновременно работающие установки;

$\eta_i$ — к. п. д. электроустановки; для насосных установок принимается равным к. п. д. двигателя, а для подземных вакуум-насосных станций — равным произведению к. п. д. двигателя и вакуум-насоса;

$k_{зг_i}$ — коэффициент загрузки в течение суток; для установок с продолжительностью непрерывной работы 1 ч и более принимается равным 1, а для установок с продолжительностью периодов непрерывной работы менее 1 ч рассчитывается по формуле

$$k_{\text{зг}_i} = \frac{T_{\text{р}_i}}{24}; \qquad (6.3)$$

$T_{\text{р}_i}$ — суммарная продолжительность работы установки в течение суток, ч;

$t_0$ — температура воздуха, поступающего в камеру в наиболее теплый месяц года, °С; определяется как средняя по результатам трех замеров в течение месяца.

6.3. Для зарядных камер

$$Q_{\text{к}} = \frac{31 \cdot 10^{-4} \Sigma E_i n_{\text{а}_i} n_{\text{б}_i}}{26 - t_0}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (6.4)$$

где $E_i$ — емкость аккумуляторной батареи, А·ч.;

$n_{\text{а}_i}$ — число аккумуляторов в батарее;

$n_{\text{б}_i}$ — число одновременно заряжаемых аккумуляторных батарей.

При этом должно выполняться условие

$$Q_{\text{к}} \geqslant 30 n_{\text{б}}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (6.5)$$

## 7. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ВЫРАБОТОК

7.1. Расчет для поддерживаемых выработок выполняется по их фактической газообильности с проверкой по скорости движения воздуха:

$$Q_{\text{п.в}} \geqslant 60 S v_{\min}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (7.1)$$

где $Q_{\text{п.в}}$ — количество воздуха, подаваемое в поддерживаемую выработку, м³/мин;

$S$ — площадь поперечного сечения выработки в свету, м²;

$v_{\min}$ — минимальная скорость движения воздуха в выработке согласно ПБ, м/с; $v_{\min}$ должна составлять 0,25 м/с для очистных (включая резервные) выработок и может быть принята равной 0,15 м/с для поддерживаемых подготовительных выработок; для конвейерных выработок вместо $v_{\min}$ подставляется скорость 1,3 м/с.

Примечание. К поддерживаемым относятся резервные не дающие добычу выемочные участки и выработки, которые не ис-

пользуются ни для подачи свежего воздуха на выемочные участки, к забоям очистных и подготовительных выработок, в камеры, ни для отвода исходящих из них вентиляционных струй.

Для поддерживаемых подготовительных выработок длиной не более 30 м, в которых установлены перемычки с дверями, вместо расчета по минимальной скорости количество воздуха должно определяться по нормам утечек.

7.2. Количество воздуха для проветривания погашаемых выемочных участков в условиях Подмосковного бассейна принимается равным $Q_{уч}$, а в других условиях определяется по газообильности участков в период погашения или, при отсутствии таких данных, принимается равным 0,5 $Q_{уч}$, где $Q_{уч}$ — количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного участка в период эксплуатации.

## 8. УТЕЧКИ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

8.1. Нормы утечек воздуха через подземные вентиляционные сооружения приведены в табл. 8.1, 8.2, 8.3.

Таблица 8.1

| Тип глухих перемычек | Нормы утечек ($м^3$/мин) при площади перемычек, $м^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 7 | 10 | 15 |
| Бетонные, каменные, кирпичные, шлакоблочные, бетонитовые . . . | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 |
| Чураковые . . . . . | 11 | 15 | 20 | 24 | 30 |

Примечание. В случае применения покрытий из полиуретана нормы утечек в табл. 8.1 следует уменьшить в 1,5 раза.

Указанные нормы соответствуют перепаду давления 50 кгс/$м^2$. При других перепадах давления нормы утечек пересчитываются по формуле

$$Q_{ут} = Q_{ут.н}\sqrt{\frac{h}{50}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (8.1)$$

где $Q_{ут}$ — норма утечек через сооружение при фактическом перепаде давления, $м^3$/мин;

$Q_{ут.н}$ — норма утечек через сооружение при перепаде давления 50 кгс/$м^2$, $м^3$/мин;

$h$ — фактический перепад давления, кгс/$м^2$; опре-

деляется на основании замеров или по данным расчета депрессии шахты.

Примечание. Для поддерживаемых выработок норму утечек через перемычки с дверями следует сравнить с количеством воздуха, рассчитанным согласно п. 7.1, и принять большую из этих величин.

Таблица 8.2

| Типы перемычек и дверей | Нормы утечек (м³/мин) при площади дверей, м² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 |
| Одностворчатые двери, установленные: | | | | | |
| в бетонных, каменных, кирпичных, шлакоблочных, бетонитовых перемычках . . . | 34 | 37 | 41 | — | — |
| в чураковых перемычках . . . | 38 | 41 | 45 | — | — |
| Двустворчатые двери в выработках с рельсовым путем, установленные: | | | | | |
| в бетонных, каменных, кирпичных, шлакоблочных, бетонитовых перемычках . . . | — | 51 | 57 | 65 | 70 |
| в чураковых перемычках . . | — | 55 | 62 | 70 | 75 |

Таблица 8.3

| Тип сооружения | Нормы утечек воздуха, м³/мин |
|---|---|
| Загрузочные устройства в околоствольном дворе: | |
| без бункера (течки) . . . . . | 240 |
| с бункером . . . . . | 100 |
| Участковый бункер . . . . . | 30 |
| Гезенк-лаз . . . . . | 30 |
| Перекрытие погашенного гезенка . . . . | 5 |

Примечание. В нормы утечек воздуха через загрузочные устройства в околоствольном дворе включены утечки через ходок к дозатору.

8.2. Нормы утечек через шлюзы рассчитываются по формуле

$$Q_{ут.шл} = k_{пер} Q_{ут.н},\ м^3/мин, \qquad (8.2)$$

где $k_{пер}$ — коэффициент, зависящий от числа перемычек в шлюзе; принимается равным 0,76 при двух перемычках, 0,66 при трех и 0,57 при четырех;

$Q_{ут.н}$ — норма утечек воздуха через одну перемычку при общем перепаде давления на шлюзе, м³/мин.

Норма утечек через кроссинг определяется как сумма норм утечек через шлюзы (перемычки), умноженная на коэффициент 1,25.

8.3. Нормы утечек воздуха через надшахтные здания вертикальных стволов, оборудованных подъемами, и через вентиляционные каналы приведены в табл. 8.4 и 8.5. Эти нормы соответствуют перепаду давления

Таблица 8.4

| Тип здания | Нормы утечек воздуха через здание (м³/мин) при общей площади наружных стен и перекрытий надшахтного здания, включая копер, м² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 100 | 100—300 | 300—500 | 500—1000 | более 1000 |
| Скипового ствола . . . . . | — | — | 670 | 780 | 950 |
| Клетевого ствола . . . . . | 90 | 190 | 380 | 690 | 850 |

Таблица 8.5

| Площадь поперечного сечения вентиляционного канала, м² | Нормы утечек воздуха, м³/мин |
|---|---|
| До 5 | 200 |
| 5—10 | 300 |
| Более 10 | 500 |

200 кгс/м², а для других перепадов должны быть пересчитаны по формуле

$$Q_{ут} = Q_{ут.н} \sqrt{\frac{h}{200}},\ м^3/мин. \qquad (8.3)$$

При нагнетательном проветривании нормы следует увеличить на 13%.

Нормы утечек воздуха через устья наклонных стволов при наличии надшахтных зданий принимаются равными нормам утечек через надшахтные здания клетевых стволов, а при отсутствии надшахтных зданий рассчитываются как для шлюзов.

Общая норма внешних утечек равна сумме норм утечек через надшахтное здание и вентиляционный канал.

При установке вентиляторов на вентиляционных стволах, не используемых для подъема, и на шурфах все внешние утечки воздуха учитываются коэффициентом внешних утечек $k_{ут.вн}$, значения которого приведены в табл. 8.6. При работе вентиляторов на нагнетание значения этого коэффициента должны быть увеличены на 0,15, а при наличии резервных вентиляторов на 0,02.

Таблица 8.6

| Место установки вентилятора | Значения коэффициента внешних утечек $k_{ут.вн}$ при количестве воздуха, проходящего по стволу (шурфу), м³/мин | | |
|---|---|---|---|
| | до 1500 | 1500—4000 | 4000—6000 |
| Вентиляционные стволы (шурфы), не используемые для подъема . . . . | 1,20 | 1,10 | 1,10 |
| Шурфы, используемые для спуска людей или материалов . . . . . | 1,25 | 1,20 | 1,15 |
| Шурфы с передвижными вентиляторными установками . . . . . | 1,30 | 1,20 | — |

## 9. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

Общее количество воздуха, необходимого для проветривания шахты, определяется по формуле

$$Q_ш = 1{,}1\,(\Sigma Q_{уч} + \Sigma Q_{п.ш} + \Sigma Q_к + \Sigma Q_{п.в} + \Sigma Q_{ут}),\ м^3/мин, \quad (9.1)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воздуха;

$\Sigma Q_{уч}$ — сумма количеств воздуха для проветривания выемочных участков, м³/мин;

$\Sigma Q_{п.ш}$ — сумма количеств воздуха для обособленного проветривания подготовительных выработок, проводимых за пределами выемочных участков, м³/мин;

$\Sigma Q_{к}$ — сумма количеств воздуха для обособленного проветривания камер, м³/мин;

$\Sigma Q_{п.в}$ — сумма количеств воздуха для обособленного проветривания поддерживаемых и погашаемых выработок, м³/мин;

$\Sigma Q_{ут}$ — сумма утечек воздуха через вентиляционные сооружения за пределами выемочных участков, м³/мин.

При этом должно быть выполнено условие

$$Q_{ш} \geqslant \frac{100\, k_{н.ш}}{c - c_0} \Sigma I_{исх},\ м^3/мин, \qquad (9.2)$$

где $k_{н.ш}$ — коэффициент неравномерности газовыделения в шахте; для шахт Подмосковного бассейна принимается равным 2,3, а для прочих условий — 1,1;

$c$ — допустимая концентрация газа в исходящих из шахты вентиляционных струях, %; принимается согласно ПБ;

$c_0$ — концентрация газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты, %; при расчете по метановыделению принимается равной 0, а при расчете по углекислому газу определяется по данным анализов;

$\Sigma I_{исх}$ — сумма средних дебитов газа в исходящих из шахты вентиляционных струях, м³/мин; определяется согласно п. 11.19.

При нескольких вентиляторных установках по формуле (9.1) определяются в соответствии со схемой проветривания количества воздуха по группам выработок (крылу, шахтопласту), проветриваемым отдельными вентиляторами, а общее количество воздуха для шахты рассчитывается как сумма полученных результатов.

## 10. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

Дебит вентилятора, если внешние утечки определены по нормам, рассчитывается по формуле

$$Q_в = Q_{ш_i} + \Sigma Q_{ут.вн}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (10.1)$$

где $Q_{ш_i}$ — количество воздуха, поступающее из шахты к данному вентилятору (подаваемое в шахту данным вентилятором), м³/мин;

$\Sigma Q_{ут.вн}$ — сумма утечек воздуха через надшахтное здание и вентиляционный канал, м³/мин.

Если внешние утечки учитываются коэффициентом внешних утечек $k_{ут.вн}$, то

$$Q_в = k_{ут.вн} Q_{ш_i}, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (10.2)$$

Действующие вентиляторные установки должны иметь резерв производительности, обеспечивающий возможность увеличения дебита до величины $Q'_в$, определяемой по формуле

$$Q'_в = Q_{ш_i} + 0{,}15\,\Sigma Q_{уч} + \Sigma Q_{ут.вн}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (10.3)$$

или

$$Q'_в = k_{ут.вн}\,(Q_{ш_i} + 0{,}15\,\Sigma Q_{уч}), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (10.4)$$

где 0,15 — коэффициент, учитывающий возможное увеличение добычи.

При выборе новых вентиляторов резерв производительности должен составлять не менее 20% от дебита, рассчитанного по формуле (10.3) или (10.4).

## 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЖИДАЕМОЙ ГАЗООБИЛЬНОСТИ ВЫРАБОТОК

11.1. Значения ожидаемого газовыделения, входящего в формулы для расчета количества воздуха, должны определяться по фактической газообильности выработок данного шахтопласта. В тех случаях, когда данные о фактической газообильности отсутствуют или не могут быть использованы (при вскрытии новых пластов, при изменении систем разработки или способов управления метановыделением), допускается расчет ожидаемого метановыделения по природной метаноносности пластов.

Фактическое газовыделение рассчитывается на основании замеров количества воздуха и лабораторных анализов проб воздуха; замеров концентрации газов, выполняемых участком ВТБ (вентиляционной службой) при помощи переносных приборов, и телеинформации о концентрации метана, выдаваемой аппаратурой АМТ-3.

Природная метаноносность пластов принимается по данным геологоразведочных или научно-исследовательских организаций, а при отсутствии таких данных определяется по фактической метанообильности выработок.

Примечание. 1. Для шахт Донбасса и аналогичных условий при изменениях систем разработки, указанных в табл. 11.1, ожидаемое метановыделение может определяться по фактическому.

2. Для шахт Подмосковного бассейна фактическое газовыделение должно определяться по данным наблюдений, выполненных при стабильном атмосферном давлении.

3. Телеинформация, выдаваемая аппаратурой АМТ-3, может быть использована в тех случаях, когда датчики обеспечивают измерение средней в поперечном сечении выработки концентрации метана.

11.2. Частота и пункты замеров концентрации газов и количества воздуха выбираются согласно требованиям ПБ. Фактическое газовыделение определяется в соответствии с Инструкцией по отбору проб рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану (к § 145 и 214 ПБ) или по изложенной ниже методике на основании обработки результатов замеров за период не менее одного квартала.

## Определение газообильности очистных выработок и выемочных участков

11.3. Среднее фактическое газовыделение в очистной выработке при обособленном проветривании рассчитывается по формуле

$$I_{\text{оч.ф}} = I'_{\text{оч.ф}} - I_{\text{подсв}} - I_0, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.1)$$

где $I'_{\text{оч.ф}}$ — средний дебит газа в вентиляционной выработке на расстоянии 10—15 м от очистного забоя, м³/мин;

$I_{\text{подсв}}$ — средний дебит газа в выработке с подсвежающей струей (при схемах проветривания с подсвежением) в 10—15 м от очистного забоя, м³/мин;

$I_0$ — средний дебит газа, поступающего на выемочный участок, м³/мин.

При последовательном проветривании очистных выработок расчет производится по формуле

$$I_{\text{оч.ф}} = I'_{\text{оч.ф}} - I_{\text{оч.посл}} - I_{o_i}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.2)$$

где $I_{\text{оч.посл}}$ — средний дебит газа, поступающего в дан-

ную очистную выработку из других очистных выработок этого же выемочного участка, м³/мин;

$I_{o_i}$ — средний дебит газа, поступающего на выемочный участок с основной и подсвежающими струями, проходящими через данную очистную выработку, м³/мин.

11.4. Среднее фактическое газовыделение на выемочном участке рассчитывается по формуле

$$I_{\text{уч.ф}} = I'_{\text{уч.ф}} - I_{\text{о}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.3)$$

где $I'_{\text{уч.ф}}$ — средний дебит газа в исходящей из выемочного участка вентиляционной струе, м³/мин.

Для шахт Подмосковного бассейна $I_0$ — это средний дебит углекислого газа, поступающего на выемочный участок с поверхности шахты с атмосферным воздухом.

11.5. Средний дебит газа в пунктах замеров определяется по формуле

$$I = \frac{\Sigma I_i}{n}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.4)$$

где $I_i$ — дебит газа в данном пункте при отдельных наблюдениях, м³/мин;

$n$ — число наблюдений.

При использовании данных лабораторных анализов и замеров концентрации переносными приборами

$$I_i = 0{,}01\, Q_i \frac{3\Sigma c_{\text{л}_i} + \Sigma c_{\text{п}_i}}{3n_{\text{л}} + n_{\text{п}}}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.5)$$

при использовании данных лабораторных анализов и телеинформации

$$I_i = 0{,}01\, Q_i \frac{4\Sigma c_{\text{л}_i} + \Sigma c_{\text{т}_i}}{4n_{\text{л}} + n_{\text{т}}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.6)$$

где $Q_i$ — количество воздуха в пункте замера, м³/мин;

$c_{\text{л}_i}$ — концентрация газа по данным лабораторного анализа проб воздуха, %;

$c_{\text{п}_i}$ — концентрация газа по замеру переносным прибором, %;

$c_{\text{т}_i}$ — концентрация газа по данным телеинформации, выдаваемой аппаратурой АМТ-3, %;

$n_{\text{л}}$ — число лабораторных определений концентра-

ции, приходящихся на данный замер количества воздуха;

$n_п$ — число определений концентрации переносными приборами;

$n_т$ — число определений концентрации по данным аппаратуры АМТ-3.

В формулы (11.5) и (11.6) подставляется не менее 10 значений концентрации. Значения концентрации $c_{п_i}$ и $c_{т_i}$ отбираются по одному за сутки. При этом 4—5 значений концентрации берется до замера количества воздуха и 4—5 после него следующим образом: в первые сутки — результат первого замера из выполненных в эти сутки, во вторые — второго, в третьи — третьего и т. д. При использовании телеинформации показания отбираются со сдвигом во времени 2—3 ч, например, если замер количества воздуха выполнен 20-го числа в 10.00, то значения $c_{т_i}$ отбираются за 16-е на 1 ч, за 17-е на 3 ч, за 18-е на 5 ч, за 19-е на 8 ч, за 20-е на 10 ч, за 21-е на 13 ч, за 22-е на 15 ч и т. д. Если одновременно с замером количества воздуха производился отбор проб, то вместо $c_{т_i}$ за эти сутки следует использовать $c_{л_i}$.

Средний дебит углекислого газа, поступающего на выемочный участок с атмосферным воздухом, рассчитывается по формуле

$$I_0 = 0{,}01\,\frac{c_0\,\Sigma Q_{уч_i}}{n},\ м^3/мин, \qquad (11.7)$$

где $c_0$ — концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты, %;

$Q_{уч_i}$ — количество воздуха, поступающего на выемочный участок при отдельных замерах, м³/мин.

11.6. Расчет ожидаемого среднего метановыделения в очистной выработке и на участке по фактическому:

$$I_{оч} = I_{оч.ф}\left(\frac{l_{оч.р}}{l_{оч}}\right)^{0,4}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,6} k_{с.р}\,k_H,\ м^3/мин; \qquad (11.8)$$

$$I_{уч} = I_{уч.ф}\left(\frac{l_{оч.р}}{l_{оч}}\right)^{0,4}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,6} k_{с.р}\,k_H,\ м^3/мин, \qquad (11.9)$$

где $l_{оч.р}$ — длина очистной выработки, для которой рассчитывается ожидаемое метановыделение, м;

$l_{оч}$ — длина очистной выработки, для которой определено фактическое метановыделение, м;

$A_р$ — планируемая добыча угля, т/сут;

$A$ — средняя добыча угля, при которой определялось фактическое метановыделение, т/сут;

$k_{с.р}$ — коэффициент, учитывающий изменение системы разработки; рассчитывается по формулам, приведенным в табл. 11.1;

$k_H$ — коэффициент, учитывающий изменение метанообильности очистных выработок с глубиной; при ведении работ на глубинах до 300 м ниже границы метановой зоны принимается равным 1 при разности глубин разработки до 20 м, а при большей разности глубин определяется по формуле (11.10); при ведении работ на глубинах более 300 м ниже границы

Таблица 11.1

| Система разработки | | Формулы для расчета коэффициента $k_{с.р}$ |
|---|---|---|
| для которой определено фактическое метановыделение | для которой определяется ожидаемое метановыделение | |
| Сплошная | Столбовая, парные штреки (обратный ход) | $\frac{l_{0ч} - 2b_{з.д.}}{l_{0ч}}$ |
| » | Парные штреки (прямой ход) | $\frac{l_{0ч} + 2b_{з.д.}}{l_{0ч}}$ |
| Столбовая, парные штреки (обратный ход) | Сплошная | $\frac{l_{0ч}}{l_{0ч} - 2b_{з.д.}}$ |
| То же | Парные штреки (прямой ход), сплошная (коренная лава) | $\frac{l_{0ч} + 2b_{з.д.}}{l_{0ч} - 2b_{з.д.}}$ |
| Парные штреки (прямой ход), сплошная (коренная лава) | Сплошная | $\frac{l_{0ч}}{l_{0ч} + 2b_{з.д.}}$ |
| То же | Столбовая, парные штреки (обратный ход) | $\frac{l_{0ч} - 2b_{з.д.}}{l_{0ч} + 2b_{з.д.}}$ |

Примечание. В приведенных формулах $b_{з.д.}$ — ширина условной зоны дренирования пласта, м; принимается согласно табл. 11.2.

метановой зоны принимается равным 1 при разности глубин разработки до 50 м, а при большей определяется по формуле (11.10).

Таблица 11. 2

| Время, прошедшее с момента обнажения пласта подготовительной выработкой до начала очистной выемки, сут | Значение $b_{з.д.}$ при марках угля | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | А | ОС | К | Ж | Г | Д |
| 25 | 6,5 | 9 | 9 | 11,5 | 11,5 | 11,5 |
| 50 | 7,4 | 10,5 | 10,5 | 13,0 | 13,0 | 13,0 |
| 100 | 9,0 | 12,4 | 12,4 | 16,0 | 16,0 | 16,0 |
| 150 | 10,5 | 14,2 | 14,2 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| 200 | 11,0 | 15,4 | 19,7 | 15,4 | 19,7 | 19,7 |
| 250 | 12,2 | 16,9 | 16,9 | 21,5 | 21,5 | 21,5 |
| 300 | 13 | 18 | 18 | 23 | 23 | 23 |

Значение произведения $\left(\frac{l_{оч.р}}{l_{оч}}\right)^{0,4}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,6} = M$ может быть определено по номограмме (рис. 11.1). При использовании номограммы предварительно следует вычислить величины $\frac{l_{оч.р}}{l_{оч}}$ и $\frac{A_р}{A}$.

Величина коэффициента $k_H$ рассчитывается по формуле

$$k_H = \frac{X_р - X_{о.г}}{X - X_{о.г}}, \qquad (11.10)$$

где $X_р$ — природная метаноносность пласта на планируемой глубине разработки, м³/т горючей массы;

$X_{о.г}$ — остаточная метаноносность угля, м³/т горючей массы; определяется по табл. 11.3;

$X$ — природная метаноносность пласта на глубине, для которой определено фактическое метановыделение, м³/т горючей массы.

Значения $X_р$ и $X$ рассчитываются по формуле

$$X = \frac{3}{\lg V^г} + [(H - H_0)k_{т.п}]/[0,02(H - H_0) + 0,0015(V^г)^{2,7} + 2,5]\left[1 + \frac{1100\,\alpha_{пл}}{\alpha_{пл}(H - H_0) + 5 \cdot 10^4}\right], \qquad (11.11)$$

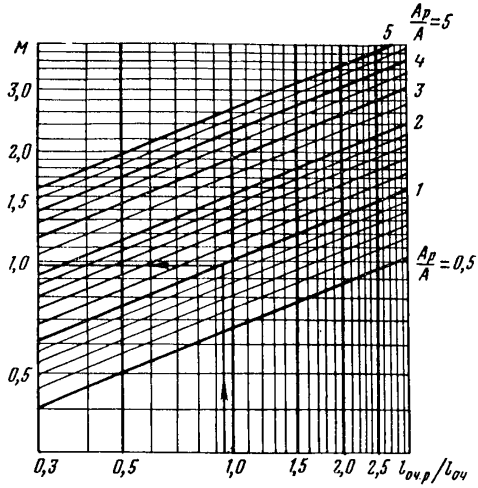



Рис. 11. 1. Номограмма для определения величины

$$M=\left(\frac{l_{оч.\ р}}{l_{оч}}\right)^{0,4}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,6}$$

где $H$ — глубина разработки, для которой рассчитывается метаноносность, м;

$H_0$ — глубина расположения границы метановой зоны, м;

$V^г$ — выход летучих веществ, %;

$\alpha_{пл}$ — угол падения пласта, градус;

$k_{т.п}$ — коэффициент, учитывающий влияние температуры пород;

$$k_{т.п}=\frac{1,15+0,0007H}{1+0,02t_п}; \qquad (11.12)$$

$t_п$ — температура пород на глубине $H$, °С.

Для облегчения расчетов формула (11.11) может быть представлена в виде

$$X=C+Dk_{т.п},\ м^3/т\ горючей\ массы. \qquad (11.13)$$

Значение $C$ в этой формуле определяется по графику (рис. 11.2), а значение $D$ — по номограмме (рис. 11.3).

Таблица 11.3

| Бассейны | Значение $X_{о.г}$ (м³/т горючей массы) при выходе летучих веществ, % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2—8 | 8—12 | 12—18 | 18—26 | 26—35 | 35—42 | 42—50 |
| Донецкий, Карагандинский и другие с аналогичными условиями . . . . . | 12—8 | 8—7 | 7—6 | 6—5 | 5—4 | 4—3 | 3—2 |
| Кузнецкий и другие с аналогичными условиями . . . . . | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | — |

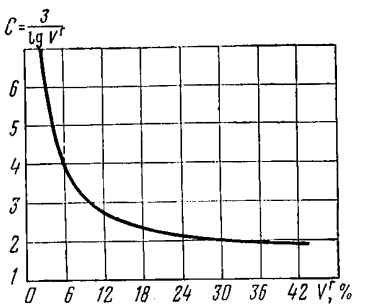



Рис. 11. 2. График для определения величины $C = \frac{3}{\lg V^г}$

11.7. Ожидаемое выделение углекислого газа для шахт Подмосковного бассейна принимается равным фактическому, для шахт, разрабатывающих высокометаморфизованные антрациты, определяется по формулам (11.14) и (11.15), а для прочих условий — по формулам (11.6) и (11.17).

$$I_{оч} = I_{оч.ф}\left(\frac{0{,}001\,A_р + 1{,}9}{0{,}001\,A + 1{,}9}\right), \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.14)$$

$$I_{уч} = I_{уч.ф}\left(\frac{0{,}001\,A_р + 1{,}9}{0{,}001\,A + 1{,}9}\right), \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.15)$$

$$I_{оч} = I_{оч.ф}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.16)$$

$$I_{уч} = I_{уч.ф}\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (11.17)$$

Для упрощения расчетов по формулам (11.16) и (11.17) значения $\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}$ приведены в табл. 11.4.

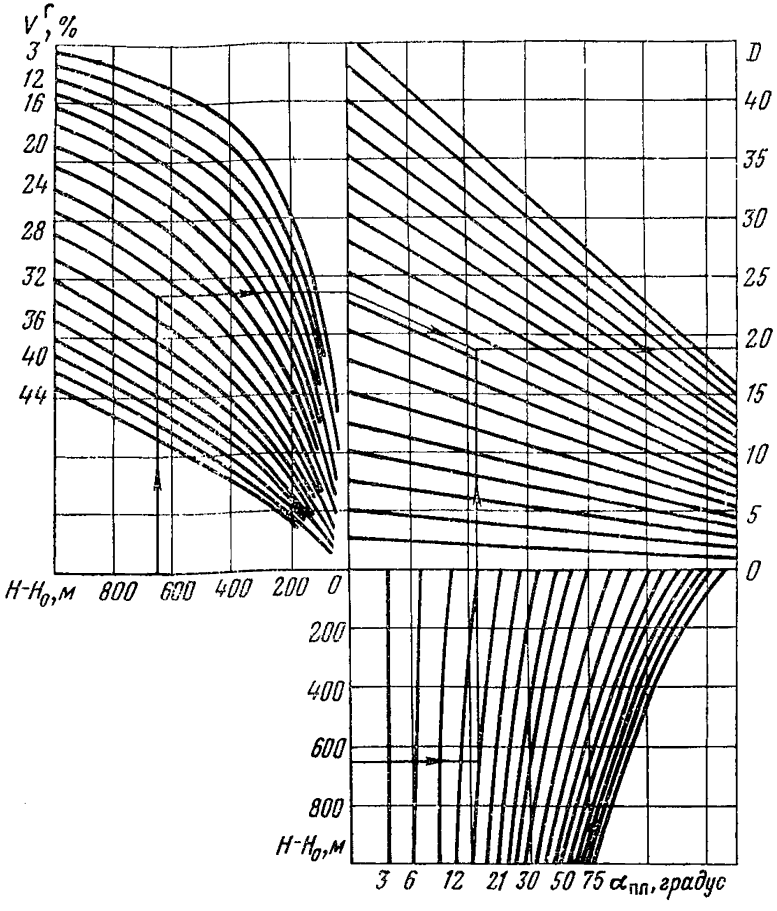



Рис. 11. 3. Номограмма для определения величины $D$ в формуле (11.13)

11.8. Расчет среднего ожидаемого метановыделения по природной метаноносности для лавообразных выработок при разработке тонких и средней мощности пластов:

$$I_{оч} = 0{,}0008\, l_{оч}\, v_{оч}^{0,6}\, \gamma\, (X - X_0) \left\{ m_п\, k_{пл}\, (1 - k_{дег.пл})\, k_{о.у} + \right.$$

$$+ k_{в.п}\, (1 - k_{дег.с}) \left[ \Sigma m_{с_i} \left( 1 - \frac{H_{с_i}}{H_р} \right) + m_в \left( k_{пор} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{\Sigma b_ц}{l_{оч}} \right) \right] \Bigg\}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.18)$$

$$I_{уч} = 0{,}0008\, l_{оч}\, v_{оч}^{0,6}\, \gamma\, (X - X_0) \left\{ m_п\, k_{пл} (1 - k_{дег.пл}) + \right.$$

$$+ (1 - k_{дег.с}) \left[ \Sigma m_{c_i} \left( 1 - \frac{H_{c_i}}{H_р} \right) + \right.$$

$$\left. \left. + m_в \left( k_{пор} + \frac{\Sigma b_ц}{l_{оч}} \right) \right] \right\}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.19)$$

Таблица 11.4

| $\frac{A_р}{A}$ | $\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}$ | $\frac{A_р}{A}$ | $\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}$ | $\frac{A_р}{A}$ | $\left(\frac{A_р}{A}\right)^{0,25}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 0,80 | 1,6 | 1,12 | 3,50 | 1,37 |
| 0,5 | 0,84 | 1,8 | 1,16 | 3,75 | 1,39 |
| 0,6 | 0,88 | 2,0 | 1,19 | 4,00 | 1,41 |
| 0,7 | 0,92 | 2,2 | 1,22 | 4,25 | 1,43 |
| 0,8 | 0,95 | 2,4 | 1,25 | 4,50 | 1,46 |
| 0,9 | 0,98 | 2,6 | 1,27 | 4,75 | 1,48 |
| 1,0 | 1,00 | 2,8 | 1,30 | 5,00 | 1,50 |
| 1,2 | 1,05 | 3,0 | 1,32 | — | — |
| 1,4 | 1,09 | 3,25 | 1,34 | — | — |

где $l_{оч}$ — длина очистной выработки, м;

$v_{оч}$ — планируемая скорость подвигания очистного забоя, м/сут;

$\gamma$ — объемная масса угля, т/м$^3$;

$X$ — природная метаноносность пласта, м$^3$/т; принимается по данным геологоразведочных или научно-исследовательских организаций или определяется согласно п. 11.12;

$X_0$ — остаточная метаноносность угля, м$^3$/т; определяется по формуле

$$X_0 = X_{о.г} \left( \frac{100 - W - A_{пр}}{100} \right), \text{ м}^3/\text{т}; \qquad (11.20)$$

$X_{о.г}$ — остаточная метаноносность угля, м$^3$/т горючей массы; принимается по табл. 11.3;

$W$ — природная влажность угля, %;

$A_{пр}$ — природная зольность угля, %;

$m_п$ — полная мощность угольных пачек разрабатываемого пласта, м;

$k_{пл}$ — коэффициент, учитывающий влияние системы

разработки на метановыделение из разрабатываемого пласта; при сплошной системе разработки и отработанной выше лаве равен 1; для коренных лав и лав прямого хода при системе разработки парными штреками определяется по формуле (11.21), а для столбовой системы разработки — по формуле (11.22) (значения $b_{з.д}$ принимаются по табл. 11.2);

$$k_{пл} = \frac{l_{оч} + 2b_{з.д}}{l_{оч}}; \qquad (11.21)$$

$$k_{пл} = \frac{l_{оч} - 2b_{з.д}}{l_{оч}}; \qquad (11.22)$$

$k_{дег.пл}$ — коэффициент, учитывающий эффективность дегазации разрабатываемого пласта; принимается согласно Руководству по дегазации;

$k_{о.у}$ — коэффициент, учитывающий метановыделение из отбитого угля при транспортировке по выработкам выемочного участка; при последовательном проветривании транспортной и очистной выработок принимается равным 1, а при обособленном — 0,85;

$k_{в.п}$ — коэффициент, учитывающий метановыделение из выработанного пространства в призабойное; при схемах проветривания без подсвежения исходящей из выемочного участка вентиляционной струи принимается равным 0,2, если вентиляционная выработка примыкает к выработанному пространству, и 1,0, если она примыкает к целику угля; при схемах проветривания с подсвежением равен 0, если выработка с подсвежающей струей примыкает к целику угля, и 0,5, если она примыкает к выработанному пространству;

$k_{дег.с}$ — коэффициент, учитывающий эффективность дегазации сближенных пластов и выработанных пространств; принимается согласно Руководству по дегазации;

$m_{c_i}$ — суммарная мощность угольных пачек смежного угольного пласта, м; определяется по геологическим разрезам; для сближенного пласта, состоящего из углисто-сланцевых пород, $m_{ci}$ принимается равной половине его мощности;

$H_{ci}$ — расстояние по нормали от смежного пласта до разрабатываемого, м;

$H_{р}$ — расстояние по нормали между разрабатываемым и смежным пластом, при котором метановыделение из последнего равно 0, м; для условий подработки определяется по формуле (11.23), при надработке для пологих и наклонных пластов принимается согласно табл. 11.5, а для крутых пластов, кроме Карагандинского бассейна, рассчитывается по формуле (11.24);

$$H_{р} = k_{у.к} m_{в} (1{,}2 + \cos\alpha_{пл}),\ м; \qquad (11.23)$$

$$H_{р} = k_{у.к} m_{в} (1{,}2 - \cos\alpha_{пл}),\ м, \qquad (11.24)$$

Таблица 11.5

| Бассейны | Значение $k_{у.к}$ при управлении кровлей | | | Значение $H_{р}$ при надработке, м |
|---|---|---|---|---|
| | полным обрушением | частичной закладкой | полной закладкой | |
| Донецкий и другие с аналогичными условиями при мощности пласта до 2,5 м | 60 | 45 | 25 | 35 |
| Кузнецкий и другие с аналогичными условиями при вынимаемой мощности пласта до 3,5 м . . . . . | 40 | — | 30 | 35 |
| Печорский при вынимаемой мощности пласта до 3,5 м | 40 | — | 30 | 60 |
| Карагандинский при вынимаемой мощности пласта, м: | | | | |
| до 3,5 . . . . . | 40 | — | 30 | 35 |
| более 3,5 . . . . . | 40 | — | 30 | 50 |

Примечание. Для Карагандинского бассейна при вынимаемой мощности пласта более 3,5 м и угле падения более 45° $H_{р} = 100$ м.

$k_{у.к}$ — коэффициент, зависящий от способа управления кровлей; принимается согласно табл. 11.5;

$m_{в}$ — вынимаемая мощность пласта (общая с прослойками), м;

$\alpha_{пл}$ — угол падения пласта, градус;

$k_{пор}$ — коэффициент, учитывающий выделение метана из боковых пород; принимается согласно табл. 11.6;

$\Sigma b_{\text{п}}$ — суммарная ширина по падению пласта угольных целиков в пределах выемочного участка, м.

Таблица 11.6

| Способ управления кровлей | $k_{\text{пор}}$ |
|---|---|
| Полное обрушение . . . . . | 0,25 |
| Частичная закладка . . . . . | 0,20 |
| Полная закладка . . . . . | 0,10 |

11.9. Ожидаемое метановыделение в очистной выработке при столбовой системе разработки с применением щитовых перекрытий различных конструкций определяется по формуле

$$I_{\text{оч}} = \frac{G_0}{v_{\text{щ}}} (0{,}15 P n_{\text{у.п}} v_{\text{у.п}} l_{\text{у.п}} + v_{\text{щ}} S_{\text{щ}}), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (11.25)$$

где $G_0$ — начальное метановыделение, м³/(мин·м²);

$$G_0 = \frac{(X - X_0)\, 10^{-3}}{7{,}1 - 0{,}3X}, \text{ м}^3/(\text{мин}\cdot\text{м}^2); \quad (11.26)$$

$v_{\text{щ}}$ — планируемая скорость подвигания щита по падению пласта, м/сут;

$P$ — периметр углеспускной печи, м;

$n_{\text{у.п}}$ — число углеспускных печей под щитовым перекрытием;

$v_{\text{у.п}}$ — скорость проведения углеспускных печей, м/сут;

$l_{\text{у.п}}$ — расстояние между углеспускными печами, м;

$S_{\text{щ}}$ — площадь подщитового пространства, м²; определяется как произведение длины щитового перекрытия по простиранию на толщину вынимаемого слоя угля.

Примечание. Формула (11·26) справедлива при $X \leqslant 20$ м³/т.

Метановыделение из углеспускных печей при бурении скважин определяется по формуле (11.27), а при их расширении — по формуле (11.28).

$$I_{\text{у.б}} = 6{,}28 G_0 d_{\text{ск.б}} l_{\text{ск}} v_{\text{ск}} \sqrt{T} + 0{,}79 d^2_{\text{ск.б}} \gamma v_{\text{б}} (X - X_0), \text{ м}^3/\text{мин}; \quad (11.27)$$

$$I_{\text{у.р}} = 6{,}28 G_0 d_{\text{ск.р}} l_{\text{ск}} v_{\text{ск}} \sqrt{T} + 0{,}79 \times$$
$$\times (d^2_{\text{ск.р}} - d^2_{\text{ск.б}}) \gamma v_{\text{б}} (X - X_0), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (11.28)$$

где $d_{ск.б}$ и $d_{ск.р}$ — соответственно диаметры скважин при их бурении и расширении, м;

$l_{ск}$ — длина скважин, м;

$v_{ск}$ — средняя скорость проведения скважин, м/сут;

$T$ — время с начала проведения скважин, сут;

$v_б$ — скорость подачи бурового инструмента, м/мин.

11.10. При комбинированной системе разработки с гибким перекрытием расчет ожидаемого метановыделения производится для очистных выработок монтажного и нижнего слоев.

Метановыделение в очистной выработке монтажного слоя определяется по формуле

$$I_{оч}=G_0\{92A_{вз}+l_{оч}[H_{м.с}+0{,}57(m-H_{м.с})]\},\ м^3/мин, \quad (11.29)$$

где $A_{вз}$ — количество угля, отбиваемого за одно взрывание, т;

$l_{оч}$ — длина очистного забоя, м;

$H_{м.с}$ — толщина монтажного слоя, м;

$m$ — мощность пласта, м.

Метановыделение в очистной выработке под гибким перекрытием определяется по формуле

$$I_{оч}=\frac{79{,}2}{k_{т.д}}G_т A_{вз},\ м^3/мин, \quad (11.30)$$

где $k_{т.д}$ — коэффициент турбулентной диффузии; при выемке нижнего слоя по простиранию принимается равным 1, а при выемке по падению — 0,42;

$G_т$ — метановыделение с обнаженных поверхностей дренированного угольного массива, $м^3/(мин\cdot м^2)$;

$$G_т=\frac{(k_{др}X-X_0)\,10^{-3}}{7{,}1-0{,}3\,k_{др}X},\ м^3/(мин\cdot м^2); \quad (11.31$$

$k_{др}$ — коэффициент дренирования угольного массива, зависящий от времени его обнажения подготовительными выработками и монтажным слоем;

$$k_{др}=1-\frac{T}{\frac{100}{0{,}09X-0{,}29}+\frac{XT}{0{,}79X+2{,}95}}; \quad (11.32)$$

$T$ — время, прошедшее с момента начала подготовки участка до начала очистных работ под перекрытием, сут.

11.11. Ожидаемое метановыделение из гидрозабоя определяется по формуле

$$I_{оч} = \left[0{,}5X\left(\frac{v_{г.з}}{20} + 1\right) - X_0\right] A_{г.з}\, k_{т.в},\ м^3/мин, \quad (11.33)$$

где $v_{г.з}$ — скорость подвигания гидрозабоя, м/сут;

$A_{г.з}$ — производительность гидромонитора, т/мин;

$k_{т.в}$ — коэффициент, учитывающий изменения объема выделяющегося газа в зависимости от температуры воды;

$$k_{т.в} = 1 + 0{,}05\,(t_в - 17), \quad (11.34)$$

$t_в$ — температура воды, °С.

11.12. Природная метаноносность пластов может быть определена по метановыделению в действующие подготовительные выработки на участках, проведенных не ближе 30 м от геологических нарушений, очистных забоев и выработанных пространств, а также вне зон влияния надработки и подработки пластов.

Для пластов тонких и средней мощности природная метаноносность приближенно определяется по формуле

$$X = \left[\frac{2630\, I_{пр.ф}}{m v_п} + X_{о.а.г}\left(\frac{100 - W - A_{пр}}{100}\right)\right] k'_H,\ м^3/т, \quad (11.35)$$

где $I_{пр.ф}$ — приведенное метановыделение в действующей подготовительной выработке, м³/мин; определяется согласно п. 11.13;

$v_п$ — средняя скорость проведения выработки, м/мес;

$X_{о.а.г}$ — остаточная метаноносность угля при атмосферном давлении, м³/т горючей массы; определяется по графику (рис. 11.4);

$k'_H$ — коэффициент, учитывающий изменение метаноносности с глубиной; при ведении работ на глубинах до 300 м ниже границы метановой зоны принимается равным 1, если разность между глубиной, для которой определяется метаноносность, и глубиной залегания действующей выработки не превышает 20 м, и рассчитывается по формуле (11.36) при большей разности; на глубинах более

300 м ниже границы метановой зоны принимается равным 1 при разности глубин до 50 м, а при большей разности рассчитывается по формуле

$$k'_H = \frac{X_р}{X}; \qquad (11.36)$$

$X_р$ и $X$ рассчитываются по формуле (11·11).

### Определение газообильности подготовительных выработок

11.13. Для расчета ожидаемого метановыделения по фактическому необходимо определить приведенное метановыделение в действующей подготовительной выработке по этому же шахтопласту

$$I_{пр.ф} = \frac{1}{n} \sum \frac{I_{п_i}}{k_{T_i}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.37)$$

где $I_{пр.ф}$ — приведенное метановыделение в действующей подготовительной выработке (соответствует метановыделению в выработке через 1 мес после начала ее проведения), м³/мин;

$n$ — число определений $I_{п_i}$;

$I_{п_i}$ — количество метана, выделяющегося из подготовительной выработки при отдельных замерах, м³/мин; определяется по формуле (11.38);

$k_{T_i}$ — коэффициент, зависящий от времени $T$, прошедшего от начала проведения выработки до момента определения $I_{п_i}$; определяется по табл. 11.7.

Таблица 11.7

| $T$, сут | $k_T$ | $T$, мес | $k_T$ | $T$, мес | $k_T$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,40 | 1,0 | 1,00 | 3,0 | 1,75 |
| 10 | 0,57 | 1,25 | 1,16 | 3,5 | 1,83 |
| 15 | 0,70 | 1,5 | 1,29 | 4,0 | 1,88 |
| 20 | 0,80 | 1,75 | 1,40 | 5,0 | 1,94 |
| 25 | 0,90 | 2,0 | 1,50 | Более 5 | 2,0 |
| | | 2,5 | 1,64 | | |

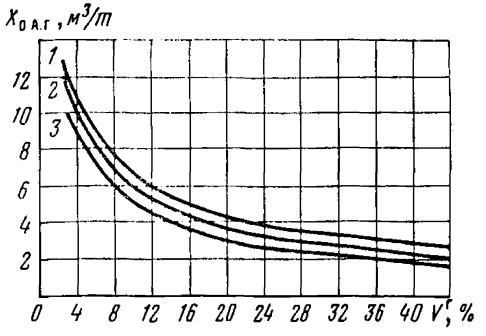



Рис. 11. 4. График для определения остаточной метаноносности угля при атмосферном давлении и температуре:
*1* — 10°; *2* — 20°; *3* — 30°С

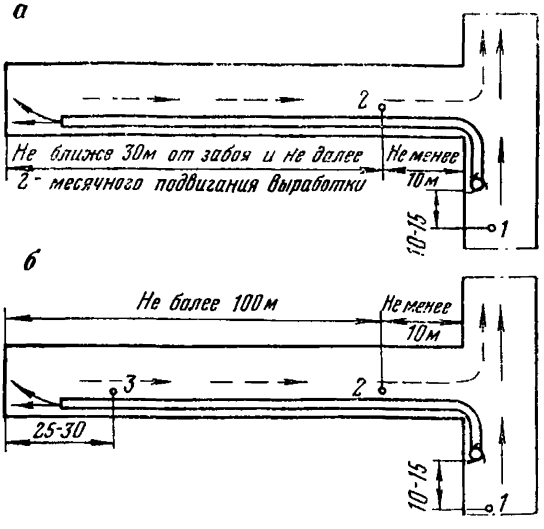



Рис. 11. 5. Схема расположения пунктов замеров для определения $I_ф$

11.14. Количество газа, выделяющегося из подготовительной выработки при отдельных замерах, определяется по формуле

$$I_{п_i} = 0{,}01\, Q_{п_i}\,(c - c_0),\ м^3/мин, \qquad (11.38)$$

где $Q_{п_i}$ — количество воздуха в тупиковой части выработки в 10—15 м от ее устья, м³/мин;

$c$ и $c_0$ — концентрация газа соответственно в исходящей из выработки вентиляционной струе и в поступающем воздухе по данным лабораторных анализов, %.

В условиях Подмосковного бассейна для обособленно проветриваемых подготовительных выработок в формулу (11.38) вместо $c_0$ следует подставлять концентрацию углекислого газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты.

11.15. Ожидаемое метановыделение на призабойном участке подготовительной выработки при ее проведении с помощью комбайнов или отбойных молотков определяется по формуле

$$I_{\text{з.п}} = \frac{4{,}4\, I_{\text{пр.ф}} \sqrt{v_{\text{п.р}}}}{v_{\text{п}}}\, k''_H, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.39)$$

где $v_{\text{п.р}}$ — планируемая скорость проведения подготовительной выработки, для которой рассчитывается ожидаемое метановыделение, м/мес;

$v_{\text{п}}$ — средняя скорость проведения действующей выработки, для которой определено $I_{\text{пр.ф}}$, м/мес;

$k''_H$ — коэффициент, учитывающий изменение метанообильности подготовительных выработок с глубиной; при ведении работ на глубинах до 300 м ниже границы метановой зоны принимается равным 1, если разность между глубиной, для которой определяется метанообильность подготовительной выработки, и глубиной залегания действующей выработки не превышает 20 м, и рассчитывается по формуле (11.40) при большей разности; на глубинах более 300 м ниже границы метановой зоны принимается равным 1 при разности глубин до 50 м, а при большей разности рассчитывается по формуле

$$k''_H = \frac{X_{\text{р}} - X_{\text{о.а.г}}}{X - X_{\text{о.а.г}}}; \qquad (11.40)$$

$X_{\text{р}}$ и $X$ определяются по формуле (11.11), а $X_{\text{о.а.г}}$ по графику (рис. 11.4).

11.16. Максимальное метановыделение в призабойном пространстве подготовительной выработки после

взрывания по углю может быть определено на основании специальных наблюдений в действующей выработке, проводимой по тому же пласту, или по природной метаноносности.

При наблюдениях определяется фактическое метановыделение $I_ф$ с обнаженных поверхностей пласта на участке выработки, который выбирается согласно рис. 11.5.

Для определения $I_ф$ производятся отбор проб и замеры количества воздуха в пунктах *1, 2, 3*, указанных на рис. 11.5. Пробы отбираются мокрым способом одновременно и должны характеризовать среднюю концентрацию метана в пунктах замера. Отбор проб следует производить после погрузки угля, но не ранее чем через 2 ч после взрывания по углю. В пунктах *2* и *3* следует отбирать не менее пяти проб, в пункте *1* — не менее трех. Замеры количества воздуха производятся только в пунктах *2* и *3*.

При мощности пласта до 1,5 м и любой длине тупиковой части выработки, а также при мощности пласта более 1,5 м и длине тупиковой части менее 100 м пункты замера располагаются согласно рис. 11.5, *а*. Величина $I_ф$ в этом случае рассчитывается по формуле

$$I_ф = 0{,}01Q_2(c_2 - c_1), \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.41)$$

где $Q_2$ — количество воздуха в пункте *2*, м³/мин;
$c_1$ и $c_2$ — соответственно концентрация метана в пунктах *1* и *2*, %.

При мощности пласта более 1,5 м и длине тупиковой части выработки более 100 м пункты замеров располагаются согласно рис. 11.5, *б*, а $I_ф$ рассчитывается по формуле

$$I_ф = 0{,}01\,(Q_2c_2 - Q_3c_3), \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.42)$$

где $Q_3$ — количество воздуха в пункте *3*, м³/мин;
$c_3$ — концентрация метана в пункте *3*, %.

Если при расчете по формуле (11.42) получится $I_ф < 0{,}2$ м³/мин, то результаты замеров в пункте *3* отбрасываются и производится повторный расчет $I_ф$ по формуле (11.41).

После определения фактического метановыделения максимальное метановыделение в призабойном пространстве определяется по формуле

$$I_{\text{з.п}_{\max}} = \frac{35\, S_{\text{у}}\, l_{\text{вз}}\, l_{\text{ф}}}{mv(\sqrt{T_2+1}-\sqrt{T_3+1})}, \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.43)$$

где $S_{\text{у}}$ — площадь забоя выработки по углю, м$^2$;

$l_{\text{вз}}$ — подвигание угольного забоя за взрывание, м;

$v$ — средняя скорость проведения участка выработки, для которого определено $l_{\text{ф}}$, м/сут;

$T_2$ — продолжительность проведения участка выработки от пункта *2* до забоя (см. рис. 11.5, *а* и *б*), сут;

$T_3$ — продолжительность проведения участка выработки от пункта *3* до забоя (см. рис. 11.5, *б*), сут; если $l_{\text{ф}}$ определялось по формуле (11.41), то при расчете $I_{\text{з.п}_{\max}}$ следует принимать $T_3 = 0$.

При известной природной метаноносности пласта $I_{\text{з.п}_{\max}}$ рассчитывается по формуле

$$I_{\text{з.п}_{\max}} = 0{,}07\, S_y\, l_{\text{вз}}\left[X - X_{\text{о.а.г}}\left(\frac{100 - W - A_{\text{пр}}}{100}\right)\right], \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.44)$$

где $X_{\text{о.а.г}}$ определяется по графику на рис. 11.4.

11.17. Ожидаемое метановыделение в подготовительной выработке при любом способе проведения определяется по формулам:

при расчете по фактическому метановыделению

$$I_{\text{п}} = I_{\text{пр.ф}}\frac{v_{\text{п.р}}}{v_{\text{п}}}\, k_T\, k''_H, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.45)$$

при расчете по природной метаноносности

$$I_{\text{п}} = \left(\frac{A_{\text{п}}}{1440} + 0{,}38\, m v_{\text{п.р}}\, k_T \cdot 10^{-3}\right)\left(X - X_{\text{о.а.г}}\frac{100 - W - A_{\text{пр}}}{100}\right), \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.46)$$

где $A_{\text{п}}$ — средняя добыча угля в подготовительной выработке, т/сут.

11.18. Ожидаемое выделение углекислого газа в подготовительной выработке для шахт Подмосковного бассейна определяется по формуле

$$I_{\text{п}} = 0{,}25\, I_{\text{п.ф}}\left(3 + \frac{l_{\text{п.р}}}{l_{\text{п}}}\right), \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.47)$$

где $I_{\text{п.ф}}$ — среднее фактическое выделение углекислого

газа в действующую подготовительную выработку, м³/мин;

$$I_{\text{п.ф}} = \frac{\Sigma I_{\text{п}_i}}{n}, \text{ м}^3/\text{мин}; \qquad (11.48)$$

$l_{\text{п.р}}$ — проектная длина подготовительной выработки, для которой ведется расчет ожидаемого газовыделения, м;

$\bar{l}_{\text{п}}$ — средняя длина действующей выработки за период, в течение которого измерялось газовыделение, м;

$$\bar{l}_{\text{п}} = \frac{\Sigma l_{\text{п}_i}}{n}, \text{ м}; \qquad (11.49)$$

$l_{\text{п}_i}$ — длина действующей выработки при отдельных замерах газовыделения, м.

Значение $I_{\text{п}_i}$ определяется по формуле (11.38).

Для прочих бассейнов

$$I_{\text{п}} = I_{\text{п.ф}} \frac{l_{\text{п.р}}}{\bar{l}_{\text{п}}}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (11.50)$$

## Определение газообильности шахты

11.19. Средний дебит газа в исходящих из шахты вентиляционных струях определяется по формуле

$$I_{\text{исх}} = \frac{0{,}01\,\Sigma Q_{\text{исх}_i}}{n}(\bar{c} - c_0), \text{ м}^3/\text{мин}, \qquad (11.51)$$

где $Q_{\text{исх}_i}$ — количество воздуха в исходящей из шахты вентиляционной струе при отдельном замере, м³/мин;

$\bar{c}$ — средняя концентрация газа в исходящей из шахты вентиляционной струе за период замеров, %;

$$\bar{c} = \frac{\Sigma c_{\text{л}_i}}{n_{\text{л}}}, \%; \qquad (11.52)$$

$c_{\text{л}_i}$ — концентрация газа в исходящей струе по данным лабораторного анализа проб воздуха, %;

$n_л$ — число лабораторных определений концентрации;

$c_0$ — содержание газа в атмосферном воздухе на поверхности шахты, % (при определении метановыделения принимать $c_0=0$);

$n$ — число замеров количества воздуха.

## 12. ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАМЕРОВ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ОТ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

12.1. Для подготовительных выработок сопоставляются расчетное количество воздуха и результаты отдельных замеров.

Отклонения измеренных количеств воздуха от расчетных должны удовлетворять следующим условиям (в процентах):

$$-20 \leqslant \frac{100\,(Q_{з.п.ф} - Q_{з.п})}{Q_{з.п}}; \qquad (12.1)$$

$$-15 \leqslant \frac{100\,(Q_{п.ф} - Q_{п})}{Q_{п}}, \qquad (12.2)$$

где $Q_{з.п.ф}$ — измеренное количество воздуха, поступающее в призабойное пространство подготовительной выработки, м³/мин;

$Q_{з.п}$ — количество воздуха, которое необходимо подавать в призабойное пространство подготовительной выработки согласно расчету, м³/мин;

$Q_{п.ф}$ — измеренное количество воздуха, поступающее в подготовительную выработку, м³/мин;

$Q_{п}$ — количество воздуха, которое необходимо подавать в подготовительную выработку согласно расчету, м³/мин.

12.2. Для очистных выработок и выемочных участков расчетное количество воздуха сопоставляется с результатами отдельных замеров и средними величинами, вычисленными по ряду замеров.

Отклонения измеренных количеств воздуха от расчетных должны удовлетворять следующим условиям (в процентах):

при сопоставлении результатов отдельных замеров

$$-18 \leqslant \frac{100\,(Q_{\Phi}-Q)}{Q} \leqslant 28; \qquad (12.3)$$

при сопоставлении среднего количества воздуха, вычисленного по ряду замеров,

$$-\frac{18}{\sqrt{n}} \leqslant \frac{100\,(\overline{Q}_{\Phi}-Q)}{Q} \leqslant \left(\frac{18}{\sqrt{n}}+10\right), \qquad (12.4)$$

где $Q_{\Phi}$ — измеренное количество воздуха, поступающее в очистную выработку или на выемочный участок, м³/мин;

$Q$ — количество воздуха, которое необходимо подавать в очистную выработку или на выемочный участок согласно расчету, м³/мин;

$n$ — число замеров;

$\overline{Q}_{\Phi}$ — среднее количество воздуха, поступающее в очистную выработку или на выемочный участок, м³/мин;

$$\overline{Q}_{\Phi}' = \frac{\Sigma Q_{\Phi}}{n}, \text{ м}^3/\text{мин}. \qquad (12.5)$$

12.3. Разница между расчетным и измеренным количествами воздуха для камер не должна превышать ±10%.

Отклонение результатов замеров общего количества воздуха, поступающего в шахту, от расчетной величины в меньшую сторону не должно выходить за предел 10%.

ПРИЛОЖЕНИЕ

# Пример расчета количества воздуха, необходимого для проветривания шахты

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ШАХТЫ

Разрабатывается газоносный пласт мощностью 1,5 м с углом падения 6—8°. Кровля пласта — глинистый сланец, почва — песчанистый сланец. В кровле и почве пласта имеются сближенные пласты.

Шахтное поле вскрыто тремя вертикальными стволами. Схема подготовки — панельная, системы разработки — сплошная и столбовая. При выемке угля используются узкозахватные комбайны с индивидуальной крепью и комплексы КМ-87Д. Способ управления кровлей — полное обрушение. Подготовительные выработки проводятся буровзрывным способом.

Схема вентиляции шахты представлена на рисунке. Шахта отнесена к сверхкатегорным по газу, пласт опасен по пыли.

Действующие лавы*: № 1, 2, 3, 4, 5.

Проводимые подготовительные выработки: западный откаточный и восточный вентиляционный полевые штреки гор. I, восточный бремсберг, конвейерный штрек лавы № 2, конвейерный штрек № 12.

Камеры: склад ВМ, насосная, два электровозных гаража с оборудованием для зарядки аккумуляторных батарей, четыре камеры электроподстанций.

Поддерживаемые выработки: лавы № 6, 7, 10, конвейерный штрек № 11, главный откаточный штрек, ходок для чистки зумпфа.

Погашаемые выработки: лавы № 8 и 9.

## 2. РАСЧЕТ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ В ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТКАХ И НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ

2.1. Ожидаемое метановыделение определяем на примере лавы № 3. Схема проветривания выемочного участка — прямоточная, с примыканием свежей и подсвежающей вентиляционных струй к целику, а исходящей — к выработанному пространству. Длина лавы 190 м. Ожидаемое метановыделение рассчитываем по фактическому. Фактическое метановыделение определяем по результатам замеров, выполненных в течение квартала. При расчете фактического метановыделения в очистной выработке используем данные лабораторных анализов проб воздуха и результаты замеров концентрации метана переносными приборами; расчет фактического метановыделения на выемочном участке выполняем на основании данных лабораторных

* Здесь и далее под термином «лава» подразумевается выемочный участок.

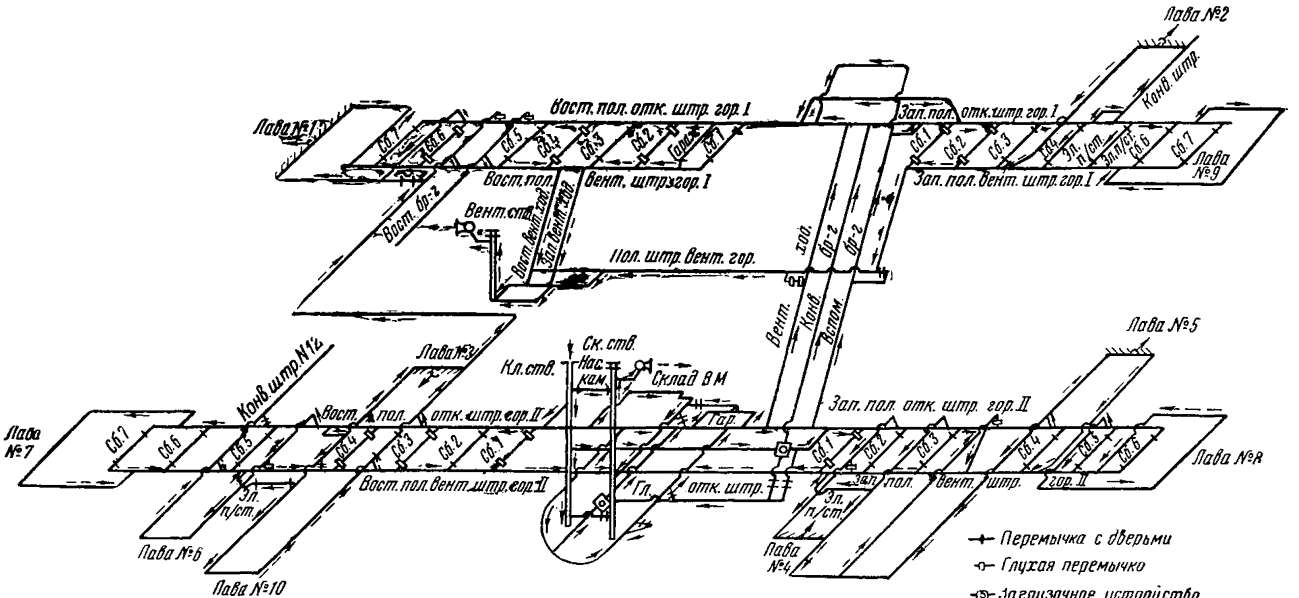



Схема вентиляции шахты

анализов и телеинформации, выдаваемой аппаратурой АМТ-3. Средняя добыча за прошедший квартал составила 1108 т/сут, планируемая добыча — 1150 т/сут.

2.1.1. Определяем фактическое метановыделение в очистной выработке.

Дебит метана в вентиляционном ходке в 10 м от забоя лавы при первом замере количества воздуха рассчитываем по формуле (11.5):

$$I_1 = \frac{0{,}01 \cdot 1300}{3 \cdot 1 + 9}(3 \cdot 0{,}5 + 0{,}6 + 0{,}4 + 0{,}5 + 0{,}4 + 0{,}6 + 0{,}7 + 0{,}4 + 0{,}5 + 0{,}6) = 6{,}71 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Аналогичным образом по данным остальных замеров количества воздуха рассчитаны следующие значения дебита метана: 5,80; 6,93; 5,93; 6,74; 5,74; 7,34; 8,48; 9,69 м³/мин.

Средний за квартал дебит метана в вентиляционном ходке в 10 м от забоя лавы определяем по формуле (11.4):

$$I'_{\text{оч.ф}} = \frac{1}{9}(6{,}71 + 5{,}80 + 6{,}93 + 5{,}93 + 6{,}74 + 5{,}74 + 7{,}34 + 8{,}48 + 9{,}69) = 7{,}04 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Среднее фактическое метановыделение в очистной выработке определяем по формуле (11.1):

$$I_{\text{оч.ф}} = 7{,}04 - 0{,}0 = 7{,}04 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2.1.2. Ожидаемое среднее метановыделение в очистной выработке, рассчитанное по формуле (11.8), при $k_{\text{с.р}}=1$, $k_H=1$ и не изменяющейся длине лавы составляет:

$$I_{\text{оч}} = 7{,}04\left(\frac{190}{190}\right)^{0,4}\left(\frac{1150}{1108}\right)^{0,6} \cdot 1 \cdot 1 = 7{,}20 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2.1.3. Определяем фактическое метановыделение на выемочном участке.

Дебит метана в исходящей из выемочного участка вентиляционной струе при первом замере количества воздуха рассчитываем по формуле (11.6):

$$I_1 = \frac{0{,}01 \cdot 1340}{4 \cdot 1 + 9}(4{,}0 \cdot 0{,}7 + 0{,}5 + 0{,}6 + 0{,}6 + 1{,}0 + 1{,}2 + 1{,}1 + 0{,}9 + 0{,}9 + 0{,}8) = 10{,}66 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По данным остальных замеров количества воздуха рассчитаны следующие значения дебита метана: 12,66; 12,71; 9,93; 11,43; 12,26; 10,25; 12,64; 13,91.

Средний за квартал дебит метана в исходящей из выемочного участка вентиляционной струе определяем по формуле (11.4):

$$I'_{\text{уч. ф}} = \frac{1}{9}(10{,}66 + 12{,}66 + 12{,}71 + 9{,}93 + 11{,}43 + 12{,}26 +$$
$$+ 10{,}25 + 12{,}64 + 13{,}91) = 11{,}78 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Среднее фактическое метановыделение на выемочном участке, согласно формуле (11.3),

$$I_{\text{уч.ф}} = 11{,}78 - 0{,}0 = 11{,}78 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2.1.4. Ожидаемое метановыделение на выемочном участке рассчитываем по формуле (11.9)

$$I_{\text{уч}} = 11{,}78\left(\frac{190}{190}\right)^{0{,}4}\left(\frac{1150}{1108}\right)^{0{,}6} \cdot 1 \cdot 1 = 12{,}03 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По остальным выемочным участкам приведены конечные результаты расчетов (табл. 1).

Таблица 1

| Номер лавы (выемочного участка) | Планируемая добыча, т/сут | Ожидаемое метановыделение, м³/мин | |
|---|---|---|---|
| | | в очистной выработке | на выемочном участке |
| 1 | 590 | 3,02 | 4,29 |
| 2 | 570 | 5,89 | 9,14 |
| 3 | 1150 | 7,20 | 12,03 |
| 4 | 1100 | 2,84 | 11,00 |
| 5 | 620 | 5,00 | 6,69 |

## 3. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК И ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

3.1. Произведем расчет количества воздуха для лавы № 2.

3.1.1. Количество воздуха для очистной выработки по выделению метана рассчитываем по формуле (2.1); при $k_{\text{н}}=1{,}45$, $k_{\text{о. а}}=1{,}2$

$$Q_{\text{оч}} = \frac{100 \cdot 5{,}89 \cdot 1{,}45}{(1-0)\,1{,}2} = 712 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Расчет по числу людей выполняем по формуле (2.11); при $n_{\text{ч}}=18$

$$Q_{\text{оч}} = 6 \cdot 18 = 108 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Для проверки по минимально допустимой скорости движения воздуха предварительно по формуле (2.13) определяем $S$; при $m=1{,}5$ м, $b_{\max}=3{,}5$ м (в лаве применяется индивидуальная крепь)

$$S = 0{,}9 \cdot 1{,}5 \cdot 3{,}5 = 4{,}72 \text{ м}^2.$$

Температура воздуха в очистной выработке +25°С, относительная влажность 85%, $v_{min}=1$ м/с. По формуле (2.12)

$$Q_{оч} \geqslant 60 \cdot 4{,}72 \cdot 1{,}0 = 283 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Для определения максимального количества воздуха, которое можно подавать в очистную выработку, по формуле (2.16) определяем $S$ при $b_{min}=2{,}7$ м:

$$S = 0{,}9 \cdot 1{,}5 \cdot 2{,}7 = 3{,}64 \text{ м}^2.$$

По формуле (2.15) получаем

$$Q_{оч_{max}} = 60 \cdot 3{,}64 \cdot 4 = 874 \text{ м}^3/\text{мин},$$

Так как последовательно с очистной выработкой проветривается тупиковая часть конвейерного штрека, производим проверку по производительности ВМП по условию (2.18): $Q_{вс}=325$ м³/мин меньше $Q_{оч}=712$ м³/мин, т. е. условие (2.18) выполнено.

3.1.2. Рассчитаем количество воздуха для проветривания выемочного участка.

$$\frac{I_{уч}}{I_{оч}} = \frac{9{,}14}{5{,}89} = 1{,}55 > k_{ут.в} = 1{,}4,$$

поэтому расчет ведем по формуле (3.2):

$$Q_{уч} = \frac{9{,}14}{5{,}89} \cdot 712 = 1100 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Выполняем проверку по формулам (3.3) и (3.8) при $n_ч=35$:

$$1100 < 1{,}4 \cdot 874 = 1220 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$1100 > 6 \cdot 35 = 210 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Окончательно принимаем $Q_{уч}=1100$ м³/мин, $Q_{оч}=\frac{1100}{1{,}4}=$ $= 786$ м³/мин.

3.2. Произведем расчет количества воздуха для лавы № 3.

3.2.1. В связи с высоким метановыделением определяем максимально допустимую по газовому фактору нагрузку на очистной забой по фактическим метановыделению и добыче:

$$I_{оч.ф} = 7{,}04 \text{ м}^3/\text{мин}; \quad I_{уч.ф} = 11{,}78 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$A = 1108 \text{ т/сут}, \quad l_{оч} = l_{оч.р} = 190 \text{ м}.$$

По формуле (2.15) определяем $Q_{оч_{max}}$ (лава оборудована комплексом КМ-87Д, $S$=3,7 м²):

$$Q_{оч_{max}} = 60 \cdot 3{,}7 \cdot 4 = 888 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

При данной схеме проветривания выемочного участка по формуле (4.6)

$$Q_р = \frac{1 - 0{,}0}{1} 888 \cdot 1{,}2 = 1067 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$I_р = 7{,}04 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По номограмме (см. рис. 4.1) $k_A=1{,}07$ и по формуле (4.2) $A_{max}=1{,}07\cdot 1108=1160$ т/сут.

Так как планируемая добыча практически равна максимально допустимой, принимаем

$$Q_{оч}=Q_{оч_{max}}=888 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

3.2.2. Количество воздуха для проветривания выемочного участка определяем по формуле (3.2), так как $\frac{l_{уч}}{l_{оч}}=\frac{12{,}03}{7{,}20}=1{,}67>$ $>k_{ут.в}=1{,}5$:

$$Q_{уч}=\frac{12{,}03}{7{,}20}888=1485 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Количество воздуха, необходимое для подсвежения исходящей из выемочного участка вентиляционной струи, определяем по формуле (3.4):

$$Q_{подсв}=\left(\frac{12{,}03}{7{,}20}-1{,}5\right)888=153 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Окончательно принимаем $Q_{уч}=1485$ м³/мин, $Q_{оч}=888$ м³/мин, $Q_{подсв}=153$ м³/мин. С основной струей следует подавать 1485—153=1332 м³/мин, из них 888 м³/мин будет проходить по призабойному пространству, а остальную часть составят утечки через выработанное пространство.

По остальным выемочным участкам приведены конечные результаты расчетов (табл. 2).

Таблица 2

| Номер лавы (выемочного участка) | Количество воздуха, необходимое для проветривания, м³/мин | |
|---|---|---|
| | очистной выработки | выемочного участка |
| 1 | 385 | 547 |
| 2 | 786 | 1100 |
| 3 | 888 | 1485 |
| 4 | 281 | 1090 |
| 5 | 608 | 851 |

## 4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

4.1. Определим ожидаемое метановыделение в тупиковой части конвейерного штрека лавы № 2, опережающего очистной забой. Штрек проводится буровзрывным способом.

4.1.1. Ожидаемое метановыделение в тупиковую часть штрека определяем по фактическому. Для расчета последнего обрабатываем

результаты замеров количества воздуха и анализов проб за квартал.

Количество газа, выделяющегося в выработку при отдельных замерах, определяем по формуле (11.38); при $c_0=0$

$$I_{п_1} = 0{,}01 \cdot 185\,(0{,}1 - 0) = 0{,}19 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По результатам остальных замеров рассчитаны следующие значения дебита метана: 0,42; 0,19; 0,38; 0,39; 0,19; 0,2; 0,21; 0,4.

По формуле (11.37) рассчитываем приведенное метановыделение. Время, прошедшее от начала проведения выработки, составляет 3 мес и $k_т=1{,}75$. В данном случае $k_т$ для всех замеров одинаков, так как длина тупиковой части штрека не изменяется и равна трехмесячному подвиганию очистной выработки. Тогда

$$I_{пр.ф} = \frac{1}{9}\left(\frac{0{,}19}{1{,}75} + \frac{0{,}42}{1{,}75} + \frac{0{,}19}{1{,}75} + \frac{0{,}38}{1{,}75} + \frac{0{,}39}{1{,}75} + \right.$$
$$\left. + \frac{0{,}19}{1{,}75} + \frac{0{,}20}{1{,}75} + \frac{0{,}21}{1{,}75} + \frac{0{,}40}{1{,}75}\right) = 0{,}16 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Ожидаемое метановыделение в тупиковую часть штрека определяем по формуле (11.45); при $v_п=25$ м/мес, $v_{п.р}=35$ м/мес, $k''_H=1$

$$I_п = 0{,}16\,\frac{35}{25}\,1{,}75 \cdot 1 = 0{,}39 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4.1.2. Максимальное метановыделение в призабойном пространстве после взрывания по углю рассчитываем по природной метаноносности пласта при $l_{вз}=1{,}5$ м.

Природную метаноносность пласта определяем по формуле (11.35); при $W=1{,}8\%$, $A_{пр}=28\%$, $V^г=26{,}3\%$, $X_{о.а.г}=2{,}5$ м$^3$/т горючей массы (согласно графику, приведенному на рис. 11,4), $k'_H=1$

$$X = \frac{2630 \cdot 0{,}16}{1{,}5 \cdot 25} + 2{,}5\left(\frac{100 - 1{,}8 - 28}{10}\right)1 = 12{,}9 \text{ м}^3/\text{т}.$$

По формуле (11.44)

$$I_{з.п_{max}} = 0{,}07 \cdot 4{,}5 \cdot 1{,}5\left[12{,}9 - 2{,}5\left(\frac{100 - 1{,}8 - 28}{100}\right)\right] =$$
$$= 5{,}3 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4.2. Произведем расчет количества воздуха.

4.2.1. По максимальному метановыделению в призабойном пространстве после взрывания по углю, согласно формуле (5.2), при $S=11$ м$^2$, $l_{з.тр}=8$ м, $k_т=0{,}8$, $c_{max}=2{,}0\%$

$$Q_{з.п} = \frac{11{,}8}{0{,}8}\left[\frac{71 \cdot 5{,}3}{11 \cdot 8\,(2-0) + 18 \cdot 5{,}3}\right]^2 = 212 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4.2.2. Количество воздуха, необходимое для разбавления ядовитых газов при взрывных работах, определяем по формуле (5.4) для следующих условий: $l_п=75$ м, наибольшее количество ядовитых газов выделяется при взрывании по породе, $B=14$ кг, $l_{вв}=40$ л/кг,

$T=30$ мин, $k_{\text{об в}}=0{,}8$, трубопровод собран из гибких вентиляционных труб диаметром 800 мм с длиной звеньев 10 м, общая длина трубопровода 100 м и $k_{\text{ут. тр}}=1{,}07$. Тогда

$$Q_{\text{з.п}}=\frac{2{,}25}{30}\sqrt[3]{\frac{14\cdot 40\cdot 11^2\cdot 75^2\cdot 0{,}8}{1{,}07^2}}=48 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4.2.3. Расчет по числу людей выполняем по формуле (5.7); при $n_{\text{ч}}=5$

$$Q_{\text{з.п}}=6\cdot 5=30 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4.2.4. Производим проверку по скорости движения воздуха по формулам (5.8) и (5.9); при температуре воздуха в призабойном пространстве +24° С, относительной влажности 80%, $v_{\text{з}_{\min}}=0{,}5$ м/с, $v_{\text{п}_{\min}}=0{,}25$ м/с

$$Q_{\text{з.п}}\geqslant 20\cdot 11\cdot 0{,}5=110 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q_{\text{з.п}}\geqslant 60\cdot 11\cdot 0{,}25=165 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Принимаем $Q_{\text{з. п}}=212$ м³/мин.

Производительность ВМП определяем по формуле (5.12):

$$Q_{\text{в}}=1{,}07\cdot 212=227 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Проверяем производительность ВМП по условию (5.13), предварительно определив по формуле (5.3) $Q_{\text{п}}$, при $k_{\text{н. п}}=1{,}1$:

$$Q_{\text{п}}=\frac{100\cdot 0{,}39\cdot 1{,}1}{1-0}=43 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q_{\text{в}}=227 \text{ м}^3/\text{мин}>Q_{\text{п}}=43 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Принимаем $Q_{\text{в}}=227$ м³/мин.

Таблица 3

| Выработка | Количество воздуха, подаваемое в призабойное пространство, м³/мин | Производительность ВМП, м³/мин | Минимальное количество воздуха, которое необходимо подавать к всасу ВМП, м³/мин |
|---|---|---|---|
| Конвейерный штрек лавы № 2 . . . | 212 | 227 | 325 |
| Западный полевой откаточный штрек гор. I . . . . . | 284 | 380 | 544 |
| Восточный полевой вентиляционный штрек гор. I . . . . . | 232 | 280 | 400 |
| Восточный бремсберг . . . . . | 212 | 330 | 472 |
| Конвейерный штрек № 12 . . . . . | 199 | 308 | 440 |

Количество воздуха, которое необходимо подавать к всасу ВМП, определяем по формуле (5.14):

$$Q_{вс} \geqslant 1{,}43 \cdot 227 = 325 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По остальным подготовительным выработкам приведены окончательные результаты расчетов (табл. 3).

Из выработок, перечисленных в табл. 3, последовательно проветривается только конвейерный штрек лавы № 2. Поэтому при определении суммарного количества воздуха для обособленного проветривания подготовительных выработок учитываем четыре выработки. В соответствии со схемой вентиляции (см. рисунок) расход воздуха для проветривания западного откаточного и восточного вентиляционного полевых штреков гор. I, а также восточного бремсберга определяется минимальным количеством воздуха, которое необходимо подавать к всасу ВМП. Расход воздуха для проветривания конвейерного штрека № 12 равен производительности ВМП. Поэтому суммарное количество воздуха для обособленного проветривания подготовительных выработок, проводимых за пределами выемочных участков, равно

$$\Sigma Q_{п.ш} = 544 + 400 + 472 + 308 = 1724 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

## 5. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ КАМЕР

Пример расчета выполним для электровозного гаража гор. I. Одновременно заряжаются одна аккумуляторная батарея 66ТЖНУ-250 и пять батарей 96ТЖН-350. Температура воздуха, поступающего в камеру, составляет +23°С.

Таблица 4

| Камера | Необходимое количество воздуха, м³/мин |
|---|---|
| Насосная | 293 |
| Склад ВМ | 72 |
| Электроподстанции: | |
| 1, гор. I | 278 |
| 2, гор. I | 348 |
| 3, гор. II | 355 |
| 4, гор. II | 355 |
| Электровозные гаражи: | |
| гор. I | 180 |
| гор. II | 395 |

По формуле (6.4) получаем

$$Q_к = 31 \cdot 10^{-4} \frac{250 \cdot 66 \cdot 1 + 350 \cdot 96 \cdot 5}{26 - 23} = 175 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Выполняем проверку по условию (6.5):

$Q_к$ должно быть не меньше $30 \cdot 6 = 180$ м³/мин.

Принимаем $Q_к = 180$ м³/мин.

По остальным камерам приведены окончательные результаты расчетов (табл. 4).

## 6. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ВЫРАБОТОК

Расчеты выполнены по формуле (7.1), результаты расчетов приведены в табл. 5. Лавы № 6, 7, 10 — это подготовленные выемочные участки, каждый из которых представляет собой последовательное соединение ряда выработок. В этом случае расчет по допустимой скорости следует выполнять по выработке, для которой требуется максимальное количество воздуха, учитывая площадь поперечного сечения выработки и минимально допустимую скорость воздушной струи. Для лав № 6 и 7—это очистные выработки и $v_{оч\,min} = 0{,}25$ м/с, для лавы 11 — штрек и $v_{min} = 0{,}15$ м/с.

Таблица 5

| Поддерживаемая выработка | Площадь поперечного сечения в свету, м² | Необходимое количество воздуха, м³/мин |
|---|---|---|
| Лава № 6 | 4,7 | 70 |
| Лава № 7 | 4,7 | 70 |
| Лава № 10 | 8 | 72 |
| Конвейерный штрек № 11 | 10 | 90 |
| Главный откаточный штрек | 4,7 | 42 |
| Ходок для чистки зумпфа | 7 | 63 |

Количество воздуха для проветривания погашаемых выработок определяем по фактическому метановыделению. Для лавы № 8 при $I_{уч} = 1$ м³/мин, $c_0 = 0$

$$Q_{уч} = \frac{100 \cdot 1}{1 - 0} = 100 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Аналогичным образом для лавы № 9 получаем 134 м³/мин.

## 7. РАСЧЕТ УТЕЧЕК ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

При определении норм утечек значения фактических перепадов давления на вентиляционных сооружениях принимаем по данным депрессионной съемки.

Рассчитываем норму утечек через шлюз в сбойке *1* восточного крыла гор. I. Шлюз состоит из двух бетонитовых перемычек с двух-

Таблица 6

| Название вентиляционного сооружения, место установки | Число перемычек или дверей | Площадь перемычек или дверей, м² | Фактический перепад давления, кгс/м² | Норма утечек воздуха, м³/мин |
|---|---|---|---|---|
| **Восточное крыло гор. I** | | | | |
| 1. Шлюз с двустворчатыми дверями, сбойка *1* . . . | 2 | 5 | 10 | 24 |
| 2. Глухие чураковые перемычки, сбойка *2* . . . . | 2 | 2 | 8 | 3 |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| | | | | 184 |
| **Западное крыло гор. I** | | | | |
| Глухие чураковые перемычки, сбойка *1* . . . . . | 2 | 7 | 35 | 12 |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| | | | | 149 |
| **Восточное крыло гор. II** | | | | |
| Глухие бетонитовые перемычки, сбойка *1* . . . . . | 2 | 7,5 | 47 | 9 |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| | | | | 273 |
| **Западное крыло гор. II** | | | | |
| Глухие чураковые перемычки, сбойка *1* . . . . . | 2 | 7 | 44 | 13 |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| | | | | 208 |
| **Околоствольный двор** | | | | |
| Загрузочное устройство скипового ствола с бункером | — | — | 195 | 197 |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| . . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| | | | | 898 |

створчатыми дверями площадью 5 м², в выработке имеется рельсовый путь. Фактический перепад давления на шлюзе равен 10 кгс/м². Согласно табл. 8.2 и формуле (8.1), норма утечек через одну перемычку

$$Q_{ут} = 70\sqrt{\frac{10}{50}} = 31 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По формуле (8.2) норма утечек через шлюз

$$Q_{ут.шл} = 0{,}76 \cdot 31 = 24 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Рассчитываем норму утечек через две глухие чураковые перемычки площадью 2 м² каждая, установленные в сбойке *2* восточного крыла гор. I. Фактический перепад давления через обе перемычки равен 8 кгс/м². Принимаем, что перепад давления через одну перемычку равен половине общего перепада, т. е. 4 кгс/м². Согласно табл. 8.1 и формуле (8.1), норма утечек через перемычки составит

$$Q_{ут} = 11\sqrt{\frac{4}{50}} = 3 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Расчет утечек рекомендуется выполнять по форме табл. 6. В табл. 6 иллюстрируется лишь порядок расчетов и не содержится всех необходимых записей. В ней приведены результаты для отдельных вентиляционных сооружений и суммы утечек воздуха по крыльям каждого из горизонтов.

Согласно табл. 6, утечки воздуха на гор. I составляют 333 м³/мин, на гор. II (с околоствольным двором) — 1379 м³/мин, $\Sigma Q_{ут} = 1712$ м³/мин.

Определим внешние утечки воздуха для вентиляторной установки скипового ствола. Общая площадь наружных стен и перекрытий надшахтного здания, включая копер, равна 4000 м². Площадь поперечного сечения вентиляционного канала 17 м², фактические перепады давлений соответственно составляют 265 и 350 кгс/м². Согласно табл. 8.4 и формуле (8.3), норма утечек через надшахтное здание

$$Q_{ут} = 950\sqrt{\frac{265}{200}} = 1090 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

По табл. 8.5 и формуле (8.3) норма утечек для вентиляционного канала

$$Q_{ут} = 500\sqrt{\frac{350}{200}} = 660 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Общая норма внешних утечек для вентиляторной установки

$$1090 + 660 = 1750 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

В результате аналогичного расчета для вентиляционного ствола получаем общую норму внешних утечек 840 м³/мин.

## 8. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

Предварительно по данным лабораторных анализов и замеров количества воздуха определяем средний дебит газа в исходящих из шахты вентиляционных струях.

Среднюю концентрацию метана в исходящей вентиляционной струе гор. I рассчитываем по формуле (11.52):

$$\bar{c} = \frac{0{,}5 + 0{,}6 + 0{,}5 + 0{,}6 + 0{,}5 + 0{,}5 + 0{,}6 + 0{,}6 + 0{,}5}{9} =$$

$$= 0{,}54\%.$$

Средний дебит метана в исходящей вентиляционной струе гор. I определяем по формуле (11.51):

$$I_{\text{исх}_I} = \frac{1}{9}[0{,}01\ (8000 + 7980 + 8100 + 8300 + 8150 + 8070 + 8100 +$$

$$+ 8250 + 8050)\ (0{,}54 - 0)] = 43{,}8\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

Аналогичным путем определяем средний дебит метана в исходящей вентиляционной струе гор. II: $I_{\text{исх}_{II}} = 41$ м³/мин.

По формуле (9.1) рассчитываем общее количество воздуха для проветривания шахты

$$Q_{\text{ш}} = 1{,}1\ (5073 + 1724 + 2276 + 643 + 1712) = 12570\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

В околоствольный двор гор. II должно поступать полученное количество воздуха за вычетом расхода воздуха на проветривание насосной камеры, т. е. 12570—293≈12280 м³/мин.

В соответствии со схемой проветривания в выработки гор. I необходимо подавать следующее количество воздуха:

$$Q_{\text{гор}_I} = 1{,}1\ (1677 + 1416 + 806 + 192 + 333) = 4870\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

Для проверки по формуле (9.2) определяем количества воздуха, поступающие к отдельным вентиляторным установкам. Количество воздуха, поступающее к вентиляционному стволу,

$$Q_{\text{ш}_1} = 1{,}1\ (3132 + 1416 + 806 + 192 + 333) = 6470\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

Количество воздуха, поступающее к скиповому стволу,

$$Q_{\text{ш}_2} = 1{,}1(1941 + 308 + 1470 + 451 + 1379) = 6100\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

По формуле (9.2) получаем

$$Q_{\text{ш}_1} = 6470\ \text{м}^3/\text{мин} > \frac{100 \cdot 1{,}1 \cdot 43{,}8}{0{,}75 - 0} = 6440\ \text{м}^3/\text{мин};$$

$$Q_{\text{ш}_2} = 6100\ \text{м}^3/\text{мин} > \frac{100 \cdot 1{,}1 \cdot 41}{0{,}75 - 0} = 6010\ \text{м}^3/\text{мин}.$$

## 9. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

Дебит вентиляторов рассчитываем по формуле (10.1). Для вентилятора, установленного на вентиляционном стволе, получаем

$$Q_{В_1} = 6470 + 840 = 7310 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Для вентилятора, установленного на скиповом стволе,

$$Q_{В_2} = 6100 + 1750 = 7850 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Дебиты вентиляторных установок с учетом резерва по производительности рассчитываем по формуле (10.3):

$$Q'_{В_1} = 6470 + 0,15 \cdot 3132 + 840 = 7780 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q'_{В_2} = 6100 + 0,15 \cdot 1941 + 1750 = 8140 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

## СОДЕРЖАНИЕ


| | Стр. |
|---|---|
| 1. Общие положения | 3 |
| 2. Расчет количества воздуха для очистных выработок | 4 |
| 3. Расчет количества воздуха для выемочных участков | 12 |
| 4. Расчет максимально допустимой по газовому фактору нагрузки на очистной забой | 21 |
| 5. Расчет количества воздуха для подготовительных выработок | 26 |
| 6. Расчет количества воздуха для камер | 36 |
| 7. Расчет количества воздуха для поддерживаемых выработок | 37 |
| 8. Утечки воздуха через вентиляционные сооружения | 38 |
| 9. Расчет количества воздуха, необходимого для проветривания шахты | 41 |
| 10. Производительность вентиляторных установок | 42 |
| 11. Определение ожидаемой газообильности выработок | 43 |
| Определение газообильности очистных выработок и выемочных участков | 44 |
| Определение газообильности подготовительных выработок | 58 |
| Определение газообильности шахты | 63 |
| 12. Допустимые отклонения результатов замеров количества воздуха от расчетных значений | 64 |
| Приложение. Пример расчета количества воздуха, необходимого для проветривания шахты | 66 |
| 1. Характеристика шахты | 66 |
| 2. Расчет метановыделения в очистных выработках и на выемочных участках | 66 |
| 3. Расчет количества воздуха для очистных выработок и выемочных участков | 69 |
| 4. Расчет количества воздуха для проветривания подготовительных выработок | 71 |
| 5. Расчет количества воздуха для проветривания камер | 74 |
| 6. Расчет количества воздуха для проветривания поддерживаемых выработок | 75 |
| 7. Расчет утечек воздуха через вентиляционные сооружения | 75 |
| 8. Расчет количества воздуха для проветривания шахты | 78 |
| 9. Расчет производительности вентиляторных установок | 79 |


**ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**


Редактор издательства **Г. В. Виноградова**
Технический редактор **Л. В. Дунаева**
Корректоры **Т. М. Столярова** и **М. П. Курылева**

Сдано в набор 6/XI 1974 г. Подписано в печать 20/II 1975 г. Т-01474
Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага № 2. Печ. л. 2,5. Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,30
Тираж 20000 экз. Заказ 1734/5610—10 Цена 22 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Московская типография № 32 Союзполиграфпрома при
Государственном комитете Совета Министров СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, К-51, Цветной бульвар, д. 26.

Изменения к "Инструкции по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания действующих угольных шахт" -
- библ. № 622.4
И 72

С вводом "Руководства по проектированию и организации проветривания подготовительных выработок действующих угольных шахт"-
-/утв. 16.05.84 / -№ библ. 622.4
Р 85

О Т М Е Н Я Ю Т С Я :

требования пунктов II.13- II.17 и раздел 5 "Инструкции по расчету количества воздуха..."- утв. Минуглепромом СССР-25.03.74г.

gost.e-ecolog.ru