Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVIII, вып. 1, 1959 г.

ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАПАСА ВОЗДУХА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

П. И. Мустель

Дебит шахтных вентиляторов главного проветривания расходуется на проветривание всех очистных и подготовительных забоев $\Sigma Q_з$; на короткие токи, возникающие между каналом вентилятора и наружной атмосферой, — внешние утечки; на бесчисленные короткие токи, возникающие в подземных выработках через неплотности в вентиляционных сооружениях, целики угля и выработанное пространство, — внутренние утечки, а также на вентиляцию машинных и иных камер, нуждающихся в обособленном проветривании.

Соотношение между дебитом вентилятора $Q_в$ и $\sum Q_з$

$$Q_в = K \sum Q_з,$$

где K — общий коэффициент запаса воздуха.

Количество воздуха, поступающего в шахту,

$$Q_ш = k \sum Q_з,$$

где k — коэффициент подземного запаса воздуха.

В настоящее время общий коэффициент запаса принимается в проектах равным 1,55, а подземный 1,45.

Коэффициент подземного запаса создает резерв воздуха не только для компенсации подземных утечек, но и для обособленного проветривания камер.

Истинные значения коэффициентов запаса на действующих шахтах могут быть легко определены из выражений

$$K = \frac{Q_в}{\sum Q_з} \tag{1}$$

и

$$k = \frac{Q_ш}{\sum Q_з} \tag{2}$$

Как показывают наблюдения, фактические значения K и k на действующих шахтах могут быть как больше, так и меньше рекомендуемых норм.

Условия разработки шахтных полей настолько многообразны, что возможность правильного учета необходимого запаса воздуха одним каким-то коэффициентом вызывает большие сомнения. Более правильно полагать, что коэффициент запаса должен устанавливаться особо для каждой действующей шахты в зависимости от способа вскрытия, системы подготовки и отработки этажей, схемы проветривания, числа вентиляционных сооружений (при хорошем их качестве), числа камер, нуждающихся в обособленном проветривании и т. д.

В настоящей статье кратко излагается метод установления коэффициента запаса воздуха для действующих и проектируемых шахт, разработанный автором и представленный в 1955 г. Министерству угольной промышленности СССР в работе «Исследование утечек воздуха на шахтах Донбасса», проводившейся кафедрой вентиляции Ленинградского горного института под научным руководством В. Б. Комарова.

Методика определения коэффициентов запаса дается только для действующих шахт; при проектировании же шахт, как показано ниже, целесообразно принимать коэффициент запаса постоянным в зависимости от категории шахты по газу.

1. Подсчет коэффициентов запаса воздуха действующих шахт

Как видно из выражений (1) и (2), для определения общего и подземного коэффициентов запаса действующих шахт необходимо найти величины $\Sigma Q_з$, $Q_ш$ и $Q_в$. Подсчет сводится к тому, что после определения непосредственным замером $\Sigma Q_з$ подсчитываются утечки воздуха в подземных выработках, исходя из норм, установленных исследованиями ЛГИ и МГИ для вентиляционных сооружений, выработанного пространства и параллельных выработок. Затем подсчитывается количество воздуха, необходимое для обособленного проветривания машинных и иных камер. Все это количество воздуха прибавляется к $\Sigma Q_з$ и образует количество воздуха, подаваемого в шахту, $Q_щ$. Суммированием этого количества воздуха с внешними утечками (подсосом) получается производительность вентилятора $Q_в$.

Расчет производится в следующем порядке:

1. Измеряется анемометром суммарное количество воздуха, доходящее до очистных, а также проветриваемых обособленными струями подготовительных забоев $\Sigma Q_з$.

2. По установленным нормам, в зависимости от угла падения пластов и способа управления кровлей, подсчитываются утечки воздуха через выработанное пространство.

3. Подсчетом по нормам определяются утечки воздуха в параллельных выработках через вентиляционные устройства и в околоствольном дворе в зависимости от способа вскрытия и схемы вентиляции.

4. Подсчитывается суммарное количество воздуха, необходимое для обособленного проветривания камер и складов ВВ.

5. По нормам учитывается подсос воздуха с поверхности в канал вентилятора через герметизирующие устройства в устьях вентиляционных шахт, шурфов и сбоек.

6. Определяются $Q_ш$ и $Q_в$, а также коэффициенты K и k.

Для определения $\Sigma Q_з$ производятся замеры количества воздуха во всех лавах ($Q_л'$, $Q_л''$, $Q_л'''$ и т. д.) и подсчитывается их сумма $\Sigma Q_л$. Эти замеры могут производиться непосредственно в лавах, а также на откаточном или вентиляционном штреках, но не далее чем в 5—10 *м* от лав. Если есть возможность, следует произвести замеры количества воздуха

на откаточном и вентиляционном штреках и принять наибольшее из них.

Замеряется количество воздуха, идущее в забои подготовительных и капитальных выработок ($Q_п'$, $Q_п''$, $Q_п'''$ и т. д.) при обособленном их проветривании, и подсчитывается их сумма $\Sigma Q_п$. При замере $Q_п$ необходимо принимать в расчет количество воздуха, равное дебиту вентилятора частичного проветривания. Суммарное количество воздуха, доходящее до забоев, $\Sigma Q_з$ определяется выражением

$$\sum Q_з = (Q_л' + Q_л'' + Q_л''' + \ldots + Q_л^n) + (Q_п' + Q_п'' + Q_п''' + \ldots + Q_п^n). \quad (3)$$

Величина $\Sigma Q_з$ понадобится при окончательном определении K и k; дальнейший же подсчет ведется исходя из частных значений $Q_з'$, $Q_з''$, ... для отдельных участков шахты.

Определение утечек через выработанное пространство производится с целью установления количества воздуха, которое необходимо подавать к началу откаточных штреков $Q_{штр}$ с тем, чтобы до лав доходило количество воздуха, равное $Q_л$. Эти утечки определяются независимо от длины штреков, так как рассчитываются на момент максимального удаления лав от начала штреков. Зависимость средней величины утечек от горнотехнических условий приведена в табл. 1, составленной на основании измерений ЛГИ в шахтах Донбасса.

Таблица 6

Способ управления кровлей	Утечки, % от $Q_л$
При пологом падении	
Полное обрушение с оставлением целиков угля над откаточными или под вентиляционными штреками . . .	35
Частичная закладка, П-образный забой (центральная схема проветривания)	25
Частичная закладка, прямоточный забой (диагональная схема проветривания) .	5
При крутом падении	
Полное обрушение с оставлением целиков над откаточными или под вентиляционными штреками	15
Частичная закладка с оставлением целиков над откаточными или под вентиляционными штреками .	35
Плавное опускание при наличии в кровле пласта легко прогибающихся пород без нарушения сплошности	10

Обозначим норму утечек через выработанное пространство, взятую по табл. 1 (проц. от $Q_л$), через n', n'', n''' и т. д.

Тогда количество воздуха, поступающего в устье штрека,

$$Q_{штр} = Q_л\left(1 + \frac{n}{100}\right), \quad (4)$$

а суммарное количество воздуха, поступающее на начало откаточных штреков по всей шахте,

$$\sum Q_{штр} = Q_л'\left(1 + \frac{n'}{100}\right) + Q_л''\left(1 + \frac{n''}{100}\right) + Q_л'''\left(1 + \frac{n'''}{100}\right) + \ldots \quad (5)$$

Если по штреку идет воздух не только для проветривания лавы, но и для обособленного проветривания подготовительных забоев, то в формулу (5) вместо $Q_л$ следует подставить $Q_з = Q_л + \Sigma Q_п$.

Если к началу штреков воздух, как это часто бывает, поступает по параллельным выработкам (бремсберг или уклон и ходки при них), в которых могут иметь место утечки с поступающей струи на исходящую (с бремсберга или уклона в ходок), то должно быть определено количество воздуха, поступающее в устье этих параллельных выработок. Это количество воздуха $Q_{пар}$ определится как сумма $Q_{штр}$ всех участков, обслуживаемых данным бремсбергом или уклоном, и утечек в параллельных выработках.

Обозначим число перемычек в параллельной выработке m, а утечки воздуха через одну перемычку и целик угля, в котором она установлена (процент к количеству воздуха в конце параллельных выработок), через q, тогда

$$Q_{пар} = Q_{штр}\left(1 + \frac{qm}{100}\right) \qquad (6)$$

Нормы утечек в параллельных выработках, условно отнесенные к одной перемычке и выраженные в процентах к количеству воздуха, доходящего до конца выработки, полученные на основании замеров [1] в шахтах Донбасса, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип перемычки	Состояние породы	
	нетрещиноватые	трещиноватые
Шлакобетонная, бутобетонная, каменная	0,80	1,45
Шлакоблоковая	0,85	1,50
Чураковая	1,15	1,95
Дощатая	1,40	2,50

Если вентиляционная струя, по которой производится подсчет, проходит мимо вентиляционных сооружений, машинных или иных камер и забоев выработок, находящихся в проходке, проветриваемых обособленной струей, то соответствующее количество воздуха добавляется к струе, исходя из следующих норм, установленных работами ЛГИ и МГИ:

1) одна вентиляционная дверь при разности давления по обе стороны ее до 30 *мм* — 15 *м³/мин*;

2) две двери, установленные последовательно при тех же условиях, — 10 *м³/мин*;

3) одна дверь при депрессии до 100 *мм* — 20 *м³/мин;*

3) две двери в тех же условиях — 15 *м³/мин*;

5) глухие кроссинги (без прохода под ними) — 20 *м³/мин*;

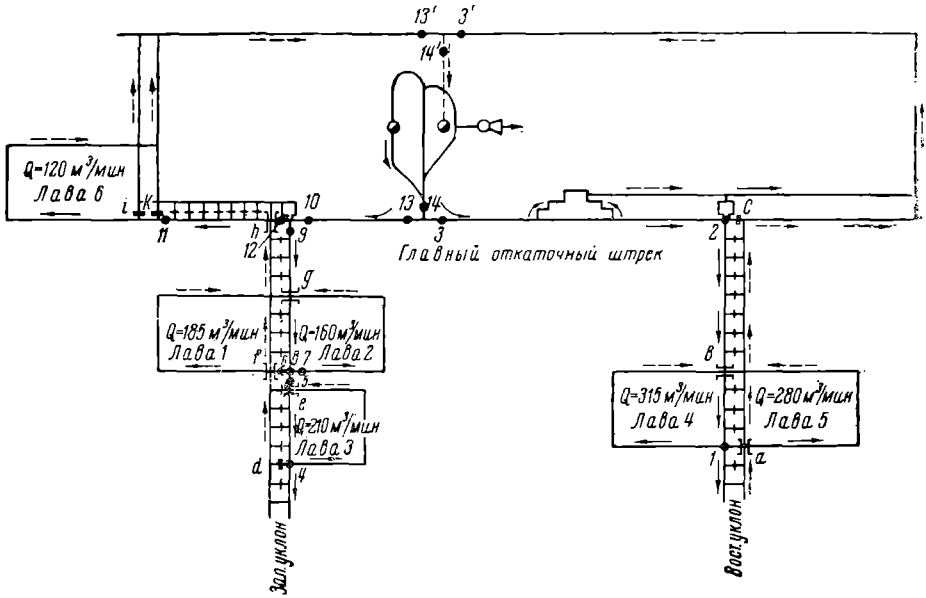
6) обычные кроссинги, имеющие вентиляционные двери под ними — капитальные и участковые, выполненные из камня или бетона, — 40 *м³/мин*.

Количество воздуха, необходимое для обособленного проветривания подготовительных забоев, машинных камер, гаражей, складов ВВ и т. п. при подсчете коэффициентов запаса действующих шахт может

[1] Выполнены М. А. Патрушевым.

приниматься по фактическим замерам, когда проветривание этих объектов находится в удовлетворительном состоянии. Если же проветривание объектов неудовлетворительно, количество воздуха определяется расчетом. Когда норма подачи на каждую камеру неизвестна, можно принимать ее при подсчете k равной 40 $м^3/мин$ в среднем на каждую камеру, включая и склад ВВ.

Если при дальнейшем движении навстречу поступающей струе мест утечек воздуха нет, суммарное количество воздуха, полученное в начале параллельных выработок $\Sigma Q_{пар}$ (или $\Sigma Q_{штр}$, если параллельных выработок нет), является количеством воздуха, поступающего из около-



Схематическое изображение подземных выработок шахты при центральной схеме проветривания

ствольного двора $Q_{о.д}$. Для определения количества воздуха, поступающего в шахту, $Q_{о.д}$ должно быть увеличено с целью компенсации утечек в околоствольном дворе на откаточном и вентиляционном горизонтах. Эти утечки при центрально сдвоенном расположении шахтных стволов и центральной схеме проветривания следует принимать равными 5% от $Q_{о.д}$. При расположении вентиляционного ствола у верхней границы шахтного поля, а также при фланговой схеме проветривания эти утечки могут приниматься равными нулю. Следовательно, при центральной схеме проветривания количество воздуха, поступающее с поверхности в околоствольный двор, при наличии утечек в околоствольном дворе

$$Q_ш = Q_{о.д} + 0{,}05Q_{о.д}. \qquad (7)$$

При вскрытии месторождения наклонными стволами, по одному из которых воздух поступает в шахту, а по другому выдается, происходят утечки через целики угля. Эти целики прорезаны просеками, где установлены перемычки. Для получения количества воздуха, поступающего в шахту, необходимо учесть утечки в параллельных выработках. Тогда

$$Q_ш = Q_{о.д}\left(1 + \frac{qm}{100}\right). \qquad (8)$$

Затем определяется производительность вентилятора, причем учитывается подсос воздуха вентилятором с поверхности через резервный вентилятор и герметическое надшахтное здание. В соответствии с данными, полученными по замерам в шахтах Донбасса, подсос может приниматься равным 10% от $Q_ш$ при установке герметического надшахтного здания над клетевым стволом, 15% от $Q_ш$ при установке над скиповым стволом и 5% в тех случаях, когда вентиляционный ствол не оборудован подъемом и устье его закрыто плотным настилом, а также при установке вентилятора на наклонной вентиляционной сбойке, в устье которой установлены шлюзы. Обозначим подсос с поверхности через p%, тогда производительность вентилятора

$$Q_в = Q_ш \left(1 + \frac{p}{100}\right). \qquad (9)$$

После этого по формулам (1) и (2) определяются общий K и подземный k коэффициенты запаса. Поясним сказанное примером.

Шахтное поле вскрыто двумя вертикальными стволами (см. рисунок), проветривание центральное, всасывающий вентилятор установлен в устье скипового ствола. На западном крыле работают четыре лавы, на восточном — две. Максимальное удаление лав от уклонов 500 *м*. Падение пологое. Управление кровлей частичной закладкой. Количество воздуха, доходящее до лав, согласно проведенным замерам, следующее: лава *1* — 185 *м³/мин*, лава *2* — 160 *м³/мин*, лава *3* — 210 *м³/мин*, лава *4* — 315 *м³/мин*, лава *5* — 280 *м³/мин*, лава *6* — 120 *м³/мин*. Среднее количество воздуха, идущее на проветривание забоя западного уклона, равно 40 *м³/мин* и восточного — 50 *м³/мин*.

Суммарное количество воздуха, доходящее до забоев, определяется по формуле (3)

$$\sum Q_з = (185 + 160 + 210 + 315 + 280 + 120) + (40 + 50) = 1360 \ м^3/мин.$$

Определим количество воздуха, поступающее на восточное крыло.

Принимая утечки через выработанное пространство n равными 25% (по табл. 1), имеем

$$\sum Q'_{штр} = (Q^4_л + Q^5_л)\left(1 + \frac{n}{100}\right) = (315 + 280)\left(1 + \frac{25}{100}\right) = 745 \ м^3/мин.$$

Для определения количества воздуха на уклоне в точке *1* (см. рисунок) необходимо к $\sum Q'_{штр}$ добавить утечки через кроссинг *а* в количестве 40 *м³/мин* и воздух, идущий на проветривание забоев уклона и ходка при нем, 50 *м³/мин*. Тогда

$$\sum Q'_{штр} = 745 + 40 + 50 = 835 \ м^3/мин.$$

Для определения воздуха в точке *2* ($Q_{пар}$) необходимо учесть утечки в уклоне. Длина уклона 600 *м*, количество перемычек $m = 10$, перемычки шлакоблоковые, породы нетрещиноватые, q по табл. 2 принимаем 0,85. Тогда по формуле (6)

$$Q_{пар} = \sum Q_{штр}\left(1 + \frac{qm}{100}\right) = 835\left(1 + \frac{0{,}85 \quad 10}{100}\right) = 905 \ м^3/мин.$$

К этому количеству воздуха необходимо прибавить утечки в кроссинге *в*, составляющие 40 *м³/мин*, в дверях *с* на главном откаточном штреке 15 *м³/мин* и воздух, идущий на проветривание лебедочной камеры, 40 *м³/мин*. Полное количество воздуха в точке *2*

$$Q^2_{пар} = 905 + 40 + 15 + 40 = 1000 \ м^3/мин.$$

Для определения количества воздуха в точке *3* необходимо учесть количество воздуха, идущее на проветривание склада ВВ, которое по замеру равно 100 *м³/мин*. Тогда

$$Q^{3}_{\text{пар}} = 1000 + 100 = 1100 \ м^3/мин.$$

Определим количество воздуха, поступающего на западное крыло.

Количество воздуха в точке *4* с учетом утечек через выработанное пространство, двери *d* в этажном откаточном штреке — 10 *м³/мин* и количество воздуха, идущего на проветривание забоев уклона и ходка, — 40 *м³/мин*,

$$Q^{4}_{\text{штр}} = 210\left(1 + \frac{25}{100}\right) + 40 + 10 = 313 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха в точке *5* (ниже штрека) с учетом утечек в трех перемычках на уклоне и в кроссинге *e*

$$Q^{5}_{\text{пар}} = 313\left(1 + \frac{0{,}85}{100}\,3\right) + 40 = 360 \ м^3/мин.$$

Определим количество воздуха в точке *8*.

Количество воздуха в точке *6*, идущего по штреку в лаву *1* с учетом утечек через выработанное пространство и кроссинг *f*,

$$Q^{6}_{\text{штр}} = 185\left(1 + \frac{25}{100}\right) + 40 = 271 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха, идущего по штреку в лаву *2*,

$$Q^{7}_{\text{штр}} = 160\left(1 + \frac{25}{100}\right) = 200 \ м^3/мин.$$

В точке *8*

$$Q^{8}_{\text{штр}} = Q^{5}_{\text{пар}} \times Q^{6}_{\text{штр}} + Q^{7}_{\text{штр}} = 360 + 271 + 200 = 831 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха в точке *9* получится после учета потерь воздуха в кроссинге *g* (40 *м³/мин*) и в перемычках на протяжении 400 *м* уклона ($m = 6$)

$$Q^{9}_{\text{пар}} = Q^{8}_{\text{штр}}\left(1 + \frac{qm}{100}\right) + 40 = 831\left(1 + \frac{0{,}85 \cdot 6}{100}\right) + 40 = 913 \ м^3/мин.$$

Для определения количества воздуха в точке *10* на главном откаточном штреке необходимо учесть и 120 *м³/мин* воздуха, идущего на проветривание лавы *6*.

Количество воздуха в точке *11* с учетом утечек через выработанное пространство и потерь воздуха через двери *i* и *k* в основании бремсберга и ходка

$$Q^{11}_{\text{штр}} = 120\left(1 + \frac{25}{100}\right) + 15 + 15 = 180 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха в точке *12* с учетом утечек через перемычки на исходящую струю ($m = 7$) и потерь в кроссинге *h*

$$Q^{12}_{\text{пар}} = 180\left(1 + \frac{0{,}85}{100}\,7\right) + 40 = 230 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха в точках *10* и *13* с учетом 40 *м³/мин*, идущих на проветривание лебедочной камеры,

$$Q^{10}_{\text{пар}} = Q^{9}_{\text{пар}} + Q^{12}_{\text{пар}} + 40 = 913 + 230 + 40 = 1183 \ м^3/мин.$$

Количество воздуха, поступающего из околоствольного двора на главный откаточный штрек (точка *14*),

$$Q_{\text{о. д}} = Q^{10}_{\text{пар}} + Q^{3}_{\text{пар}} = 1183 + 1100 = 2283 \ м^3/мин.$$

Количествам воздуха в точках *3, 13, 14* соответствуют на исходящей струе Q в точках $3'$, $13'$ и $14'$

Количество воздуха, поступающего в околоствольный двор с поверхности ($Q_{\text{ш}}$), с учетом утечек в размере 5% от $Q_{\text{о. д}}$

$$Q_{\text{ш}} = 2283\left(1 + \frac{5}{100}\right) = 2400 \ м^3/мин.$$

Производительность вентилятора с учетом 15% подсоса с поверхности

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ш}}\left(1 + \frac{15}{100}\right) = 2400 \quad 1{,}15 = 2760 \ м^3/мин.$$

Таким образом, для подсчета K и k имеем следующие данные:

$$\sum Q_{\text{э}} = 1360 \ м^3/мин; \ Q_{\text{ш}} = 2400 \ м^3/мин; \ Q_{\text{в}} = 2760 \ м^3/мин.$$

$$K = \frac{Q_{\text{в}}}{\sum Q_{\text{э}}} = \frac{2760}{1360} = 2{,}02; \quad k = \frac{Q_{\text{ш}}}{\sum Q_{\text{э}}} = \frac{2400}{1360} = 1{,}76.$$

Эти коэффициенты определяют необходимый запас воздуха, расходуемый частично на утечки, а частично на проветривание двух лебедочных камер (80 $м^3/мин$) и склада ВМ (100 $м^3/мин$). Для характеристики шахты исключительно в отношении утечек воздуха необходимо это количество воздуха суммировать с $\Sigma Q_{\text{э}}$, тогда получим полезное количество воздуха $\Sigma Q_{\text{пол}}$, равное $1360 + 180 = 1540$ $м^3/мин$. Отнеся $Q_{\text{в}}$ и $Q_{\text{ш}}$ к этому количеству воздуха, получим общий K' и подземный k' — коэффициенты утечек (а не запаса):

$$K' = \frac{Q_{\text{в}}}{\sum Q_{\text{пол}}} = \frac{2760}{1540} = 1{,}79; \quad k' = \frac{Q_{\text{ш}}}{\sum Q_{\text{пол}}} = \frac{2400}{1540} = 1{,}55.$$

Таким образом, полученные коэффициенты запаса и утечек в данном примере превышают размеры коэффициентов, установленных нормативами. Это объясняется в основном наличием параллельных выработок большой протяженности.

На величину коэффициента запаса оказывают также сильное влияние кроссинги, число которых на некоторых шахтах превышает 10. В общем случае коэффициенты запаса зависят от соотношения между количеством вентиляционных сооружений и камер, нуждающихся в обособленном проветривании, и добычей, точнее количеством воздуха, доходящего до забоев $\Sigma Q_{\text{э}}$. Так как при одном и том же количестве вентиляционных сооружений и добыче, $\Sigma Q_{\text{э}}$, входящее в знаменатель формул (1) и (2), с увеличением газообильности возрастает, коэффициент запаса, установленный в действующих шахтах предлагаемым нами методом, будет иметь максимальное значение в негазовых шахтах и минимальное в газовых.

Какой величины может достигать коэффициент запаса воздуха в действующих шахтах, показывают следующие данные (замеры произве-

дены на семи шахтах Донбасса с различным состоянием вентиляцион ного хозяйства).

	1	2	3	4	5	6	
$Q_в$	5240	4240	7400	1460	4700	7880	1740
$\Sigma Q_э$	1720	2780	1695	455	2250	3530	685
K	3,05	1,52	4,37	3,20	2,09	2,23	2,54

Значения $\Sigma Q_э$ получены по замерам, произведенным в начал этажных откаточных штреков, и включают утечки воздуха через выработанное пространство, вследствие чего величина K занижена примерно на 25%.

Подсчеты коэффициентов подземного запаса воздуха, произведенные нами данным методом по вентиляционным планам для 80 шахт Донбасса, показали, что для части шахт, главным образом имеющих параллельные выработки большой протяженности или большое число подземных вентиляционных сооружений, коэффициент запаса, подсчитанный по нормам, должен быть 1,70—1,75. К таким шахтам относятся шахта № 2-бис треста Ворошиловуголь, шахта им. А. М. Горького и шахта № 7 треста Несветайантрацит, шахты № 2/7 и № 4—21 треста Сталинуголь, шахта № 1—2 «Ново-Голубовка» треста Первомайскуголь и др.

В то же время на ряде шахт, в основном с диагональной схемой проветривания, должен быть установлен коэффициент запаса порядка 1,25—1,35. К ним относятся шахты им. И. В. Сталина треста Ворошиловуголь, шахты № 6, № 14, «Новая Майка», шахты № 17, № 7 треста Богураевуголь, шахты № 77 и № 1—2 «Золотое» треста Первомайскуголь, шахты им. Менжинского, № 5 «Тошковка» и др.

Повышенные (превышающие установленные в настоящее время нормы) коэффициенты запаса не должны вызывать каких-либо опасений, так как они (1,45 подземный и 1,55 общий) отнесены к $\Sigma Q_э$ определяемой по нормам, установленным для шахт в соответствии с категорией по газу. Количество воздуха $\Sigma Q_э$, полученное таким путем, как правило, значительно превышает фактическое количество воздуха, в котором нуждаются забои на действующих шахтах и которое до них в действительности доходит. Это объясняется тем, что обеспечение отдельных лав и забоев воздухом на действующих шахтах определяется не добычей из этих лав и соответствующими нормами, а фактическим положением вещей, т. е. анализами воздуха на CH_4, O_2, CO_2 и другие газы. Если содержание этих газов находится в пределах установленных норм, проветривание считается удовлетворительным. Поясним сказанное подсчетом.

Примем в предыдущем примере суточную добычу шахты равной 1500 *т*, а шахту отнесем ко второй категории по газу. Тогда общешахтное количество воздуха, подсчитанное по нормам,

$$Q_ш = 1500 \cdot 1{,}25 \cdot 1{,}45 = 2720 \ м^3/мин,$$

а производительность вентилятора

$$Q_в = 1500 \cdot 1{,}25 \cdot 1{,}55 = 2910 \ м^3/мин.$$

Таким образом, несмотря на значительно меньшие, чем ранее найденные коэффициенты запаса, величины $Q_ш$ и $Q_в$ получились больше чем в предыдущем примере. Это объясняется тем, что $\Sigma Q_э$ равна в данном случае не 1360 $м^3/мин$ по замеру, как в предыдущем примере а $1500 \cdot 1{,}25 = 1875$ $м/^3мин$ по подсчету.

Дальнейшие исследования позволят производить более точное определение утечек воздуха через вентиляционные сооружения, в параллель

ных выработках и т. п., что даст возможность точнее определять коэффициенты запаса в действующих шахтах, однако ход подсчета от этого не изменится.

2. Коэффициенты запаса воздуха для проектируемых шахт

Определение коэффициентов запаса для проектируемых шахт можно было бы производить тем же способом, что и в действующих шахтах, но лишь тогда, когда точно известно количество воздуха, которое должно подаваться в лавы (и в обособленно проветриваемые подготовительные забои) по условиям газовыделения. Известно, что в действующих забоях выделяется лишь часть того количества газов, которое образуется в целом по шахте, а следовательно, в них должна подаваться лишь часть воздуха, определяемого тем или иным способом для шахты в целом. Однако определить в точности соотношение между количеством газов, выделяющихся в тех или иных выработках или при выполнении тех или других операций, невозможно без специальных исследований, так как это соотношение зависит от свойств пласта и вмещающих пород, наличия или отсутствия газовыделения из спутников и соседних рабочих пластов, способа управления кровлей и т. п. Учитывая некоторую условность в определении количества воздуха при проектировании, следует в этом случае применить более простой способ для определения коэффициентов запаса.

Предположим, что вся газообильность шахты обусловлена газовыделением в лавах, тогда, очевидно, норма подачи воздуха в забой [1]

$$q' = \frac{w100}{24 \cdot 60 \cdot 0{,}75}, \qquad (10)$$

где w — относительная газообильность шахты, $м^3/т$ суточной добычи;
0,75 — процентное содержание метана в исходящей струе.

Суммарное количество воздуха, подаваемое в забой,

$$\sum Q_з = q'A, \ м^3/мин, \qquad (11)$$

где A — суточная добыча.

Как известно, подземный коффициент запаса

$$k = \frac{Q_ш}{\sum Q_з}, \qquad (12)$$

но

$$Q_ш = 1{,}45qA, \ м^3/мин,$$

где 1,45 — подземный коэффициент запаса;
q — норма подачи воздуха в шахту в зависимости от категории по газу (1,0; 1,25; 1,5).

Подставляя в выражение для k вместо $Q_ш$ и $\sum Q_з$ их значения из формул (11) и (12), получим

$$k = \frac{Q_ш}{\sum Q_з} = \frac{1{,}45A\ q}{q'A} = 1{,}45\frac{q}{q'}. \qquad (13)$$

Исходя из этой нормы q', при подсчете получим завышенное значение $\Sigma Q_з$ во-первых, за счет того, что в действительности, как упоминалось, в забоях выделяется лишь часть газов, а во-вторых, за счет того, что предельное содержание газов на исходящей струе участков допускается по ПБ равным 1,0%, а не 0,75%.

Заменив знаменатель правой части равенства формулы (13) его значением из формулы (10) и произведя сокращения, получим

$$k = 15{,}6\frac{q}{w} \qquad (14$$

Посмотрим, чему равен расчетный коэффициент подземного запаса если в шахту подается количество воздуха, определенное по утвержденным нормам, а до забоев доходит столько воздуха, сколько требуется по фактическому газовыделению.

В шахтах первой категории по газу $q = 1$ *м³/т*, а w находится в пределах 1—5 *м³/т*.

При $w = 1$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6$;

при $w = 5$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6\frac{1}{5} = 3{,}12$.

В шахтах второй категории $q = 1{,}25$ *м³/т*, а w находится в пределах 6—10 *м³/т*.

При $w = 6$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6\frac{1{,}25}{6} = 3{,}25$;

при $w = 10$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6\frac{1{,}25}{10} = 1{,}95$.

В шахтах третьей категории $q = 1{,}5$ *м³/т*, а w находится в пределах 11 — 15 *м³/т*.

При $w = 11$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6\frac{1{,}5}{11} = 2{,}13$;

при $w = 15$ *м³/т* $\quad k = 15{,}6\frac{1.5}{15} = 1{,}56$.

В шахтах сверхкатегорных q рассчитывается по выражению (10) вследствие чего $q = q'$ и выражение (13) превращается в равенство

$$k = 1{,}45.$$

Таким образом, только в сверхкатегорных шахтах коэффициент подземного запаса равен установленной норме (1,45), в шахтах же всех других категорий фактический коэффициент запаса превышает норму и тем больше, чем ниже категория шахты.

Если произвести подсчет коэффициента запаса, который можно назвать *скрытым*, принимая коэффициент запаса в выражениях (12) и (13) равным не 1,45, а 1,0, то все же фактически величина k получится в пределах 2,15—10,8 для шахт первой категории, от 1,34 до 2,24 для шахт второй категории и от 1,08 до 1,48 для шахт третьей категории.

Таким образом, можно считать, что при подсчете количества воздуха «по добыче» в самих нормах содержится коэффициент запаса. Этот коэффициент в шахте первой категории не менее 2,15; в шахтах второй категории не менее 1,34 и третьей категории 1,08. В нормах для шахт сверхкатегорных запаса нет, так как в этом случае $q' = q$.

При подсчете количества воздуха «по людям» также есть скрытый коэффициент запаса. Общешахтное количество воздуха определяется в этом случае исходя из подачи на каждого подземного трудящегося 6 *м³/мин* воздуха. В лавах же и на участках занята только часть трудящихся, вследствие чего до них должна доходить лишь часть общешахтного количества воздуха, однако величину ее можно надежно установить лишь на действующих шахтах, а не при проектировании.

Методом, изложенным в предыдущем параграфе, был подсчитан подземный коэффициент запаса воздуха для 80 шахт Донбасса комби

натов Ворошиловуголь, Ростовуголь, Сталинуголь и Артемуголь. Среди этих шахт было 10 негазовых, 20 — первой категории, 8 — второй, 5 — третьей и 37 — сверхкатегорных. Сорок две шахты из рассмотренных выше вскрыты вертикальными стволами, 32 — наклонными и 6 шахт — вертикальными стволами и наклонными сбойками обычно на флангах. Сорок шахт имели центральную схему проветривания, двадцать — диагональную и двадцать — смешанную.

В среднем коэффициент подземного запаса для шахт негазовых, первой и второй категорий по газу получился равным 1,45, а для шахт третьей категории и сверхкатегорных — 1,50.

Учитывая эти средние данные, а также скрытый коэффициент запаса, имеющийся в нормах ПБ, полагаем возможным при проектировании принимать дифференцированные коэффициенты запаса для шахт разных категорий по газу.

Шахты первой категории (и негазовые). Поскольку минимальный скрытый коэффициент подземного запаса воздуха в этих шахтах равен 2,15, его с избытком должно хватить не только на проветривание камер, но и на все подземные утечки, поэтому для этих шахт можно принимать $k_р = 1{,}0$, где $k_р$ — рекомендуемый рассчетный коэффициент подземного запаса воздуха.

Шахты второй категории. В этих шахтах минимальный скрытый коэффициент запаса равен 1,34. Так как в среднем, согласно приведенным выше данным по действующим шахтам, коэффициент подземного запаса в этих шахтах должен быть равен 1,45, величина расчетного коэффициента запаса, рекомендуемого при проектировании, определится как разность $k_р \approx 1{,}45 - 0{,}34 \approx 1{,}1$.

Шахты третьей категории. Для действующих шахт средний коэффициент подземного запаса, согласно подсчетам, равен 1,50, а минимальный скрытый коэффициент 1,08.

При определении подземного коэффициента запаса по материалам действующих шахт (1,50) мы принимали утечки через выработанное пространство равными 25% от $\Sigma Q_э$, причем считали их целиком бесполезными. В действительности часть этих утечек разжижает газ, выделяющийся из выработанного пространства непосредственно на вентиляционный штрек. Как показывают результаты исследований, проведенных разными авторами (МГИ), половину этих утечек несомненно следует считать полезными и, следовательно, не предусматривать для их компенсации добавочных количеств воздуха.

С учетом сказанного рекомендуемый коэффициент подземного запаса для проектируемых шахт третьей категории

$$k_р = 1{,}5 - 0{,}08 - \frac{0{,}25}{2} = 1{,}3,$$

Сверхкатегорные шахты. Скрытого коэффициента запаса воздуха в этих шахтах, как указывалось, нет. Средний же коэффициент подземного запаса по действующим шахтам равен 1,50. Учитывая, что, как и в шахтах третьей категории, 50% утечек через выработанное пространство можно считать полезными,[1] рекомендуемый нами коэффициент подземного запаса для проектируемых шахт следует принимать равным

$$k_р = 1{,}5 - 0{,}125 \cong 1{,}4.$$

[1] Во всех случаях мы не учитывали запас в размере 25%, который создается тем, что предельная норма метана на исходящей струе участка равна по ПБ не 0,75%, а 1%. Это создает дополнительный запас в 25%, который компенсирует неравномерность газовыделения на участках, равную, согласно замерам МГИ, 23—25%.

Выводы

1. В действующих шахтах коэффициент подземного запаса и общий коэффициент запаса воздуха, а также нормальные утечки по струям, крыльям и участкам должны определяться подсчетом для каждой действующей шахты, исходя из норм утечек через вентиляционные сооружения, выработанное пространство и т. д., а также с учетом конкретных горногеологических условий шахты.

Подсчет должен производиться начальником вентиляции по вентиляционным планам один раз в год одновременно с определением категории шахты по газу, а также при значительном изменении схемы проветривания. Норма утечек в целом по шахте должна утверждаться руководством треста и горнотехнической инспекцией.

В целях борьбы с утечками и общего улучшения состояния вентиляции полученный подсчетом общий коэффициент запаса не должен превышать 1,55. Увеличение разрешается только в исключительных случаях при значительной неравномерности газовыделения, вызывающего повышение содержания метана в общей исходящей струе шахты свыше допустимой нормы, а также, когда технически невозможно или нецелесообразно проводить комплекс мероприятий по дальнейшему снижению утечек в шахте.

Если полученный подсчетом общий коэффициент запаса превышает 1,55, для уменьшения его выполняются мероприятия по снижению утечек; например, изменение схемы вентиляции с целью сокращения числа вентиляционных сооружений (уменьшение количества кроссингов, замена там, где это возможно, вентиляционных дверей глухими перемычками, сокращение длины параллельных выработок и т. д.)

2. Подземный и общий коэффициенты запаса в зависимости от категории шахты и других условий при проектировании следует принимать в соответствии с табл. 3. При подсчете количества воздуха по добыче необходимо негазовые шахты считать шахтами первой категории по выделению CO_2.

Таблица 3

Категория шахты по газу	Подземный коэффициент запаса $k_р$	Рекомендуемый общий коэффициент запаса $K_р$ при		
		вентиляторе, установленном на стволе		вентиляционном стволе, закрытом настилом
		скиповом	клетевом	
Первая и негазовая	1,0	1,15	1,1	1,05
Вторая	1,1	1,25	1,2	1,15
Третья	1,3	1,45	1,4	1,35
Сверхкатегорная	1,4	1,55	1,5	1,45

Количество воздуха, подаваемого в шахту, $Q_ш$ получается умножением подземного коэффициента запаса $k_р$ на количество воздуха $\Sigma Q_з$, полученного при расчете «по добыче» для шахт первой, второй и третьей категорий и по фактическому газовыделению для шахт сверхкатегорных.

Для получения производительности вентилятора $Q_в$ величина $\Sigma Q_з$ умножается на общий коэффициент запаса $K_р$, который определяется категорией шахты, местом установки вентиляторов главного проветривания и способом герметизации устья вентиляционной шахты.