

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ШАХТНЫХ УТЕЧЕК ВОЗДУХА

П. И. Мустель

В процессе эксплуатации шахт возникает необходимость депрессионных съемок и обследования состояния проветривания, в результате которых измеряются: общий дебит вентиляторов, количество воздуха, поступающего в шахту, утечки, количество воздуха, доходящего до очистных и подготовительных забоев, депрессии отдельных струй, участков и шахты в целом и другие параметры вентиляции. В результате обследования должны быть намечены мероприятия по улучшению вентиляции шахты, в том числе по уменьшению утечек воздуха.

Эффект от мероприятий по борьбе с утечками работниками шахт заранее не рассчитывается, и нередко, несмотря на ряд крайне трудоемких и дорогостоящих работ, оказывается незначительным. Иногда утечки заметно снижаются, но дебит и депрессия главных вентиляторов, а также расход мощности практически остаются неизменными. Предварительное определение ожидаемого от борьбы с утечками эффекта позволило бы оценить степень необходимости их проведения, а также установить правильную очередность выполнения этих работ.

Утечки, которые при проектировании планируются в размере 55% от количества воздуха, доходящего до очистных и подготовительных забоев, делят на внешние, возникающие в герметических надшахтных зданиях и в каналах вентиляторов, и внутренние — через шлюзы и двери в околоствольных дворах, через целики и перемычки в печах и просеках, разделяющих поступающие воздушные струи от исходящих. Эти утечки особенно велики в наклонных стволах, уклонах, бремсбергах и людских ходах при них, вентиляционных и откаточных штреках, пройденных на близком расстоянии параллельно один другому и разделенных целиками, закладкой или выработанным пространством.

Обычно суммарная длина параллельных выработок не превышает 700—800 м, но есть и такие шахты, где длина их достигает нескольких километров. Так, например, суммарная длина параллельных выработок, подсчитанная только по поступающей или исходящей струям, в ряде шахт Донбасса превышает 4000 м. В этих случаях подземные утечки, как правило, значительно превышают те оптимальные значения, которые могут быть достигнуты в настоящее время при правильном ведении вентиляционного хозяйства.

Снижение утечек на шахте, как известно, приводит к увеличению сопротивления участков и шахты в целом и снижает дебит и расходную мощность вентиляторов. Одновременно в результате борьбы с утечками увеличивается количество воздуха, доходящего до забоев, повышается эффективность вентиляции.

В настоящей статье решается вопрос о том, какие количественные изменения вносят в вентиляционные параметры шахты работы по борьбе с утечками и как их рассчитать заранее. Рассматриваются утечки через надшахтное здание и каналы вентиляторов, утечки в околоствольном дворе, в параллельных выработках и через выработанное пространство.

Утечки через надшахтное здание. Надшахтное здание представляет собой параллельную ветвь шахты, поэтому систему, состоящую из шахты и надшахтного здания вентилятора, следует рассматривать как открытую параллельную систему. Общее сопротивление R_v , преодолеваемое вентилятором,

$$R_v = R_{v.y} + \frac{R_{ш}}{\left(\frac{P_{н.з}}{100} + 1\right)^2}, \quad (1)$$

где $R_{ш}$ — сопротивление подземных выработок, включая воздухоподающий и вытяжной стволы;

$R_{v.y}$ — сопротивление вентиляторной установки;

$P_{н.з}$ — утечки через надшахтное здание (внешние утечки), % к количеству воздуха, доходящего до канала вентилятора по вентиляционному стволу.

Утечки в околоствольном дворе.

Общее сопротивление шахты с учетом утечек через надшахтное здание и в околоствольном дворе, в соответствии с рис. 1, а

$$R_{ш} = R_1 + R_2 + \frac{R_{п}}{\left(\sqrt{\frac{R_{п}}{R_{о.д}}}\right)^2}, \quad (2)$$

где R_1 — сопротивление воздухоподающего шахтного ствола;

R_2 — сопротивление вентиляционного ствола;

$R_{о.д}$ — сопротивление герметизирующих устройств в околоствольном дворе (вентиляционные двери, шлюзы);

$R_{п}$ — сопротивление всех подземных выработок за вычетом стволов (рис. 1, б),

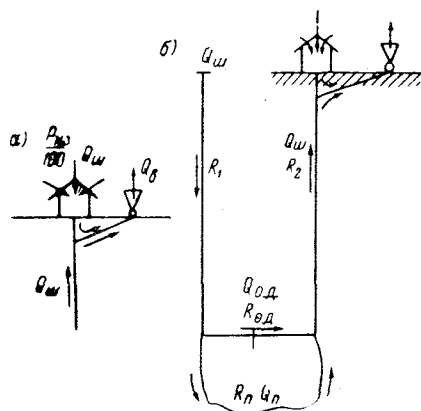


Рис. 1. Утечки:

а — через надшахтное здание; б — в околоствольном дворе

$$R_{п} = \frac{h_{п}}{Q_{п}^2}; \quad (3)$$

$h_{п}$ — депрессия подземных выработок, замеренная через двери или шлюзы в околоствольном дворе;

$Q_{п}$ — количество воздуха, поступающего из околоствольного двора в подземные выработки, $m^3/сек.$

$$Q_{п} = Q_{ш} - Q_{о.д}.$$

Выразим $Q_{п}$ через

$$Q_{заб} \left(\frac{P_{подз}}{100} + 1 \right),$$

где $Q_{заб}$ — суммарное количество воздуха, доходящего до очистных и подготовительных забоев;

$P_{подз}$ — утечки в подземных выработках (за исключением утечек в околоствольном дворе), % к $Q_{заб}$.

Подставив полученное значение Q_n в (3), получим

$$R_n = \frac{h_n}{Q_{заб}^2 \left(\frac{P_{подз}}{100} + 1 \right)^2}. \quad (4)$$

Сопротивление герметизирующих устройств в околоствольном дворе

$$R_{o.д} = \frac{h_n}{Q_{o.д}^2}. \quad (5)$$

Заменив в (5) $Q_{o.д}$ через $\frac{P_{o.д}}{100} Q_{заб}$, имеем

$$R_{o.д} = \frac{h_n}{Q_{заб}^2 \left(\frac{P_{o.д}}{100} \right)^2}. \quad (6)$$

Заменяя под корнем в выражении (2) R_n и $R_{o.д}$ через их значения из (4) и (6) и произведя необходимые упрощения, получим

$$R_{ш} = R_1 + R_2 + \frac{R_n}{\left(\frac{P_{o.д}}{P_{подз} + 100} + 1 \right)^2}. \quad (7)$$

Заменив в (1) $R_{ш}$ правой частью равенства (7), получим общее выражение для подсчета полного сопротивления, на которое работает шахтный вентилятор, с учетом утечек внешних и в околоствольном дворе

$$R_v = R_{в.у} + \frac{R_1 + R_2 + \frac{R_n}{\left(\frac{P_{o.д}}{P_{подз} + 100} + 1 \right)^2}}{\left(\frac{P_{н.з}}{100} + 1 \right)^2}. \quad (8)$$

Утечки в параллельных выработках. Вследствие разницы давлений между поступающей и исходящей струями, идущими по параллельным выработкам, разделенным целиками угля или бутовыми полосами, воздух непрерывно просачивается через трещины в целиках угля, неплотности в перемычках, установленных в печах и просеках, прорезающих целики, а также через неплотности в бутовых полосах. Утечки значительно снижают сопротивление выработок.

Введем обозначения:

R_n — истинное сопротивление выработки, $R_n = \frac{aLP}{S^3}$; при производ-

стве депрессионной съемки R_n находится из выражения $R_n = \frac{h}{Q_n Q_k}$;

R — сопротивление той же выработки с учетом влияния утечек, $R_n > R$;

φ — коэффициент доставки, $\varphi = \frac{Q_k}{Q_n}$;

Q_k — количество воздуха в конце выработки, по которой движется свежая струя, или в начале выработки, по которой движется исходящая струя, $м^3/сек$;

Q_n — количество воздуха в начале выработки, по которой движется поступающая струя, или в конце выработки с исходящей струей, $м^3/сек$;

$P_{пер}$ — утечки через одну перемычку, % к Q_k ;

m — число перемычек на рассматриваемом участке выработок длиной L , $m \frac{L}{l}$ (l — расстояние между соседними перемычками, $м$).

Если для подсчета депрессии выработки с учетом влияния утечек принять формулу В. Н. Воронина $h = RQ_n Q_k$ (несмотря на простоту,

для данных условий она дает хорошие результаты), то нетрудно доказать равенство

$$R = R_n \varphi. \quad (9)$$

Исходя из принятых соотношений

$$Q_k = Q_n - \frac{P_{\text{пер}} m}{100} Q_k,$$

откуда

$$Q_n = Q_k \left(\frac{P_{\text{пер}}}{100} m + 1 \right)$$

или

$$Q_k = \frac{Q_n}{\frac{P_{\text{пер}}}{100} m + 1},$$

но, по условию

$$Q_k = \varphi Q_n,$$

откуда

$$\varphi = \frac{1}{\frac{P_{\text{пер}}}{100} m + 1}.$$

Подставляя полученное для φ выражение в (9), получим

$$R = \frac{R_n}{\frac{P_{\text{пер}}}{100} m + 1}. \quad (10)$$

Формулы (9) и (10) позволяют решать вопрос об эффективности мероприятий по снижению утечек в параллельных выработках (а также в вентиляционных трубах при частичном проветривании), так как определяют изменение сопротивления выработок при уменьшении или увеличении утечек.

Утечки через выработанное пространство. Эти утечки по характеру влияния на сопротивление шахтной сети аналогичны утечкам в параллельных выработках. В результате ликвидации утечек увеличивается количество воздуха, доходящего до очистных и подготовительных забоев. Влияние же их на общее сопротивление шахты, а следовательно, и режим работы шахтного вентилятора, как показывают подсчеты, незначительно.

Истинное сопротивление откаточного и вентиляционного штреков на участке, где имеют место утечки через выработанное пространство, можно подсчитать по формуле (9).

Коэффициент доставки

$$\varphi = \frac{Q_{\text{л}}}{Q_{\text{штр}}},$$

где $Q_{\text{л}}$ — количество воздуха, доходящее до лавы;

$Q_{\text{штр}}$ — количество воздуха в той точке штрека, где начинаются утечки через выработанное пространство (порядка 500 м от лавы).

Подсчет сопротивлений отдельных выработок и шахт в целом и определение влияния уменьшения утечек на состояние проветривания покажем на числовом примере.

Пример. Шахтное поле вскрыто двумя вертикальными стволами (см. рис. 1, б). Схема проветривания центральная. Всасывающий вентилятор (рис. 2) типа ВЦ-5 — 200/450 (300 об/мин, угол поворота

лопаток осевого направляющего аппарата 40°) установлен в устье скипового ствола. Западное крыло разрабатывается панельным бремсбергом и уклоном, а восточное — панельным уклоном. Исходящая вентиляционная струя проходит по людским ходкам при бремсбергах и уклонах, по магистральным вентиляционным штрекам и далее по скиповому стволу в канал вентилятора (рис. 3). Измерены следующие величины:

дебит вентилятора $Q_v = 160 \text{ м}^3/\text{сек}$;

депрессия вентилятора $h_v = 425 \text{ мм}$;

к. п. д. вентилятора $\eta_v = 0,67$ (см. рис. 2, кривая 1);

мощность на валу ротора $N = 995 \text{ кВт}$;

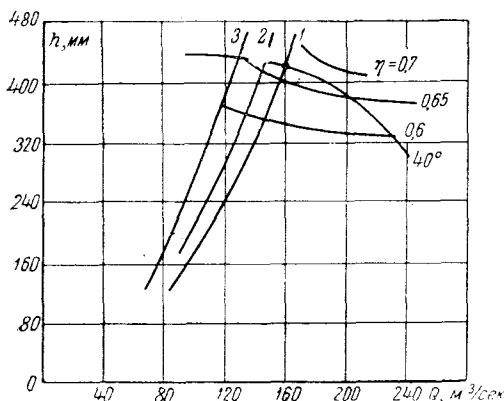


Рис. 2. Индивидуальная характеристика вентилятора ВЦ-5—200/450

подсос с поверхности $Q_{н.з} = 21,3 \text{ м}^3/\text{сек}$;

депрессия шахты $h_{ш} = 373,8 \text{ мм}$;

депрессия вентиляторной установки $h_{в.у} = 51,2 \text{ мм}$;

сопротивление ее $R_{17} = 0,002 \text{ кр}$;

сопротивление надшахтного здания $R_{19} = 1,75 \text{ кр}$ (рис. 3);

перепад давления через двери в околоствольном дворе $h_{п} = 316,4 \text{ мм}$;

депрессия ствола шахты $h_1 - h_2 = 373,8 - 316,4 = 57,4 \text{ мм}$;

сопротивление стволов $R_{15} = R_{16} = 0,015 \text{ кр}$;

количество воздуха, поступающего в шахту, $Q_{ш} = 160,0 - 21,3 = 138,7 \text{ м}^3/\text{сек}$;

утечки воздуха в околоствольном дворе $Q_{о.д} = 6,7 \text{ м}^3/\text{сек}$, что составляет $P_{о.д} = 11,3\%$ от $Q_{заб}$;

сопротивление вентиляционной двери $R_{18} = 7 \text{ кр}$;

количество воздуха, поступающего на коренной откаточный штрек, $Q_{п} = 132 \text{ м}^3/\text{сек}$;

количество воздуха, идущего на восточное крыло, $Q_{вост} = 59,7 \text{ м}^3/\text{сек}$, на западное крыло $Q_{зап} = 72,3 \text{ м}^3/\text{сек}$;

количество воздуха, доходящего до верхней приемной площадки западного уклона, $Q_{з.у} = 56,0 \text{ м}^3/\text{сек}$;

утечки на западном откаточном штреке равны $16,3 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $P_{11} = 29,1\%$ от $Q_{з.у}$.

Между уклоном и бремсбергом воздух делится поровну: по $28 \text{ м}^3/\text{сек}$. Количество воздуха, доходящего до нижней приемной площадки уклона — верхней приемной площадки бремсберга, равно $22,6 \text{ м}^3/\text{сек}$;

утечки в уклоне и бремсберге равны и составляют $5,4 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $P_7 = P_9 = 23,9\%$.

До каждой лавы в западном крыле доходит количество воздуха, равное $Q_{л} = 8,1 \text{ м}^3/\text{сек}$, утечки через выработанное пространство равны $3,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $P_{штр} = 39,5\%$ от $Q_{л}$. До нижней приемной площадки восточного уклона доходит $37,4 \text{ м}^3/\text{сек}$. Утечки в восточном коренном откаточном штреке и уклоне равны $22,3 \text{ м}^3/\text{сек}$, или $59,7\%$. На каждый западный участок поступает $Q_{штр} = 18,7 \text{ м}^3/\text{сек}$, а в каждую лаву $Q_{л} = 13,4 \text{ м}^3/\text{сек}$. Утечки через выработанное пространство в западных участках равны $5,3 \text{ м}^3/\text{сек}$, или $39,5\%$.

Таким образом, суммарное количество воздуха, поступающего во все очистные забой, $Q_{заб} = 4 \times 8,1 + 2 \times 13,4 = 59,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Сопротивление выемочных участков, $k\mu$: $R_1 = 0,12$; $R_2 = 0,13$; $R_3 = 0,135$; $R_4 = 0,12$; $R_5 = 0,115$; $R_6 = 0,14$.

Сопротивление остальных выработок, $k\mu$: $R_7 = R_8 = R_9 = R_{10} = 0,055$; $R_{11} = R_{12} = 0,0156$; $R_{13} = R_{14} = 0,412$; $R_{15} = R_{16} = 0,0015$; $R_{17} = 0,002$.

Сопротивление всех выработок, в которых происходят утечки воздуха, подсчитывались по формуле

$$R_{\text{и}} = \frac{h}{Q_{\text{и}} Q_{\text{к}}}.$$

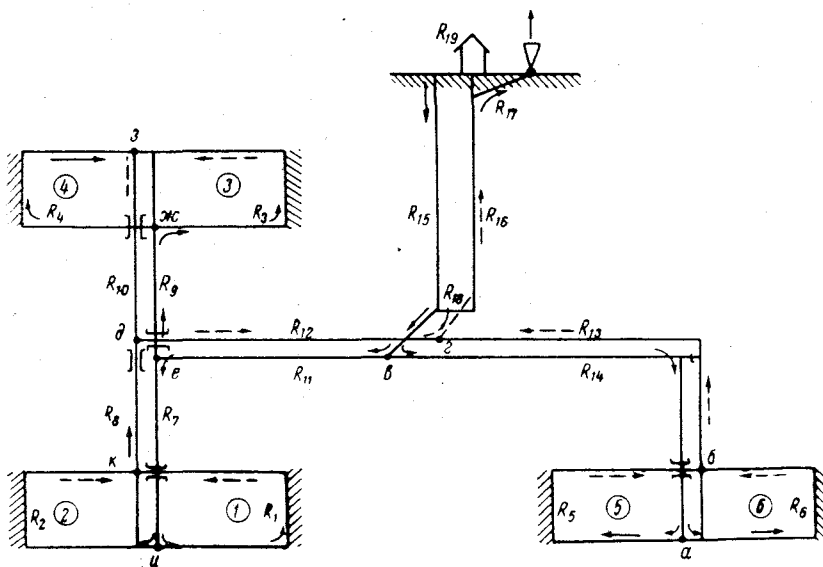


Рис. 3. Схема вентиляции шахты

Итак, на рассмотренной шахте утечки настолько велики, что из дебита вентилятора $160 \text{ м}^3/\text{сек}$ до очистных и подготовительных забоев доходит только $59,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ воздуха. Комплекс мероприятий, направленных на улучшение состояния вентиляции, предусматривал следующее:

подсос через надшахтное здание $P'_{\text{н.з}} = 5\%$ от $Q_{\text{ш}}$;

утечки в околоствольном дворе $P'_{\text{о.д}} = 5\%$ от $Q_{\text{заб}}$ (сопротивление R_{18} примет новое значение)

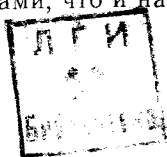
$$R'_{18} = R_{18} \frac{P_{\text{о.д}}^2}{P'^2_{\text{о.д}}} = 7 \frac{11,3^2}{5^2} = 35,5 k\mu;$$

утечки через одну перемычку $P'_{\text{пер}} = 0,6\%$ во всех штреках, бремс-бергах и уклонах;

утечки через выработанное пространство $P'_{\text{штр}} = 25\%$ от $Q_{\text{л}}$.

Требуется подсчитать, на каком режиме будет работать вентилятор после проведения мероприятий по борьбе с утечками, определив $Q_{\text{в}}$, $h_{\text{в}}$, N , η , распределение воздуха по участкам и т. д.

Решение. На расчетной схеме рис. 4 места разветвлений выработок обозначены теми же буквами, что и на рис. 3.



1. Коэффициент доставки в западных коренных штреках при новом значении утечек через перемычку при $L = 800$ м, $l = 30$ м, $m = 26$

$$\varphi_1 = \frac{1}{\frac{P'_{\text{пер}}}{100} m + 1} = \frac{1}{\frac{0,6}{100} 26 + 1} = 0,865;$$

$$R'_{11} = R'_{12} = R_{11} \varphi_1 = 0,0156 \cdot 0,865 = 0,0135 \text{ кμ.}$$

2. Коэффициент доставки в западном уклоне, бремсберге и ходах при $L = 600$ м, $l = 30$ м, $m = 20$

$$\varphi_2 = \frac{1}{\frac{P'_{\text{пер}}}{100} m + 1} = \frac{1}{\frac{0,6}{100} 20 + 1} = 0,893;$$

$$R'_7 = R'_8 = R'_9 = R'_{10} = R_7 \varphi_2 = 0,055 \cdot 0,893 = 0,0493 \text{ кμ.}$$

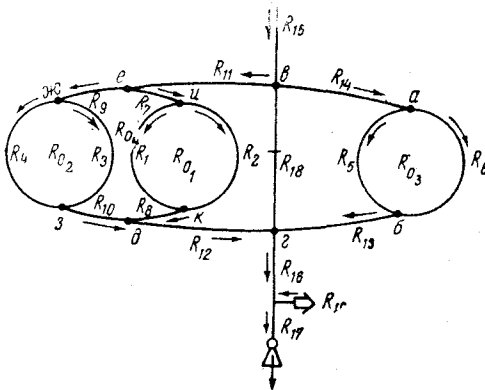


Рис. 4. Расчетная схема вентиляции шахты

3. Коэффициент доставки в восточных штреках и уклоне при $L = 1600$ м, $l = 30$ м, $m = 53$

$$\varphi_3 = \frac{1}{\frac{P'_{\text{пер}}}{100} m + 1} = \frac{1}{\frac{0,6}{100} 53 + 1} = 0,758;$$

$$R'_{13} = R'_{14} = R_{13} \varphi_3 = 0,0412 \cdot 0,758 = 0,312 \text{ кμ.}$$

4. Коэффициент доставки в участковых откаточных и вентиляционных штреках при снижении утечек через выработанное пространство до 25 %

$$\varphi_4 = \frac{1}{\frac{P'_{\text{штр}}}{100} + 1} = \frac{1}{\frac{25}{100} + 1} = 0,8,$$

сопротивления участков (принимая сопротивление лав 0,06 кμ)

$$R'_1 = 0,8(R_1 - 0,06) + 0,06 = 0,108 \text{ кμ;}$$

$$R'_2 = 0,8(R_2 - 0,06) + 0,06 = 0,116 \text{ кμ;}$$

$$R'_3 = 0,12 \text{ кμ; } R'_4 = 0,108 \text{ кμ; } R'_5 = 0,104 \text{ кμ; } R'_6 = 0,124 \text{ кμ.}$$

5. Сопротивление участков R_{01} , R_{02} , R_{03} (см. рис. 4):

$$R_{01} = \frac{R'_1}{\left(\sqrt{\frac{R'_1}{R'_2} + 1}\right)^2} = \frac{0,108}{\left(\sqrt{\frac{0,108}{0,116}} + 1\right)^2} = 0,0281 \text{ кμ,}$$

аналогично определены $R_{02} = 0,0285 \text{ кμ; } R_{03} = 0,0285 \text{ кμ.}$

6. Общее сопротивление параллельного соединения R_{01} между точками $e-d$ (см. рис. 4)

$$R_{01} = \frac{R'_9 + R'_{10} + R_{02}}{\left(\sqrt{\frac{R'_9 + R'_{10} + R_{02}}{R'_7 + R'_8 + R_{01}}} + 1\right)^2} = 0,0319 \text{ кμ.}$$

7. Общее сопротивление сложного параллельного соединения между точками $г$ и $в$, состоящего из трех ветвей: $г-d-e-в$; $г-в$; $г-б-a-в$ (рис. 4)

$$R_{0_г} = \frac{R'_{18}}{\left(\sqrt{\frac{R'_{18}}{R'_{11} + R'_{12} + R_{0_4}}} + \sqrt{\frac{R'_{18}}{R'_{14} + R'_{13} + R_{0_3}}} + 1 \right)^2} =$$

$$= \frac{35,5}{\left(\sqrt{\frac{35,5}{0,0135 + 0,0135 + 0,0319}} + \sqrt{\frac{35,5}{0,0312 + 0,0312 + 0,0285}} + 1 \right)^2} =$$

$$= 0,0172 \text{ кр.}$$

8. Общее сопротивление шахты

$$R_{ш} = R_{15} + R_{16} + R_{0_г} = 0,0015 + 0,0015 + 0,0172 = 0,0202 \text{ кр.}$$

9. Общее сопротивление сети с учетом подсоса через надшахтное здание

$$R_в = R_{17} + \frac{R_{ш}}{\left(\frac{P'_{н.з}}{100} + 1 \right)^2} = 0,002 + \frac{0,0202}{\left(\frac{5}{100} + 1 \right)^2} = 0,02035 \text{ кр.}$$

10. По характеристике (см. рис. 2, кривая 2) находим искомые величины $Q_в = 144 \text{ м}^3/\text{сек}$, $h_в = 427 \text{ мм}$, $\eta = 0,66$, $N = 915 \text{ кВт}$.

Таким образом, при выполнении намеченных мероприятий по уменьшению утечек дебит вентилятора снизится с 160 до 144 $\text{м}^3/\text{сек}$, депрессия останется практически неизменной, так как возрастет всего на 2 мм, мощность с 995 кВт снизится до 915 кВт.

Наиболее интересен вопрос о количестве воздуха, доходящего до забоев, а также распределение воздуха по выработкам. Для решения этой задачи рассчитаем дебиты и депрессии.

1. Депрессия вентиляторной установки

$$h_{в.у} = R_{17} Q_в^2 = 0,002 \cdot 144^2 = 41,4 \text{ мм.}$$

2. Депрессия шахты

$$h_{ш} = h_в - h_{в.у} = 427 - 41,4 = 385,6 \text{ мм.}$$

3. Подсос с поверхности. По условию $Q_{н.з}$ равно 5% от $Q_{ш}$, т. е.

$$Q_{н.з} = \frac{P'_{н.з}}{100} Q_{ш},$$

но

$$Q_{ш} = \frac{Q_в}{1 - \frac{P'_{н.з}}{100}},$$

откуда

$$Q_{н.з} = Q_в \frac{P'_{н.з}}{P'_{н.з} + 100} = 144 \frac{5}{5 + 100} = 6,85 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

4. Количество воздуха, поступающего в шахту,

$$Q_{ш} = Q_в - Q_{н.з} = 144 - 6,85 = 137,15 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

5. Депрессия каждого из стволов шахты

$$h_{ств} = R_{15} Q_{ш}^2 = 0,0015 \cdot 137,15^2 = 28,2 \text{ мм.}$$

6. Перепад давления через герметизирующие устройства в околоствольном дворе

$$h_{\Pi} = h_{\text{ш}} - 2h_{\text{ств}} = 385,6 - 2 \cdot 28,2 = 329,2 \text{ мм.}$$

7. Утечки в околоствольном дворе

$$Q_{\text{о.д}} = \sqrt{\frac{h_{\Pi}}{R_{18}}} = \sqrt{\frac{329,2}{35,2}} = 3,05 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

8. Количество воздуха, поступающего на коренной откаточный штрек,

$$Q_{\Pi} = 137,15 - 3,05 = 134,1 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

9. Сопротивление крыла восточного

$$R_{\text{вост}} = R_{0_3} + R'_{14} + R'_{13} = 0,0285 + 2 \cdot 0,0312 = 0,0927 \text{ кр.}$$

западного

$$R_{\text{зап}} = R_{0_4} + R'_{11} + R'_{12} = 0,0319 + 2 \cdot 0,0135 = 0,059 \text{ кр.}$$

10. Количество воздуха, идущего на крылья,

$$Q_{\text{вост}} = \frac{Q_{\Pi}}{\sqrt{\frac{R_{\text{вост}}}{R_{\text{зап}}} + 1}} = \frac{134,1}{\sqrt{\frac{0,0927}{0,059} + 1}} = 59,5 \text{ м}^3/\text{сек.},$$

$$Q_{\text{зап}} = 134,1 - 59,5 = 74,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

11. Количество воздуха, доходящего до западного уклона,

$$Q_{\text{з.у}} = Q_{\text{зап}} \varphi_1 = 74,6 \cdot 0,865 = 64,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Между уклоном и бремсбергом $Q_{\text{з.у}}$ делится поровну

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{укл}} = 32,25 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

12. Количество воздуха, доходящего до нижней приемной площадки уклона и верхней приемной площадки бремсберга,

$$Q_{\text{штр}} = Q_{\text{укл}} \varphi_2 = 32,25 \cdot 0,893 = 28,8 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

На каждый выемочный участок идет $28,8 : 2 = 14,4 \text{ м}^3/\text{сек.}$

13. До каждой лавы в западном крыле доходит количество воздуха

$$Q_{\text{л}} = 14,4 \varphi_4 = 14,4 \cdot 0,8 = 11,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

14. До нижней приемной площадки восточного уклона доходит количество воздуха

$$Q_{\text{штр}} = Q_{\text{вост}} \varphi_3 = 59,5 \cdot 0,758 = 45 \text{ м}^3/\text{сек.},$$

на каждый выемочный участок идет $22,5 \text{ м}^3/\text{сек.}$

15. До каждой лавы в восточном крыле доходит количество воздуха

$$Q_{\text{л}} = 22,5 \varphi_4 = 22,5 \cdot 0,8 = 18 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

16. Суммарное количество воздуха, поступающего в забой,

$$Q_{\text{заб}} = 4 \cdot 11,5 + 2 \cdot 18 = 82 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Как видно из приведенного расчета, после уменьшения утечек следует ожидать значительного увеличения количества воздуха, доходящего до забоев, так как в целом $Q_{\text{заб}}$ увеличится с 59,2 до 82 $\text{м}^3/\text{сек.}$, т. е. на 38,5%. Значительно возрастет (с 8,1 до 11,5 $\text{м}^3/\text{сек.}$, т. е. на 42%) поступление воздуха в западные забои и несколько менее (с 13,4

до $18 \text{ м}^3/\text{сек}$, т. е. на 34,5%) в забой восточного крыла. Депрессия вентилятора, как указывалось, не изменится.

Подсчет показывает, что при полной ликвидации всех утечек вентилятор будет работать на следующем режиме (см. рис. 2, кривая 3): $Q_{\text{в}} = Q_{\text{заб}} = 128 \text{ м}^3/\text{сек}$; $h_{\text{в}} = 435 \text{ мм}$, $\eta = 0,65$; $N = 840 \text{ квт}$. Таким образом, даже в этом случае очень изменяется только $Q_{\text{заб}}$.

Решение подобных примеров при других схемах вентиляции дает аналогичные результаты.

Выводы

1. Влияние мероприятий по борьбе с утечками на увеличение подачи воздуха в очистные и подготовительные забои, на изменение мощности на валу вентилятора, депрессии и дебита вентилятора может быть количественно оценено только для каждой конкретной шахты после депрессионной и воздушной съемок и соответствующих расчетов, так как зависит от характеристики вентилятора, характеристики вентиляционной сети, схемы вентиляции, характера утечек, пространственного их положения в вентиляционной сети и степени снижения утечек.

2. Наибольшее влияние на общее сопротивление вентиляционной сети, а следовательно, и на режим работы вентилятора оказывают утечки, близко расположенные к вентилятору: через надшахтное здание и в околоствольном дворе, через целики, отделяющие вентиляционный ствол от воздухоподающего при вскрытии наклонной шахтой и центральной схеме проветривания. Исходя из этого при составлении плана мероприятий по борьбе с утечками следует особое внимание обращать на ликвидацию утечек через надшахтное здание и в околоствольном дворе.

3. Произведенное исследование, выведенные формулы и предлагаемая методика оценки эффективности борьбы с утечками на действующих шахтах позволяют рассчитать ожидаемый в результате этих мероприятий эффект.

4. Как показал анализ расчета ряда вентиляционных схем (не приведенный в данной статье), пренебрежение утечками при подсчете депрессии в проектах вентиляции не вносит сколько-нибудь заметной погрешности в расчеты и практически не оказывает влияния на выбор вентилятора.

Полный учет утечек при расчете вентиляции (депрессии) может быть рекомендован только в особо сложных случаях при составлении проектов глубоких шахт с высокой газообильностью.