

5. Некрасовский Я.Э. Эффективная разработка весьма тонких пластов в целях их использования в качестве защитных // В сб.: Научные исследования о области борьбы с внезапными выбросами угля и газа. –Углехиздат, 1958.
6. Раппопорт М.Я. Исследования в области газового дренажа угольных пластов // В сб.: Проблемы рудничной аэробиологии. – М: Госгортехиздат, 1959.
7. Барановский В.И. Некоторые меры повышения безопасности разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа // В сб.: Борьба с внезапными выбросами в угольных шахтах. – М: Госгортехиздат, 1962.
8. Поморцев В.А. Определение зон повышенной газоотдачи пластов при их надработке // Безопасность труда, 1966, №7.
9. Табаков А.Г. Результаты работ по дегазации угольных пластов на шахтах Кузбасса // Дегазация угольных пластов. – М.: Госгортехиздат, 1961. С.74-116.

□ Авторы статьи:

Козырева  
Елена Николаевна  
– канд. техн. наук, старший научный  
сотрудник лаборатории газодинамики  
угольных месторождений ИУУ  
СО РАН

Рудаков  
Владимир Александрович  
– канд. техн. наук, зам. заведующего  
лабораторией борьбы с внезапными  
выбросами и газодинамическими  
проявлениями НЦ ВостНИИ.

УДК 533.6:622.26

**В.В.Егошин, Д.Н. Макшанкин, А.В. Ремезов**

## АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ АРКАМИ ИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Эффективность вентиляции горных выработок во многом зависит от правильной оценки величины аэродинамического сопротивления вентиляционной сети в целом и отдельных ее элементов, которая позволит уменьшить общешахтную депрессию и расходы электроэнергии на проветривание.

Расчет рудничной вентиляции сводится к определению количества воздуха, необходимого и достаточного для того, чтобы заданное количество воздуха могло двигаться по горным выработкам. Подсчет депрессии  $h$  обычно производится по формуле [ 1 ]:

$$h = RQ^2 = \alpha \frac{PL}{S^3} Q^2 \quad (1)$$

где  $R$  - аэродинамическое сопротивление,  $\text{kgs} \cdot \text{c}^2/\text{m}^8$ ;

$Q$ - расход воздуха,  $\text{m}^3/\text{с}$ ;

$\alpha$  - коэффициент аэродинамического сопротивления,  $\text{kgs} \cdot \text{c}^2/\text{m}^4$ ;

$S$  - площадь поперечного сечения выработки,  $\text{m}^2$ ;

$P$  - периметр выработки, м;

$L$  - длина выработки, м.

Из формулы (1) видно, что депрессия прямо пропорциональна коэффициенту  $\alpha$  и является величиной, требующей специального исследования. Изучением его длительное время занимались отечественные и зарубежные учёные. Исследованиями установлено, что величина коэффициента аэро-

динамического сопротивления  $a$  в основном зависит от следующих параметров [2]:

- степени и характера шероховатости поверхности выработки, принимая во внимание высоту сечения элементов крепи;

- величины площади поперечного сечения выработки;

- формы элементов крепи;

- продольного калибра крепи, определяемого по формуле  $\Delta = l/h_0$ , где  $l$  - расстояние между осями соседних элементов крепи (рис. 1), а  $h_0$  - высота элемента крепи (рис. 2);

Зависимость коэффициента  $\alpha$  от ряда факторов кратко можно характеризовать следующим образом:

- при увеличении выступа шероховатости ( $h_0$ ) для одной и той же формы элементов крепи  $a$  воз-

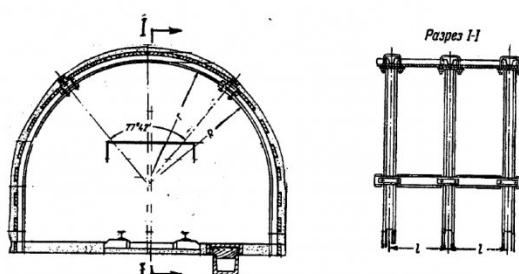


Рис.1. Схема сечения горной выработки, закрепленной арочной крепыш из специального шахтного профиля

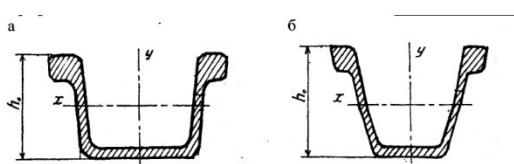


Рис.2.Специальные шахтные профили: а- парный профиль СП; б-специальный взаимозаменяемый профиль СВП

растает;

- повышение поперечного сечения выработки при прочих равных условиях влечет за собой уменьшение коэффициента  $a$ , а при уменьшении поперечного сечения выработки соответственно повышение  $\alpha$ ;

- аэродинамическое сопротивление выработок, закрепленных прямоугольными балками - на 10-15%, а двутавровыми балками - на 25-30% выше, чем  $a$  выработок, закрепленных круглым лесом;

- при возрастании продольного калибра крепи от 1 до 5 значения  $a$  увеличивается, от 5 до 10 уменьшается, а после - почти постоянно.

На основании установленных закономерностей были выведены формулы для подсчета коэф-

$$\alpha \cdot 10^4 = 1.1 \cdot \left( 0.175 + 0.06 \cdot \lg \frac{\varepsilon}{\Delta' \cdot m'_1 m_2} \right)^{-2} \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  - поперечный размер крепи;

$m'$  - параметр, характеризующий распределение шероховатости;

$\Delta'$  - продольный калибр крепи;

$m_2$  - отношение части закрепленного рамой периметра выработки к полному периметру.

Множитель 1,1 введен здесь для учета влияния формы балок на величину коэффициента  $a$ .

С учетом формулы (2) были произведены аналитические исследования по определению числовых значений коэффициентов аэродинамического сопротивления выработок закрепленных металлическими арками, и влияние на него высоты сечения специальных шахтных профилей.

В табл. 1 представлены значения коэффициента аэродинамического сопротивления  $a \cdot 10^4$ , подсчитанные для профилей типа СВП (специальный взаимозаменяемый профиль) применяющиеся в настоящее время для изготовления металлических крепей горных выработок.

Таблица 1

Значение коэффициентов аэродинамического сопротивления  $a$ , закрепленных металлическими арками из шахтного профиля типа СВП

Тип профиля	Номер профиля	Вес 1 п.м $G$ , кг/м	Высота профиля $h_o$ , см	Поперечное сечение выработки в свету $S_{ce}$ , м	Значение коэффициента $a \cdot 10^4$ , при расстоянии между арками $l$ , м	
					0,75	1,0
СВП	14	14,7	8,8	5,5	14,7	14,3
				6,9	14,3	13,9
				8,9	14,1	13,6
				10,8	13,8	13,4
СВП	19	19,2	10,2	5,5	15,7	14,9
				6,9	15,3	14,5
				8,9	15,1	14,3
				10,8	14,7	13,9
СВП	22	21,9	11,0	5,5	16,2	15,4
				6,9	15,5	15,0
				8,9	15,2	14,7
				10,8	14,9	14,1
СВП	27	27,0	12,3	5,5	16,7	15,9
				6,9	16,4	15,7
				8,9	15,9	15,3
				10,8	15,7	15,1

фициента аэродинамического сопротивления, с учетом перечисленных факторов, которые совокупно определяют величину коэффициента и, в частности, А.И.Ксенофонтовой была предложена формула для определения коэффициента сопротивления  $a$  квершлаго- и штрекообразных выработок закрепленных металлическими арками из специального профиля, при продольном калибре крепи, большем 5 [3]:

По результатам приведенных данных в табл.1 их анализа и рассмотрения основных параметров влияющих на величину аэродинамического сопротивления  $a$ , можно сделать вывод, что увеличение высоты шахтного профиля при креплении выработок металлическими арками (при одинаковых прочих условиях) ведет к увеличению величины коэффициента сопротивления  $a$ . И этот пока-

Таблица 2

Сравнительная оценка величины коэффициентов аэродинамического сопротивления  $a$  шахтных профилей типа СП и СВП.

Тип профиля	Значение $a \cdot 10^4$ при расстоянии между арками		Тип профиля	Значение $a \cdot 10^4$ при расстоянии между арками		Увеличение $a \cdot 10^4$ профиля СВП к СП в %	
	0,75 м	1,0 м		0,75 м	1,0 м	0,75 м	1,0 м
СП 18	14,4	14,2	СВП 19	15,7	14,9	9,0	5,0
	13,9	13,7		15,3	14,5	10,0	11,7
	13,7	13,5		15,1	14,3	10,2	6,0
	13,4	13,2		14,7	13,9	10,0	5,3
СП 28	16,4	15,5	СВП 27	16,7	15,9	2,0	2,6
	15,9	15,1		16,4	15,7	3,1	4,0
	15,5	14,7		15,9	15,3	2,6	4,1
	15,1	14,3		15,7	15,1	4,0	6,0

затель является снижающим эффективность применения рамных металлических крепей горных выработок, т.к. ведет к увеличению общешахтной депрессии и расходу электроэнергии на проветривание.

В табл. 2 дана сравнительная оценка величины аэродинамического сопротивления для применяющихся ранее профилей типа СП и применяющихся в настоящее время профилей типа СВП. Из которой следует, что при сопоставлении соответствующих типоразмеров профилей типа СП и СВП, значения коэффициентов  $a$  профилей СП меньше на 3-12%, значений коэффициентов  $a$

профилей СВП, вследствие меньшей высоты сечения и являются наиболее экономичными с точки зрения аэродинамики горных выработок.

Поэтому задача создания рациональных специальных шахтных профилей для металлических крепей горных выработок, при которой величина аэродинамического сопротивления была сравнительно небольшой, является актуальной. Данная задача может быть решена путем изменения геометрических параметров шахтных профилей, с учетом снижения высоты сечения профиля, при сохранении прочностных показателей[4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков К.З., Бурчаков., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. -- М.: Недра, 1987. - 421 с.
2. Ксенофонтова А.И., Гордеева Л.И. Вентиляционное сопротивление выработок, закрепленных арками из металлических балок специального профиля // Уголь.-1951. -№ 6. - С.30-31.
3. Кашибадзе В.В. Аэродинамическое сопротивление горных выработок при новых видах крепления. -- М.: Углехиздат, 1950. -- 98 с.
4. Макшанкин Д.Н., Егошин В.В. Совершенствование сечений специальных профилей для металлической крепи горных выработок // Научные работы студентов-магистрантов.: Сб.науч.тр./ -Кемерово, КузГТУ. 2000.-С.51-60.

□ Авторы статьи:

Егошин  
Воля Васильевич,  
- докт.техн.наук, проф.  
каф.подземной разработки месторождений полезных ископаемых

Ремезов  
Анатолий Владимирович  
- докт.техн.наук, проф.  
каф.подземной разработки месторождений полезных ископаемых

Макшанкин  
Денис Николаевич  
- аспирант каф. подземной разработки месторождений полезных ископаемых