

ПРОГРЕСС ДИКТУЕТ МЕТОДИКУ

ПРИЧИНЫ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ВГП И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ

Результаты многочисленных воздушно-депресссионных съемок, выполненных АО «НЦ ВостНИИ», ОАО «НИИГД», ООО «Центр независимой экспертизы», профилактическими службами филиалов МЧС России ФГУП «ВГСЧ, Кемеровский, Новокузнецкий, Прокопьевский военизированные горноспасательные отряды» на шахтах Кузнецкого бассейна, показали, что зачастую аэродинамическое сочетание работающих поверхностных главных, а также вспомогательных вентиляционных установок и шахтных сетей является неудовлетворительным.

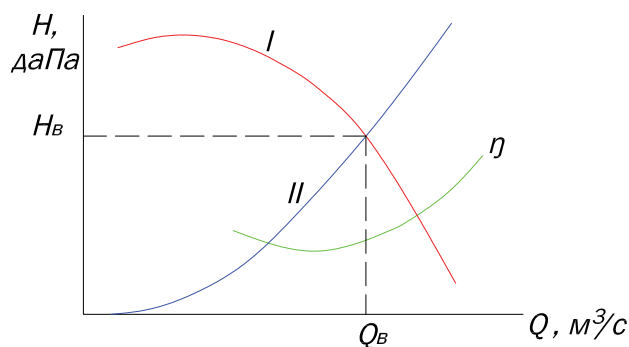
Фактические режимные точки на аэродинамических характеристиках указанных вентиляторов располагаются вне областей оптимальных режимов работы и нередко находятся даже ниже допустимых по экономическим показателям границ, а именно работают с коэффициентом полезного действия менее 0,6. Между тем на стадии проектирования вопросы по обеспечению проветривания шахт в обязательном порядке решаются с учетом выполнения общепринятого положения по поддержанию значений КПД вентиляторов главного проветривания более 0,6; как правило, проектные режимные точки располагаются в интервале 0,75÷0,9.

Из теоретических основ шахтной аэродинамики известно, что режим работы вентилятора определяется точкой пересечения аэродинамических характеристик вентиляционной сети, на которую он подключен, и непосредственно самого вентилятора и характеризуется координатами $H_{\text{даПа}}, Q_{\text{м}^3/\text{с}}$ (Рис. 1).

Как видно из приведенного графика, эффективность работы вентилятора достигается при определенном сочетании вентиляционных показателей вентилятора и вентиляционной сети. По мере уменьшения аэродинамического сопротивления сети режимная точка ($H_{\text{в}}, Q_{\text{в}}$) будет перемещаться по аэродинамической характеристике вентилятора вниз и может оказаться ниже границы допустимого значения КПД, т.е. в непромышленной зоне.

Таким образом, работа выбранного на стадии проектирования вентилятора, первоначально оптимально сочетающегося с параметрами сети, в случае изменения в процессе эксплуатации общего аэродинамического сопротивления шахты в сторону уменьшения его величины может оказаться неэффективной.

За последние пятнадцать-двадцать лет именно такая тенденция расхождения между расчетными аэродинамическими параметрами шахтных вентиляционных сетей и



I — аэродинамическая характеристика вентилятора;

II — аэродинамическая характеристика вентиляционной сети, на которую подключен вентилятор;

η — к.п.д. вентилятора;

Координаты $H_{\text{даПа}}, Q_{\text{м}^3/\text{с}}$ характеризуют режим работы вентилятора.

Рис. 1. Графическое представление рабочего режима вентилятора

их действительными значениями по мере развития в шахтном поле горных работ и ведения очистной выемки проявляется на действующих шахтах. Однако до настоящего времени ученые и специалисты-практики, занимающиеся вопросами вентиляции угольных шахт, какого-либо внимания необходимости изучения данного обстоятельства не уделяли. Вследствие этого отсутствуют научно обоснованные или установленные на практическом опыте рекомендации по прогнозированию аэродинамических параметров вентиляционных сетей угольных шахт в зависимости от срока их эксплуатации, горно-геологических условий и технологии отработки пластов.

На основании проведенных ОАО «НИИГД» предварительных исследований установлено, что основной причиной наблюдающегося в последнее время указанного несоответствия является изменение технической оснащенности очистных забоев и технологии ведения горных работ.

Общеизвестно, что в прошлом преобладающим как на крутых, так и пологих пластах являлся блоковый способ подготовки шахтных полей. Между блоками предусматривалось оставление непрорезаемых угольных целиков, в которых впоследствии возводились изоляционные

перемычки. Тем самым обеспечивались условия по выводу выработанных пространств из структуры вентиляционных сетей шахт и поддержанию на минимальном уровне аэродинамических связей между отработанными блоками.

В настоящее время технология ведения горных работ кардинально изменилась. Очистные забои оснащены высокопроизводительной техникой, их скорость продвижения возросла в несколько десятков раз (в отдельных случаях до 40÷50 раз), в связи с чем при дальнейшем применении вышеуказанного принципа раскройки шахтных полей невозможно обеспечить бесперебойную работу современных лав. Блочный порядок подготовки предопределяет довольно ограниченные протяженности выемочных столбов, что при несопоставимой с прежней высокой интенсивностью работ по выемке угля требует осуществлять частый перемонтаж механизированных комплексов. Это обуславливает систематические перемены в ведении очистных работ и снижение технико-экономических показателей работы выемочных участков и шахт в целом.

Для исключения задержек в ведении очистных работ выемочные столбы стали нарезать практически на всю длину шахтного поля, что позволяет отрабатывать заключенные в них запасы без осуществления перемонтажей механизированных комплексов. Вследствие этого стали формироваться протяженные сквозные выработанные пространства, обладающие высокой воздухопроницаемостью, так как степень уплотнения обрушенных пород при существующих скоростях отработки является весьма низкой. Фактически аэродинамические сопротивления действующих выработок и выработанных пространств оказываются соразмерными. А так как они образуют между собой параллельные соединения, влияние выработанных пространств на общее аэродинамическое сопротивление шахт весьма существенно, что подтверждается результатами приведенного ниже анализа.

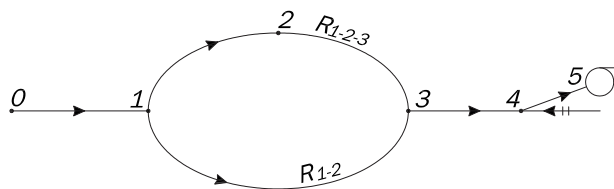
Рассмотрим на конкретном примере, каким образом могут измениться аэродинамические показатели работы вентилятора в процессе ведения очистных работ и последующего изменения вентиляционного сопротивления шахтной сети.

Упрощенно расчетную схему шахты можно представить в виде воздухоподающей ветви, параллельного соединения комплекса действующих выработок и выработанного пространства, воздуховыдающей ветви, вентиляционного канала с вентилятором и шлюзового тамбура (Рис. 2).

Задача по установлению координат режимной точки работы вентилятора решается графоаналитическим способом, сущность которого заключается в комплексном использовании результатов графических построений и аналитических расчетов.

Индивидуальные аэродинамические характеристики вентиляторов представляются в графическом виде, их построение осуществляется по данным, полученным на основании специально проводимых заводом-изготовителем стендовых испытаний [3].

Аэродинамическую характеристику вентиляционной сети шахты получают по следующему алгоритму.



- 0-1 — воздухоподающая ветвь;
- 1-2-3 — комплекс действующих горных выработок;
- 1-3 — выработанное пространство;
- 3-4 — воздуховыдающая ветвь; шлюзовый тамбур;
- 4-6 — вентиляционный канал с вентилятором.

Рис. 2. Расчетная схема шахтной вентиляционной сети

Первоначально по данным проведенной воздушно-депресссионной съемки по формуле

$$\frac{1}{\sqrt{R_c}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{R_n}}$$

определяется общая величина вентиляционного сопротивления шахтной сети, R_c .

Затем с использованием аналитического выражения

$$H_c = R_c Q_2, \text{ даПа},$$

где H_c — общая компрессия (депрессия) вентиляционной сети, даПа;

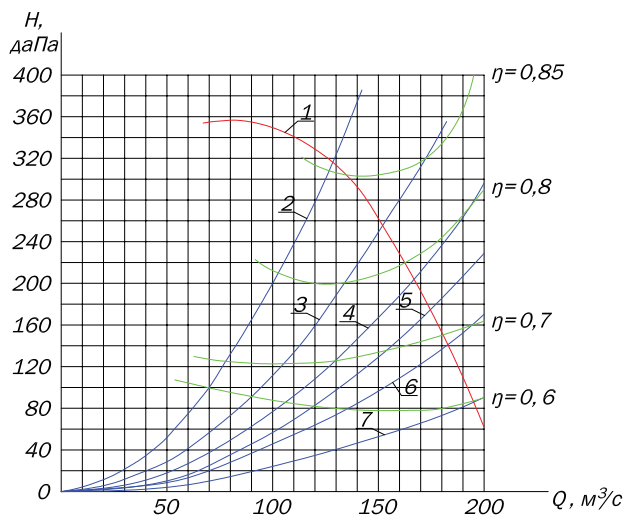
Q — общее количество воздуха, поступающего в шахту (выходящего из шахты), м³/с, для последовательно принятых значений $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$ определяются величины $H_{c1}, H_{c2}, H_{c3} \dots H_{cn}$, и на основе полученных данных на графике в координатах H_c, Q изображается аэродинамическая характеристика вентиляционной сети. Параметры точки пересечения аэродинамических характеристик вентилятора и вентиляционной сети (H и Q), как выше уже показано, определяют режим работы вентилятора.

Анализ с выполнением конкретных расчетов проведен для вентилятора ВВД-30 с углом установки лопаток рабочего колеса 35° и числом оборотов

$n = 500$ об/мин. (Рис. 3, кривая 1).

Аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети шахты, при котором данный вентилятор с указанными параметрами будет работать в оптимальном режиме, что должно быть обеспечено проектными проработками, должно составлять $R_{шт} = 0,0195$ кц (кривая 2).

Известно, что на стадии проектирования при проведении вентиляционных расчетов принимаются к учету только выработки, задействованные в производственном процессе, поэтому данное значение аэродинамического сопротивления определено без учета выработанного пространства.



- 1 — аэродинамическая характеристика вентилятора ВВД-30 при угле установки лопаток рабочего колеса
 $\Theta = 35^\circ$ и числе оборотов $n = 500$ об/мин.;
 2, — аэродинамическая характеристика вентиляционной сети шахты ($R = 0,0191$ кц) без учета выработанного пространства;
 3, 4, 5, 6, 7 — аэродинамические характеристики вентиляционной сети шахты с учетом выработанного пространства при его долевой составляющей относительно параллельной ветви, соответственно 8,0, 2,0, 1,0, 0,5, 0,1.

Рис. 3. Иллюстрация к проведенному анализу о влиянии выработанного пространства на режим работы вентилятора

Установим, как будут перемещаться по характеристике вентилятора режимные точки в процессе развития горных работ, т.е. по мере подключения выработанных пространств отработанных выемочных полей. Расчеты общего аэродинамического сопротивления шахтной сети проведем для соотношений сопротивлений параллельных ветвей, представляющих комплекс действующих выработок — ветвь 1-2-3, и выработанные пространства, ветвь 1-3, рис.2 (R_{1-2-3}/R_{1-3}) 8,0, 2,0, 1,0, 0,5, 0,1 с использованием известной из рудничной аэродинамики формулы

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{1-2-3} \times R_{1-2}}{R_{1-2-3} + 2\sqrt{R_{1-2-3} \times R_{1-2}} + R_{1-2}}, \text{ кц}$$

Для полученных значений общего аэродинамического сопротивления шахтной сети построим графические характеристики

Определим $R_{3\text{шт}} \dots R_{7\text{шт}}$ и нанесем на график (кривые 3, 4, 5, 6, 7).

Как видно из представленной иллюстрации, эффективность работы вентилятора достигается при определенном сочетании вентиляционных показателей вентилятора и вентиляционной сети. В данном случае вентилятор будет работать с КПД более 0,85 при величине аэродинамического сопротивления шахтной сети $R \geq 0,0191$ кц; по мере развития горных работ и подключением в шахтную вентиляционную сеть в качестве параллельной ветви постоянно возрастающих объемов выработанного пространства режимная точка вентилятора будет перемещаться в области меньших КПД и в конечном итоге может оказаться в зоне с КПД $< 0,6$. В рассматриваемом примере это произойдет, если аэродинамическое сопротивление выработанного пространства станет в 10 раз меньше общего сопротивления сети выработок в зоне ведения горных работ.

Из изложенного следует, что при современных технологиях отработки угольных пластов подземным способом выработанное пространство стало играть существенную роль в вентиляционных системах шахт и этот фактор должен учитываться уже на стадии разработки технических проектов и текущих планов развития горных работ, что должно быть отражено в действующих нормативах. Для чего необходимо провести целевые научные исследования и на основе полученных результатов разработать соответствующие методические документы.

Валерий ПОПОВ,
 д.т.н., проф., акад. МАНЭБ,
 заведующий лабораторией
 «Горноспасательного дела» ОАО «НИИГД».

Анатолий ГОЛИК,
 д.т.н., проф., акад. АГН, МАНЭБ
 президент регионального Сибирского
 отделения МАНЭБ.

Ли ХИ УН,
 д.т.н., проф., акад. МАНЭБ,
 ученый секретарь АО «НЦ ВостНИИ».

Алексей ЯРОШ,
 к.т.н., акад. МАНЭБ,
 генеральный директор ОАО «НИИГД».

Антон САЧКОВ,
 начальник проектного отдела ОАО «НИИГД».

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Макеевка-Донбасс, 1989.
2. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний. ГОСТ 10921-90, Москва.
3. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний. ГОСТ 12.3.018-79, Москва.
4. Вентиляторы шахтные главного проветривания. Технические условия. ГОСТ 11004-84, Москва.
5. Попов В.Б. Об аэродинамике выработанного пространства при отработке угольного пласта. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. г. Новосибирск, 1990, №6, с. 77-80.
6. Пучков Л.А. Аэродинамика выработанных пространств. М., МГУ, 1993, 267с.
7. Рейнке К., Меербах Х. Результаты и задачи исследований в области взрывоподавления, проводимых экспериментальной шахтой «Тремония». Глюкауф, 1981, №12, с. 22-29.