

УДК 622.44: 622.45

**Н.И. Алыменко, А.А. Каменских**  
**О КОНТРОЛЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ**  
**УТЕЧЕК ВОЗДУХА**

**П**оверхностные утечки воздуха обуславливают необходимость повышения производительности вентиляторной установки главного проветривания (ВУГП) с целью обеспечения подачи в шахту требуемого количества воздуха, что, соответственно, приводит к дополнительному расходу электроэнергии. При этом величина поверхностных утечек на рудниках может быть более 60 % от производительности ВУГП [1, 4, 5, 6]. В 22 действующих в настоящее время рудниках и шахтах Урала величина поверхностных утечек изменяется в пределах 6–46 % [2]. Как показывают оценки, из-за поверхностных утечек суммарный годовой перерасход электроэнергии по этим шахтам составляет около 70 млн кВтч (при среднем статическом КПД ВУГП 30 %). Снижение поверхностных утечек воздуха является важной задачей для каждого горного предприятия, но в последнее время, в связи с ростом тарифов на электроэнергию, эта проблема становится особенно актуальной.

В комплексе мероприятий по снижению поверхностных утечек воздуха особое значение имеет организация постоянного контроля их величины. Общая величина поверхностных утечек ( $P_{пов}$ ) рассчитывается по формуле:

$$P_{пов} = 100 \frac{Q_B - Q_{ш}}{Q_B} \%, \quad (1)$$

где  $Q_B$  – производительность (дебит) ВУГП,  $м^3 / с$ ,  $Q_{ш}$  – количество (дебит) поступающего в шахту воздуха,  $м^3 / с$  [6].

Из (1) следует, что для постоянного контроля  $P_{пов}$  необходимы текущие значения  $Q_B$  и  $Q_{ш}$ , которые могут быть вычислены по средней скорости воздушного потока в определенном сечении. При этом оценка величины средней скорости в режиме реального времени может быть осуществлена с помощью датчиков скорости, расположенных соответствующим образом. Однако при размещении датчиков важно учитывать, что в общей структуре поверхностных утечек принято выделять две основные группы: утечки через вентиляционные устройства в каналах ВУГП и утечки (подсосы) через устье стволов и надшахтное здание. При этом, как правило, величины последних существенно больше утечек через вентиляционные каналы [1, 4]. Таким образом, для постоянного контроля целесообразно использовать две величины поверхностных утечек:

$$\begin{aligned} P'_{пов} &= 100 \frac{Q_1}{Q_B} \% \\ P''_{пов} &= 100 \frac{Q_2}{Q_B} \%, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $P'_{пов}$ ,  $P''_{пов}$  – величины подсосов воздуха и утечек через вентиляцион-

ные каналы, %;  $Q_1, Q_2$  – дебит подсосов воздуха и утечек через вентиляционные каналы ВУГП,  $m^3 / c$ .

Текущий контроль  $P'_{пов}, P''_{пов}$  можно осуществлять на основе постоянного измерения скорости воздушных потоков. На рисунке представлена измерительная схема, обеспечивающая решение данной задачи. Датчики скорости устанавливаются в следующих контрольных точках: Д1- Д2 в околоствольном дворе симметрично вблизи входа в шахтный ствол, Д3 – в вентиляционном канале посередине между шахтным стволом и ВУГП, Д4 – в выходной части непосредственно за ВУГП. Очевидно, что величины  $Q_1, Q_2, Q_B, Q_{ш}$  связаны следующим образом:

$$Q_B = Q_1 + Q_2 + Q_{ш} \quad (3)$$

С учетом (3) для значений  $P'_{пов}, P''_{пов}$  из (2) имеем:

$$P'_{пов} = 100 \left[ \frac{v_3 S_3}{v_4 S_4} - \left( \frac{v_1 S_1 + v_2 S_2}{v_4 S_4} \right) \right] \%$$

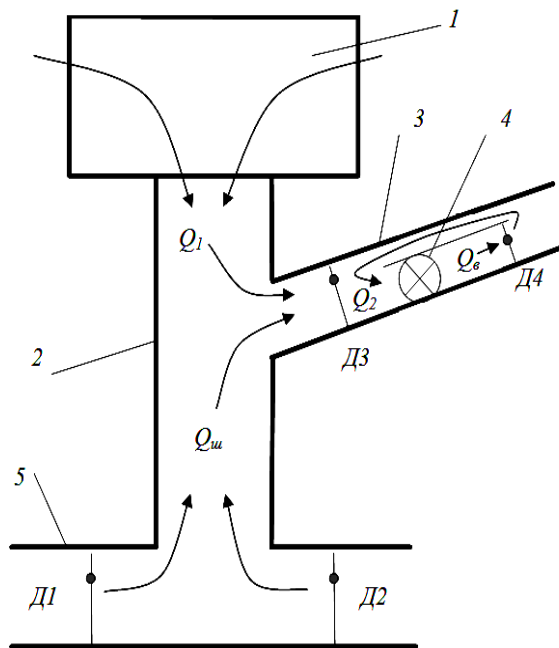
$$P''_{пов} = 100 \left( 1 - \frac{v_3 S_3}{v_4 S_4} \right) \% \quad (4)$$

где  $v_1, v_2, v_3, v_4$  – средние скорости в сечениях  $S_1, S_2, S_3, S_4$  размещения датчиков Д1- Д4.

Датчики необходимо устанавливать на расстоянии не менее 30 см от стенки для исключения влияния вихревых течений в пограничных слоях воздушных потоков на их показания [3]. Предварительно проводится градуировка показаний датчиков, а именно, определяется корреляционный коэффициент между значением скорости в контрольной точке и средней скоростью по сечению канала или выработки. Средняя скорость может быть также определена по осредненному значению динамического давле-

ния с помощью соответствующих датчиков. Вся измерительная схема управляется программным комплексом, обеспечивающим в автоматическом режиме регистрацию показаний датчиков скорости, их усреднения за определенный интервал времени с целью снижения влияния турбулентных пульсаций, и расчет по формулам (4).

Экспериментальная проверка возможности постоянного измерения скорости воздушного потока в разных сечениях и, соответственно, текущего контроля величины поверхностных утечек воздуха была осуществлена на ВУГП ствола №4 рудника БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий». По разработанной и согласованной в установленном порядке методике проводились замеры давления, скорости и расхода воздуха в вентиляционных каналах ВУГП. В ходе работ определялась средняя скорость потока в разных сечениях вентиляционного канала путем усреднения значений скорости, измеренной в нескольких точках по каждому сечению, и осредненное динамическое давление. Как показал анализ, датчик расхода Метран-350М с осредняющей трубкой Anubag наиболее подходит для указанных целей измерения, в частности, вследствие его определенной инерционности, обеспечивающей хорошее усреднение пульсационных колебаний, обусловленных турбулентностью воздушного потока. Расположение датчика в сечении вентиляционного канала может быть как вертикальным, так и горизонтальным. Установлена корреляция между показаниями датчика и средней скоростью потока в сечении канала, т.е. показана возможность измерения средней скорости по осредненному значению динамического давления.



**Рис. 1. Схема воздушных потоков и размещения датчиков скорости (Д1 - Д4):** 1 - надшахтное здание, 2 - ствол, 3 - вентиляционный канал, 4 - ВУГП, 5 - околоствольный двор

Измерительный комплекс, рассмотренный в настоящей работе, позволяет не только контролировать поверхностные утечки, но и обеспечивает постоянный текущий контроль количества воздуха, поступающего в рудник, что способствует улучшению условий проветривания и, таким образом, повышает безопасность ведения горных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алыменко Н.И., Минин В.В. Вентиляторные установки и их применение. - Екатеринбург: УрО РАН, 1999. - 223 с.
2. Коренной К.Н., Мокрецов Г.М., Коренной Н.Н., Панов И.С., Юдин С.И., Томаков В.В. Состояние проветривания шахт Урала. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал, 2006, №4. - С.47-50.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1978. - 736 с.
4. Медведев И.И., Красноштейн А.Е. Аэрология калийных рудников. - Свердловск: УрО АН СССР, 1990. - 251 с.
5. Милетич А.Ф. Утечки воздуха и их расчет при проветривании шахт. - М.: Недра, 1968. - 147 с.
6. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. - М.: Недра, 1987. - 421 с.

ГИАБ

#### Коротко об авторах

Алыменко Н.И. - доктор технических наук, главный научный сотрудник Горного института УрО РАН,  
Каменских А.А. - мл. научный сотрудник Горного института УрО РАН.

Рецензент д-р техн. наук Андрейко Сергей Семенович, заведующий лабораторией Горного института УрО РАН, г. Пермь.

