

Оснащение горных предприятий анемометрами и безопасность труда



А.А. Мещеряков, к.т.н.,
генеральный директор
ООО «ЭкоТех»

Создание безопасных условий труда для человека невозможно без контроля параметров окружающей среды. Для измерения скорости движения воздуха на горнодобывающих предприятиях все еще повсеместно применяются анемометры АСО-3 и МС-13 – видоизмененные копии немецких приборов Casella, «модернизированные» далеко не в лучшую сторону в начале 1930-х годов. И если немецкие приборы показывали 100 лет тому назад скорость, то их копии в настоящее время дают показания числа оборотов, по которым надо определять скорость.

Качество приборов АСО-3 и МС-13 всегда оставляло желать лучшего – они уже давно морально и физически устарели. Анемометр МС-13 выпускается даже без рукояти, в конструкции имеется саморез, который необходимо ввинтить в «найденную поблизости деревянную палку», чтобы держать прибор в руке при замере. Понятно, что при этом прибор очень часто падает, ломается. О каком качестве анемометров АСО-3 и МС-13 может идти речь, если в 1960–1970 годах их цена составляла 7 и 11 руб., соответственно. За такую цену и в те времена невозможно было создать хороший прибор, а ведь до середины 1990-х годов это были практически единственные анемометры. Таким же осталось их качество и при выпуске в настоящее время, только стоимость стала в 1000 раз выше.

Головной институт в России по метрологии – ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2000 г. (письмо от 19 октября 2000 г. №2550-4-36640), руководствуясь ст. 13 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений», признал целесообразным «постепенно, в течение 2 лет вывести анемометры АСО-3 и МС-13 из сфер распространения государственного метрологического контроля и надзора», что фактически означает запрет на их применение. Основанием для принятия такого решения послужило то, что АСО-3 и МС-13 последний раз были внесены в государственный реестр средств измерений в 1980 г. Выпускали приборы НПО «Сигнал» (Узбекистан), номера по госреестру были 3489-80 и 3488-80, соответственно, т.е. срок действия их сертификатов истек уже в 1985 году.

В письме также сказано, что «в связи с отсутствием предприятия-изготовителя, испытания анемометров АСО-3 и МС-13 на соответствие утверждённому типу не проводятся..., при периодической поверке повторная градуировка нормативными документами не предусматривается, однако, из-за отсутствия исправных приборов, их переградуировку вместо того, чтобы браковать..., потребительские свойства анемометров и их метрологические характеристики не отвечают современным требованиям,

предъявляемым к таким средствам измерений», в связи с чем «необходимо усилить контроль территориальных органов Госстандарта России за проведением периодической поверки анемометров АСО-3 и МС-13».

Практически ни один из анемометров данного типа не может пройти поверку, в большинстве случаев они имеют деформированные лопасти, лопнувшие оси вращения и уже из-за этого должны быть забракованы, так как к поверке должны быть допущены только приборы, не имеющие механических повреждений. К сожалению, рекомендации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» не выполняются: непригодные к работе анемометры продолжают поверяться, что отрицательно сказывается на достоверности проводимых замеров. Использование устаревших моделей приборов, не внесённых в госреестр средств измерений, не способствует созданию на предприятиях, в т.ч. и на особо опасных производствах (угольных шахтах и рудниках), безопасных условий труда. В последние годы на российском рынке появилось более 20 моделей импортных и отечественных анемометров и один из них – это АПР-2 [1].

Всего за этот период выпущено около 5 тыс. анемометров АПР-2, в настоящее время именно эти приборы получили широкое распространение на шахтах и рудниках России и стран СНГ. Из общего количества приборов шахты

АНЕМОМЕТР РУДНИЧНЫЙ АПР-2м

Защищен патентом России



это измерения в 3-х режимах – ручном, автоматическом и дистанционном, производство депрессионных съемок и автоматический мониторинг вентиляционной сети в полном объеме одним прибором.

Передача результатов замеров в режиме онлайн.

Диапазоны измерений:

скорость 0,2–40,0 м/с
давление 8500–11700 мм. вод. ст.
температура от –20°С до +70°С
уровень и вид взрывозащиты PO Exia I X

Индикация на дисплее одновременно шести показателей, в т.ч. скорости, давления и температуры воздуха.

Имеется интерфейс, все замеры сохраняются в памяти и могут быть распечатаны.

Разработчик и производитель ООО «ЭкоТех»

тел./факс: (495) 558-82-08; (905) 736-86-52

e-mail: m_aa37@mail.ru

Табл. 1 Сравнительные характеристики различных моделей анемометров

Показатели	Модель анемометра			
	АПР-2м	АПР-2	АСО-3	МС-13
Диапазоны измерений:				
- скорости, м/с	0.2–40.0	0.2–40.0	0.3–5.0	1.0–20.0
- давления, мм вод. ст.	8500–11 700	нет	нет	нет
- температуры, °С	–20°...+70°	нет	нет	нет
Порог чувствительности, м/с	0.15	0.15	0.30	1.00
Число замеров в серии	600	6	1	1
Количество индицируемых на дисплее показателей,	20	3	нет	нет
в т.ч. одновременно	6	1	нет	нет
Распечатка результатов замеров, показателей	36	нет	нет	нет
Активное окно дисплея, см ²	9.0	5.2	нет	нет
Наличие в комплекте поставки компьютерных программ	2	нет	нет	нет
Режимы измерения: автоматический / дистанционный	есть / есть	нет / нет	нет / нет	нет / нет
Измерение параметров: давление / температура	есть / есть	нет / нет	нет / нет	нет / нет
Передача результатов замеров в режиме онлайн	есть	нет	нет	нет
Интерфейс для передачи результатов замеров	есть	нет	нет	нет
Фиксация номера, даты и времени замера	есть	нет	нет	нет
Наличие индикации: уровень зарядки / напряжение	есть / есть	нет / нет	нет / нет	нет / нет
Автоматическое отключение прибора при неиспользовании	есть	нет	нет	нет
Продолжительность работы без замены блока питания, ч	1200	750	нет	нет

приобрели 50%, рудники – 30%, другие потребители – 20%. Анемометры АПР-2 применяются в Донбассе, Кузбассе, Воркуте, Якутии, Норильске, Магадане, на Сахалине и в других регионах. Анемометр АПР-2, разработанный специально для шахт и рудников, используется в атомной, нефтегазодобывающей, металлургической, химической отраслях промышленности. Приборы приобрели энергетики, органы Госсанэпиднадзора, а также фирмы, занимающиеся контролем и наладкой систем кондиционирования и промышленной вентиляции. Анемометры АПР-2 внесены в государственные реестры средств измерений России, Белоруссии, Казахстана и Украины, они также используются в Китае, Вьетнаме, Иране, Индии, Польше, Латвии и в некоторых других странах.

По нашему убеждению, наступила необходимость модернизировать и анемометр АПР-2, который замеряет лишь скорость, и перейти на серийное производство анемометра нового поколения АПР-2м, не имеющего аналогов на рынке приборов.

Анемометр АПР-2м выполняет одновременно замер скорости, давления и температуры как в ручном, так и в автоматическом режимах, что позволяет использовать его для депрессионных съёмки и мониторинга вентиляционных сетей. Количество замеров в ручном режиме измерения неограниченно, в автоматическом и дистанционном – возможно выполнить до 600 замеров продолжительностью 6 суток или 10 часов, установив режим измерения в зависимости от поставленной цели.

Для замеров в автоматическом режиме необходима фиксация прибора в стабильном положении с размещением первичного преобразователя перпендикулярно воздушному потоку. При этом анемометр может быть расположен как горизонтально, так и «вверх или вниз головой».

Весьма важно в автоматическом режиме измерений – определить коэффициент поля скоростей

$$K = V_{cp} / V_{п.п.},$$

т.е. соотношение средней скорости движения воздушного потока в выработке V_{cp} к скорости его движения в точке размещения первичного преобразователя $V_{п.п.}$. Для этого в руч-

ном режиме определяется V_{cp} , а также $V_{п.п.}$. Как правило, коэффициент поля скоростей в этом случае будет больше 1. Поясним, что термин «средняя скорость» применяется потому, что скорость неравномерна: она значительно ниже по периметру выработки, чем в центре её сечения. При автоматическом и дистанционном режимах результаты замеров должны быть умножены на коэффициент поля скоростей, что позволит получить расход воздуха в выработке. Наилучший вариант – это установка прибора на необходимый период времени в точке со средней скоростью движения воздушного потока.

Один из основоположников рудничной аэрологии в России, профессор М.М. Прото-

дияконов отмечал: «...изучив однажды подробно расположение скоростей по сечению, в дальнейшем можно довольствоваться уже замером только в одной точке, ибо все остальные скорости изменяются пропорционально этой. Очевидно, что всего удобней выбрать точку, соответствующую средней скорости данного сечения и производить постоянно замеры в ней» [2]. К сожалению, он не рассматривал вопрос местонахождения этой точки в сечении выработки, а предложил измерять скорость постоянно в одной и той же точке. Из данных, приведенных в табл. 1, видно явное преимущество АПР-2м перед анемометрами других типов.

При стоимости стационарных автоматических систем контроля воздуха в десятки миллионов рублей, наличие переносных приборов, которые могут быть использованы для автоматического мониторинга вентиляционных сетей в горных выработках, – весьма перспективно как в целях экономии материальных ресурсов, так и создания безопасных и комфортных условий труда. Все данные о замерах, проведенных анемометром АПР-2м, накапливаются в памяти микропроцессора и в дальнейшем могут быть распечатаны на компьютере. При распечатке надо указать в таблице номер прибора, с которого приняты данные, и название пунктов, в которых проводился замер. Образец результатов замеров, переданных с анемометра на компьютер и после этого распечатанных, представлен в табл. 2

Все анемометры АПР-2м комплектуются первичными преобразователями (головка с крыльчаткой), имеющими градуировочный код, отражающий их индивидуальную характеристику. Код головки анемометра вводится в память микропроцессора, что обеспечивает высокую точность замеров.

По нашему мнению, анемометры, в основу которых положен принцип тахометрии (вращение крыльчатки), имеют весьма существенные преимущества перед термоанемометрами, акустическими и другими типами приборов. Одно из основных их преимуществ заключается в том, что при использовании таких приборов возможно визуально по вращению крыльчатки «наблюдать» скорость, в то время как другие типы анемометров как бы «мертвы» и приходится только полагаться на правильность их показаний. Согласно результатам исследований, показания скорости имеют прак-

Табл. 2 Образец распечатки результатов замеров анемометрами

Ручной режим: выполнено замеров – 3							Пункт замера
№	Дата, время	Длительность, с	Скорость, м/с	Температура, °С	Давление, мм вод. ст.	Код датчика	
1	15 янв. 2011, 12:42	85	3,262	+25,0	10122	С0	Квершлаг
2	15 янв. 2011, 12:56	75	3,104	+25,1	10120	С0	Квершлаг
3	15 янв. 2011, 13:25	75	3,080	+25,0	10122	С0	Квершлаг
ЦИКЛ 864с: выполнено замеров – 2							Пункт замера
№	Дата, время	Длительность, с	Скорость, м/с	Температура, °С	Давление, мм вод. ст.	Код датчика	
1	15 янв. 2011, 14:06	864	3,432	+25,2	10004	С0	Уклон
2	15 янв. 2011, 14:20	864	3,495	+25,7	10004	С0	Уклон
ЦИКЛ 60с: выполнено замеров – 3							Пункт замера
№	Дата, время	Длительность, с	Скорость, м/с	Температура, °С	Давление, мм вод. ст.	Код датчика	
1	15 янв. 2011, 14:45	60	2,345	+25,1	10124	С0	Бремсберг
2	15 янв. 2011, 14:46	60	2,512	+25,2	10122	С0	Бремсберг
3	15 янв. 2011, 14:47	60	2,359	+26,0	10122	С0	Бремсберг

тически линейную зависимость от частоты импульсов, создаваемых крыльчаткой при вращении.

Методика расчёта необходимого количества анемометров для шахт и рудников, разработанная автором, утверждена Госгортехнадзором России (письмо от 1 ноября 1996 г. №04-35/314).

Расчёт необходимого количества анемометров N , согласно указанной методике, следует проводить по формуле

$$N = k \cdot [n \cdot (L/30) + (K_{гор} - 1) + (K_{в.г.п} - 1)], \text{ ед.} \quad (1)$$

где k – коэффициент резерва ($k = 1.2$); $n = 5$ – минимально допустимое число анемометров, необходимое для текущего оперативного контроля за расходом воздуха (протяженность горных выработок до 30 км); L – протяженность поддерживаемых выработок, км; $K_{гор}$, $K_{в.г.п}$ – число соответственно горизонтов и действующих вентиляторов главного проветривания.

В том случае, если протяженность горных выработок превышает 90 км, необходимое число приборов в работе увеличивается по следующей шкале: от 90 до 120 км – один анемометр на 10 км, от 120 до 150 км – один анемометр на 15 км, более 150 км – один анемометр на 20 км. Такой подход к расчёту их количества объясняется тем, что с увеличением протяжённости выработок возрастает количество различного рода выработок, где проведение замеров обязательно.

Пример расчёта №1. Протяженность горных выработок – 75 км, один горизонт, работают два вентилятора главного проветривания. Необходимо иметь всего 16 анемометров, в том числе поверенных и в рабочем состоянии – 13.

$$N = 1.2[5(75/30) + (1 - 1) + (2 - 1)] = 16.$$

Пример расчёта №2. Протяженность горных выработок – 170 км, два горизонта, работают три вентилятора главного проветривания. Необходимо иметь всего 29 анемометров, в том числе поверенных и в рабочем состоянии – 24.

$$N = 1.2[5(90/30) + (120 - 90)/10 + (150 - 120)/15 + (170 - 150)/20 + (2 - 1) + (3 - 1)] = 29.$$

Укомплектованность шахт и рудников анемометрами, согласно утверждённой методике, обеспечивает надлежащий контроль за расходом воздуха в горных выработках как при нормальном режиме проветривания, так и реверсировании вентиляционной струи.

В настоящее время ежедекадные и ежемесячные замеры воздуха выполняют работники участка вентиляции и техники безопасности в течение нескольких дней, поэтому вентиляционные журналы не отражают фактического состояния проветривания. Наличие на предприятии приборов АПР-2м в необходимом количестве позволит при минимальных затратах выполнить одновременно в автоматическом режиме замер воздуха в горных выработках и отобразить в журнале действительное положение дел с проветриванием как шахты в целом, так и всех её горных выработок. Для повышения безопасности труда следовало бы ввести в ПБ требование единовременного замера воздуха при ведении вентиляционного журнала.

Одновременно с оснащением предприятий высокочувствительными анемометрами нового поколения необходимо совершенствовать и сам способ замера. Выполненные замеры в закрытом непроветриваемом помещении путём обвода его сечения свидетельствуют о том, что скорость воздушного потока прямо пропорциональна скорости перемещения прибора замерщиком по сечению и может составлять 0.2–0.3 м/с. В шахте же погрешность измерения при замере путем обвода сечения может быть значительно выше – из-за трудности перемещения по выработке – и давать увеличение расхода до 300 м³/мин. Рекомендованные способы замера путем «обвода сечения», «перед собой» и «по точкам» давали большую погрешность даже при использовании анемометров АСО-3 и МС-13. Учитывая же оснащение предприятий высокочувствительными анемометрами АПР-2м, необходимо рекомендовать переход на способ замера «в центре сечения» выработки. За центр сечения следует принимать не геометрическую точку, а ядро воздушного потока с максимальной скоростью, занимающее, как показали исследования, 30–40% сечения выработки, так что определить эту точку в сечении выработки будет достаточно легко [3].

При замере таким способом средняя скорость составляет в среднем 0.85 скорости воздушного потока в центре выработки. Предлагаемый способ замера «в центре сечения» более точный, он даёт меньшую погрешность, чем способы, рекомендованные и используемые «по-старинке» в настоящее время.

К сожалению, несмотря на то, что после утверждения нормативов расчёта анемометров для шахт и рудников прошло 15 лет, они так и не стали для них в полной мере обязательными. Внедрение анемометров АПР-2м, защищенных патентом и производимых в России наряду с полным запретом на применение давно уже морально и физически устаревших приборов АСО-3 и МС-13, повысит безопасность труда на предприятиях, что особенно важно для шахт и рудников, где последствия их неудовлетворительного проветривания бывают катастрофическими.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мещеряков А.А. Электронный анемометр АПР-2 и оснащение им шахт // Уголь. – 2001. – №6.
2. Протодаконов М.М. Проветривание рудников. – 4-е изд., 1930.
3. Мещеряков А.А. Определение расхода воздуха замером скорости в одной точке // Уголь Украины. – 1971. – №7.