

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

# ПОГРЕШНОСТИ ПРИБОРОВ И... РАЗРАБОТЧИКОВ



**Виктор Егоров,**  
начальник  
оперативно-  
технического  
отдела филиала  
«ВГСО» ФГУП  
«ВГСЧ» МЧС  
России



**Геннадий  
Верещагин,**  
генеральный  
директор ООО  
«Электронно-  
информационное  
приборостроение»



**Сергей Кобылкин,**  
доцент кафедры  
аэрологии и  
охраны труда,  
к.т.н., горный  
инженер,  
Московский  
государственный  
горный  
университет



**Дмитрий  
Мещеряков,**  
доцент кафедры  
аэрологии и  
охраны труда,  
к.т.н., горный  
инженер,  
Московский  
государственный  
горный  
университет

## О ПЛЮСАХ-МИНУСАХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗДУШНО-ДЕПРЕССИОННОЙ СЪЕМКИ

В соответствии с требованиями Правил безопасности на всех шахтах производятся воздушно-депресссионные съемки (ВДС) с целью оценки состояния вентиляции шахт и разработки мероприятий по обеспечению их устойчивого проветривания.

В результате проведения ВДС получают картину распределения депрессий и расходов воздуха по горным выработкам и определяют значения их аэродинамических сопротивлений.

При измерении малых депрессий на участках небольшой протяженности съемка производится жидкостными микроманометрами ММН-250 с помощью прокладываемого по выработке резинового или пластмассового шланга. Применение ММН-250 с допускаемой абсолютной погрешностью  $\pm 2,45$  Па ( $\pm 0,25$  мм вод. ст.) позволяет измерять депрессию в долях миллиметров водяного столба, у него также низкая чувствительность к пульсациям атмосферного давления.

При измерении депрессий, превышающих 50 Па, применяют микробарометры. В этом случае измеряется абсолютное давление воздуха в начале и конце выработки и по разности вычисляется депрессия выработки. Основное преимущество данного способа — меньшая трудоемкость работ, а недостаток — большая погрешность, из-за того, что замеры в разных точках сети производятся не одновременно. Для измерений депрессии этим способом применяются микробарометры МБ-63, М-113, М-75, имеющие предел допускаемой погрешности  $\pm 0,04$  мм рт. ст. ( $\pm 0,5$  мм вод. ст., или  $\pm 4,9$  Па).

В современных шахтах, имеющих протяженность горных выработок,

измеряемую сотнями километров, при производстве ВДС используются оба метода. При выполнении работ по производству ВДС необходимо использовать несколько различных приборов — термометры, микроманометры, анемометры, психрометры, микробарометры. В России предпринимались попытки создания универсальных измерительных комплексов, в состав которых включались необходимые приборы. Пример — ТАММ-20: измеритель комбинированный, в состав которого были включены микроманометр, анемометр, микробарометр, термометр. Прибор не нашел широкого практического применения из-за большой погрешности канала измерения скорости воздушного потока при использовании в рудничной (агрессивной) среде, отсутствия канала измерения абсолютного атмосферного давления, низкой надежности блока питания.

Службы депрессионных съемок России оснащаются измерителями абсолютного и дифференциального давления МБГО-2. Прибор позволяет производить измерения депрессии горных выработок в режиме микроманометра с высокой точностью от единиц до 2500 Па, или 254,9 мм вод. ст., и в режиме микробарометра, когда депрессия выработки превышает 50 Па (5,1 мм вод. ст.). Основная погрешность измерений депрессии в диапазоне 0-7500 Па (канал микроманометра) составляет от  $\pm 5$  до  $\pm 117,5$  Па (от  $\pm 0,5$  до  $\pm 12$  мм вод. ст.), а в диапазоне 40-150 кПа (канал микробарометра) — от  $\pm 90$  до  $\pm 200$  Па (от  $\pm 9,2$  до  $\pm 20,4$  мм вод. ст.)

Для измерения скорости воздуха используют различные приборы, в основном отечественные шахты

и рудники используют анемометр АПР-2, обеспечивающие измерение скорости воздуха от 0,2 до 20,0 м/с и от 0,2 до 40,0 м/с, реже встречаются другие.

А для измерения температуры воздуха в шахтах и рудниках возможно использование целого ряда приборов, основанных на различных принципах действия — жидкостные (термометр палочный, прашевой термометр, психрометрический термометр (измеряет, в том числе, влажность) и др.), электронные термометры ТГО-2 и ТГО-2МП.

Для проведения ВДС необходимо применять комплект различных приборов, т. к. универсального прибора нет. Для удобства измерения давления и депрессии самым оптимальным является использование прибора МБГО-2, для измерения скорости движения воздуха — анемометры АПР-2 (ООО «НПФ «Экотехинвест»), для измерения температуры и влажности воздуха — ТГО-2 или ТГО-2МП. Эти приборы просты в эксплуатации, позволяют производить замеры в требуемых ПБ диапазонах и хорошо себя зарекомендовали.

Широкая реклама нового комбинированного прибора с названием «Анемометр переносной рудничный АПР-2М» (ООО «ЭкоТех») вызвала у нас интерес, и мы попытались разобраться самостоятельно. Остановимся на главном, на несоответствии анемометра АПР-2М заявленным метрологическим характеристикам и функциональным возможностям.

В результате проведенных испытаний десяти не бывших в эксплуатации анемометров АПР-2М установлено: 1) крыльчатки АПР-2М начинают вращаться при скоростях 0,25 — 0,3 м/с (как устаревший АСО-3), с погрешностью, в 2-3 раза превосходящей заявленную, а не при 0,1 м/с, где производитель гарантирует надежное измерение. Крыльчатки АПР-2М имеют существенно худшую чувствительность, чем у анемометра АПР-2, которые гарантированно вращаются при скорости 0,15 м/с и имеют погрешность в начале диапазона в 5-10 раз меньше заявленной; 2) у анемометра АПР-2М неправильный алгоритм определения средней скорости, что может приводить к ошибкам в замерах, отличающихся

от истинных значений в десятки раз; 3) при изменении температуры окружающей среды время установления показаний ее действительного значения у анемометра АПР-2М может превышать 6 часов. В «Руководстве по эксплуатации» об этом пространно сказано: «некоторое время»; 4) канал измерений абсолютного давления анемометра АПР-2М, который в соответствии с «Руководством по эксплуатации» имеет пределы допускаемой погрешности  $\pm 1\%$ , при верхнем значении диапазона измерений 11700 мм вод. ст., то есть  $\pm 117$  мм вод. ст. ( $\pm 1150$  Па), в диапазоне температур от 0° до +85 °С, не пригоден не только для измерений депрессии горных выработок, но и для бытовых измерений атмосферного давления, поскольку погрешность даже бытового барометра-анероида обычно не превышает 200 — 300 Па. Заявленный диапазон рабочих температур АПР-2М от — 20 до +70 °С. Из характеристик видно, что погрешность датчика давления МРХ5100А фирмы Motorola, разработанного в конце прошлого века и установленного в АПР-2М, при отрицательных температурах резко увеличивается. Датчик имеет нормированную основную погрешность  $\pm 2,5\%$  ( $\pm 292,5$  мм вод. ст., или  $\pm 2850$  Па), что от 2,5 до 50 раз больше, чем указано в различных документах к АПР-2М. Основными составяющими погрешности являются нелинейность характеристики, гистерезис, вариация и некомпенсированная температурная погрешность. Депрессия ВГП многих шахт существенно меньше, чем погрешность датчика давления АПР-2М. Однако разработчик АПР-2М и это игнорирует. Невероятно, что совершенно неправдоподобную заявленную точность измерений давлений прибором АПР-2М авторы методики его поверки МП РТ-303-10 находят возможным гарантировать во всем диапазоне измерений поверкой его только в одной точке диапазона — при окружающем атмосферном давлении. Также в одной точке, при окружающей температуре, поверяется и канал измерений температуры воздуха. Это, безусловно, «новое» слово в метрологии. Не выдерживает никакой критики и предлагаемый разработчиком «метод» проведения ВДС, одновременным замером всех пара-

метров в центре сечения выработки определяемом «на глаз», анемометром АПР-2М, который игнорирует не только «Руководство по производству депрессионных и газовых съемок в угольных шахтах», но противоречит здравому смыслу.

Результат измерения депрессии с помощью анемометра АПР-2М предлагается получать как разность замеров полного давления в двух пунктах горной выработки. А какова погрешность этой разности замеров, полученных с погрешностью  $\pm 1\%$ , т. е.  $\pm 85$  —  $\pm 117$  мм вод. ст. ( $\pm 833$  —  $\pm 1147$  Па)? Разработчик, наверное, считает, что она не имеет погрешности в надежде на идеальный результат. Что это не так, следует из того, что ВНИИМС разработал специальную методику ее определения и применил при госиспытаниях упомянутых выше микробарометров и баронивелиров МБ-63, М-113 и др., на основании результатов которых были получены их характеристики.

Отдельно необходимо остановиться на возможности АПР-2М выполнять замеры непрерывно в заявленных диапазонах измерений скорости воздуха в течение 6 суток и 10 часов. Совершенно непонятно, как производитель может гарантировать это, если при работе крыльчатки на скорости 50 м/с камневая опора выйдет из строя в течение нескольких минут. Датчики этого типа не предназначены для непрерывной работы, а только для эпизодических замеров.

Считаем необходимым обратить внимание руководителей угольных компаний и шахт Кузбасса на то, что АПР-2М продолжает выпускаться со всеми перечисленными недостатками, а также, что с конца 2010 года по декабрь 2011 года, поверив рекламным обещаниям и не проверив все разрешительные документы на анемометр АПР-2М, приобретались приборы, не только не соответствующие заявленным характеристикам и функциональным возможностям, а еще и не внесенные в Государственный реестр средств измерений. В соответствии с законодательством РФ использование таких приборов недопустимо, они не подлежат государственной поверке и любые замеры, сделанные ими, не могут быть использованы в расчетах.