

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН И СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИХ РАБОТЫ

Александров Антон Юрьевич

докторант PhD, Карагандинский государственный технический университет, Республика
Казахстан, г. Караганда

Мусин Равиль Альтавович

докторант PhD, Карагандинский государственный технический университет, Республика
Казахстан, г. Караганда

Замалиев Наиль Мансурович

преподаватель, Карагандинский государственный технический университет, Республика
Казахстан, г. Караганда

Андриенко Алексей Юрьевич

магистрант, Карагандинский государственный технический университет, Республика
Казахстан, г. Караганда

Нуржигитов Жандос Саматович

магистрант, Карагандинский государственный технический университет, Республика
Казахстан, г. Караганда

Аннотация. Рассмотрены методы изучения взаимовлияния вертикальных скважин и способы измерения параметров их работы.

Ключевые слова: Ликвидированная шахта; метан; выработка; дегазация; дебит газа; газодренажные скважины; метановоздушная смесь.

Задача изучения взаимовлияния вертикальных скважин, пробуренных с поверхности для снижения метанообильности выемочных участков, ставилась и решалась применительно к действующим шахтам с целью оптимизации параметров дегазации и повышения ее эффективности при обеспечении безопасных условий ведения горных работ по газовому фактору. В методическом плане такая работа выполнялась по данным изменения суммарного дебита газа из совместно работающих скважин с удалением лавы от скважин.

Поскольку вертикальные дегазационные скважины бурятся на единое выработанное пространство и извлекают метан с помощью вакуум-насосных станций, то, измеряя такие параметры, как величина вакуума, перепад давления на измерительной диафрагме, расход и концентрация метана на каждой скважине, без особой сложности можно установить их взаимное влияние друг на друга.

Изучение взаимовлияния между газодренажными скважинами (трубами) на ликвидированных

шахтах более сложная задача, потому что характер перемещения газовой смеси в них определяется множеством природных и горнотехнических факторов, изменяющихся во времени и пространстве, о чем было сказано ранее. Для этого могут быть использованы прямые и косвенные методы, известные в горной науке. Примером прямого метода может служить метод радиоизотопной индикации газа, изложенный в работе [1], который даст возможность на основе непосредственных наблюдений за перемещением «меченого» индикатором метана проследить взаимосвязь между сообщающимися пусковой и приемной скважинами. В этом случае безопасным и хорошо подвижным является радиоактивный метан, меченный по углероду $C^{14}H_4$. Равноправное участие в процессе перемещения обоих компонентов — индикатора и шахтного метана — делает результаты наблюдений более достоверными.

В качестве индикатора или красителя газовой смеси, перемещающейся к скважинам, могут быть и другие газы, имеющие резкий характерный запах (например, сероводород). О наличии сероводорода в газовой смеси обычно узнают по запаху, т. е. он ощутим уже при концентрации 0,0001-0,0002 %. Более объективным показателем наличия сероводорода в воздухе может быть бумага, смоченная раствором уксуснокислого свинца, которая темнеет при малейших следах этого газа.

Эти способы из-за дороговизны и необходимости применения определенных мер осторожности не нашли практического применения. Кроме того, они могут привести к недостоверным данным, если параметры естественной тяги изменяются в процессе проведения исследований.

Поэтому наиболее доступным и достаточно достоверным является инструментальный способ изучения взаимовлияния скважин, основанный на измерении таких физических показателей, как атмосферное давление, перепад давления скважина-атмосфера, расход газовой смеси, скорость воздушного потока, концентрация метана, температура воздуха.

В практике контроля вентиляции и дегазации шахт применяются различные приборы для измерения указанных параметров. Рассмотрим некоторые из них, пригодные к изучению взаимовлияния скважин на ликвидированных шахтах.

Расход воздуха или газовой смеси определяется скоростью их движения и площадью поперечного сечения канала, по которому они движутся. Наиболее простыми и удобными для практического применения являются анемометры, которые бывают: термоэлектрические, крыльчатые со струнной осью, чашечные и мембранного типа.

Точечный термоанемометр типа АТЭ-2 позволяет измерять скорость воздушного потока от 0,01 до 0,5 м/с. Действие прибора основано на охлаждении потоком воздуха нити накала термопар. При нагревании последовательно соединенных в батарее термопар в них возникает термо-ЭДС, которая регистрируется микровольтметром. При движении воздуха нить накала охлаждается, вызывая падение термо-ЭДС, по величине которого определяется скорость воздушного потока. Прибор может применяться при температуре от $-50^{\circ}C$ до $+50^{\circ}C$, относительной влажности до 98 %, запыленности — до 10 г/м^3 .

Крыльчатый анемометр со струнной осью АСО-3 с пределами измерения скорости от 0,3 до 5 м/с состоит из крыльчатки, размещенной в металлической обечайке, счетного механизма и ручки. Крыльчатка сообщается со счетным механизмом при помощи трубчатой оси, вращающейся на натянутой стальной струне, давление движущегося потока воздуха приводит крыльчатку во вращение. При этом вращение крыльчатки передается через счетный механизм на стрелки прибора. Включение счетного механизма в работу и выключение его производится арретиром.

Чашечным анемометром измеряют скорость потока от 1,0 до 20 м/с. В чашечном анемометре давление воздушного потока воспринимается четырьмя полусферическими чашечками, закрепленными на двух взаимно перпендикулярных стержнях, жестко соединенных с осью, на конце которой имеется червячная передача, связанная с редуктором счетного механизма.

Анемометр мембранного типа немецкой фирмы «Poul Gotche Bochum» предназначен для

измерения скорости воздуха в диапазоне 0 до 10 м/с. Прибор состоит из корпуса, в котором вмонтирована чувствительная мембрана, воспринимающая давление воздуха, поступающего через входной патрубок. Мембрана, жестко связанная с плунжером, передает давление на механизм перемещения индикаторной стрелки. Выходное отверстие имеет внутреннюю резьбу, в которое вкручиваются измерительные сопла с калибровкой отверстий к соответствующей измерительной шкале. Прибор достаточно разместить в измеряемой точке входным отверстием навстречу потоку воздуха и по стрелочному указателю снять показания скорости.

Скорость воздуха в трубопроводах можно измерить с помощью трубки Пито в сочетании с U-образным манометром или микроманометром. Трубка Пито имеет кольцевую прорезь через которую передается статическое $h_{ст}$, а через центральный канал — полное давление, равное алгебраической сумме динамического (скоростного) и статического давлений.

$$h_{сн} = h_{ст} = \pm h_{пол}$$

При присоединении обоих концов к коленам U-образного манометра или микроманометра приборы покажут величину скоростного давления в точке расположения трубки, Скорость воздуха определяется по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{2gh_{сн}}{y}}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где: V- скорость воздушного потока, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

h - скоростное давление, кгс/м²;

y - удельный вес воздуха, кгс/м³.

В дегазационных газопроводах для определения расхода газовой смеси применяются измерительные диафрагмы. Принцип их работы основан на изменении статического давления до диафрагмы и за ней за счет сужения струи. Для определения расхода газовой смеси производят измерения перепада давления на штуцерах диафрагмы в газопроводе.

Расчет количества газовой смеси, проходящей через диафрагму, производится по формуле:

$$Q = 0.01251 * a * d^2 \sqrt{\frac{h}{y^1}} \quad (2)$$

где: a - коэффициент расхода, определяется по графику (см. рис. 1);

d -диаметр отверстий измерительной диафрагмы, мм;

h - перепад давления в манометре, мм вод.ст;

y- объёмный вес газовой смеси, кг/м³;

Величина y рассчитывается по формуле:

$$y^1 = \frac{273P}{760(273+1)} y, \text{ кг/м}^3 \quad (3)$$

где: P - атмосферное давление во время замеров, мм рт.ст.;

t - температура газовой смеси во время замера, град;

y - объемный вес газовой смеси, кг/м³;

Объемный вес газовой смеси рассчитывается по формуле:

$$y = \frac{0.717C_1 + 1.293C_{\text{возд}}}{100} \quad (4)$$

где: C - концентрация метана в газовой смеси, %,

$C_{\text{возд}}$ - концентрация воздуха в газовой смеси, %.

Для определения количества (расхода) газа, выделяющегося из газодренажных скважин необходимо знать концентрацию метана в газовой смеси, проходящей по скважине, с этой целью в настоящее время используются интерферометрические газоанализаторы [2]. Принцип действия интерференционных газоанализаторов основан на измерении смещения интерференционной картины (спектра), образованной наложением двух лучей, вышедших из одного источника света. Это смещение происходит в результате прохождения одного луча через камеру с чистым воздухом, а второго — через камеру, заполненную газовой смесью, плотность которой отличается от плот. ности чистого воздуха. Величина смещения спектра пропорциональна значению плотности (показателю преломления) анализируемой смеси, которая изменяется пропорционально процентному содержанию газа в смеси .

Для измерения содержания метана в газодренажных трубах можно использовать выпускаемые промышленностью России шахтные интерферометры ШИ-10 и ШИ - 12, отличающиеся друг от друга только пределами измерения концентрации метана.

Прибор ШИ-10 имеет пределы измерения содержания метана от 0 до 6 %, а прибор ШИ-12 — от 0 до 100 %.

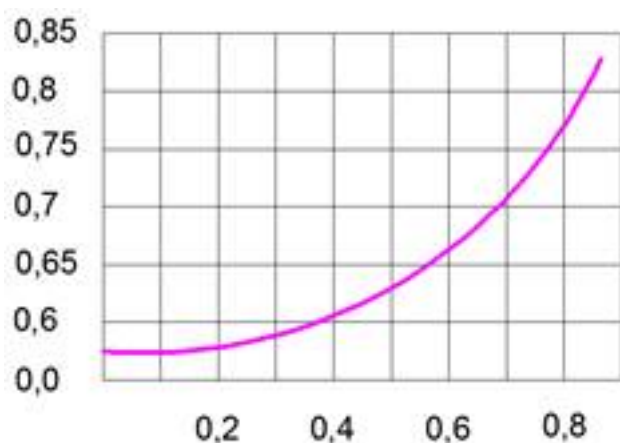


Рисунок 1. Центр расхода нормальных диафрагм

Правила пользования приборами идентичны. Перед тем, как измерить содержание метана, необходимо продуть газовую и воздушную линии прибора чистым атмосферным воздухом и, наблюдая в окуляр, установить середину левой черной полосы интерференционной картины с

нулевым делением шкалы. Затем поместить шланг всасывающего штуцера прибора в требуемом для измерения месте и произвести 3-4 сжатия резиновой груши. После чего, наблюдая в окуляр, отсчитать процентное содержание метана левой черной полосе интерференционной картины,

По установленным значениям расхода газовой смеси и концентрации метана в ней количество метана, выделяющегося в скважину (газодренажную трубу) составит

$$l = \frac{Q \cdot C1}{100} \text{ м}^3/\text{мин} \quad (5)$$

где: Q - расход газовой смеси, $\text{м}^3/\text{мин}$,

$C1$ - измеренная концентрация метана в газовой смеси, %.

Измерение величины атмосферного давления производится с помощью барометра-анероида. Для снятия показаний прибора необходимо установить его в горизонтальном положении и при легком постукивании пальцем по стеклянной крышке вертикальным взглядом на стрелку записать отсчет. В показания прибора необходимо вносить поправки, учитывающие инструментальные неточности, изменения температуры, и добавочные поправки, указанные в поверочном свидетельстве прибора.

Величина перепада (разности) относительных давлений воздуха в заданных точках производится микроманометрами типа ММН или наиболее простыми удобным U - образным манометром с различным заполнением его трубки (водой, спиртом, ртутью). Для измерения температуры атмосферного воздуха применяются технические или бытовые термометры с пределами измерения от -50 до $+50$ $^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, используя известные способы и приборы измерений параметров естественной тяги при различных атмосферных условиях, путем накопления и анализа информативного материала представляется возможным установить режим работы газодренажных скважин и изучить их взаимовлияние.

С целью разработки методики изучения взаимовлияния газодренажных скважин были проведены предварительные наблюдения за характером газовыделения из газодренажных скважин на ликвидированной шахте им 50 летия Октябрьской революции. Анализ этих результатов показал, что в зависимости, основном, величины атмосферного давления и разности температуры воздуха в шахте и на поверхности выделяются следующие режимы работы скважин:

- 1) скважины выдают газ из шахты;
- 2) скважины принимают воздух в шахту;
- 3) переходный режим.

Поскольку значения атмосферного давления и температуры воздуха в течение месяца многократно изменяются, то для получения достоверных за висимостей изменения расхода газовой смеси от указанных факторов, целесообразно предусмотреть в методике изучения взаимовлияния длительные (в зимний и летний периоды времени) ежесуточные наблюдения за режимом работы газодренажных скважин.

Список литературы:

1. Кузнецов С.В. Кричман Р.Н. Природная проницаемость угольных пластов и методы ее определения. М., Наука, 1978. 122 с.

2. Скочинский А.А., Комаров В.Б. Рудничная вентиляция. Углетехиздат. М.: Недра, 1949. 443 с.
3. Комаров В.Б., Килькеев Ш.Х. Рудничная вентиляция. М.: Недра, 1969. 416 с
4. Воропаев А.Ф. Тепловая депрессия шахтной вентиляции. М., изд-во АН СССР. 1950, 231 с.