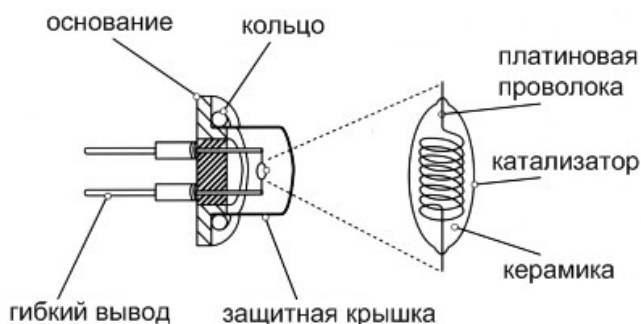


## СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ВЫБРОСОВ ГАЗА МЕТАНА НА ВЫХОДЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СТРУИ

**Косарев Н. П., доц., к.т.н., доц.; Нестеренко В. Н., магистрант**

*(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)*

Метан — горючий газ без цвета, запаха и вкуса, легче воздуха (плотность 0,524). Выделяется при разложении органических веществ без доступа кислорода. Особенно большие его выделения наблюдаются в угольных шахтах, меньшие — в калийных. Смесь метана с воздухом воспламеняется при температуре около 600 °С. При концентрации его в воздухе до 5 % сгорает голубым пламенем, при концентрации 5—16 % взрывается, при большей концентрации из-за недостатка кислорода не горит и не взрывается. При взрыве метана выделяется большая энергия, температура достигает 2500 °С, возникающая при этом ударная воздушная волна наносит большие повреждения в выработках. Максимально допустимая концентрация метана в струе исходящей из забоев 1 % , а в обще шахтной исходящей струе 0,75 %. Метан слабо ядовит, но при большом содержании вытесняет кислород. Температура воспламенения метана 650-750 °С, она изменяется в зависимости от источника воспламенения. Особенностью является то, что при соприкосновении с источником воспламенения метана воспламеняется с некоторым запозданием. При 650 через 10сек, 1000 – 1сек, 1200 – 0,2сек, 2000 – мгновенно. Метан взрывается при концентрации от 5 до 16% и при 650 °С. Причины: плохое проветривание, неправильное распределение воздуха. В качестве объект контроля – концентрация метана на выходе вентиляционной струи и ее контроль с целью недопущения взрывоопасной концентрации. Устанавливаем верхнюю концентрационную предел содержания СН<sub>4</sub> в некондиционной метановоздушной смеси СН<sub>4</sub>, флегматизируемой продуктами сгорания, СН<sub>4</sub> 30%, а нижний - СН<sub>4</sub> 18%, при этом некондиционную метан воздушной смеси СН<sub>4</sub> с содержанием в ней СН<sub>4</sub> ниже установленного нижнего концентрационного предела разбавляют вентиляционной струей до значения содержания СН<sub>4</sub> в смеси не более 4% Термокаталитические датчики благодаря простоте своей конструкции являются экономически выгодным решением для контроля утечек горючих паров и газов. Конструктивно термокаталитический сенсор представляет собой пару чувствительных элементов – шариков, изготовленных из тонкой платиновой проволоки, смотанной в катушку, на которую нанесена керамическая подложка, например, из оксида алюминия (рис. 1). Различают активный и пассивный шарики или, как их еще называют, пеллисторы (pellistor) или сигисторы (siegestor). На поверхность активного пеллистора поверх керамической подложки кроме того наносится кроющая наружная оболочка из палладиевого или родиевого катализатора, распыленного на подложку из окиси тория.



*Рисунок 1 – Термокаталитический сенсор*

Платиновые катушки пеллисторов в процессе работы нагревается протекающим через них током примерно до 450 °С. Через газопроницаемую мембрану (пламегаситель,

синтометаллический диск) датчика горючий газ в смеси с воздухом попадает внутрь сенсора и омывает поверхность пеллисторов сенсора. Каталитическое покрытие активного пеллистора окисляется и температура активного пеллистора повышается. Это повышение температуры можно измерить благодаря изменению (увеличению) сопротивления платиновой спирали внутри активного пеллистора. Это сопротивление сравнивается с сопротивлением пассивного пеллистора в стандартной цепи с измерительным мостом (рис.2).

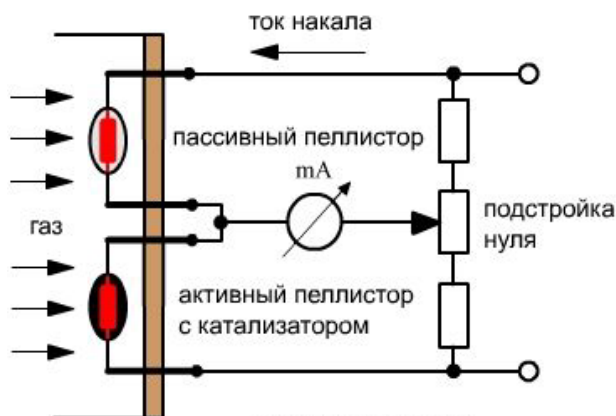


Рисунок 2 – Схема включения термокаталитического сенсора

В диапазоне концентраций горючего газа от 0 до 100% нижнего предела взрываемости (НПВ) соотношение этих сопротивлений будет пропорционально концентрации газа и его можно отобразить на измерительном инструменте или индикаторе. Температура пассивного пеллистора, при неизменных условиях окружающей среды, зависит только от величины протекающего через него тока, а температура активного пеллистора определяется величиной этого же, протекающего через него тока, плюс процессами окисления катализатора, интенсивность которых пропорциональна концентрации горючих газов в воздухе. Чтобы показания термокаталитического сенсора не зависели от изменения окружающих условий (температуры, влажности) в лучших каталитических датчиках используются термически согласованные шарики. В этом случае датчик имеет фактически два активных пеллистора, один из которых выполняет функции пассивного пеллистора. Пассивное функционирование достигается или за счет покрытия шарика тонким слоем стекла, или за счет деактивированного катализатора, или за счет размещения «пассивного» пеллистора в практически герметичной полости, имеющей всего одно отверстие очень малых размеров для сообщения с окружающей средой. Таким образом «пассивный» пеллистор действует лишь как компенсатор любых внешних изменений температуры и влажности. Данная технология применяется, например, в термокаталитических сенсорах DragerSensor PR M DD, где аббревиатура DD расшифровывается как double detector - двойной (активный) детектор (рис. 3).



Рисунок 3 – Общий вид термокаталитического сенсора

Учитывая то, что принцип действия термокаталитического датчика основан на сжигании содержащихся в воздухе горючих газов, то для обеспечения безопасной эксплуатации термокаталитический сенсор должен иметь прочный металлический корпус, а перед пеллисторами необходимо установить пламегаситель. Это позволяет смеси газа и воздуха проникать в корпус датчика к чувствительному элементу, но предотвращает распространение пламени из сенсора в окружающую среду. Пламегаситель несколько увеличивает время реакции датчика, однако в большинстве случаев показания появляется уже через несколько секунд после обнаружения газа. Поскольку рост показаний сенсора в значительной степени замедляется по мере приближения измеренной концентрации горючего газа к ее фактическому значению, то время отклика сенсора часто определяется как время, необходимое для достижения 90% от его конечного показания и поэтому известное как значение T90. Значение T90 для каталитических датчиков составляет обычно 10 - 30 секунд, то есть они обладают достаточно малым временем отклика. В США и некоторых других странах при указании характеристик сенсоров часто указывается время T60, а не T90. Этот факт следует учитывать при сравнении рабочих характеристик различных датчиков (рис. 4).

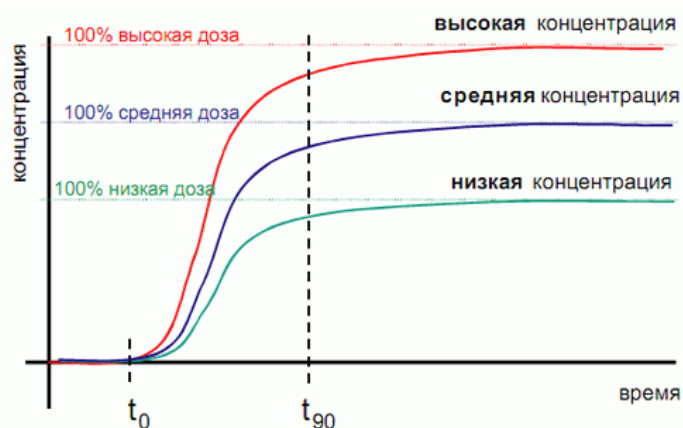


Рисунок 4 – Рабочие характеристики датчиков

Выходной сигнал термокаталитического сенсора, измеряемый в милливольтках, не позволяет подключать его непосредственно к измерительным входам вторичных приборов и технологических контроллеров. Чтобы с помощью выходного сигнала сенсора можно было осуществлять управление какими-либо типовыми исполнительными устройствами автоматики безопасности он чаще всего сразу (в месте установки датчика) преобразуется в стандартный токовый сигнал 4-20 мА как, например, в газоанализаторе PEX 3000. Или же сигнал сенсора преобразуется в сигнал управления на удалённом устройстве, на вход которого приходит милливольтовый сигнал сенсора, удалённого на несколько десятков и сотен метров, как, например, в сигнализаторе СТМ-10.

Первый вариант предпочтительнее, так как:

- датчик контроля загазованности с выходом 4-20 мА может быть подключен к любому вторичному прибору с унифицированным токовым входом;
- показания датчика меньше зависят от изменения температуры, длины и других параметров соединительной линии.

Термокаталитические датчики с выходом 4-20 мА не могут быть подключены ко вторичным приборам по двухпроводной схеме из-за того, что для работы сенсора требуется достаточно большой ток. Например, сенсор DragerSensor PR M DD газоанализатора PEX 3000 потребляет ток 255 или 275 мА в зависимости от модификации газоанализатора.

В качестве измерительного преобразователя, выбираем датчик метана TGS6620. Этот чувствительный элемент имеет большое выходное сопротивление, поэтому экономичный. Суммарный ток в 2 раза меньше чем у отечественного датчика. Наличие нагревательных элементов даёт возможность изолировать их один от другого и проводить измерения.



Рисунок 5 – Датчик измерения концентрации метана TGS6610

Основные требования к измерительному каналу:

- диапазон измерения метана, % от 0 до 35;
- рабочий диапазон температуры, °C от 0 до 40;
- класс точности не хуже, % 0,5%.

Таблица 1 – Таблица характеристик датчика метана TGS6610

Номер модели	TGS6610
Типовой диапазон выявления, %	0 ~ 100
Напряжения нагревателя, мВ	0.525 ± 0.025 мV AC / DC
Напряжение цепи, В	3.0 ± 0.1V DC / AC
Сопротивление нагрузки, кОм	2 кОм
Сопротивление нагревателя, Ом	около 59 при комнатной температуре
Ток нагревателя, мА	175 ± 5 мА
Мощность, мВт	160 при постоянном напряжении 3.0 В
Выходное напряжение, mV	16 ~ 28 в 5000ppm метана
Чувствительность	0,37 ~ 0,50 (в зависимости от сопротивления и отношения ppm)

Данное устройство будет располагаться в рудничном взрывозащищённом корпусе и адаптировано для эксплуатации в условиях шахты. Это обеспечит необходимую защиту устройства от каких-либо физических повреждений и позволит собирать данные в момент взрывов и других опасных ситуациях.

#### Перечень ссылок

1. Никулин Э. К. Методология расчётов гидродинамических параметров шахтных автоматизированных стационарных установок с центробежными нагнетателями : монография / Э. К. Никулин, И. В. Ковалёва, К. Н. Маренич. – Донецк : ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2015. – 134 с.
2. Автоматизация сложных электромеханических объектов энергоёмких производств // К. Н. Маренич [и др.]. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2015.– 237 с.
3. Техническая документация научно-исследовательского института "Респиратор" // Электрон. журн. – Режим доступа: <http://doneck.glo.ua/obuchenije/nauchno-issledovatel'skij-institut-gornospasatel'nogo-dela-i-pozharnoj-bezopasnosti-respirator.html>. – Загл. с экрана.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005-76 ; введ. 1989-01-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://uglezhog.ru/greenpower/upload/file/gost\\_12\\_1\\_005\\_88.pdf](http://uglezhog.ru/greenpower/upload/file/gost_12_1_005_88.pdf). – Загл. с экрана.