



# МИНИМИЗАЦИЯ РИСКА АВАРИЙ

Вольфганг Йессель, *Drager Safety*, Германия

Рекомендации по планированию и размещению систем газосигнализации.

**В**езде, где осуществляется хранение, разлив, переработка и транспортировка горючих и/или токсичных веществ, достаточно высока вероятность возникновения аварийной ситуации. Правильное планирование и размещение систем газосигнализации в значительной степени уменьшает риск для человека и окружающей среды.

Так в химической промышленности утечка сжатых газов из трубопроводов, просачивание паров горючих жидкостей через поврежденные вентили или негерметичные соединения могут привести к возникновению опасных ситуаций:

- при утечках горючих веществ воспламенение и взрыв могут привести к значительным повреждениям оборудования, а также зачастую к пожару и травмам персонала;

- при утечке токсичных веществ возникает угроза здоровью человека, часто связанная с последствиями вторичного характера с возможностью человеческих жертв, то есть с тяжелейшими последствиями, с трудом поддающимися оценке.

Для максимального снижения риска при работе с газами и парами веществ, помимо прочих мер, эффективными средствами являются системы газосигнализации при условии их правильного размещения и эксплуатации, а также регулярного проведения технического осмотра и функциональной проверки.

## О чем говорит ЗАКОН

Для защиты человека и оборудования законодательными органами были изданы законы и постановления. Например, в Германии для их разработки ответственным федеральным министром, после формулировки критериев создаются специальные отраслевые комиссии и группы. Эти рабочие группы разрабатывают всеобъемлющее Собрание технических

правил, которые представляются ответственным министром. Они носят характер правовых исполнительных положений. Эти технические правила должны приниматься во внимание как проектировщиками установок и инженерами по технике безопасности, так и экспертами, осуществляющим приемку по технике безопасности так называемых контролируемых установок.

В равной мере обязательными являются и правила безопасности, установленные соответствующими органами, занимающимися страхованием от несчастных случаев (например, профессиональными объединениями и региональными организациями, ответственным за страхование), согласно седьмому кодексу социального законодательства.

Профессиональные союзы издали многочисленные правила, нормы безопасности и памятки, среди которых особенно полезной для проектировщиков систем обнаружения горючих газов и паров может оказать заново переработанная памятка T 023. Как правила взрывобезопасности (Ex\_RL), так и памятка T 023 требуют, чтобы газосигнализирующие системы, которые используются для обеспечения так называемой предупреждающей (первичной) взрывобезопасности, соответствовали определенным критериям безопасности, были проверены и освидетельствованы полномочными органами технического контроля. При правильном использовании, такие системы активно предупреждают о формировании взрывоопасной атмосферы: при превышении определенной, предварительно установленной концентрации газа (например, 10% от нижнего предела взрываемости, НПВ), они принимают эффективные меры по устранению аварийной ситуации. Если же они окажутся недостаточными и концентрация газа в контролируемой области продолжает расти несмотря на прини-

маемые меры, то при превышении второго порога тревоги (например, 30% НПВ), принимаются принудительные меры - отключаются все потенциальные источники искрения (например, промышленное электрооборудование).

## Предварительное планирование мероприятий по устранению аварийной ситуации

Уже на стадии планирования необходимо иметь на руках конкретный план действий, необходимых для устранения опасной ситуации, которые должны предприниматься при срабатывании системы газосигнализации. Отключение производственного электрооборудования, закрытие газовых вентиляций и включение интенсивной вентиляции применяются столь же широко, как и промывка трубопроводов, охлаждение горячих поверхностей и активизация водных завес. Кроме того, такие действия должны сопровождаться определенными организационными мероприятиями, описанными в планах устранения аварийных ситуаций. Например, при утечке токсичных газов в случае активизации главной тревоги сигнализации предписывается надеть респираторное оборудование и покинуть область поражения, а также использовать переносные газосигналяторы при возвращении в пораженную область после устранения газа.

Главные химические тревоги нарушают бесперебойную работу производства и по этой причине должны возникать как можно реже. Результаты мер, принятых уже после запуска предварительной тревоги, должны быть настолько эффективными, чтобы не возникало необходимости активизировать главную тревогу, нарушающую производственный процесс. Кроме того, системы газосигнализации должны быть в высшей

степени надежными и постоянно находиться в готовности, поскольку, с одной стороны, при срабатывании системы крайне сложно отличить реальную тревогу от ложной, а с другой стороны, даже кратковременные аварии часто приводят к таким же последствиям, что и главные тревоги.

### Основные моменты

Прежде всего разработчики газосигнализационных систем должны уделить внимание трем ключевым моментам:

- Газы: каковы цели контроля за газами, какие газы должны контролироваться, каковы предположительные концентрации, объемы и частота утечек?

- Датчики для обнаружения газа: какой принцип обнаружения, сколько датчиков необходимо, где и как они должны размещаться и калиброваться?

- Система газосигнализации: каковы должны быть пороги тревог и как реагировать на информацию о тревогах?

Ответ на первый вопрос очерчивает реальную задачу, проясняет производственные условия и поставленные цели: должны ли сенсоры выявлять токсичные вещества или газы, поражающие посредством дефицита кислорода, или же обнаруживать горючие газы и пары для защиты от взрыва (пожара).

В промышленных приложениях на протяжении многих лет особенно хорошо зарекомендовали себя три основных измерительных метода (см. рисунок): с одной стороны, электрохимический принцип, который особенно эффективен при обнаружении токсичных газов в диапазоне низких (ppm) концентраций; с другой стороны - термокаталитический и инфракрасный принципы - оба пригодны для обнаружения горючих веществ при концентрациях до нижнего предела взрываемости.

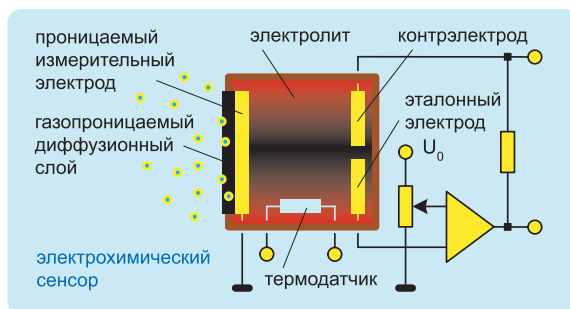
В термокаталитическом сенсоре газ поступает на два миниатюрных керамических шарика, в каждом из которых находится платиновая спираль, нагреваемая протекающим током примерно до 450 °С. Один из шариков (так называемый активный пеллистор) имеет каталитическое покрытие, которое окисляет газ при температуре, соз-

даваемой рабочим током, что приводит к повышению его температуры. Это повышение можно измерить благодаря изменению сопротивления платиновой спирали по сравнению с пассивным пеллистором - в диапазоне 0-100% нижнего предела взрываемости (НПВ) газа оно будет пропорционально концентрации газа.

В электрохимическом сенсоре при определенных условиях могут окисляться или восстанавливаться реактивные газы или пары, которые проникая диффузионным образом через гидрофобную мембрану попадают на электрод из благородного металла. При этом высвобождаются электроны, которые проходя через подходящий электролит и второй электрод образуют во внешней электрической цепи ток, пропорциональный концентрации газа. При помощи третьего электрода и соответствующей электроники потенциал электродов будет поддерживаться на постоянном уровне, что значительно улучшает измерительные свойства и стабильность данного датчика.

Принцип измерения инфракрасного сенсора основан на свойствах определенных молекул переходить в состояние колебания при облучении электромагнитными волнами при поглощении части энергии излучения. Степень поглощения зависит от длины электромагнитных волн; именно в инфракрасном диапазоне находятся спектры поглощения многих газовых молекул. Если в заданном спектральном диапазоне ИК детектор обнаружит ослабление излучения, созданного излучателем и прошедшего через определенный

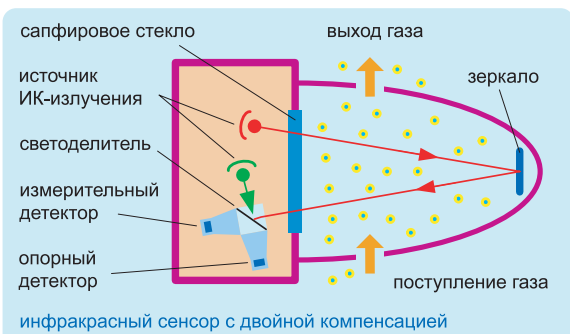
объем газа, это позволит определить концентрацию газа. Использование опорного детектора и метода двойной компенсации полностью устраняет зависимость показаний от изменения



сигналов, вызванного загрязнением или старением ИК излучателя и ИК детекторов.

В зависимости от конкретного приложения каждый принцип может обладать как достоинствами, так и недостатками, поэтому производитель при поддержке своей лаборатории должен дать достоверный ответ о выборе наиболее надежного метода для решения данной задачи.

Второй ключевой момент

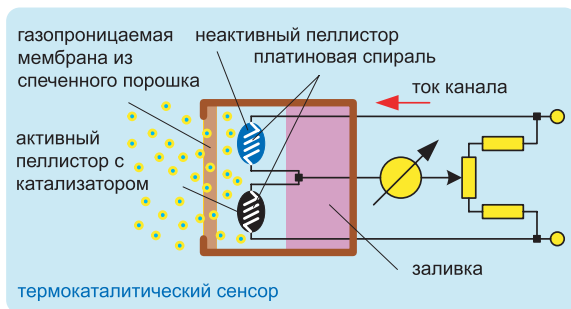


включает самый типичный вопрос: "Сколько квадратных метров может контролировать один сенсор и как их размещать?" К сожалению вышеупомянутые Технические правила не могут дать на него конкретный ответ - данная проблема целиком зависит от реальной ситуации и поставленной задачи.

### Точечный, зонный и периферийный мониторинг

Различают три основные стратегии размещения сенсоров, хотя, естественно, возможны компромиссы и плавные переходы от одного подхода к другому:

- Точечный мониторинг (spot monitoring): потенциальные источники утечек (например, вентили, краны, муфты, фланцы, сильфоны), а также места их расположения известны. По-



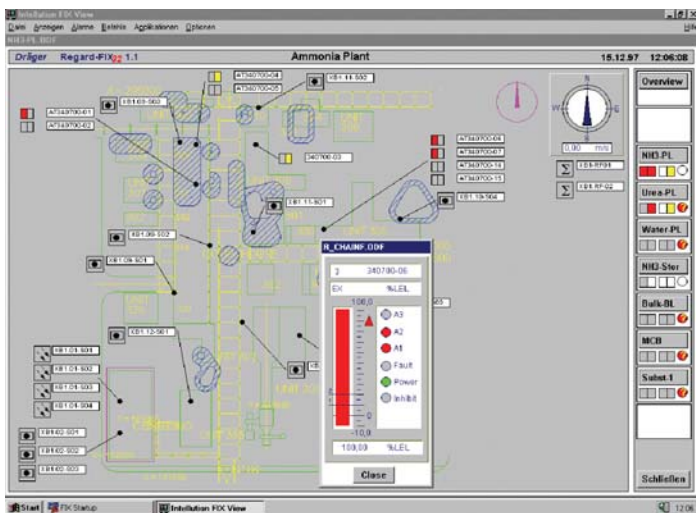


Схема размещения газосигнализации на объекте

этому датчики можно расположить так, чтобы надежно и своевременно выявлять места утечек.

- Зонный мониторинг (area monitoring): потенциальные источники утечки не локализируются, но располагаются в определенной области, пространстве. Датчики должны распределяться по всей области.

- Периферийный мониторинг (fence monitoring): потенциальные источники утечек не поддаются локализации, поэтому мониторинг производится на внешней границе участка для обнаружения превышения концентрации газов в ограниченной опасной зоне.

При этом отчетливо просматривается градация концепций безопасности. Если при точечном мониторинге можно целенаправленно использовать небольшое количество датчиков, то зонный мониторинг можно реализовать лишь при наличии большого количества датчиков. Подобный мониторинг используется, например, при контроле за хранением горючих жидкостей, причем датчики распределяются равномерно по всей площади. При этом область, контролируемая одним датчиком, составляет от 50 до 100 м<sup>2</sup>; в помещениях для хранения растворителей разумным компромиссом является окружность с диаметром около 10 м (площадь примерно 75 м<sup>2</sup>).

### Точное знание местности

Часто при планировании предпочтение отдается зонному мониторингу лишь по той простой причине, что на момент планирования места возможных утечек абсолютно неизвестны. Это решение, несомненно, са-

источники утечки газов, тем экономичнее он сумеет расположить газосигнализаторы.

С точки зрения техники безопасности периферийный мониторинг - это метод обнаружения газов, носящий, прежде всего, информационный характер, так как целенаправленные меры при возникновении аварийной ситуации едва ли возможны. Эффективные меры по ликвидации последствий утечки могут быть приняты лишь в том случае, когда предоставляется как можно более точная информация о месте и времени возникновения утечки. Уже при использовании зонного контроля эта информация значительно менее точна. А при периферийном мониторинге получить данные о времени и месте утечки вообще оказывается невозможным. Последнее особенно справедливо при использовании трассовых газосигнализирующих систем, т.е. своего рода световых барьеров, которые позволяют оценить вызванный утечкой аварийный потенциал при периферийном контроле.

### Размещение датчиков

При размещении датчиков необходимо учитывать определенные правила. Пары горючих жидкостей всегда тяжелее воздуха. Они растекаются на уровне пола. Поэтому датчики должны размещаться как можно ниже над полом, но в доступном для калибровки месте. Лишь три горючих газа значительно легче воздуха - это метан, аммиак и водород. Не находясь в жидком состоянии (при очень низких температурах), они поднимаются вверх, собираясь и скапливаясь под потолком. Утечки этих трех газов на

открытом воздухе не представляют больших проблем. Токсичные газы, которые хоть и тяжелее воздуха, но обычно представлены в воздухе лишь низкими концентрациями (например, менее 1 об. %), должны обнаруживаться на уровне головы (в зоне дыхания), так как их распространение в значительной мере определяется воздействием конвекции - нисходящих и восходящих потоков воздуха, образующихся вследствие неравномерного нагрева поверхности.

Если есть доминирующее течение воздуха или поток, создаваемый вентиляцией, то датчик должен располагаться со стороны поступления воздушного потока. Если контроль осуществляется в вентиляционных каналах, то необходимо учитывать уменьшение концентрации (разбавление) и задержку перед объявлением тревоги. Для обнаружения горючих газов/паров необходимо располагать датчик между местом утечки и источником воспламенения. При разработке концепции безопасности необходимо также учитывать время реакции и задержку до того момента, когда проявится эффект принятых мер (например, начальный период при включении дополнительной вентиляции).

Зная предположительный максимальный расход источника утечки и скорость воздухообмена, можно оценить объем области воспламенения (IEC 79\_10: 1995), однако препятствия на пути потока при этом учитываются лишь весьма ориентировочно. Если же, а для этого всегда могут найтись причины, датчик невозможно установить непосредственно в области потенциальной утечки, то можно организовать постоянную подачу воздуха к анализатору. Однако этот метод весьма дорогостоящий - не только потому, что необходимо контролировать расход отбираемого воздуха. Должна также учитываться возможная абсорбция газов в трубопроводе и образование конденсата при перепадах температуры. В наиболее неблагоприятном случае потребуются проведение комплексной газоочистки, которую при необходимости придется проектировать с учетом взрывозащищенности. Подобный отбор воздуха, естественно, увеличивает время срабатывания газосигнализатора.



#### КОНТАКТЫ:

т. +494 (51) 882-15-16

e-mail: PolytronCIS@draeger.com