

# НОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТАНОВОК ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Н. Смирнов

к. т. н., ведущий научный сотрудник ФГУ ВНИПО МЧС РФ

***Показана область применения огнетушащего газа. Приведены сведения о безопасности применения огнетушащих газов. Отмечена необходимость учета местных условий при проектировании установки пожаротушения. Рассмотрены рациональные решения при расчете массы газа, построении трубопроводных разводов и применении насадков.***

Автоматическая установка газового пожаротушения – сложное и дорогостоящее проектно-компонуемое техническое изделие, которое не может быть изготовлено серийно на заводе-изготовителе для всех случаев применения. Проектирование установок газового пожаротушения – важный этап их создания, который во многом определяет эффективность применения, безопасность, надежность, удобство монтажа и эксплуатации.

Многообразие условий горения и тушения пожара на защищаемых объектах не позволяет создать нормативные документы, содержащие все необходимые требования к объекту нормирования. Поэтому нормы проектирования установок пожаротушения содержат лишь наиболее общие требования для типичных случаев противопожарной защиты и определяют нижнюю границу качества изделия. Во введении к международным и ряду национальных стандартов подчеркивается, что только квалифицированные специалисты, способные учесть местные условия применения установок, могут осуществлять практическое применение норм и правил в указанной области. В нашей стране обязательное лицензирование проектных работ также направлено на реализацию этого положения.

Решение проектировщика о применении огнетушащего газа обосновано в случае защиты дорогостоящей собственности внутри сравнительно герметичных помещений. Типичные объекты защиты в этом случае – вычислительные центры и серверные банки, телекоммуникационные станции, современное дорогостоящее технологическое оборудование, шкафная электротехническая аппаратура, запасники культурных ценностей и архивы, деньгохранилища банков и склады пушнины. Огнетушащий газ не проводит электрический ток, не оставляет следов на защищаемой собственности и потому не причиняет ей ущерба, легко удаляется вентиляционным способом. При правильной подаче огнетушащий газ сравнительно равномерно распределяется по объему помещения, создавая не поддерживающую горение среду во всех его точках независимо от высоты помещения, наличия экранов и препятствий.

При решении вопросов безопасности следует выбирать газ с учетом его воздействия на людей при максимальной концентрации, которая может быть получена в случае срабатывания установки пожаротушения. Обычно эта концентрация на 10...15% превышает нормативную огнетушащую концентрацию. Зарубежные исследования показывают, что современные хладоны (23, 125, 227ea) и газовый состав "Инерген" при указанных концентрациях безопасны для дыхания человека в течение нескольких минут.

Газы азот и аргон нетоксичны, но полученная с их применением огнетушащая атмосфера содержит кислород ниже предельного уровня. Воздействие атмосферы с пониженным содержанием кислорода на организм человека также можно оценить с помощью показателей LOAEL и NOAEL, которые согласно ISO 14520 составляют соответственно 10% и 12% кислорода. При сравнительно быстром снижении концентрации кислорода человек не чувствует опасности и неожиданно для себя засыпает, в ряде случаев навсегда.

Примечательно, что газовый состав "Инерген" более безопасен, чем азот или аргон. Это объясняется эффектом самопроизвольной гипервентиляции легких (т. е. учащенным дыханием человека), который вызван безопасным количеством  $\text{CO}_2$ , входящим в состав "Инергена". При содержании в воздухе  $\text{CO}_2$  в количестве 3% дыхание учащается в два раза, что сигнализирует об опасности и позволяет сохранить жизнедеятельность при недостатке кислорода.

Безопасная концентрация двуокиси (диоксида) углерода не превышает 5% об., опасная для жизни при кратковременных экспозициях – выше 10% об. Для эффективного пожаротушения требуется концентрация  $\text{CO}_2$  более 30% об. (по нормам NFPA 12 –

**Таблица 1.**  
**Зависимость времени безопасного воздействия хладона 125 и 227ea на человека от концентрации газа.**

Хладон 125 (по данным NFPA 2001)		Хладон 227ea (по данным NFPA 2001)	
Концентрация, % (об.)	Время безопасного воздействия, мин	Концентрация, % (об.)	Время безопасного воздействия, мин
9,0	5,00	9,0	5,00
9,5	5,00	9,5	5,00
10,0	5,00	10,0	5,00
10,5	5,00	10,5	5,00
11,0	5,00	11,0	1,13
11,5	5,00	11,5	0,60
12,0	1,67	12,0	0,49
12,5	0,59		
13,0	0,54		
13,5	0,49		

не менее 34% об.), но такая атмосфера непригодна для дыхания. Поэтому CO<sub>2</sub> предпочтительно применять для защиты помещений без постоянных рабочих мест.

Выбор газа зависит также от наличия в помещении очагов тления после подавления пламенного горения. Такие очаги являются длительно действующими зонами высоких температур, при которых многие хладоны разлагаются с выделением опасных продуктов пиролиза. Поэтому при тушении тлеющих пожаров рекомендуется применять натуральные газы (CO<sub>2</sub>, состав "Инерген", азот, аргон) или наиболее термостойкий хладон 125, температура терморазложения которого составляет около 900° С.

Для определения расчетной массы газа по методике НПБ 88-2001\* используют параметр, который характеризует герметичность помещения и зависит от площади постоянно открытых проемов. В нашей стране указанные проемы до сих пор измеряют линейкой. При этом не учитываются неплотности в дверных и оконных проемах, строительных конструкциях и т.п.

Зарубежный проектировщик использует более точный инструмент – вентиляционный метод измерения проемов. Метод предусматривает наддув помещения воздухом с заданным расходом и измерение избыточного давления вследствие наддува. Дальнейшие вычисления позволяют определить эквивалентный проем с учетом всех неплотностей помещения. Метод описан в международном стандарте ISO 14520. Сегодня аппаратура для применения этого метода имеется во ВНИИПО МЧС РФ. Опыт использования метода показывает, что параметр негерметичности, вычисленный без учета неплотности помещения, обычно имеет заниженное значение. Поэтому для обычных помещений даже при отсутствии видимых проемов не следует принимать параметр негерметичности меньше 0,001 м<sup>3</sup>, что по отечественным нормам соответствует условно герметичному помещению. Кроме того, необходимо предпринять меры, чтобы выявить и герметизировать необоснованные проемы помещения. Следует отметить, что требования зарубежного проектировщика к герметичности помещений значительно более жесткие, чем указаны в НПБ 88-2001\*.

Расчетная масса газа зависит от высоты расположения помещения над уровнем моря. В НПБ 88-2001\* учет этой зависимости производится с помощью поправочного коэффициента K<sub>3</sub>. Современный подход ISO 14520 показывает, что значения коэффициента K<sub>3</sub> нуждаются в корректировке. В настоящее время подготовлены изменения, которые показаны на сайте ВНИИПО в разделе "Технический регламент". Уточненные значения поправочного коэффициента K<sub>3</sub> приведены в таблице 2.

В зарубежной практике проектирования величина K<sub>3</sub> принимается постоянной в диапазоне высот, указанных в таблице, т. е.

**Таблица 2.** **Поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения защищаемого объекта относительно уровня моря 125 и 227ea на человека от концентрации газа.**

Высота, м	Поправочный коэффициент K <sub>3</sub>
от 0 до 1000 м	1,000
от 1000 м до 1500 м	0,885
от 1500 м до 2000 м	0,830
от 2000 м до 2500 м	0,785
от 2500 м до 3000 м	0,735
от 3000 м до 3500 м	0,69

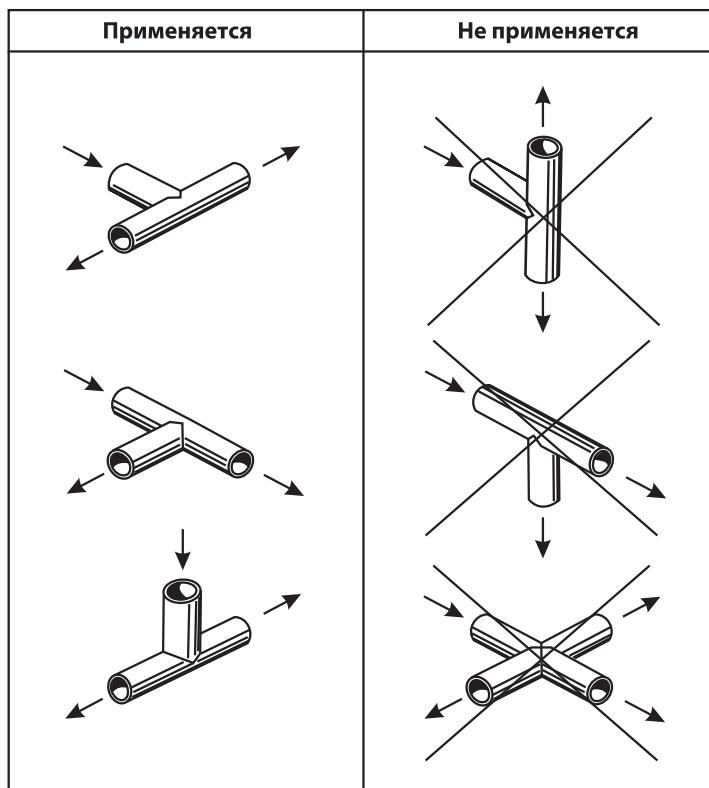
изменяется ступенчато. Аналогичный подход применен и в нашей стране. Расчетная масса газа, определенная по НПБ 88-2001\*, является минимально необходимой величиной. Предполагается, что она будет равномерно распределена в защищаемом объеме. Кроме того, при подаче газа в несколько объемов предполагается, что масса газа будет строго пропорционально разделена на отдельным объемам.

Реально достичь указанного разделения и распределения достаточно сложно. Когда газ подается в один объем, конвективные потоки, вызванные подачей газа, в значительной мере способны компенсировать ошибку неравномерной подачи. Но эти потоки не могут компенсировать ошибку при распределении газа в разные объемы, отделенные непроницаемыми строительными конструкциями (например, фальшпол, подвесной потолок и т.п.).

Как зарубежные, так и отечественные нормы проектирования отдадут решение этого вопроса проектировщику для учета местных условий. Из практики зарубежного проектирования известно, что одним из средств в борьбе за равномерность распределения сжиженного газа являются следующие правила построения трубопроводных разводов.

При подаче сжиженных газов следует, как минимум:

- обеспечить плавное заужение диаметра трубопровода переменного сечения для уменьшения газификации сжиженных газов. При этом используют переходники с углом конуса 30°.



**Рис. 1.** **Ориентация фитингов для подачи сжиженных газов**

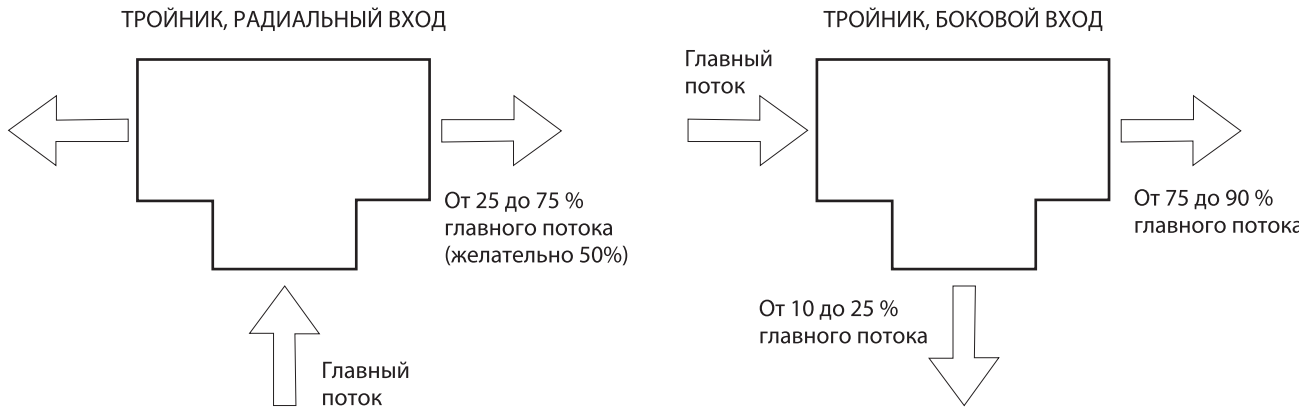


Рис. 2. Разделение потоков сжиженных газов в тройниках

Если по длине трубопровода требуется несколько раз уменьшить сечение, то рекомендуется это осуществлять равномерно (например, для двух заужений – по 50%, для трех – по 33%);

- не применять крестовины для распределения сжиженного газа, т.к. в этом случае возникает неопределенное распределение потоков по массе. Вместо крестовины применяют два тройника, расстояние между которыми по длине трубопровода должны быть не менее 7 диаметров условного прохода трубопровода;
- применять ориентацию тройников при распределении газа по трубопроводам в соответствии с рис. 1. Распределяемые потоки газа в тройнике должны находиться в горизонтальной плоскости, т.к. в этом случае наблюдается минимальное расслоение двухфазной смеси и более равномерное ее распределение.

В соответствии с требованием ISO 14520 ориентация каждого тройника и способ заужения диаметров трубопроводов должны быть указаны в проекте. Кроме того, совпадение реального и расчетного разделения сжиженных газов в тройниках достигается только при определенном соотношении расходов:

- если поток входит в радиальный отвод (симметричный тройник), то наиболее рационально разделить его на две равные части (50% на 50%). Предельное соотношение расходов (масс газа) является 1:3 или 25% в один отвод и 75% в дру-

гой (рис. 2). Применение такого типа разделения потока в тройнике предпочтительно;

- если поток входит в боковой отвод, то его расход через радиальный отвод должен находиться в пределах не более 25% и не менее 10% от подаваемого расхода газа в тройник (рис. 2). Зарубежные фирмы разрешают применять такой вариант тройника только в случаях, если нельзя применить симметричный тройник. Отдельные фирмы запрещают применять такой вариант тройника.

Как отечественные, так и зарубежные нормы рекомендуют применять симметричную схему трубопроводной разводки. Такая схема обеспечивает равномерное распределение газа, а ее гидравлический расчет наиболее точен. Пример симметричной схемы, содержащей "правильную" ориентацию тройников и предпочтительное распределение расходов в них, приведен на рис. 3.

Следует отметить, что в проекте распределение газа производится по результатам гидравлического расчета, т.е. для фиксированной температуры 20°C. Очевидно, что при других температурах эксплуатации расчетное распределение газа по отдельным объемам может измениться. Зарубежный проектировщик учитывает это даже для сжатых газов. Так, американская фирма "ANSUL" указывает, что подача состава "Иннерген" в два и более помещения из одной установки пожаротушения допускается только при температурах хранения газа от 60 до 80°F (от 15,5 до 26,7°C). При других температурах надежное распределение газа достигается только при раздельном его хранении для каждой зоны и подаче по индивидуальным трубопроводам.

Раздельное хранение газа для каждой зоны (объема) и подача его по индивидуальным трубопроводам – наиболее надежное проектное решение. В нашей стране такое решение применяется крайне редко, т.к. оно несколько увеличивает стоимость и металлоемкость установки пожаротушения. Однако, отказавшись от надежного решения в части распределения газа, проектировщик должен применить компенсирующие мероприятия, прежде всего за счет увеличения расчетной массы газа.

При подаче газа из насадки следует создать условия для получения наиболее интенсивных конвективных потоков, способствующих равномерному распределению газа. Для этого насадок располагают на расстоянии не менее 0,5 м от преград и экранов. В объеме помещения нерационально направлять струю газа вдоль потолка, т.к. трение о потолок поглощает часть энергии струи газа и уменьшает конвекцию. Кроме того, это приводит к вибрации плиток подвесного потолка и не исключает их обрушение. Зарубежные источники рекомендуют закреплять плитки потолка на расстоянии 1,5 м от насадки. Наиболее рационально осуществить наклон струи газа на угол

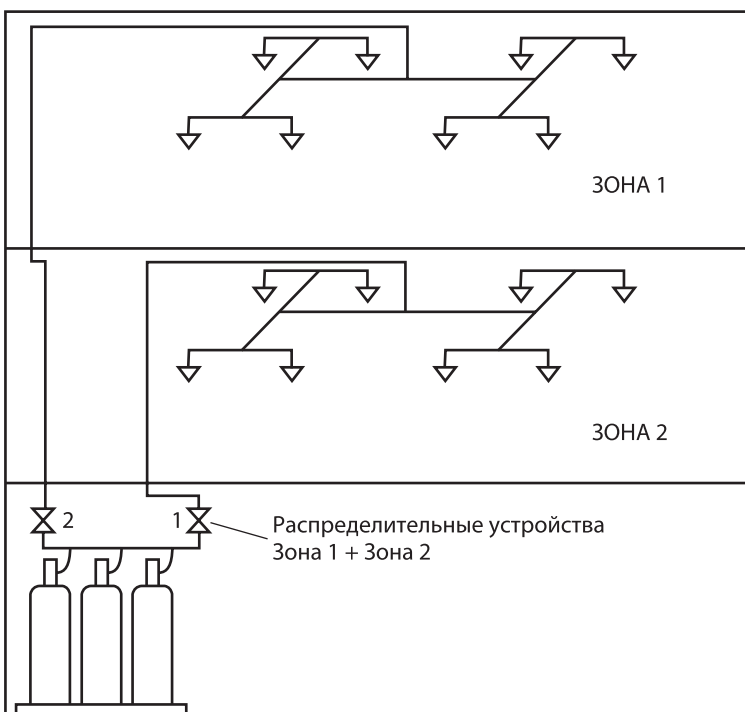


Рис. 3. Симметричная схема трубопроводной разводки

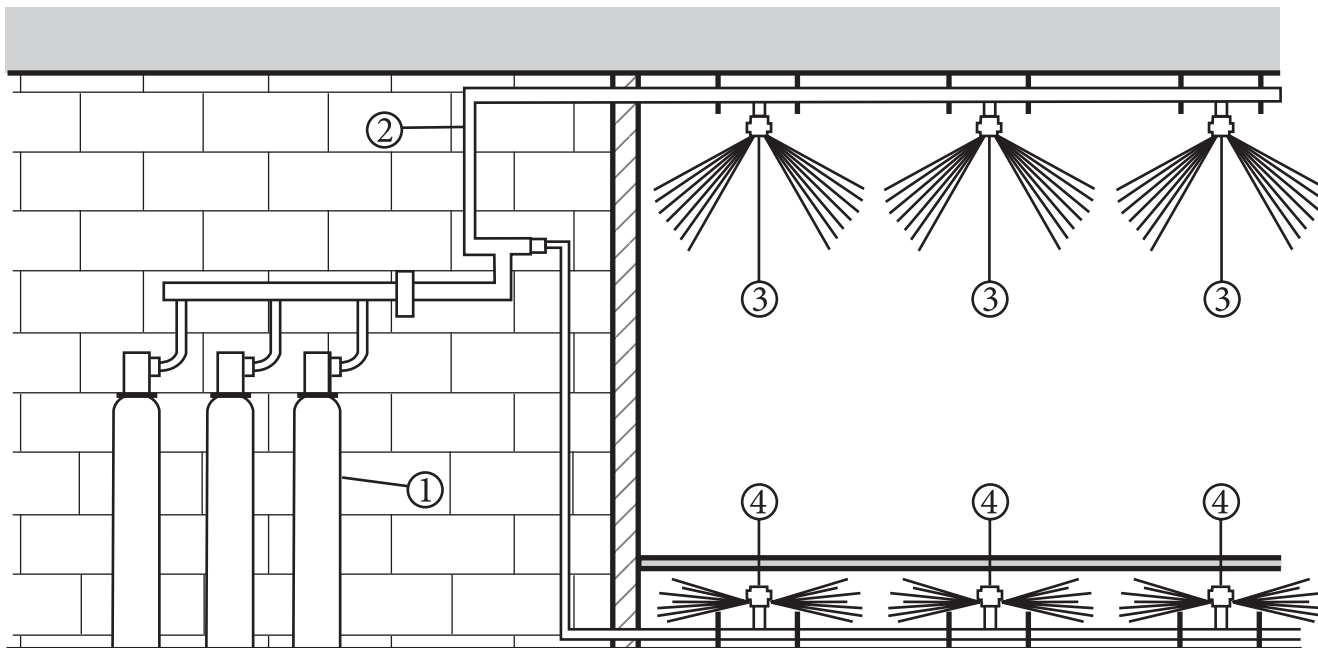


Рис. 4. Насадки радиального типа в защищаемом помещении и пространстве фальшпола

15...30°, как показано на рис. 4. В объеме фальшпола любой наклон струи газа только увеличит трение, поэтому газ следует подавать горизонтально (рис. 4).

Согласно ISO 14520 ориентация каждого насадка должна быть указана в проекте. Особенно важно выполнение этого требования для насадков с несимметричной подачей газа, например, стеновых насадков радиального типа. Кроме того, при подаче газа из таких насадков реактивные силы могут достигать 100 кг и более. Поэтому следует предусмотреть надежное крепление трубопровода на расстоянии, значение которого указано в таблице 3.

Таблица 3

Расстояние от насадка до ближайшего кронштейна

Диаметр условного прохода трубопровода	Максимальное расстояние от насадка до ближайшего кронштейна, не более, мм (по данным ISO 14520)
≤ 25 мм	100
> 25 мм	250

Насадки радиального типа можно использовать для подачи всех огнетушащих газов, кроме хладона 114B2. Последний раньше подавали через насадки двуструйные с соударением струй. Сегодня признано, что эти насадки неэффективно переводят хладон 114B2 в паровую фазу и неравномерно распределяют его. Поэтому для подачи хладона 114B2 следует применять насадки центробежного или отбойного типа, которые обеспечивают тонкораспыленный распыл.

По высоте насадки не следует располагать ниже 2,3 м. Это позволяет не только повысить равномерность распределения газа, но и обеспечить безопасность от обмораживающего действия (для сжиженных газов) и воздействия высоких концентраций газа на персонал. Поэтому принципиально ошибочным является размещение насадка на выпускном штуцере модуля газового пожаротушения, размещенного на полу помещения. Обычно насадки располагают на расстоянии не более 0,5 м от потолка. На входе в насадок, диаметр индивидуальных выпускных отверстий которого не превышает 3 мм, следует устанавливать фильтры. Практика применения установок показывает, что отверстия менее 3 мм легко засоряются. В тоже время применение фильтров вызывает дополнительные трудности, по-

этому рационально при выполнении гидравлического расчета выбирать насадки с диаметром отверстий более 3 мм. Полагаю, что приведенные выше сведения помогут отечественному проектировщику учесть местные условия применения установок газового пожаротушения, повысить их эффективность, безопасность и надежность.

**СОВМЕСТНАЯ АКЦИЯ**




**Качественная техника — это всегда выгодно!**

**Подарки всем покупателям продукции «Систем Сенсор» в корпорации «Пентакон» в период с 01 сентября по 23 декабря :**

- ☞ каждому покупателю - знаменитая отвертка «Систем Сенсор»
- ☞ при закупке от 50 000 руб. - кружка «Настоящий ПРОФИ»
- ☞ при закупке от 100 000 руб. - эксклюзивные швейцарские часы



Подробности по тел.: (812) 325-9914