

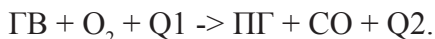
АКТУАЛЬНОСТЬ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ

Аннотация. В докладе излагается международный опыт в автоматическом пожаротушении, основанном на применении смеси инертных газов в качестве ГОТВ в установках газового пожаротушения. Указанный подход соответствует экологическим обязательствам РФ по выполнению Парижского соглашения по климату, а также обеспечивает импортозамещение хладонов, которые являются основным (и крайне дорогостоящим) ГОТВ в указанных установках по состоянию на сегодняшний день.

Ключевые слова: автоматическое пожаротушение, инертные газы, экологичность ГОТВ, Парижское соглашение, импортозамещение хладонов.

Горение – сложный физико-химический процесс превращения исходных веществ в продукты сгорания в ходе экзотермических реакций, сопровождающийся интенсивным выделением тепла [6].

Если представить реакцию горения в общем виде, то это сложный физико-химический процесс, в основе которого лежит химическая реакция окисления, способная протекать с прогрессирующим самоускорением вследствие накопления выделяющегося тепла.



Горючее вещество плюс кислород воздуха, который выступает как окислитель в этой реакции плюс некое количество теплоты, которая запускает эту реакцию.

В итоге мы получаем продукты горения плюс угарный газ плюс еще большее количество теплоты, которая выделяется в результате окисления.

Как мы можем подавить пожар?

Для этого мы должны убрать одну из составляющих в левой части формулы. Горючее вещество мы убрать никак не можем, но мы можем убрать, например, кислород из помещения (этим занимаются газовытеснители). В итоге кислорода в помещении становится меньше и пожар уже не может продолжать разгораться, и горение прекращается. Второй способ – убрать теплоту от места возгорания. Этим,

332

например, занимается водяное пожаротушение и есть еще газовый огнетушащий состав, который является газом – охладителем. Есть еще третий, менее явный способ тушения. Мы можем замедлить реакцию, воспользовавшись неким сторонним веществом-ингибитором, замедлить до такой степени, что пожар прекратится. Газовое пожаротушение – применение инертных газов и газов, тормозящих реакцию горения для тушения пожаров. Такое тушение считается чистым, так как не наносит вреда защищаемому оборудованию. Исходя из вышесказанного, можно выделить классификацию всех газовых огнетушащих веществ и разбить их на три большие группы:

1. Газы-вытеснители, которые понижают концентрацию кислорода в помещении: CO_2 , азот (IG-100), аргон (IG-01), смесь газов IG-55, смесь газов IG-541.

2. Газы-ингибиторы, которые замедляют реакцию горения: хладон 114 В2, хладон 13В1, хладон 125, хладон 227еа, хладон 23, хладон 318 Ц.

3. Газы-охладители, которые отводят теплоту от очага возгорания: хладон ФК-5-1-12, Novec 1230.

Большинство этих газов обладают похожей совокупностью механизмов тушения. Например, все газы-ингибиторы немножко отводят тепло от очага возгорания, а газ-охладитель также выступает ингибитором процесса горения. Газы-разбавители немного охлаждают помещение, в связи с чем пожар менее подвержен распространению.

Инертные газы, используемые для пожаротушения это азот, аргон и их смеси. Наиболее распространены следующие смеси газов:

- смесь 50 % азота + 50 % аргона (такую смесь можно встретить под названием «аргонит»);

- смесь 52 % азота + 40 % аргона + 8 % углекислого газа (под наименованием «инерген»).

Технология газового тушения с помощью инертных газов основана на принципе замещения кислорода. При смешивании газообразного противопожарного средства и воздуха в помещении, содержание кислорода уменьшается и процесс горения прекращается. Инертные газы не вступают в химические реакции и эффективно тушат пожар.

Азот – природный инертный газ. Обладает очень хорошими тушащими свойствами. Азот имеет плотность, аналогичную плотности воздуха, равномерно распределяется по защищаемому объему. Азот доступен для производства, так как является основным (78,09 %) компонентом атмосферного воздуха. Самые низкие расходы на повторное заполнение модулей пожаротушения. Азот универсален и многофункционален.

Аргон – нетоксичный инертный газ, который составляет 0,93 % обычного атмосферного воздуха. Даже в экстремальных условиях, не вступает в химические реакции. По причине своей инертности, он также используется для тушения и ликвидации пожаров в условиях очень высоких температур. Из-за высокой удельной массы (на 38 % тяжелее воздуха) аргон идеально подходит для тушения пожаров вблизи земли, например, в помещении с фальшполом. Аргон имеет низкие расходы на повторное заполнение модулей пожаротушения.

Использование системы пожаротушения на основе инертных газов рекомендуется для областей с высокими требованиями к защите. Если необходимо защитить редкие предметы культуры или чувствительные технологии, если требуется максимальная готовность оборудования для пожаротушения или если в зоне защиты преобладают особые риски по причине высокой пожарной нагрузки, электрической энергии или опасных веществ. Инертные газы осуществляют полное тушение, исключая последующие повреждения, которые могут возникнуть при тушении водой, пеной или порошком. Инертные газы не образуют химических соединений в случае часто встречающихся сценариев пожара. Они нетоксичны и неэлектропроводны. Это делает их идеальными для использования в электрических и электронных системах.

Практика применения готв IG-541

ГОТВ IG-541 представляет собой смесь природных инертных газов, который использует их соответствующие преимущества:

- он на 52 % состоит из азота, на 40 % из аргона и 8 % углекислого газа;
- расходы на повторное наполнение для IG-541 по причи-

не комплексного состава, немного выше, чем для азота или аргона.

В соответствии с действующим нормативом (СП 5.13130), огнетушащая концентрация – 36,5 % (об.). По механизму тушения данный газовый огнетушащий состав является газом-вытеснителем, то есть при возгорании этот газ подается в помещение, он разбавляет атмосферу в помещении, чтобы концентрация кислорода снизилась ниже определенного порога.

Принцип тушения в нормальных условиях, в той атмосфере, которой мы дышим, порядка 20–22 % кислорода. При этой концентрации может легко произойти возгорание любого горючего вещества. Наша цель – снизить во время тушения эту концентрацию до порога ниже 15 %. Кислород перестает поступать к очагу горения, и горение прекращается.

Почему в составе IG 541 кроме аргона и азота используется углекислота?

Диоксид углерода (удушающий газ) специально добавляется в этот огнетушащий состав, чтобы повысить концентрацию CO_2 в помещении, если в нем находятся люди. По европейским нормам допускается начинать тушение пожара до того, как люди покинут защищаемое помещение. Основная опасность всех газов-разбавителей сводится к тому, что концентрация кислорода может упасть ниже того порога, при котором человек может нормально, спокойно дышать. Концентрация диоксида углерода в 4 %, которая создается при использовании такого ГОТВ, нетоксична и не опасна для человека, но при ней усиливается всасывание кислорода в кровь человека, соответственно кровь интенсивнее обогащается. И даже в условиях нехватки кислорода в защищаемом помещении, человек может нормально дышать и эвакуироваться без каких-либо последствий для собственного здоровья.

Экологическая безопасность ГОТВ IG 541

IG 541 во всем мире считается самым экологически безопасным газовым огнетушащим веществом:

- озоноразрушающий потенциал – 0;
- не вызывает коррозию металлов;
- не разрушает электронику;
- химически инертен;

- термически стабилен;
- исключена возможность пролива;
- практически не растворим в воде.

Атмосфера Земли состоит из 4 компонентов: кислород, азот, аргон и диоксид углерода. Поэтому IG 541 – это практически то, чем мы дышим, только без кислорода. Он состоит из трех натуральных газов естественного происхождения. Защищаемое оборудование будет продолжать работать во время тушения, так как все вещества, из которых состоит данное ГОТВ, не оставляют ни осадка, не взаимодействуют с металлами, с материалами, применяемыми в электронике. Бывают такие ситуации, когда возгорание произошло в турбинной установке на гидроэлектростанции. Например, возгорание произошло под кожухом, но турбину останавливать нельзя, так как она должна продолжать работать. Все это время она находится под напряжением, и если тушить ее обычными средствами, это не даст никакого эффекта. Инертное ГОТВ термически стабильно, в то время, как все искусственно синтезированные газы подвержены химическому разложению. Обычно, если ГОТВ контактирует с очагом возгорания, с повышенными температурами, то газ распадается на составляющие (угарный газ, фтор-водород, фтор в чистом виде и т. д.). Все эти компоненты экологически небезопасны и обладают высокой степенью токсичности. Пожар будет потушен, но определенная доля этого газа разложится на токсичные составляющие. Если человек зайдет в защищаемое помещение, после того как там был потушен пожар, может наступить отравление токсическими составляющими.

Показатели безопасности ГОТВ из смеси инертных газов для человека:

- не токсично;
- класс опасности 4 по ГОСТ 12.1.007 – малоопасные и неопасные вещества;
- не ухудшает видимость при применении, газ оптически прозрачен;
- термически стабильно;

Нормативная огнетушащая концентрация не превышает величины NOAEL и LOAEL.

NOAEL – максимальная концентрация ГОТВ, при которой вредное воздействие газа на человека при экспозиции несколько минут (обычно менее 5 минут) отсутствует.

LOAEL – минимальная концентрация ГОТВ, при которой наблюдается минимально ощутимое вредное воздействие газа на человека при экспозиции несколько минут (обычно менее 5 минут).

Согласно американским нормам NFPA любое газовое вещество не должно воздействовать на человека более 5 минут. А в условиях затрудненной видимости, которая возникает при тушении, например, хладоном, эвакуация растягивается по времени по сравнению с расчетной. С ГОТВ из смеси инертных газов таких проблем не возникает, так как он оптически прозрачен. В отечественных нормах мало внимания уделяется этому вопросу. Европейский стандарт ISO 14420 по результатам масштабных медицинских экспериментов и многолетнего опыта эксплуатации установил следующее время безопасного пребывания в среде, образованной с применением натуральных сжатых газов (N_2 , Ar): IG-55 и IG-541:

- разрешается применение концентрации ниже 43 % (об.), если защищено помещение с постоянным пребыванием персонала, а время воздействия на людей не более 5 минут;

- разрешается применение концентрации от 43 до 52 % (об.), если защищено помещение с постоянным пребыванием персонала, а время воздействия на людей не более 3 минут;

- разрешается применение концентрации от 52 до 62 % (об.), если защищено помещение с периодическим пребыванием персонала, а время воздействия на людей не более 30 секунд. Отсчет начинается не с момента подачи огнетушащего вещества, а с момента создания огнетушащей концентрации, то есть спустя 60 секунд после начала выхода ГОТВ. В России такая концентрация не применяется в помещении, в котором могут находиться люди, только там, где доступ людей запрещен категорически (архивы ФСБ, куда пожарных не допускают даже после тушения пожара).

Отдельным пунктом в стандарте ISO 14520 отмечено, что состав IG-541 обладает повышенной безопасностью применения, что объясняется наличием незначительной добавки

CO₂, которая в условиях гипоксической атмосферы помогает человеку более интенсивно усваивать кислород. Единственная опасность, которую может представлять IG-541 – это концентрация кислорода. Для нормального функционирования человеческого организму нужен определенный процент кислорода (порядка 10 %). Современное программное обеспечение позволяет рассчитать остаточную концентрацию кислорода, образующуюся в помещении в результате тушения. В настоящее время просто невозможно выполнить проект, в котором концентрация кислорода была бы ниже потенциально опасной для человека. 1 рубеж: когда в помещение вышло количество ГОТВ, необходимое для тушения. 2 рубеж: когда в защищаемое помещение вышел весь газ. На слайде можно увидеть, что для тушения необходимо 294 кг газа, а реально в защищаемое помещение подается 331 кг. Это связано с тем, что в защищаемое помещение нам необходимо подать за 60 секунд количество газа, необходимое для тушения. Для того, чтобы это произошло так быстро, нужно иметь определенный запас газа, который создавал бы давление, выталкивал бы основное количество из модулей и который остался бы в трубах после того, как весь газ выйдет в защищаемое помещение. Что касается концентрации кислорода, даже после выхода количества газа, необходимого для тушения, она не падает ниже 12,5 %. Все это подтверждается расчетным путем, этот параметр жестко контролируется, и на современном программном обеспечении будет просто невозможно выполнить проект, в котором бы возникла хоть малейшая опасность для человека.

Аспект импортозамещения.

Редкий случай, когда экологический аспект так совпадает с возможностью импортозамещения повсеместно используемых сейчас хладонов, 100 % которых импортируется. Между тем, в соответствии с обязательствами РФ в рамках Парижского соглашения по климату, практически все хладоны должны попросту исчезнуть. «Железо» автоматических систем пожаротушения на основе инертных газов несколько дороже «хладонового», поскольку требует предельного давления 300 атм. (вместо 60–200 атм. для хладонов). Однако

отсутствие необходимости импорта хладонов, особенно для перезарядки, а также отсутствие головной боли с утилизацией хладонов, делает экономически привлекательными системы на основе ГОТВ с инертными газами.

Очевидно, что имеется очевидный повод для беспокойства потребителей, эксплуатирующих или готовящихся эксплуатировать системы пожаротушения на основе ГОТВ с хладагентами. Мировая практика неумолимо свидетельствует, что будущее автоматического пожаротушения – за инертными газами и их смесями, как экономически более целесообразными, если учитывать весь жизненный цикл системы пожаротушения, а самое главное – наиболее безопасными для человека и окружающей среды.

Литература

1. ГОСТ 12.1.007–76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

2. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

3. ISO 15420–15:2015. Установки газового пожаротушения. Физические свойства и проектирование. Часть 15. Огнетушащий состав IG-541.

4. ISO 14520–12:2015. Установки газового пожаротушения. Физические свойства и проектирование. Часть 12. Огнетушащий состав IG-01.

5. NFPA 2001–2018 Стандарт о чистых системах пожаротушения агента (NFPA 2001-2018 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems).

6. URL: <https://ru.wikipedia.org>.

Гришконис Т.А. E-mail: gta@ptc01.com (ЗАО «Пожтехника»). г. Минск, Республика Беларусь.