

**Дмитрий БЕЛЯКОВ,**  
начальник проектно-конструкторского  
отдела «ТЕХНОС-М+»

Тушение пожаров на объектах топливно-энергетического комплекса имеет свои особенности, связанные с наличием энергетических коммуникаций, емкостей и трубопроводов с горючими газами и жидкостями. Помимо высокой скорости распространения и взрывоопасности такие пожары часто характеризуются растеканием горючих жидкостей, сильным тепловым излучением, высоким задымлением при факельном горении и, как следствие, плавлением химических веществ.

Все это диктует повышенные требования к техническим средствам, применяемым для тушения пожаров на объектах ТЭКа, их надежности, скорости и точности подачи пожаротушащих веществ, устойчивости к коррозии и др. Противопожарная защита нефтеперерабатывающих заводов, парков резервуаров для хранения нефтепродуктов и сливо-наливных эстакад в настоящее время остается весьма актуальной как у нас в стране, так и за рубежом.

Пожары в резервуарах характеризуются сложными процессами развития, носят затяжной характер и требуют для их ликвидации большого количества сил и средств.

Основными параметрами тушения пожаров в резервуарных парках являются площадь пожара, площадь зеркала жидкости, высота факела пламени, плотность теплового потока, скорость выгорания, скорость прогрева жидкости.

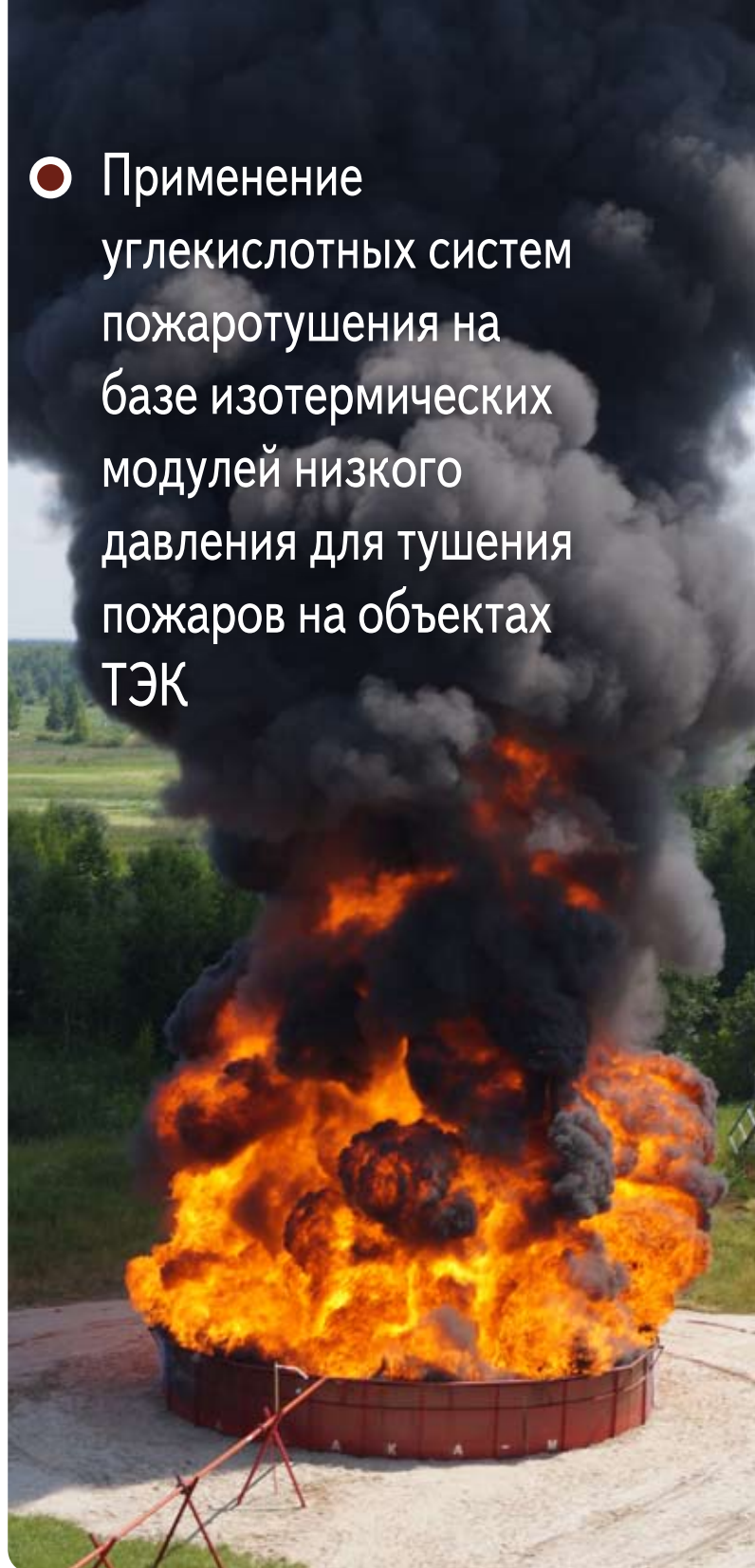
Горение ЛВЖ и ГЖ со свободной поверхности происходит сравнительно спокойно при высоте светящейся части пламени, равной полтора диаметра горящего резервуара. Температура пламени зависит от вида нефтепродукта и практически не зависит от размеров факела. Линейная скорость выгорания различных нефтепродуктов в зависимости от их физико-химических свойств находится в пределах от 6 до 30 см/ч, и она практически не зависит от размеров резервуара или от площади горения, если эта площадь превышает 5 м<sup>2</sup>.

Процесс горения нефтепродуктов в резервуарах металлических наземных и железобетонных подземных при полностью разрушенной крыше практически не отличается. Например, линейная скорость выгорания (vл) для нефти составляет 15 см/ч для обоих видов резервуаров, а скорость прогрева (vп) в металлических резервуарах для нефти составляет 24–36 см/ч и в железобетонных 24–30 см/ч.

Сущность механизма тушения пожара в РВС заключается в том, чтобы создать в зоне горения такие условия, при которых самопроизвольное горение нефти или нефтепродукта в начальный момент времени возникновения пожара стало невозможным. Это может быть осуществлено посредством исключения доступа окислителя в зону горения; торможения скоростей реакций горения с помощью химически активных ингибиторов; охлаждения этой зоны до температуры потухания пламени.

Практика борьбы с пожарами, особенно на объектах ТЭКа, показывает, что более важными являются такие понятия, как надежность действующей системы пожаротушения и эффективность действия применяемых средств пожаротушения. Систему безопасности объектов ТЭКа в первую очередь нужно рассматривать как единый интегрированный и резервированный комплекс программно-технических средств, состоящий из различных взаимосвязанных систем и элементов.

## ○ Применение углекислотных систем пожаротушения на базе изотермических модулей низкого давления для тушения пожаров на объектах ТЭК



Вероятность возникновения пожаров на действующих объектах ТЭКа обусловлена высокой пожароопасностью технологического оборудования, используемых материалов и веществ в электрическом и тепловом хозяйстве. Кабельное хозяйство может составлять до 90% пожарной нагрузки объекта энергетики. Существующие нормативные документы предусматривают оборудование помещений, зданий и сооружений, в которых возможно возникновение пожара, системами автоматической противопожарной защиты и оповещения. Технические решения, приборы и оборудование по обеспечению пожарной безопасности на объектах ТЭКа должны отвечать требованиям сейсмостойкости, влагозащищенности, электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.



Проектирование систем пожаротушения и охлаждения для зданий и сооружений складов нефти и нефтепродуктов ведется на основании требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов», СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» к оснащению зданий, сооружений, помещений и оборудования складов нефти и нефтепродуктов установками автоматического пожаротушения, с учетом СП 8.13130.2009 и СП 10.13130.2009.

СП 155.13130.2014 согласно приложению «А» рекомендует для пожаротушения на складах нефти и нефтепродуктов предусматривать воздушно-механическую пену. Оборудование объектов ТЭКа системами пенного пожаротушения обусловлено требованиями части нормативных документов, а также ведомственными нормами пожарной безопасности. Но наряду с преимуществами система пенного пожаротушения имеет и ряд недостатков:

- ✓ материальный ущерб, наносимый материалам и имуществу во время тушения;
- ✓ проблема утилизации отходов продукта пожаротушения;
- ✓ пена разрушается при контакте с нагретыми стенками резервуаров;
- ✓ невысокая надежность системы подачи пены в условиях низких температур;
- ✓ пена обладает низким охлаждающим, а тем более изолирующим эффектом, особенно если речь идет о пожаре в резервуаре с ЛВЖ-ГЖ или на сливо-наливной эстакаде, или на любом объекте на открытом воздухе.

Получивший в последние годы широкое применение способ подачи пены под слой горючей жидкости не всегда практически реализуем и не может применяться для противопожарной защиты резервуаров для тяжелых видов нефти и вязких нефтепродуктов. С учетом вышесказанного реальной альтернативой (или дополнением) системам пенного пожаротушения могут выступить системы пожаротушения низкого давления на основе модулей изотермических для жидкой двуокиси углерода.

Установки газового пожаротушения низкого давления могут применяться для защиты следующих объектов ТЭКа с учетом требований СП 155.13130.2014 и СП 5.13130.2009:

- ✓ вертикальных стальных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами (емкостью до 10 000 м<sup>3</sup> включительно), железнодорожных и автомобильных эстакад и технологического оборудования;
- ✓ помещений для насосов и узлов задвижек зданий продуктовых насосных станций площадью пола 300 м<sup>2</sup> и более.

Возможно применение газового пожаротушения с использованием модульных установок или изотермических резервуаров в помещениях для насосов и узлов задвижек на станциях производительностью 1200 м<sup>3</sup>/ч и более зданий насосных станций резервуарных парков магистральных нефтепроводов. Разрешено защищать установками газового пожаротушения складские помещения зданий складов (разливочные, расфасовочные и др.) площадью 500 м<sup>2</sup> и более для нефтепродуктов с температурой вспышки 120 °С и ниже, площадью 750 м<sup>2</sup> и более.

#### **Изотермические модули газового пожаротушения жидкой углекислоты низкого давления**

Согласно определению СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» изотермический модуль пожаротушения для жидкой углекислоты (МИЖУ) — это теплоизолированный и термостатированный сосуд, оборудованный запорно-пусковым устройством, холодильными агрегатами, приборами управления и контроля, предназначенный для хранения жидкой двуокиси углерода, а также для его подачи. Применение таких систем целесообразно для защиты объектов большого объема (от 2000 м<sup>3</sup>).

Конструкция устройства должна обеспечивать эксплуатацию при низких температурах с условием размещения ее компонентов в помещениях (цистерна, шкафы управления, шкаф с пусковыми баллонами, холодильники). Для этого могут использоваться утепленные укрытия. Принцип действия подобных модулей основан на создании в защищаемом помещении огнетушащей концентрации двуокиси углерода. При срабатывании запорно-пускового устройства CO<sub>2</sub> в течение 60 секунд поступает по трубопроводам в защищаемое помещение, где за счет замещения кислорода углекислотой создается среда, не поддерживающая горение, происходит резкое охлаждение воздуха и оборудования внутри помещения. Помимо объемного пожаротушения установки с применением изотермических модулей низкого давления могут реализовывать метод локального пожаротушения (например, при защите топливных резервуаров, наливных эстакад и т. п.).



В состав изотермического модуля пожаротушения, как правило, входят:

– Емкость для углекислоты вместимостью от 3000 м<sup>3</sup>. до 32 000 м<sup>3</sup>, оснащенная весовыми устройствами, испарительной установкой и блоком охлаждения. Резервуар отличается конструкцией с двойной стенкой. Внутренний резервуар содержит углекислоту и изолирован от внешнего резервуара нетеплопроводным материалом с помощью многослойной изоляции.



- Комплект соединительных элементов между емкостью и вспомогательными системами, опорная металлическая конструкция и другие крепежные приспособления.
- Шкаф для хранения пусковых баллонов с азотом, необходимых для активации клапанов на коллекторе.
- Комплект арматуры для контроля заполнения, распределения и переполнения емкости, предохранительные клапаны.
- Шкаф управления.
- Холодильные агрегаты (основной и резервный), которые поддерживают температуру углекислоты на уровне -18 °С (для рабочего давления емкости 2,2 МПа).

Шкаф управления модулем обеспечивает следующие функции:

- ✓ ручное и автоматическое управление холодильными агрегатами;
- ✓ контроль массы CO<sub>2</sub> в резервуаре;
- ✓ контроль и поддержание в заданных пределах давления в резервуаре;
- ✓ сигнализацию состояния оборудования и отклонения параметров от нормы на панели шкафа управления;
- ✓ сигнализацию о наличии напряжения питания в цепях шкафа управления;
- ✓ выдачу аварийных сигналов системы взвешивания, давления в резервуаре и общую неисправность холодильных агрегатов, расположенных в шкафу активации.

В случае применения модулей в составе централизованных установок (на несколько направлений) они комплектуются распределительными устройствами и распределительными трубопроводами (коллектор). В зависимости от применения они могут иметь пневматический ручной или электрический привод. Диаметры трубопроводов и расход распылителей рассчитывается конструкторами с помощью специального программного обеспечения, сертифицированного для CO<sub>2</sub>.

Изотермический модуль пожаротушения жидкой двуокиси углерода обеспечивает:

- ✓ длительное бездренажное хранение жидкой углекислоты с поддержанием нужной температуры и давления;
- ✓ подачу двуокиси углерода через ЗПУ, распределительные устройства, систему трубопроводов и распылителей в защищаемые помещения и объекты;
- ✓ автоматический контроль массы CO<sub>2</sub>;
- ✓ возможность замены и демонтажа навесных устройств для ремонта и сервисного обслуживания без слива ГОТВ и сброса давления в модуле;
- ✓ легкую заправку, дозаправку ГОТВ из мобильной емкости.

Несмотря на то что применение CO<sub>2</sub> для тушения пожаров класса В допускалось нормативными документами без каких-либо ограничений, вопросы проектирования и применения установок ГП для защиты резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, а также иных открыто расположенных сооружений не были в достаточной мере исследованы. До последнего времени из-за отсутствия полномасштабных натурных испытаний, сложности постановки экспериментов по тушению топливных резервуаров большой емкости, системы газового пожаротушения с использованием жидкой двуокиси углерода применялись для защиты резервуарных парков весьма ограниченно. Вступивший в силу в 2014 г. СП 155.13130.2014 нормативно зафиксировал применение изотермических модулей для защиты вертикальных стальных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами (емкостью до 10 000 м<sup>3</sup> включительно). Кроме этого, некоторыми российскими производителями были проведены успешные натурные огневые испытания по тушению топливных резервуаров изотермическими модулями жидкой двуокиси углерода. Время свободного горения топлива доводилось во время таких испытаний до показателей, превышающих 2 минуты, что позволяло смоделировать значительный нагрев стенок резервуара. Последующие за этим пуски изотермического модуля не только обеспечивали полное тушение пожара в нормативные временные показатели, но и демонстрировали мощное охлаждение стенок резервуара, тем самым не допуская повторных возгораний нефтепродукта.

Существуют различные методы обоснования принятых решений по противопожарной защите, например, аналитическое обоснование, различные расчеты и эксперименты, в том числе проверка эффективности систем пожарной автоматики и натурные испытания, что способно существенно повысить надежность технических средств и обеспечить пожарную безопасность объектов ТЭКа с помощью установок пожаротушения углекислоты низкого давления. Расчетные данные, результаты натурных испытаний и положительный опыт тушения пожаров крупных технологических систем по переработке нефтепродуктов установками пожаротушения углекислоты низкого давления открывают новые перспективы в надежном обеспечении пожарной безопасности объектов ТЭКа.