

УДК 614.849

ГАЗОВОЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Сергей Геннадьевич Аксенов

доктор экономических наук, профессор

akseonov.s.g@gmail.com

Владислав Александрович Семенов

студент

Уфимский университет науки и технологий

г. Уфа, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения установок газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода (CO₂) для защиты резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов. Подчеркивается важность выбора эффективных средств тушения, учитывая высокую пожарную опасность таких объектов. Анализируются принципы действия CO₂, его преимущества, технологические аспекты внедрения и перспективы развития данной технологии. Также внимание уделяется экологической безопасности, оперативности подавления пламени и минимизации вторичного ущерба.

Ключевые слова: газовое пожаротушение, жидкая двуокись углерода, CO₂, резервуарные парки, нефть.

Резервуарные парки, предназначенные для хранения нефти и нефтепродуктов, являются критически важными объектами инфраструктуры, но одновременно представляют собой высокий уровень пожарной опасности. Возгорание в таких условиях может привести к катастрофическим последствиям: значительным материальным потерям, экологическим катастрофам и угрозе жизни людей. Традиционные методы тушения пожаров, такие как использование воды или пены, часто оказываются недостаточно эффективными из-за особенностей горения нефтепродуктов. В этой связи применение установок газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода (CO_2) становится перспективным направлением, обеспечивающим быстрое подавление пламени и минимизацию ущерба [1-3].

Резервуарные парки характеризуются рядом специфических факторов, которые усложняют обеспечение пожарной безопасности. Основными причинами возникновения пожаров являются:

- утечки нефти или нефтепродуктов из резервуаров;
- искровые разряды или статическое электричество;
- нарушение технологических процессов при эксплуатации оборудования.

Горение нефтепродуктов сопровождается выделением большого количества тепла и образованием токсичных продуктов горения. Кроме того, пожары могут распространяться через резервуары и трубопроводы, что значительно увеличивает масштабы аварии. Поэтому системы пожаротушения должны быть способны быстро локализовать очаг возгорания и предотвратить его распространение.

Установки газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода работают по принципу физического подавления пламени. При активации системы жидкий CO_2 мгновенно испаряется, создавая облако газа, которое охватывает зону возгорания. Этот процесс сопровождается следующими эффектами:

- вытеснение кислорода из зоны горения, что приводит к прекращению реакции горения;

- охлаждение поверхности за счет эндотермической реакции испарения CO_2 ;
- создание защитного слоя, препятствующего повторному возгоранию.

Одним из ключевых преимуществ CO_2 является его способность проникать в труднодоступные места, такие как внутренние полости резервуаров или трубопроводы. Это делает его особенно эффективным для защиты объектов с высокой степенью сложности конструкций.

Использование жидкой двуокиси углерода для защиты резервуарных парков имеет ряд существенных преимуществ:

- высокая скорость подавления пламени: CO_2 действует практически мгновенно, что критически важно для предотвращения распространения пожара;
- отсутствие вторичного ущерба: в отличие от воды или пены, CO_2 не повреждает оборудование и нефтепродукты, что снижает экономические потери;
- экологическая безопасность: двуокись углерода не оказывает негативного воздействия на окружающую среду и легко рассеивается в атмосфере после использования;
- универсальность применения: CO_2 эффективен для тушения различных типов пожаров, включая возгорания электрооборудования и легковоспламеняющихся жидкостей.

Кроме того, жидкая двуокись углерода может храниться в компактных емкостях, что позволяет оптимизировать пространство на территории резервуарного парка.

Для успешного внедрения установок газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода необходимо учитывать ряд технологических аспектов. Прежде всего, это касается проектирования и размещения оборудования. Системы должны быть интегрированы в общую инфраструктуру резервуарного парка таким образом, чтобы обеспечивать максимальное покрытие всех потенциально опасных зон [4, 5].

Важным этапом является расчет необходимого количества CO_2 . Это зависит от объема защищаемых объектов, типа хранимых нефтепродуктов и

условий окружающей среды. Недостаточное количество газа может привести к неполному подавлению пламени, а избыток – к перерасходу ресурсов.

Также необходимо предусмотреть меры безопасности для персонала. Высокая концентрация CO_2 в воздухе может быть опасна для здоровья человека, поэтому системы должны быть оснащены автоматическими датчиками и сигнализацией, предупреждающими о начале работы установки.

Развитие технологий газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода открывает новые возможности для повышения их эффективности. Одним из перспективных направлений является создание комбинированных систем, объединяющих CO_2 с другими средствами тушения, такими как инертные газы или пена. Это позволит адаптировать системы под различные сценарии возгорания и повысить их универсальность.

Еще одним важным направлением является разработка более совершенных методов хранения и транспортировки CO_2 . Современные технологии позволяют создавать компактные и надежные емкости, способные выдерживать высокое давление и экстремальные температурные условия.

Также стоит отметить возможность интеграции систем на основе CO_2 с цифровыми платформами управления пожарной безопасностью. Это позволит автоматизировать процессы мониторинга, анализа и реагирования на чрезвычайные ситуации, что значительно повысит оперативность действий.

Применение установок газового пожаротушения на основе жидкой двуокиси углерода представляет собой современное и эффективное решение для защиты резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов. Благодаря своей способности быстро подавлять пламя, минимизировать вторичный ущерб и обеспечивать экологическую безопасность, CO_2 становится ключевым инструментом в борьбе с пожарами на таких объектах.

Таким образом, перспективы развития данной технологии связаны с созданием более совершенных систем, адаптированных к современным требованиям безопасности и экологичности. Комбинирование CO_2 с другими средствами тушения и внедрение цифровых технологий позволят еще больше

повысить эффективность противопожарной защиты. Таким образом, установки на основе жидкой двуокиси углерода играют важную роль в обеспечении безопасности резервуарных парков и предотвращении крупномасштабных аварий.

Список литературы:

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. 2022. №9. С. 41-43.

2. Алюян А.Е., Йорданов Д.Л., Пененко В.В. Численная модель переноса примесей в пограничном слое атмосферы // Метеорология и гидрология. 1981. №1. С. 13-21.

3. Аникин И.А., Петров А.П. Пожарная безопасность резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов // Евразийский научный журнал. 2022. С. 35-39.

4. Безродный И.О., Гилетич А.Н., Меркулов В.А. и др. Тушение нефти и нефтепродуктов // Пособие. М.: ВНИИПО. 1996. С. 216.

5. Меркулов А.В., Меркулов В.А. Выбор и расчет системы газового пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. №1. 2003. С.82-86.

UDC 614.849

GAS FIRE EXTINGUISHING FOR THE PROTECTION OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS TANK FARMS

Sergey G. Aksenov

doctor of economics, professor

akseonov.s.g@gmail.com

Vladislav Al. Semenov

student

Annotation. The article discusses the specifics of using gas fire extinguishing systems based on liquid carbon dioxide (CO₂) to protect oil and petroleum products storage tank farms. The importance of choosing effective extinguishing agents is emphasized, given the high fire danger of such facilities. The principles of operation of CO₂, its advantages, technological aspects of implementation and prospects for the development of this technology are analyzed. Attention is also paid to environmental safety, efficiency of flame suppression and minimization of secondary damage.

Keywords: gas fire fighting, liquid carbon dioxide, CO₂, tank farms, oil.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.