

Аксенов Сергей Геннадьевич

д-р э.н., профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
г. Уфа, Россия

Кильдибаев Рамиль Миннихметович

студент
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
г. Уфа, Россия

Анализ пожарной безопасности газовых технологических процессов в нефтегазовой промышленности

Аннотация. В статье рассматриваются методы и модели оценки пожарной безопасности контейнерных терминалов, включая анализ технологических процессов, состояния оборудования и условий эксплуатации объекта. Особое внимание уделяется использованию компьютерного моделирования и математических методов для прогнозирования развития пожаров и оценки эффективности систем противопожарной защиты. Статья предназначена для специалистов в области пожарной безопасности, инженеров и экспертов по управлению рисками на логистических объектах.

Ключевые слова: пожарная безопасность, контейнерные терминалы, моделирование, анализ рисков, компьютерное моделирование, системы противопожарной защиты, управление рисками.

Aksenov Sergey Gennadievich

Doctor of Economics, Professor
Ufa University of Science and Technology
Ufa, Russia

Kildibaev Ramil Minniakhmetovich

Student
Ufa University of Science and Technology
Ufa, Russia

Fire Safety Analysis of Gas Processes in the Oil and Gas Industry

Abstract. The article discusses methods and models for assessing the fire safety of container terminals, including the analysis of technological processes, equipment condition and operating conditions of the facility. Special attention is paid to the use of computer modeling and mathematical methods for predicting the development of fires and evaluating the effectiveness of fire protection systems. The article is intended for specialists in the field of fire safety, engineers and experts in risk management at logistics facilities.

Keywords: fire safety, container terminals, modeling, risk analysis, computer modeling, fire protection systems, risk management.

Контейнерные терминалы представляют собой сложные логистические объекты, где сосредоточены значительные объемы грузов, включая легковоспламеняющиеся, горючие и токсичные вещества. Особенности их функционирования, такие как высокая плотность складирования контейнеров, интенсивное движение транспортных средств и работа погрузочно-разгрузочной техники, создают повышенные риски возникновения пожаров. Пожар на контейнерном терминале может привести к серьезным последствиям, включая разрушение инфраструктуры, экологические катастрофы и угрозу жизни персонала. В связи

с этим разработка методов и моделей оценки пожарной безопасности становится ключевой задачей для обеспечения устойчивой работы таких объектов. Цель данной статьи — рассмотреть современные подходы к оценке пожарной безопасности контейнерных терминалов, проанализировать их особенности и предложить рекомендации по совершенствованию существующих методик.

Контейнерные терминалы характеризуются уникальными условиями эксплуатации, которые значительно усложняют обеспечение пожарной безопасности. Основными факторами, влияющими на пожарную опасность, являются разнообразие хранимых грузов, высокая плотность размещения контейнеров и наличие источников воспламенения. В контейнерах могут находиться химические вещества, нефтепродукты, взрывчатые материалы и другие опасные грузы, что увеличивает вероятность возникновения пожара или взрыва. Кроме того, конструктивные особенности терминалов, такие как многоэтажное складирование контейнеров и ограниченные проезды для пожарной техники, затрудняют оперативное тушение очагов возгорания. Особую роль играет человеческий фактор, включая ошибки операторов погрузочно-разгрузочной техники и недостаточный контроль за состоянием оборудования. Все эти факторы требуют разработки специализированных методов и моделей оценки пожарной безопасности, учитывающих специфику контейнерных терминалов.

Оценка пожарной безопасности контейнерных терминалов основывается на комплексном анализе технологических процессов, состояния оборудования и условий эксплуатации объекта. Одним из ключевых методов является системный подход, который включает сбор данных о состоянии терминала, выявление потенциальных источников опасности и прогнозирование возможных последствий аварийных ситуаций. Для этого используются как традиционные методы, такие как экспертные оценки и анализ нормативной документации, так и современные технологии, включая компьютерное моделирование и математическое моделирование. Особое внимание уделяется анализу распространения пламени и дыма, а также оценке времени эвакуации персонала и ликвидации очага возгорания.

Моделирование процессов горения и распространения огня позволяет учитывать физико-химические свойства материалов, хранящихся в контейнерах, и их взаимодействие с окружающей средой. Например, использование программных комплексов, таких как Fire Dynamics Simulator (FDS) или ANSYS Fluent, позволяет создавать детальные трехмерные модели терминалов и прогнозировать развитие пожара при различных сценариях. Это особенно важно для определения зон наибольшей опасности и разработки мер по минимизации рисков.

Модели оценки пожарной безопасности контейнерных терминалов включают как качественные, так и количественные методы анализа. Качественные модели основаны на экспертных оценках и позволяют выявить наиболее вероятные причины возникновения пожаров, такие как неисправности оборудования, нарушения правил хранения грузов и внешние воздействия. Количественные модели, напротив, используют математические методы для расчета вероятности возникновения пожаров и их последствий.

Одной из наиболее распространенных количественных моделей является метод анализа деревьев событий, который позволяет связать начальное событие, например утечку газа, с последующими цепочками развития аварии. Этот метод особенно эффективен для анализа сложных технологических процессов, характерных для контейнерных терминалов. Другой подход заключается в использовании метода монте-карло, который позволяет моделировать различные сценарии развития пожара с учетом случайных факторов, таких как изменение скорости ветра или температуры окружающей среды.

Особую роль играют модели, учитывающие взаимодействие между различными элементами терминала, такими как контейнеры, складские площадки и системы противопожарной защиты. Например, моделирование работы автоматических систем пожаротушения позволяет оценить их эффективность при различных сценариях

возгорания. Также важным аспектом является анализ времени эвакуации персонала, который зависит от расположения эвакуационных путей, наличия дымовых завес и других факторов.

Особую значимость приобретает учет климатических условий при оценке пожарной безопасности контейнерных терминалов. Влияние температурных колебаний, влажности и скорости ветра может существенно изменить динамику развития пожара. Например, высокая температура окружающей среды увеличивает вероятность самовозгорания некоторых химических веществ, а сильный ветер способствует быстрому распространению пламени между контейнерами. Поэтому современные модели оценки должны обязательно включать модули, учитывающие метеорологические параметры, что позволит повысить точность прогнозирования и разработать более эффективные меры противопожарной защиты.

Несмотря на значительные достижения в области оценки пожарной безопасности контейнерных терминалов, существуют проблемы, требующие решения. Одной из них является недостаточная точность прогнозирования поведения опасных грузов при возгорании, особенно в условиях ограниченного доступа к информации о составе и свойствах хранимых материалов. Кроме того, многие существующие модели не учитывают влияние внешних факторов, таких как стихийные бедствия или террористические акты, что снижает их практическую ценность.

Перспективным направлением является использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа больших объемов данных, получаемых с датчиков и систем мониторинга. Эти технологии позволяют выявлять скрытые закономерности и прогнозировать аварийные ситуации на ранних этапах их развития. Также важно развивать методы интеграции различных моделей оценки пожарной безопасности, чтобы создавать комплексные системы управления рисками.

Оценка пожарной безопасности контейнерных терминалов представляет собой сложную задачу, требующую применения современных методов и моделей анализа. Особую роль играют технологии компьютерного моделирования, которые позволяют прогнозировать развитие пожаров и оценивать эффективность систем противопожарной защиты. Однако для дальнейшего совершенствования методов оценки необходимо решать существующие проблемы, такие как недостаточная точность прогнозирования и ограниченный учет внешних факторов. Внедрение новых технологий, включая искусственный интеллект и машинное обучение, открывает новые возможности для повышения уровня пожарной безопасности контейнерных терминалов. Это является ключевым условием для обеспечения их устойчивой работы и минимизации рисков аварийных ситуаций.

Список источников

1. Аксенов С.Г., Корнеев В.С., Синагатуллин Ф.К., Пермяков А.В. Анализ обеспечения пожарной безопасности в резервуарном парке // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2023, № 1. - С. 31-47.
2. Акимова В.А. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Высшая школа, 2016 - 178 с.
3. Иванков Д.С., Сметанкина Г.И., Жердев А.В. Специфика обеспечения пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли // Экономика и социум. – 2019, №2(59). – С. 152-156.
4. Поповский Д.В., Охломенко В.Ю. Боевая одежда и снаряжение пожарного: Методическое пособие / под общ. ред. В.А. Грачева. М.: Академия ГПС МЧС России 2004. 86 с.