

8. Расследование и учет несчастных случаев на производстве [Электронный ресурс] / Охрана труда и БЖД. – Режим доступа: <http://ohrana-bgd.narod.ru/ohrana15.html>.
9. О заводе [Электронный ресурс] / Юргинский Машзавод. – Режим доступа: <http://www.yumz.ru/about/>.
10. Машины термической (плазменной / газовой) резки металла с ЧПУ «Кристалл» промышленного типа [Электронный ресурс] / ПКВ Кристалл. – Режим доступа: <http://www.shtorm-its.ru/catalog/item/kristall-25-mashina-termicheskoy-rezki-s-peremescheniem-na-ralsah>.
11. Взрывозащита технологического оборудования. / Водяник В.И. – Москва: Изд-во «Химия», 1991. – 256 с.
12. Мембранное предохранительное устройство [Электронный ресурс] / Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мембранное\\_предохранительное\\_устройство](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мембранное_предохранительное_устройство).
13. Алюминий: физические свойства, получение, применение, история [Электронный ресурс] / Точмех. – Режим доступа: <http://www.tochmeh.ru/info/alum2.php>.

#### ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ ТОПЛИВА

*Ю.Н. Лиховодова, магистрант, научный руководитель В.А. Перминов, д.ф-м. н., профессор.  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина 30, тел. (3822) 563-466  
Email: yulya.lih@gmail.com*

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные опасные факторы при эксплуатации автозаправочных станций, опасные факторы топливных жидкостей, их физические и физико-химические свойства. Основная задача в статье – проанализировать все возможные риски, возникающие при эксплуатации АЗС, выявить наиболее вероятные неблагоприятные события, способные привести к повреждениям и разрушениям АЗС. Проанализировать возможные сценарии развития аварии для выявления наиболее опасного. Данные исследования позволят в дальнейшем использовать математическую модель для определения радиуса поражения зданий, сооружений и населения, и определения безопасного расстояния для опасных объектов – АЗС.

**Abstract:** The article deals with the main hazards during the operation of gasoline stations, the dangerous factors of fuel fluids, their physical and physicochemical properties. The main task in the article is to analyze all possible risks arising from the operation of the filling station, to identify the most likely adverse events that can lead to damage and destruction of the filling stations. Analyze possible scenarios for the development of an accident to identify the most dangerous. The given researches will allow to use in the further mathematical model for definition of radius of destruction of buildings, constructions and the population, and definition of a safe distance for dangerous objects - the gas station.

Возникновение аварий на объектах хранения и использования топлива, таких как АЗС, высоковероятно, так как они являются объектами повышенной пожаровзрывоопасности, которая обусловлена большими объемами хранящегося там автомобильного топлива, особенностями технологических процессов, связанных с приемом, хранением и выдачей топлива. Данные аварии могут привести к большому количеству человеческих жертв и потери материальных ценностей, особенно в условиях плотной застройки городов и расположения АЗС на территории жилого сектора в населенных пунктах. Фактор территориального расположения приводит к тому, что увеличивается количество человек и их время нахождения на опасном объекте.

В связи с этим, возможные аварии на АЗС представляют серьезную опасность для населения и окружающих объектов. Кроме того, возможно воздействие на АЗС и со стороны окружающих объектов, способное привести к возникновению аварии с пожарами и взрывами. Поэтому степень пожарной опасности на АЗС обусловлена как конструктивными и объемно-планировочными решениями, так и особенностями их размещения по отношению к окружающим объектам.

Для предотвращения катастрофических последствий необходимо разработать методику прогнозирования масштабов возможной аварии. Для решения данной задачи возможно применение метода математического моделирования для анализа распространения фронта пламени при горении

разлива нефти, расчета поражающих факторов волны, образовавшейся в результате взрыва паров топлива, а так же для определения безопасного расстояния при горении или взрыве на АЗС.

На объекте АЗС обращаются бензины различных марок, дизельное топливо, автомобильные масла, сжатый природный газ и сжиженные углеводородные газы (СУГ). Бензины - легковоспламеняющиеся жидкости, представляющие собой смеси легких углеводородов. Бензины при горении прогреваются в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость нарастания прогретого слоя 0,7 м/ч, температура прогретого слоя 80-100°C, температура пламени 1200°C [1].

Для проведения анализа возникновения аварий проводится оценка пожарного риска на объекте. Одной из самых принципиальных проблем, возникающих при ее проведении, является определение вероятностей возникновения инициирующих событий для возможных аварийных ситуаций и вероятностей перехода аварийной ситуации и аварии на различные стадии логического дерева событий. Наибольшую трудность вызывает сбор необходимой информации, в особенности данных по отказам технологического оборудования. Данные при сборе чаще принимаются из статистики отказов на аналогичных предприятиях.

Под отказом понимается неспособность ряда устройств или узлов выполнять свои функции в результате единичного конкретного события или причины [2]. К отказам обычно относят недостатки проектных решений, погрешность при изготовлении, ошибки во время эксплуатации и технического обслуживания, природные явления, вызванные деятельностью человека события, которые могут привести к возникновению аварийных ситуаций. Под отказом для резервуаров и трубопроводов будет пониматься их разгерметизация [3].

При анализе причин аварий проводится анализ возможных сценариев развития событий, наиболее вероятные из которых приведены ниже.

Разрушение (частичное или полное) трубопроводной арматуры приводит к поступлению в окружающую среду взрывопожароопасной жидкости (жидкости в перегретом состоянии). В этих условиях при наличии источника зажигания происходит немедленное воспламенение, горение факела или пролива (при выбросе стабильных жидкостей горящий факел образуется только на малых отверстиях разгерметизации, свищах). При тех же исходных данных, но в случае отсутствия источника зажигания истечение жидкости, при наличии перегрева жидкости происходит ее вскипание, образование парокапельной смеси в атмосфере. При образовании и распространении пролива взрывопожароопасной жидкости, его частичное испарение, в случае если температура проливающейся жидкой фракции меньше температуры подстилающей поверхности, кипение пролива приводит к образованию взрывоопасной концентрации паров взрывопожароопасной жидкости в воздухе от испарения/кипения пролива, а при истечении перегретой жидкости и от вскипания выброса с возможностью дальнейшего дрейфа облака ТВС. При наличии источника зажигания воспламенение паров ТВС приводит к сгоранию/взрыву облака ТВС с пожаром разлива и, в случае свища, либо в случае выброса перегретой жидкости, горение факела. В данных условиях развития аварии возможно попадание в зону возможных поражающих факторов (тепловое излучение, открытое пламя, токсичные продукты исходного выброса либо продукты горения, барическое воздействие) людей, оборудования, зданий, сооружений, образование цепной реакции последующего развития аварии в случае, если затронутое оборудование содержит опасные вещества. Последним этапом любой аварии является локализация и ликвидация разлива (пожара) [4].

Данный сценарий показывает комплексность опасности при возникновении разлива топлива при только одной причине аварии, таким же образом проводится анализ всех возможных причин аварии: разгерметизация цистерны хранения топлива, воспламенение цистерны при сливе-переливе топлива, разрушение полное и частичное цистерны, хранящей топливо и др. При определении всех наиболее вероятных причин составляется сценарий событий, который позволит выделить наиболее опасный фактор аварии. Так, при возникновении аварий на АЗС, для определения безопасного расстояния от объекта аварии для населения и объектов будем учитывать такие поражающие факторы, как тепловое воздействие при горении разлива и мощность ударной волны при взрыве облака ТВС. При построении математической модели учитываем фактор образования огненного шара при аварии, проводим расчеты с учетом этого фактора. В аварийных ситуациях наблюдаются различные сценарии образования парового облака, его смешения с окружающим воздухом и зажигания горючей смеси от источника. При разливе нефтепродуктов образующаяся переобогащенная смесь горит вокруг

своей внешней оболочки. При разгерметизации емкостей высокого давления и мгновенном выбросе топлива образующаяся смесь горит в ядре огненного шара [5]. Моделирование горения углеводородных газов в структуре сферического пламени позволяет количественно описать динамику физико-химических процессов как на поверхности огненного шара, так и в его объеме для массы аварийного выброса топлива [6].

В ходе проведения исследования удалось проанализировать наиболее возможные риски, возникающие при эксплуатации АЗС, выявить наиболее вероятные неблагоприятные события, способные привести к повреждениям и разрушениям АЗС с использованием метода анализа рисков – дерево событий, где максимально наглядно может быть составлена схема причинно-следственной связи. Были составлены возможные сценарии развития аварии для поиска наиболее опасных факторов аварии, способных оказывать негативное влияние на человека и объекты. Данные исследования позволят в дальнейшем использовать математическую модель для определения радиуса поражения зданий, сооружений и населения, и определения безопасного расстояния для опасных объектов – АЗС.

Литература.

1. Топливо смазочные материалы и охлаждающие жидкости., Основные способы получения топлив, [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <http://bibliotekar.ru/5-ohlazhdayuschie-zhidkosti/4.htm>., свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 28.10.2017г.
2. Д.М. Гордиенко, Оценка пожарного риска автозаправочных станций и разработка способов его снижения, дис. к. т. н. Д.М. Гордиенко, 2001.
3. Приказ Федеральной службы экологическому, технологическому и атомному контролю, Руководство по безопасности., «Методика оценки риска аварии на линейных объектах, транспортирующих взрывопожароопасные жидкости», 2014.
4. R. Bubbico, F. Carbone , J.G. Ramírez-Camacho , E. Pastor , J. Casal Conditional probabilities of post-release events for hazardous materials pipelines., Process Safety and Environmental Protection 104 (2016) 95–110.
5. Б.Е. Гельфанд, Г.М. Махвиладзе, В.Б. Новожилов, И.С. Таубкин, С.А. Цыганов. Об оценке характеристик аварийного взрыва приповерхностного паровоздушного облака. Докл. АН СССР. 1996. Т.321. №5. с.979-983.
6. Г.М. Махвиладзе, Дж.П. Робертс, С.Е. Якуш. Огненный шар при горении выбросов углеводородного топлива. Физика горения и взрыва. 1999. Т.35. №3. с.17-19.

#### АКТИВНАЯ МОЛНИЕЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ

*А.А. Сайков, магистрант, А.И. Сечин, д.т.н., профессор кафедры ЭБЖ*

*Национальный исследовательский*

*Томский политехнический университет*

*634034, г.Томск, ул.Усова, 7, тел. 8-999-619-64-94*

*E-mail: lex.a.s@mail.ru*

**Аннотация:** Рассмотрены результаты расчёта активной молниезащиты для объекта с использованием активного молниеприемника «Prevector», и результаты расчёта пассивной молниезащиты, а также проведён анализ предлагаемого решения и выявление его преимуществ.

Опасные проявления атмосферного электричества приносят немалый процент в общее количество природных чрезвычайных ситуаций (ЧС). В странах ЕС все больше обращают внимание на организацию защиты активными средствами, имеющую, по оценке западной печати, более высокую степень защиты.

**Abstract:** The results of calculation of active lightning protection for an object using the active lightning detector "Prevector", and the results of calculation of passive lightning protection, as well as an analysis of the proposed solution and identification of its advantages are considered.

Dangerous manifestations of atmospheric electricity bring a considerable percentage of the total number of natural emergencies (ES). In the EU countries, more and more attention is paid to the organization of protection by active means, which, according to the Western press, has a higher degree of protection.

**Основной текст**

Одной из причин инициирования ЧС на автомобильной газозаправочной станции может стать атмосферное электричество, проявляющееся как прямыми ударами, так и скользящими разрядами