

Повышение безопасности эксплуатации резервуаров и трубопроводов сжиженного углеводородного газа путем подавления процесса распространения топливно-воздушной смеси.

The safety improvement of operation of tanks and pipelines of liquefied petroleum gas by suppressing the process of the fuel-air mixture spreading

Быльев Ю. В.¹, Медведева А. Н.², Афанасьев Р. В.³, Минаев Ю. А.⁴, Лобарь И. Н.⁵

¹Быльев Юрий Владимирович / Byljev Jurii Vladimirovich - технический директор;

²Медведева Алина Николаевна / Medvedeva Alina Nikolaevna - эксперт промышленной безопасности;

³Афанасьев Руслан Владимирович / Afanasjev Ruslan Vladimirovich - начальник лаборатории;

⁴Минаев Юрий Анатольевич / Minaev Jurij Anatolievich - эксперт промышленной безопасности;

⁵Лобарь Игорь Николаевич / Lobar Igor Nikolaevich - эксперт промышленной безопасности, ООО «НПП НОБИГАЗ», г. Ростов-на-Дону

Аннотация: проведен анализ процесса распространения топливно-воздушных смесей. Выявлены недостатки технического оснащения объектов, использующих сжиженные углеводородные газы, понижающие уровень промышленной безопасности при эксплуатации объектов. Разработаны предложения по организации средств подавления распространения топливно-воздушной смеси на основе водяных завес.

Abstract: the analysis of the process of the fuel-air mixtures spreading has been done. The drawbacks of technical equipment of objects using liquefied petroleum gases have been identified which decrease the level of industrial safety during the operation.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, газоснабжение, надежность оборудования.

Keywords: industrial safety expertise, gas supply, the reliability of the equipment.

Применение сжиженных углеводородных газов продолжает возрастать в самых разных областях производственной деятельности. Менее вредные для экологии выбросы при сжигании, истощение запасов нефти, технологические выгоды при обустройстве резервных или автономных систем газоснабжения обуславливают все большее распространение опасных производственных объектов, на которых применяются сжиженные углеводородные газы.

Немаловажным фактором, стимулирующим расширение масштабов и области применения горючих газов, являются экологические проблемы, решение которых также во многом связано с эффективным применением газообразных топлив.

По определению федеральных норм правил [2] сжиженный углеводородный газ - технологическая среда, включающая углеводородный газ, который при температуре окружающей среды ниже 20 °С или давлении выше 100 кПа, или при совместном действии этих условий обращается в жидкость.

По оценкам специалистов [3] по уровню пожаровзрывоопасности сжиженные углеводородные топлива превосходят обычные (бензин, керосин) в несколько десятков раз. Это связано с тем, что при аварийных разливах и выбросах сжиженных и криогенных горючих газов появляются дополнительные по сравнению с легко воспламеняющимися жидкостями опасные явления, связанные в первую очередь с образованием ТВС и последующим возможным образованием видов пожаров: пожар-вспышка, огненный шар и взрыв топливно-воздушной смеси или комбинация этих явления. Так как сжиженный газ содержится под избыточным давлением 1,6 Мпа, аварии на объектах, использующих сжиженные углеводородные газы, сопровождаются образованием факелов.

В большинстве случаев для локализации и ликвидации пожаров требуется привлечение большого количества сил и средств. Интенсивное испарение аварийно истекающего топлива значительно усложняет процесс пожаротушения. Как отмечается в рекомендациях [4], главной трудностью при тушении пожаров сжиженных газов является борьба с загазованностью и повторным воспламенением. Средства пожаротушения не устраняют опасности образования пожаровзрывоопасных облаков и повторного воспламенения.

Загазованность и повторное воспламенение весьма опасны, т. к. топливно-воздушная смесь может дрейфовать, и в зоне горения и взрыва могут оказаться личный состав и пожарная техника, участвующие в тушении пожара. Поэтому тушение горящего продукта допускается лишь при следующих условиях [5]:

- создалась критическая обстановка, при которой продолжение горения может привести к катастрофе и стихийному характеру развития пожара;

- обеспечены меры безопасности, исключающие образование зон взрывоопасных концентраций паров продукта с воздухом и повторное воспламенение.

Таким образом, борьба с загазованностью является одной из главных задач при ликвидации аварий с проливами сжиженных газов.

В то же время анализ литературных данных показывает, что для борьбы с загазованностью как в нашей стране, так и за рубежом, как правило, используются методы, не исключаяющие попадание дрейфующего облака ТВС в расположение сил и средств пожаротушения с последующим воспламенением. В крайнем случае, используются стволы с насадками-распылителями, специально переоборудованные брандспойты, турбинные и веерные распылители. Специальных исследований по определению эффективности и области применения различных технических средств для борьбы с распространением топливно-воздушных смесей практически не проводилось.

Для обеспечения безопасности опасных производственных объектов [1], использующих сжиженные углеводородные газы, предлагается применить систему водяных завес, включенных в систему противоаварийной защиты и связанных с автоматикой безопасности опасного производственного объекта.

Механизм действия водяной завесы основан на следующих принципах.

При взаимодействии водяных струйных завес с парогазовоздушным облаком сжиженного газа имеет место сложный многофазный механизм рассеивания за счет разбавления парогазовой смеси воздухом, захватываемым водяными струями;

- за счет изменения направления движения облака потоком захватываемого воздуха и струями воды и перемещения его на высоту, превышающую вертикальные размеры завесы;

- за счет нагрева парового облака;

- за счет частичного поглощения (связывания) парогазовой фазы путем ее растворения в мелкодисперсных каплях.

Действие первого механизма заключается в перемешивании захваченного струями воды воздуха с парами сжиженного газа с последующим разбавлением последних до безопасных концентраций. При этом скорость общего объема захвата воздуха водяными струями должна превосходить объемную скорость притока парогазовой смеси. Следует отметить, что струи воды, выбрасываемые с высокой скоростью, способны захватывать большое количество окружающего воздуха: до нескольких кубических метров на один литр выбрасываемой воды.

Действие второго механизма реализуется путем взаимодействия потока воздуха, инжектируемого струями воды, с движущимся по направлению ветра облаком, в результате чего последнее изменяет направление движения и перемещается вверх и в стороны завесы, интенсивно рассеиваясь в воздухе в процессе движения.

Действие третьего механизма заключается в том, что скрытое тепло, выделяемое из водяных капель, нагревает холодные пары сжиженного газа, в результате чего газопаровоздушное облако, плотность которого при нормальных условиях меньше плотности воздуха, может приобрести положительную плавучесть и начать интенсивно рассеиваться в воздухе в процессе конвективного движения.

Четвертый механизм состоит во взаимодействии водяной завесы с парогазовоздушным облаком, в результате которого происходит частичное поглощение (связывание) парогазовой фазы за счет ее растворения в мелкодисперсных каплях.

В результате экспериментальных исследований установлены следующие параметры водяной завесы, оптимальной для подавления распространения и воздействия поражающих факторов воспламенившейся ТВС.

Эффективный размер завесы, т. е. размер области, в которой происходит интенсивный захват окружающего воздуха и рассеивание паровоздушного облака, при давлении воды не менее 0,6 МПа составляет:

- высота завесы до 6 м или высота облака НКПР с учетом метеоусловий;
- ширина водяной завесы по периметру защищаемого объекта м;
- толщина - 1 м.

Применение водяных завес при правильном их расположении на объектах, использующих сжиженные углеводородные газы, позволяет существенно повысить безопасность объектов и локализовать утечки СУГ до образования взрывоопасных концентраций ТВС.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183010;dst=0;ts=20ADD5195B1E8123F1901940687D6927;rnd=0.3409292306751013> (Дата обращения 14.10.2015).
2. «Руководства по безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением» утв. Приказом Ростехнадзора от 26.12.2012 N 778 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=160189;dst=0;rnd=177853.11513286503>

03185;SRDSMODE=QSP_GENERAL;SEARCHPLUS=%CF%F0.%20%D0%D2%CD%20%EE%F2%2026.12.2012%20N%20778;EXCL=PBUN%2CQSBO%2CKRBO%2CPKBO;SRD=true;ts=96366980177853007899470161646605 (Дата обращения 20.10.2015).

3. Безопасность труда в промышленности. - 1998, № 11. - С. 22-24.
4. Рекомендации по проектированию стационарных установок пожарной защиты технологического оборудования газоперерабатывающих заводов. М., ВНИИПО, 1977, 18 с.
5. Временные рекомендации по тушению пожаров на объектах переработки и хранения сжиженных газов с помощью передвижной пожарной техники. М., ВНИИПО, 1975, 33 с.