

ПОВЫШЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

© 2021 Р.Р. Даминев, Л.Р. Асфандиярова, Р.М. Даминева

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Стерлитамаке, Россия

Статья поступила в редакцию 02.06.2021

Проведен анализ опасностей атмосферного блока нефтеперерабатывающей установки, предназначенной для переработки нефти рассмотрены возможные сценарии развития аварий и произведена оценка последствий аварийного взрыва.

Ключевые слова: нефтепереработка; разгерметизация; авария; пролив; тепловой воздействие; ударная волна; анализ; риск; атмосферный блок.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-5-53-56

Нефтеперерабатывающие заводы занимают одну из главных позиций в экономике страны, в то же время, они являются аварийно опасными производствами, формирующими повышенную пожарную и взрывоопасную опасность, наряду с техногенной и экологической нагрузкой на окружающую среду [1-6, 9, 10].

По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору основными причинами катастроф на нефтеперерабатывающих производствах являются разгерметизация оборудования, выбросы и проливы взрывоопасных веществ, загазованность воздуха на территории, пожары и взрывы.

Пожары, происходящие на промышленных предприятиях по добыче, транспортировке, переработке и хранению углеводородных продуктов, считаются самыми крупными. Чаще всего пожары происходят на резервуарах в распределительных нефтебазах (48,3%), на резервуарах нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) (27,7%), на нефтепромыслах (14%), на резервуарах нефтепроводов (10%).

К основным технологическим процессам, применяемых в НПЗ, относят следующие процессы: первичная переработка нефти и стабильного газового конденсата; каталитический крекинг; каталитическое риформирование; гидроочистка бензина и дизельного топлива; производство ароматических углеводородов; производство мазута и битума.

Продуктами нефтепереработки являются бензин неэтилированный; топливо дизельное; дистиллят средний газового конденсата сер-

нистый; топливо нефтяное; топливо судовое маловязкое; сырье для производства вязких нефтяных дорожных битумов; битум нефтяной дорожный вязкий; толуол нефтяной; мазут; дистиллят газового конденсата; сера техническая газовая комовая.

В работе проведен анализ опасностей и рисков при эксплуатации производственного объекта, в частности, атмосферного блока электрообессоливающей и обезвоживающей установки атмосферно-вакуумной трубчатки.

Атмосферно-вакуумная установка с блоком электрообессоливания и обезвоживания (ЭЛОУ-АВТ-6) является опасным производственным объектом, поскольку количество легковоспламеняющихся жидкостей, обращающихся на данном объекте, превышает пороговое значение - 200 тонн, кроме того, относится к объектам, к которым предъявляются дополнительные требования по обеспечению безопасности в соответствии с федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», №116-ФЗ от 21.07.1997 г.

Проведенный детальный анализ позволил выявить основные факторы и причины, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций атмосферного блока установки, в частности, наличие горючих жидкостей в аппаратуре создает опасность возникновения пожара, взрыва при выбросе большого количества этих веществ вследствие аварийной разгерметизации системы. Выбросы паров горючих углеводородов, проливы горючих жидкостей, в результате разгерметизации или разрушения оборудования, технологических трубопроводов, могут привести к образованию топливно-воздушного облака (ТВО), пожару, взрыву, разрушению зданий, сооружений, поражению людей ударной волной, тепловому и токсическому воздействию продуктов сгорания на людей и конструкционные материалы, создают угрозу экологической безопасности территории.

Даминев Рустем Рифович, доктор технических наук, профессор, директор филиала.

E-mail: info@sfguntu.bashnet.ru

Асфандиярова Лилия Рафиковна, кандидат технических наук доцент.

Даминева Раиса Мухаметовна, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой.

При авариях на атмосферном блоке установки в качестве поражающего фактора рассматриваются только тепловое воздействие при пожаре пролива и ударная волна (избыточное давление) при взрыве.

Наиболее опасным сценарием аварийной ситуации атмосферного блока является взрыв топливно-воздушного облака при полном разрушении атмосферной колонны, максимальный выход загрязняющих веществ составит при этом порядка 100 тонн. Общий энергетический потенциал взрывоопасности составляет $4,441 \cdot 10^9$ кДж, категория взрывоопасности атмосферного блока I. Вероятность возникновения аварийной

ситуации по последствиям сценария составила $2,1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹.

При оценке последствий аварий, развивающихся по принятому сценарию, необходимо прогнозировать следующие поражающие факторы физического действия:

- воздушную ударную волну при сгорании ТВО в незамкнутом пространстве, характеризующуюся избыточным давлением во фронте ударной волны с определением радиусов зон поражения зданий, сооружений, людей;

- тепловое излучение при пожаре пролива горючей жидкости, характеризующееся интенсивностью теплового потока, которая сопоставля-

Таблица 1 – Энергетические потенциалы и категория взрывоопасности блока

Общий энергетический потенциал блока, E, кДж	Приведенная масса горючих паров взрывоопасного паро-воздушного облака (ПВО), кг	Относительный энергетический потенциал блока, Q _в	Радиус зоны разрушений 1 класса ($\Delta P=100$ кПа) R ₁ , м	Радиус зоны взрыва R ₀ , м	Категория взрывоопасности блока
$4,441 \cdot 10^9$	96530	99,41	133,70	35,21	I

Таблица 2 - Основные результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов

№ пп	Определяемый показатель	Значение показателя
1	2	3
2	Радиус зоны разрушений 1 класса (полных разрушений, $\Delta P=100$ кПа) – R ₁ , м	96,56
3	Радиус зоны разрушений 2 класса (тяжелых разрушений, $\Delta P=70$ кПа) – R ₂ , м	142,30
4	Радиус зоны разрушений 3 класса (средних разрушений, $\Delta P=28$ кПа) – R ₃ , м	243,94
5	Радиус зоны разрушений 4 класса (умеренных разрушений, $\Delta P=14$ кПа) – R ₄ , м	711,48
6	Радиус зоны разрушений 5 класса (расстекления, $\Delta P=2$ кПа) – R ₅ , м	1422,96
7	Пожар пролива на наружной установке	C ₃
8	Площадь пролива, м ²	21460
9	Интенсивность теплового излучения на границе пролива (q), кВт/м ²	5,80
10	Расстояние от границы пролива до зоны воздействия с q=10,5 кВт/м ² , м	–
11	Расстояние от границы пролива до зоны воздействия с q=7 кВт/м ² , м	–
12	Безопасное расстояние для человека в брезентовой одежде от границы пролива (q=4,2 кВт/м ²), м	27,74
13	Безопасное расстояние от границы пролива (q=1,4 кВт/м ²), м	108,92
14	«Огненный шар»	C ₅
15	Время существования «огненного шара», с	17,25
16	Эффективный диаметр «огненного шара», м	126,0
17	Высота центра «огненного шара», м	63,00

Таблица 3 – Результаты расчета*

Вид ущерба	Величина ущерба до внедрения предлагаемого мероприятия, тыс. руб.	Величина ущерба после внедрения предлагаемого мероприятия, тыс. руб.
1 Прямой ущерб	146 832,0	144 399,6
2 Расходы на ликвидацию (локализацию) аварии	8 782,0	7 175,5
3 Социально-экономические потери	1 565,0	61
4 Косвенный ущерб	320 168,3	224 117,8
5 Экологический ущерб	4 059,2	162,4
6 Потери от выбытия трудовых ресурсов	5 640,0	0
Полный ущерб от аварии	487 046,5	375 916,3

* Расчеты приведены в ценах 2014 года

ется с критическими (предельно допустимыми) значениями интенсивности теплового потока для человека и конструкционных материалов.

Одним из основных показателей взрывоопасности технологического блока является энергетический потенциал взрывоопасности, определяющийся полной энергией сгорания парогазовой фазы, находящейся в блоке, с учетом величины работы ее адиабатического расширения, а также величины энергии полного сгорания испарившейся жидкости с максимальной возможной площади ее пролива [7, 8].

Данные произведенного расчета энергопотенциалов и радиусов зон разрушений поражающих факторов, характерных для возможных аварийных ситуаций в атмосферном блоке, представлены в таблице 2.

Результаты расчета вероятных зон взрыва ПВО в незамкнутом пространстве приведены в таблице 2.

Проведенный анализ показал, что элементы существующей системы, включающей электрические средства контроля, блокировки и регулирования технологическим процессом не позволяют обеспечить эффективной противоаварийной защиты, в частности, предлагается установка запорных клапанов на границах атмосферной колонны для осуществления быстродействующей блокировки при её разрушении в результате взрыва.

Авторами произведена оценка экономической эффективности мероприятий в соответствии с методикой РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах», направленных на снижение последствий возникновения аварий на установке ЭЛОУ АВТ-6, а именно, оценка ущерба от аварии и определение еди-

новременных затрат на обеспечение безопасной работы установки (таблица 3).

Экономическая эффективность от предотвращения аварии составит 54,6 руб./руб., что обосновывает экономическую целесообразность предлагаемых мероприятий по снижению последствий возникновения аварийной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с.
2. Васильев А.В. Повышение безопасности жизнедеятельности информационно-программными методами // Автотракторное электрооборудование. 2004. № 11. С. 34-37.
3. Васильев А.В. Основы экологии в технических вузах. Учебное пособие. Тольятти, 2000.
4. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО «Тольяттисинтез») // Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 42-45.
5. Обеспечение экологической безопасности предприятий на примере АО «КуйбышевАзот» / В.И. Герасименко, А.В. Герасименко, А.В. Якимович, А.В. Васильев // В книге: Нефтегазовый комплекс: проблемы и инновации: тезисы научно-практической конференции с международным участием [Под редакцией В.К. Тяна]. 2016. С. 101.
6. Неретин Д.А., Пименов А.А., Васильев А.В. Применение методов озонирования при утилизации отходов одоранта // Экология и промышленность России. 2016. № 10. С. 21-23.
7. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила

- взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», 26.11.2015 г.
9. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. pp. 43-46.
10. Vasilyev A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies Le Vie Dei Mercanti // Proceedings of the International Scientific Conference (XIV International Forum). 2016. Pp. 101-107.

INCREASING OF INDUSTRIAL AND OF ECOLOGICAL SAFETY OF OIL TREATMENT PLANT

© 2021 R.R. Daminev, L.R. Asfandiarova, R.M. Damineva

Branch of Ufa State Petroleum Technological University in Sterlitamak, Russia

Analysis of hazards of an atmospheric unit of an oil refinery designed for oil processing was carried out, possible scenarios of accidents development were considered and the consequences of an emergency explosion were assessed.

Keywords: oil processing; depressurization; accident; passage; heat exposure; shock wave; analysis; risk; atmospheric unit.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-5-53-56

Rustem Daminev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director. E-mail: info@sfugntu.bashnet.ru

Liliya Asfandiarova, Candidate of Technical Science, Associate Professor.

Raisa Damineva, Candidate of Economical Science, Associate Professor, Head of Department.