

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТ-
ВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Оценка воздействия поражающих факторов на персонал при ава-
рии на нефтебитумной установке**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Института химии

Тугушева Ильдара Раисовича

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Свешникова Е.С.

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

профессор, д.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Кузьмина Р.И.

инициалы, фамилия

Саратов 2024

ВВЕДЕНИЕ

Производство битума является потенциально опасным, так как в процессе его изготовления применяются высокоопасные вещества, истечение которых может привести к крупным авариям, связанным с возможной гибелью людей в результате взрывов и пожаров[1,2]. Поэтому возникновение ЧС на объектах связанных с производством битума может повлечь за собой цепь негативных последствий и подорвать социально-экономическую ситуацию отдельного района, и всего муниципалитета в целом.

Установив насколько масштабным может быть последствие можно спрогнозировать сценарий его развития и распространения опасных факторов, что поможет разработать четкую последовательность действий при возникновении аварии.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка последствий воздействия поражающих факторов на жизнь и здоровье человека при возникновении аварии на установке по производству нефтебитума.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

- провести сбор и анализ сведений о свойствах битума и технологическом процессе нефтебитумной установки;
- провести анализ возможных причин и источников аварий на установке производства нефтяных битумов;
- определить возможные сценарии возникновения и развития аварий;
- провести расчет последствий воздействия опасных факторов пожара и взрыва на людей и определение вероятностных критериев поражения человека тепловым излучением и ударной волной при конкретной аварии;
- рассмотреть мероприятия по безопасной работе технологического процесса во избежание разлива горючих веществ.

Объектом исследования преддипломной практики является установка по производству нефтебитума в вертикальных кубах-окислителях.

Методы исследования. Интенсивность теплового излучения для пожара пролива и параметры волны давления при взрыве резервуара с перегретой жидкостью при воздействии на него очага пожара определены по методикам расчетов, представленных в ГОСТ Р 12.3.047-2012 (Приложение В – «Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов легко воспламеняющихся и горючих жидкостей» и приложение – Ж «Метод расчета параметров волны давления при взрыве резервуара с перегретой жидкостью или сжиженным газом при воздействии на него очага пожара» соответственно).

При оценке последствий воздействия опасных факторов использованы вероятностные критерии (по пробит-функции, характеризующей вероятность возникновения последствий). Расчет вероятностных критериев проводится в соответствии с Приказом Ростехнадзора от 3.11.2022 № 387 об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Под термином «битум» понимают жидкие, полутвердые или твердые соединения углерода и водорода, содержащие небольшое количество кислород-, серу-, азотсодержащих веществ и металлов, а также значительное количество асфальтосмолистых веществ, хорошо растворимых в сероуглероде, хлороформе и других органических растворителях. Битумы могут быть природного происхождения или полученны при переработке нефти, торфа, углей и сланцев.

Нефтяные битумы получают из нефти путем нагревания нефти выделяют жидкие горючие компоненты - бензин, керосин, лигроин, мазут. Далее, при температуре 300-400 °С отгоняют машинные, трансформаторные и др. масла. Выделение масел из нефти идёт под вакуумом. В результате разделения (разгонки) нефти на горючие и смазочные вещества в ёмкости остаётся

смолистый остаток, содержащий твердые частицы – гудрон. Он и является основным сырьём для получения полутвердого и твердого битума, а если получают без переработки используется для жидких битумов.

Битумы можно получить следующими тремя способами:

- перегонкой нефтяных остатков под вакуумом образованием в присутствии водяного пара или инертного газа;
 - процессом окисления различных нефтяных остатков кислородом воздуха при температуре от 180 до 300 °С;
 - компаундированием нефтяного остатка с окисленными или с остаточными битумами, а также с дистиллятами и др.;
- кроме того, возможны и сочетания указанных выше способов.

Остаточные битумы вырабатывают из мазутов с высокой концентрацией асфальтосмолистых веществ вакуумной перегонкой как остаток этой перегонки.

Технология производства остаточных битумов основана на концентрации тяжелых нефтяных остатков путем вакуумной перегонки. При вакуумной перегонке, являющейся наиболее известным и широко применяемым в настоящее время за рубежом способом, если нагревание остатков не превышает 300 С, преобладают процессы отгонки более легких углеводородов и концентрация асфальто-смолистых составляющих. Показателем этих изменений служит увеличение доли асфальтенов и появление карбенов и карбоидов.

Сырьем для производства остаточных битумов служат мазуты и гудроны, получаемые из различных нефтей, преимущественно содержащих значительное количество смол и асфальтенов. Температура плавления остаточного битума при данном сырье зависит от глубины отгона от него масляных фракций. Основное количество нефтяных битумов получается окислением смолистых нефтяных остатков. Затраты на производство остаточных битумов минимальны в сравнении с любыми другими технологиями. По затратам на производство стоимость битумного сырья (гудрона) и остаточного битума

равноценны. Технология безотходная, вредные выбросы, требующие утилизации или обезвреживания, отсутствуют.

Существенным недостатком процесса производства остаточных битумов является трудность получения тугоплавких битумов, связанная с необходимостью создания глубокого вакуума. Соответствующим подбором исходной сырой нефти или смеси нефтей можно существенно повысить пенетрацию битума, сохранив высокую температуру его размягчения.

Основными параметрами процесса являются температура, расход воздуха и давление. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс окисления, но при слишком высокой температуре ускоряется образование карбенов и карбоидов, которые передают битумам нежелательную повышенную хрупкость. Обычно температуру поддерживают на уровне 250 – 280 °С. Чем больше расход воздуха, тем меньше требуется времени на окисление. При чрезмерно большом расходе воздуха температура в окислительной колонне может возрасти выше допустимой. Поэтому расход воздуха является основным регулирующим параметром для поддержания нужной температуры. Общий расход воздуха зависит от химического состава сырья и качества получаемого битума и составляет от 50 до 400 м³/т битума. Давление в зоне реакции при его повышении интенсифицирует процесс, и качество окисленного битума улучшается. В частности, повышается пенетрация битума при неизменной температуре размягчения. Обычно давление колеблется от 0,3 до 0,8 МПа.

Третий способ получения битумов – это компаундирование. Способ этот является завершающей стадией получения битумов и использует в качестве компонентов как битумы, полученные в виде остатков вакуумной перегонки, так и окисленные битумы. Кроме того, одними из важных компонентов компаундов являются экстракты селективной очистки дистиллятных масел и деасфальтизаты, так как, являясь концентратом полициклической многокольчатой ароматики, они придают битуму эластичность и хорошую растяжимость.

Мощность установок производства битума – от 120 до 500 тыс. т/год.

Компаундирование широко применяют при производстве строительных битумов. Дорожные битумы хорошего качества с высокими пенетрацией, растяжимостью при 0° С и низкой температурой хрупкости получают компаундированием перекисленного компонента и разжижителей.

Производство битума является потенциально опасным, так как в процессе его изготовления применяются высокоопасные вещества, истечение которых может привести к крупным авариям, связанным с возможной гибелью людей в результате взрывов и пожаров.

Основная опасность при производстве битумов определяется повышенной взрывопожарной опасностью сырья и получаемых продуктов, которые обращаются в технологическом оборудовании преимущественно в перегретом состоянии и могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, сосредоточением больших масс опасных веществ в единичном оборудовании (емкостях, колонных аппаратах), использованием нагревательных печей для нагрева технологических сред и т.д.

Опасными веществами являются:

Гудрон – горючая жидкость черного цвета 4-го класса опасности - остаточный продукт перегонки нефти, состоящий из высокомолекулярных углеводородов, нефтяных смол, твердых асфальтообразных и смолистых веществ. ПДК в воздухе рабочей зоны по парам углеводородов 300 мг/м³[22]. Запах слабый, токсическое воздействие - слабое. Возможны хронические заболевания при длительном воздействии на организм человека. При пожарах возможны ожоги различной степени, поражение органов дыхания, отравление персонала продуктами горения, выброс токсичных веществ в окружающую среду.

Топливный газ - горючий газ 4-го класса опасности. Смесь углеводородов С1-С5. Запах слабый, специфический, коррозионное воздействие - слабое. ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³. Вызывает наркотическое голо-

вокружение, бессонницу. При длительном воздействии возможно отравление. В аварийных ситуациях при пожарах и взрывах возможны ожоги различной степени, поражение органов дыхания, контузии, ушибы, осколочные ранения, отравление персонала продуктами горения, выброс в окружающую среду токсичных веществ, которые оказывают неблагоприятное воздействие на живые организмы.

Битум – горючая жидкость 4 класса опасности. Смесь углеводородов. Запах - выраженный. ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³. Действие углеводородов – наркотическое, вызывает повышенную заболеваемость органов дыхания, повышенное кровяное давление, нарушение функций желудочно-кишечного тракта, повышенное чувство утомляемости, головную боль, раздражительность, расстройство сна, боли в области сердца, сухость кожи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закирова З.А., Шаяхметова А.И. Повышение уровня безопасности на опасных производственных объектах, эксплуатирующих оборудование, работающее под избыточным давлением // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2016. № 2. С. 240-253.

2. Кускильдин Р.А., Абдрахманов Н.Х., Закирова З.А., Ялалова Э.Ф., Абдрахманова К.Н., Ворохобко В.В. Современные технологии для проведения производственного контроля, повышающие уровень промышленной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Вып. 2 (108). С. 111-120.

3. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. - М.: Химия, 1989. – 432 с.

4. Пажитова, Н.П. Исследование свойств битумов, применяемых в дорожном строительстве / Н.П. Пажитова, Т.В. Потапова. – М.: Труды СоюзДорНИИ, 1970.

5. ГОСТ 11506-73. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температуры размягчения. Метод «Кольцо и Шар»: межгосударственный стандарт: дата введения

01.10.2015/ Изд. официальное. – М.: Стандартиформ, 2008. – 7 с.

6. ГОСТ 33143-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу: межгосударственный стандарт: дата введения 1.10.2015/ Изд. официальное. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.

7. ГОСТ 33138-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растяжимости: межгосударственный стандарт: дата введения 1.10.2015/ Изд. официальное. – М.: Стандартиформ, 2015. – 8 с.

8. Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов. – М.: Химия, 1983. – 234 с., ил.

9. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика / М.Г.Рудин, В.Е. Сомов. – ОАО «ЦНИИТЭнефтехим». М. 2004. – С.213-214.

10. Гуреев А.А., Чернышева Е.А., Коновалов А.А., Кожевникова Ю.В. Производство нефтяных битумов, М.:Изд. Нефть и газ, 2007. - 102 с.

11. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа/Под ред. Б.И. Бондаренко.– М.: Химия, 1983.– 128 с.

12. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилем, 2002. - 672 с.

13. Розенталь, Д.А.. Битумы. Получение и способы модификации / Д.А. Розенталь. – Л.: ЛТИ, 1979. – 80 с

14. Технологический регламент установки по производству нефтебитумов цеха № 2. ПАО «Саратовский НПЗ» / утвержден В.Т.Ливенцевым – 2007. – 134 с.

15. Пильщиков, В. А. Процессы нефтехимического синтеза в нефтепереработке: учебное пособие / В. А. Пильщиков, А. А. Пимерзин. — Самара: АСИ СамГТУ, 2017. — 207 с. — ISBN 978-5-7964-2045-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/127828> (дата обращения: 05.04.2024).

16. Промышленная безопасность объектов нефтепродуктообеспечения:

учебное пособие / Ю. Н. Безбородов, Л. Н. Горбунова, В. А. Баранов, В. Н. Подвезенный. — Красноярск: СФУ, 2011. — 606 с. — ISBN 978-5-7638-2053-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6048> (дата обращения: 07.04.2024)

17. Закирова З.А., Шаяхметова А.И. Повышение уровня безопасности на опасных производственных объектах, эксплуатирующих оборудование, работающее под избыточным давлением // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2016. № 2. С. 240-253. — URL: <https://ogbus.ru/index.php/ogbus/article/view/povyshenie-urovnya-bezopasnosti-na-opasnykh-proizvodstvennykh-ob> (дата обращения: 07.04.2024)

18. Кускильдин Р.А., Абдрахманов Н.Х., Закирова З.А., Ялалова Э.Ф., Абдрахманова К.Н., Ворохобко В.В. Современные технологии для проведения производственного контроля, повышающие уровень промышленной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Вып. 2 (108). С. 111-120.

19. Шицкова А.П., Новиков Ю.В. Охрана окружающей среды в нефтеперерабатывающей промышленности [Текст.] - М. : Химия, 1980.

20. Абдрахманов Н., Абдрахманова К., Ворохобко В., Абдрахманова Л., Базирова А. Разработка схемы внедрения технологии управления минимизацией нестационарных рисков на основе информационно-управленческой системы безопасности // Инженерный журнал и прикладные науки 2017. №12. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43201395> (дата обращения: 08.04.2024)

21. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах ПАО «Саратовский НПЗ», том 1/ утвержден И.Г.Кузьминым – 2016. – 411 с.

22. Косарева М. А., Стахеев С. Г., Третьякова Н. А., Основные технологии переработки нефтегазового сырья / Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета 2022. – 106 с.

23. Бубнов В.Г., Бубнова Н.В., Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве - М.: Изд-во Гало Бубнов, 2015 – 67 с.

24. ГОСТ 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 1.01.2014/ Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2014. – 86 с.

25. Дубовкин Н.Ф. Справочник по теплофизическим свойствам углеводородных топлив и их продуктов сгорания. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 288 с.

26. Сычев В. В., Вассерман А. А., Козлов А. Д., Спиридонов Г. А., Цымарный В. А. Термодинамические свойства воздуха / Государственная служба стандартных справочных данных. – М.: Издательство стандартов 1978. – 275 с.

27. Приказ Ростехнадзора от 3.11.2022 № 387 Об утверждении руководства по безопасности "методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах" – 78 с.

28. Неотложные меры и методы ликвидации аварийных разливов нефти. Справка. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20090714/177333106.html> (дата обращения: 26.05.2024).

29. О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240 (ред. от 14.11.2014). URL: <https://rulaws.ru/goverment/PostanovleniePravitelstva-RF-ot-15.04.2002-N-240/> (дата обращения: 25.05.2024).

30. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 (ред. 11.06.2021) №116. URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.07.1997-N-116-FZ/> (дата обращения: 25.05.2024).

31. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны,

определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444. URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 26.05.2024).

32. ГОСТ Р 53324-2009. Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 18.02.2009/ Изд. официальное - М.: Стандартинформ, 2009 – 10с.

33. Пат. 2 235 933 Российская Федерация, МПК E04H 7/00(2000.01). Сборное гибкое заградительное сооружение для обеспечения экологической безопасности населения и территорий от последствий чрезвычайных ситуаций / Скрынников А.Ю. и другие ; заявитель и патентообладатель Скрынников А.Ю. и другие. – № 2010128311/63 ; заявл. 10.07.2010 ; опубл. 20.12.2004, Бюл. № 5. – 8. [Электронный ресурс] – URL: <https://patenton.ru/patent/RU2535933C2> (дата обращения: 27.05.2024).