

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Оценка пожарной опасности эксплуатации буровой установки

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Гераськиной Виктории Александровны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В.З. Угланова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2020 год

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях нефтегазовая отрасль играет значительную роль в экономике Российской Федерации, т.к. прибыль, получаемая государством от данного вида деятельности, составляет четверть внутреннего валового продукта (ВВП) страны и значительную часть налогов.

Часть нефтегазового комплекса, представленная буровыми установками, основной задачей которой является добыча газового или нефтяного сырья, согласно приказу Ростехнадзора от 12.03.2013 года №101 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности», принято относить к потенциально опасному объекту.

В связи с тем, что на буровой установке обращаются опасные вещества (углеводороды, относящиеся к горючим и воспламеняющимся опасным веществам), вероятность возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций (ЧС) на площадке достаточно велика. Поэтому исследования причин и масштабов последствий аварий, вероятности возникновения с целью их предупреждения являются *актуальными*.

В связи с этим целью бакалаврской работы является оценка и анализ потенциальных опасностей объекта – буровой установки и их поражающих факторов, возникающих в условиях чрезвычайной ситуации, а также рекомендации по повышению уровня безопасности на объекте.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие *задачи*:

- 1) определить и рассчитать параметры, характеризующие поражающие факторы пожарной и взрывной опасностей буровой установки;
- 2) оценить возможный ущерб, нанесенный ЧС;
- 3) сформулировать рекомендаций по повышению уровня безопасности и снижению риска возникновения ЧС на площадке буровой установки.

Раздел 1 Нефтегазовый комплекс. Отрасль добычи

Под нефтегазовым комплексом принято понимать обобщенное название группы отраслей, базирующих свою деятельность на добыче, транспортировке и переработке нефти и газа. Каждый компонент нефтегазового комплекса обуславливается определенной степенью опасности, однако процессы добычи природного топлива отличаются повышенным уровнем опасности не только для человека, но и для экологической системы. В связи с этим в настоящее время проводятся исследовательские и экспериментальные работы в области повышения уровня безопасности рабочей площадки и персонала.

1.1 Процесс бурения

Отрасль добычи нефтегазового комплекса представлена буровой установкой и процессами построения скважины с целью извлечения из недр полезных ископаемых в виде нефти и газа. Буровой установкой или буровой называется комплекс бурового сооружения и оборудования, которые предназначены для бурения скважин.

Буровые установки комплектуются в зависимости от назначения скважины, климата и параметров грунта. Помимо этого следует отметить, что безопасное бурение скважин зависит не только от правильно подобранной комплектации буровой установки, но и от бурового раствора.

Бурение начинается с проектировки глубины скважины по вертикали и горизонтали, определения пробуриваемых пород с целью выявления необходимого оборудования для каждого сектора, установления нужной промывочной жидкости и соотношения её параметров, а также определения наличия продуктивной породы. Одной из главных составляющих процесса бурения является правильный расчет компоновки низа буровой колонны.

В процессе углубления скважины и прохождения определенного интервала возникает необходимость смены компоновки с целью улучшения

проходимости в проницаемых пластах. Следует отметить, что компоновку меняют на части с меньшим диаметром, чтобы минимизировать воздействие на породу и уменьшить возможные обвалы и иные проблемы. Долото аналогично меняют на долото с меньшим диаметром. Наименьший диаметр скважина достигает в секции хвостовика, после чего производят заканчивание скважины с дальнейшим цементированием и перфорацией хвостовика взрывчатым снарядом с целью получения разницы давлений в колонне и продуктивном пласте, которое сопровождается, непосредственно, притоком сырья в колонну и выходом его на поверхность.

1.2 Промывочная жидкость

В настоящее время в процессе нефтедобычи при бурении, и при заканчивании скважин, обширное распространение получили промывочные жидкости на углеводородной основе, в состав которых входит углеводородная дисперсионная среда и водная дисперсная фаза.

Однако, несмотря на уникальность растворов на углеводородной основе, следует отметить, что РУО характеризуются повышенной пожарной опасностью в связи с наличием в своем составе значительной части углеводородов, относящихся к горючим.

Очевидно, что буровые растворы, предназначенные для вскрытия продуктивных пластов, должны минимизировать негативное воздействие на продуктивный пласт, обладать высокой несущей способностью, а также смазочными характеристиками. Всем вышеперечисленным характеристикам удовлетворяют растворы на углеводородной основе.

1.3 Характеристика возникающих опасных факторов в процессе применения РУО

Основным нормативным документом, касающимся вопросов безопасности при строительстве скважин, являются Федеральные нормы и

правила «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» В п. 219-220 главы XVII «Требования безопасности к применению буровых растворов» определено, что буровым подрядчиком должны быть разработаны мероприятия по охране труда по предупреждению загрязнения рабочих мест и загазованности воздушной среды при применении буровых растворов на углеводородной основе, также прописано требование, что температура вспышки РУО должна на 50° С превышать максимально ожидаемую температуру раствора на устье скважины. Таким образом, должно быть предусмотрено измерение температуры РУО на устье скважины.

Пары раствора на выходе из скважины, нагретого до температуры выше или равной его температуре вспышки, при наличии источника зажигания, способны вспыхивать в воздухе, что, в свою очередь, может являться причиной взрыва. Перечень контролируемых параметров обязательно должен включать систематическое измерение температуры РУО на устье скважины и сопоставление их с температурой вспышки основы для приготовления раствора – нефти и нефтепродуктов.

Раздел 2 Расчетная часть

2.1 Объект исследования

Объектом исследования выбрана действующая буровая установка.

На буровой установке производится разбуривание пластов, с целью добычи нефти.

В качестве углеводородной основы используется нефть. Нефть имеет сравнительно низкую температуру вспышки, чем обусловлена их высокая пожарная опасность.

Схема расположения буровой указана на рисунке 1.

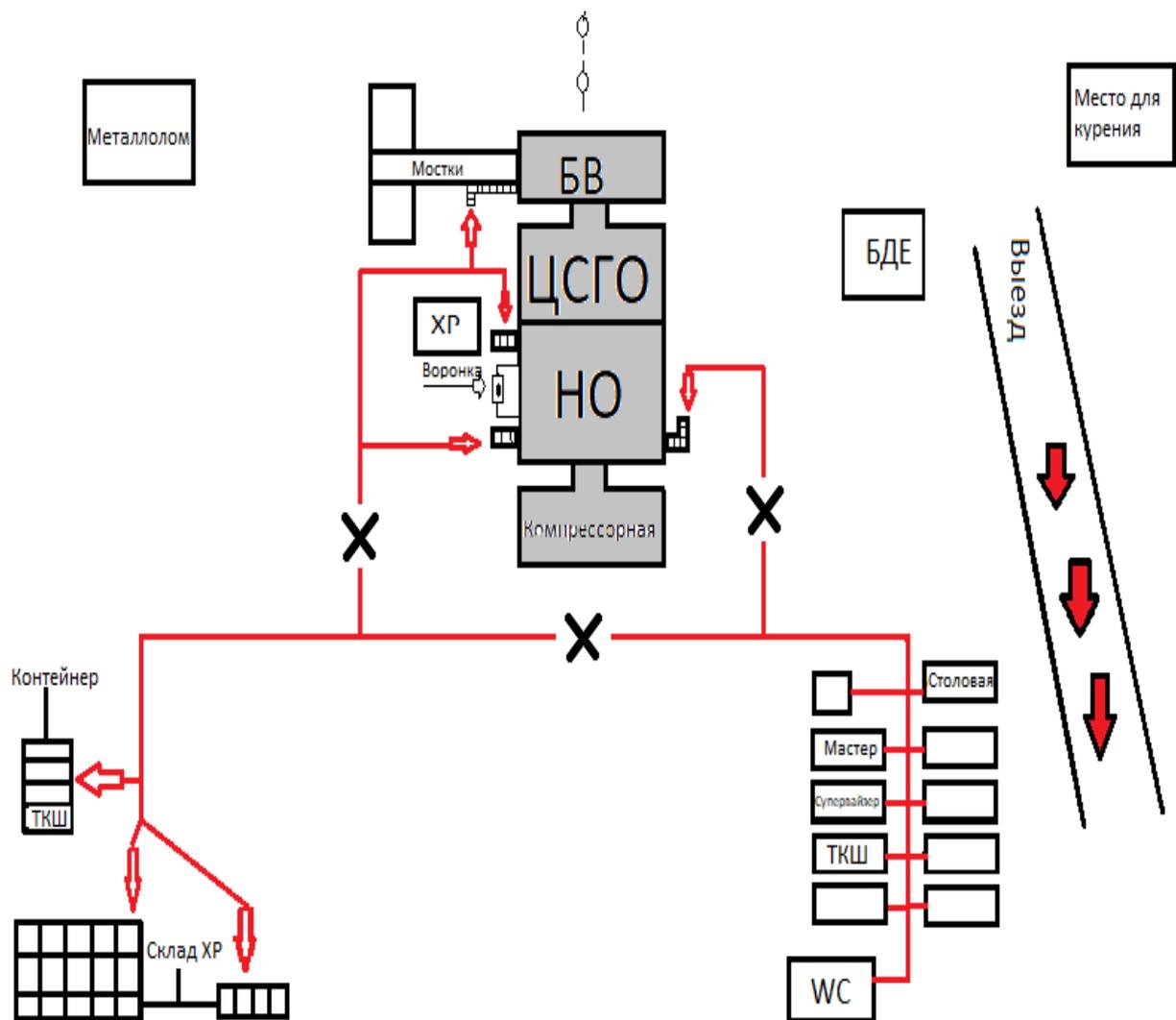


Рисунок 1 – Схема расположения помещений, складов, сооружений и жилых вагонов на буровой.

2.1 Расчет избыточного давления для индивидуальных горючих веществ - пропана и бутана:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{mZ}{\sqrt{V_{св} \cdot P_{г.п.}}} \cdot \frac{100}{\text{Ег}} \cdot K, \quad (1)$$

где P_{\max} – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным в соответствии с требованиями. При отсутствии данных допускается принимать равным 900 кПа;

P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m – масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ);

Z – коэффициент участия горючих газов и паров в горении;

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м³;

$\rho_{г.п}$ – плотность газа или пара при расчетной температуре, кг·м⁻³,

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных);

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать равным 3.

ΔP (пропан) = $((900-101) \cdot ((6480/966) \cdot (100/4,27) \cdot (1/3))) = 41835$ кПа;

ΔP (бутан) = $((900-101) \cdot ((1728/1278) \cdot (100/3,32) \cdot (1/3))) = 10830$ кПа.

На основании приведенных формул, указанных ниже результатов, полученных при расчете избыточного давления, и в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» наиболее опасным является давление, оказываемое пропаном, так как вызывает 58 % разрушения здания.

2.2 Расчет максимальных размеров взрывоопасных зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени паров жидкостей, размеров зон поражения при реализации пожара – вспышки

,

(2)

(3)

где $R_{\text{нкпр}}$ - радиус зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени при неподвижной воздушной среде, м ;

$Z_{\text{нкпр}}$ - высота зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени при неподвижной воздушной среде, м ;

$m_{\text{п}}$ – масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, кг;

$\rho_{\text{п}}$ – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа;

$C_{\text{нкпр}}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров, % об.

$$R_{\text{нкпр}} = 7,8 \cdot (21600 / (1,61 \cdot 2,08))^{0,33} = 141,01$$

$$Z_{\text{нкпр}} = 0,26 \cdot (21600 / (1,61 \cdot 2,08))^{0,33} = 4,70$$

2.3 Оценка опасностей при аварии со взрывом

Радиус зон разрушения рассчитывается согласно формуле:

$$R = K \cdot \frac{\sqrt[3]{W_m}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_m}\right)^2\right]^{1/6}}, \quad (4)$$

где W_m – тротиловый эквивалент взрыва, кг;

K – константа соответствующих разрушений.

$$R = 1 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 21,08 \text{ (при } K=1)$$

$$R = 3,8 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 80,1 \text{ (при } K=3,8 \text{)}$$

$$R = 5,6 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 118,05 \text{ (при } K=5,6 \text{)}$$

$$R = 9,6 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 202,37 \text{ (при } K=9,6 \text{)}$$

$$R = 28 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 590,24 \text{ (при } K=28 \text{)}$$

$$R = 50 \cdot \frac{\sqrt[3]{9939,8}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{9939,8}\right)^2\right]^{1/6}} = 1054 \text{ (при } K=50 \text{)}.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных научных исследований (анализ фундаментальной и периодической литературы, расчет параметров пожарной и взрывной опасностей) сформулированы следующие выводы:

1. Произведен расчет избыточного давления для паровоздушной смеси, состоящей главным образом из пропан-бутановой легкой фракции нефти. Установлено, что избыточное давление, создаваемое в емкостном блоке в условиях ЧС, составляет 52 665 кПа, а это влечет за собой 58 % разрушения зданий.

2. Рассчитаны размеры взрывоопасных зон, которые составляют по пропану 141 метра по радиусу и 4,7 метра по высоте. На основании расчетов, был сделан вывод, что размеры взрывоопасных зон превышает границы буровой установки (рабочей площадки) по радиусу, а также захватывает буровую вышку, вызывая разрушение.

3. Рассчитан радиус разрушения по исходным данным: $R = 21$ м – зона полного разрушения, $R = 202$ м – зона умеренных повреждений. Установлено, что в зону разрушений падают объекты с рабочими.

4. Оценены требования к пожарной безопасности, средствам пожаротушения и организационной структуре порядка действий и обязанностей рабочих.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Линник, Ю.Н. Нефтегазовый комплекс: производство, экономика, управление / Ю.Н. Линник, В.Я. Афанасьев. – М.: Изд-во «Экономика», 2017. – 720 с.
2. Рассел, Д. Буровая установка / Д. Рассел, Р. Кон. – М.: «Книга по Требованию», 2013. – 76 с.
3. Патин, С.А. Нефть и экология континентального шельфа. / С.А. Патин. – М.: ВНИРО, 2001. – 247 с.
4. Приказ Ростехнадзора № 101 от 12.03.2013 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности» // [Электронный ресурс]: – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499011004> (дата обращения: 25.02.2020). – Загл. с экрана. – Яз.рус.
5. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) « О промышленной безопасности объектов » // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения 25.02.2020). – Загл. с экрана. – Яз.рус. – Имеется печатный аналог.
6. Абубакиров, В.Ф. Буровое оборудование / В. Ф. Абубакиров, Ю. Г. Буримов, А. Н. Гноевых. – М: Изд-во «Недра», 2000. – 269 с.
7. Хаустов А.П. Чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе / А.П. Хаустов, М.М. Редина, П.Ю Силаева – М: Изд-во «ГЕОС», 2009. – 456 с.
8. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 25.02.2020). – Загл.с экрана. – Яз.рус.

9. ИПБОТ 048-2008 Инструкция по промышленной безопасности и охране труда при приготовлении, утяжелении и химической обработке бурового раствора // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <https://library.fsetan.ru/doc/ipbot-048-2008-instruktsiya-po-promyshlennoj-bezopasnosti-i-ohrane-truda-pri-prigotovlenii-utyazhelenii-i-himicheskoy-obrabotke-burovogo-rastvora/> (дата обращения: 25.02.2020). – Загл.с экрана. – Яз.рус.

10. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения: 25.02.2020). – Загл.с экрана. – Яз.рус.

11. ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/898902441> (дата обращения 25.02.2020). – Загл. с экрана. – Яз.рус.

12. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> (дата обращения 02.03.2020).- Загл.с экрана. – Яз.рус

13. ГОСТ Р 12.3.047-98 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля // [Электронный ресурс]: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003311> (дата обращения 07.03.2020).- Загл.с экрана. – Яз.рус.