



ГРУППА КОМПАНИЙ

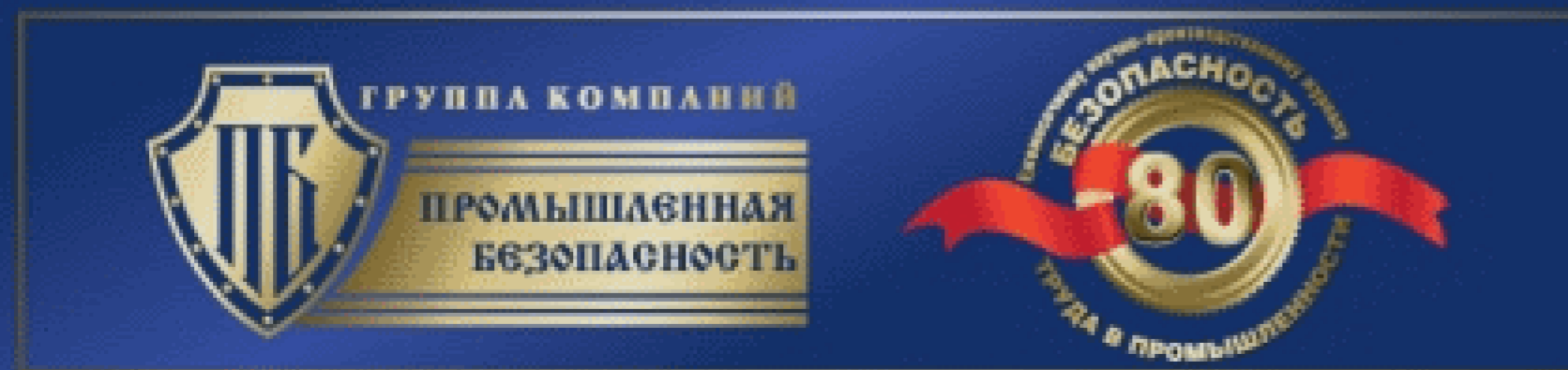
ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ЗАО НТЦ ПБ)

Методики анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса

Докладчик: Дегтярев Денис Владиславович (ЗАО НТЦ ПБ)

Разработчики: ЗАО НТЦ ПБ, ГАЗПРОМ НЕФТЬ, ЛУКОЙЛ



Safety.ru

ПБ.рф

RiskProm.ru

РискПром.рф



Методики анализа риска ОПО НГК

Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах морского нефтегазового комплекса (совместно с ОАО «Газпром Нефть»)

Методика анализа риска аварий на сухопутных объектах нефтегазодобычи и промысловых трубопроводах (совместно с ОАО «Лукойл»)



ОСНОВАНИЕ для разработки РБ

РБ разработано в целях содействия соблюдению требований ФНП

ФНП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 N 101)

ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. № 96)

ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта», утв. приказом Ростехнадзора от 15 июля 2013 г. № 306)



Область применения РБ АР ОПО МНГК

Руководство распространяется на ОПО морского нефтегазового комплекса - фонд скважин, участки ведения буровых работ, площадочные объекты (стационарные платформы, МЭ, ПБУ (БС, ППБУ, СПБУ), ПТК, подводные добычные комплексы), стационарные и плавучие нефтеналивные и перегрузочные комплексы и линейные объекты (технологические трубопроводы, трубопроводы внешнего транспорта нефти, газа или газового конденсата), расположенные во внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне, на континентальном шельфе и морях РФ



Область применения РБ АР СО НГД и СТ

Распространяется на проведение анализа риска аварий на сухопутных ОПО: участок ведения буровых работ, фонд скважин, участок предварительной подготовки нефти, площадка насосной станции, пункт подготовки и сбора нефти, парк резервуарный (промысловый, товарный), площадка промысловой компрессорной станции, участок комплексной подготовки газа, площадка (цех, установка) газоперерабатывающего завода, система промысловых (межпромысловых) трубопроводов месторождения (участка, площадки), установка подготовки нефти и газа, установка предварительной подготовки нефти, дожимная насосная станция, кустовая насосная станция, приемо-сдаточный пункт, комплексный сдаточный пункт и т.п.



Структура М АР ОПО МНГК

- I. Общие положения
- II. Общие рекомендации по оценке риска аварии на линейных объектах, транспортирующих взрывопожароопасные жидкости
- III. Планирование и организация работ
- IV. Идентификация опасностей аварий
- V. Оценка риска аварий
- VI. Определение степени опасности линейных объектов, транспортирующих взрывопожароопасные жидкости, и их участков
- VII. Рекомендации по снижению риска аварии

Перечень приложений:

1. Список сокращений
2. Термины и определения
3. Типовой перечень исходной информации, необходимой для оценки степени риска аварии
4. Рекомендации по выделению типовых сценариев аварий
5. Частоты аварийной разгерметизации типового оборудования
6. Методика расчета интенсивности истечения газа при фонтанировании скважин
7. Рекомендуемый порядок расчета истечения пожаровзрывоопасных жидкостей из морских трубопроводов



Структура М АР СО НГД и СП

1. Общие положения
2. Анализ риска аварий на сухопутных объектах нефтегазодобычи и промышленных трубопроводах
 - 2.1 Общие рекомендации
 - 2.2 Оценка риска аварий
 - 2.3 Основные способы установления степени опасности аварий и определения наиболее аварийно опасных составных элементов

Перечень приложений:

1. Термины, определения и сокращения
2. Расчет количества веществ, участвующих в аварии на линейной части промышленных трубопроводов
3. Частоты разгерметизации (аварий) для оборудования
4. Типовые сценарии развития аварии
5. Методики расчета интенсивности истечения при фонтанировании скважин
6. Указания по определению основных показателей риска
7. Рекомендации по применению методов оценки риска



Оценка возможных последствий аварий

Назначение	Документ
1. Расчет концентрационных полей при рассеивании и дрейфе облаков ТВС в поле ветра, расчета размеров зон поражения при пожаре-вспышке (сгорании) дрейфующего облака ТВС, определение массы ОВ во взрывоопасных пределах	<p>ФНП «Общие правила взрывобезопасности...», утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. № 96.</p> <p>РБ «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности». утв. приказом Ростехнадзор от 27.12.2013 №646.</p> <p>РД-03-26-2007 «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ».</p>



Оценка возможных последствий аварий

2. Расчет параметров ударной волны, зон поражения и разрушения при воспламенении и взрыве облаков ТВС	ФНП «Общие правила взрывобезопасности...», утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. № 96. РД 03-409-01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей»
3. Определение параметров воздействия и зон поражения при горении пролива, огненном шаре, факельном горении	Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах
4. Расчет параметров воздействия и зон поражения при горении ОВ в сооружениях	
5. Расчет параметров воздействия и зон поражения продуктами горения	



Рекомендации по выделению типовых сценариев аварий (МНГК)

Группа сценариев С₁: воздействие на конструкции комплекса штормовых (волновых, сейсмических) нагрузок, столкновение с судном;

Группа сценариев С₂: частичное разрушение или разгерметизация емкостей или насосов системы ДТ;

Группа сценариев С₃: нарушение режимов бурения, повлекшее появление нефтегазового выброса на участке ведения буровых работ

Группа сценариев С₄: вскрытие пласта и появление газа в БР при ведении буровых работ/ разгерметизация оборудования и/или трубопроводов в помещении блока очистки / в помещении оборудования испытания и опробования скважины

Группа сценариев С₅: частичное разрушение или разгерметизация единичного оборудования, содержащего ДТ (расходная цистерна ДТ)

Группа сценариев С₆: падение вертолета

Группа сценариев С₇: разрушение (частичное или полное) технологического трубопровода/трубопроводной арматуры



Частоты аварийной разгерметизации типового оборудования

Частоты разгерметизации типового оборудования (МНГК):

- Частоты утечек и выбросов при выполнении различных операций
- Частоты отказов трубопроводов и райзеров
- Зависимости частоты утечек от диаметра:
 - для частично и не-загруженных трубопроводов
 - для полностью, частично и не-загруженных фланцев
 - Для полностью, частично и не-загруженных задвижек
- Частоты утечек из соединительных устройств измерительных приборов
- Зависимости частоты утечек от диаметра входного отверстия:
 - сосудов, работающих под давлением
 - центробежных/плунжерных насосов
 - центробежных/поршневых компрессоров
 - кожухотрубчатых/пластинчатых теплообменников
 - фильтров, ловушек для скребков

Частоты разгерметизации типового оборудования (СО НГД и ПТ):

промышленных трубопроводов, насосов, сосудов под давлением, резервуаров и изотермических хранилищ, теплообменников, печей, скважин, сливо-наливных устройств



Порядок расчета истечения пожаровзрывоопасных жидкостей из МТ и ПТ

Расчет массы выброса строится на уравнениях гидрогазодинамики истечения многофазной продукции с учетом времени обнаружения утечки и остановки насосов (компрессоров), и принимая во внимание необходимость учета расслоения фаз при самотечном режиме истечения вещества из дефектного отверстия.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} &= S^1 & \frac{\partial(\sigma_{жци})}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma_{жци} u_{жци})}{\partial x} &= S^4 & \frac{\partial(n_{жци})}{\partial t} + \frac{\partial(n_{жци} u_{жци})}{\partial x} &= S^7 \\ \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u u)}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} &= S^2 & \frac{\partial(\sigma_{жци} u_{жци})}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma_{жци} u_{жци} u_{жци})}{\partial x} &= S^5 \\ \frac{\partial(\rho e)}{\partial t} + \frac{\partial(u(\rho e + p))}{\partial x} &= S^3 & \frac{\partial(\sigma_{жци} e_{жци})}{\partial t} + \frac{\partial(\sigma_{жци} e_{жци} u_{жци})}{\partial x} &= S^6 \end{aligned}$$



Методика расчета интенсивности истечения газа при фонтанировании скважин

Модель установившегося истечения из скважины

$$\frac{d(\rho \cdot W^2)}{dl} + \frac{dP}{dl} = -\frac{\lambda_i \rho \cdot W |W|}{2d_i} + \rho \cdot g \cdot \cos \alpha_{zi} \quad \rho = \rho_H \cdot \frac{T_H}{T} \cdot \frac{1}{Z} \cdot \frac{P}{P_H}$$

$$P_3^2 = P_{пл}^2 - a \cdot Q_H - b \cdot Q_H^2$$

Модель залпового выброса

$$\rho \frac{dW}{dt} + \frac{\partial P}{dl} + g \rho \left[-1 + \frac{|W| \cdot W}{W_{gid}^2} \right] = 0 \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho W)}{\partial t} = 0$$

$$W_{gid} = \sqrt{\frac{2gD_{gid}}{\lambda}}$$

$$P = \rho \cdot z_{CP} \cdot R \cdot T_{CP}$$



Методика расчета интенсивности истечения жидкости при фонтанировании скважин ⁽¹¹⁻⁹⁾

Движение флюида в такой скважине описывается уравнением сохранения импульса в предположении изотермичности потока

$$\frac{d(\rho \cdot U^2)}{dx} + \frac{dP}{dx} = - \frac{\lambda \rho \cdot U |U|}{2d(x)} + \rho \cdot g \cdot \cos(\alpha(x))$$

Уравнение движения флюида замыкается двумя соотношениями:

- уравнением состояния,
- соотношением для определения трения.



Указания по определению основных показателей риска

$$MBK\Pi_i = \left[\iint_{\Omega_i} \mu_{\partial}(x, y) \cdot \min \left(1, 1 - \prod_{j=1}^{\Phi_i(x, y)} \left(1 - v_{\text{уязв}}^{ij'}(x, y) \cdot P_{\text{губ}}^{ij}(x, y) \right) \right) dx dy \right] \quad \Omega_i = \bigcup_{j=1}^{\Phi_i} \Omega_{ij}$$

$$N_z^i = \iint_{S^i} \mu_{\partial}(x; y) \cdot \min \left(1, 1 - \prod_{j=1}^{\Phi_i(x, y)} \left(1 - v_{\text{уязв}}^{ij'}(x, y) \cdot P_{\text{губ}}^{ij}(x, y) \right) \right) ds$$

$$R_{\text{ном}} = \sum_{i=1}^I Q_i \cdot \min \left(1, 1 - \prod_{j=1}^{\Phi_i(x, y)} \left(1 - v_{\text{уязв}}^{ij'}(x, y) \cdot P_{\text{губ}}^{ij}(x, y) \right) \right)$$

$$R_{\text{инд}}^i = \sum_{k=1}^G q_{ki} \cdot R_{\text{ном}}(x, y) \quad R_{\text{колл}} = \sum_{j=1}^J N_z^j \cdot Q_j$$

$$F([N_j]) = F(N_j) \cdot \frac{N_j}{[N_j]}$$



Ход разработки РБ

- 12.11.2014 г. - проекты РБ представлены членам КПБ РСПП;
- 25.11.2014 г. - получение замечаний КПБ РСПП к проектам РБ;
- 05.12.2014 г. - доработка РБ по замечаниям КПБ РСПП;
- декабрь 2014 г. - представление проектов РБ на секции НТС Ростехнадзора.