

Об установлении допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности опасного производственного объекта нефтегазового комплекса



А.И. Гражданкин,
канд. техн. наук,
зав. отделом,
gra@safety.ru



А.С. Печёркин,
д-р техн. наук,
проф., первый зам.
ген. директора



О.В. Николаенко,
начальник
департамента

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

ПАО «Газпром
нефть», Санкт-
Петербург, Россия

В статье рассмотрены ключевые методические положения процедуры установления допустимых уровней риска аварии, необходимых для оценки достаточности компенсирующих мероприятий при разработке обоснования безопасности опасного производственного объекта нефтегазового комплекса в случаях отступления от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности.

Ключевые слова: опасность, угроза, риск аварии, допустимый риск аварии, обоснование безопасности, компенсирующие мероприятия.

DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57

Введение

Один из важных и трудных вопросов риск-ориентированного обеспечения промышленной безопасности — необходимость более четкой формализации процедуры разработки обоснования безопасности (ОБ) опасного производственного объекта (ОПО), включая установление обоснованных критериев достаточности организационно-технических мероприятий, компенсирующих опасности отдельных отступлений от требований промышленной безопасности, содержащихся в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности (ФНП).

Для методического решения этой проблемы в ходе конструктивного научно-технического взаимо-

действия¹ силами экспертного сообщества секции № 6 «Безопасность объектов нефтегазового комплекса» Научно-технического совета Ростехнадзора в 2013–2016 гг. разработана Методика установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса (далее — Методика), утвержденная приказом Ростехнадзора от 23 августа 2016 г. № 349. Методика утверждена в форме руководства по безопасности² [1]. Рассмотрим ключевые положения Методики, чтобы применять ее более эффективно и предупредить ошибки при разработке и экспертизе ОБ ОПО нефтегазового комплекса (НГК).

Показатели опасности аварий и критерии безопасности на ОПО

Для однозначного понимания положений Методики обозначим некоторые основные понятия в полном соответствии с действующим руководством по безопасности [2] и ранее широко обсуждавшимися методическими и терминологическими принципами в области анализа опасностей и оценки риска аварий [3–10]. Риск аварии — это мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий. В свою очередь, опасность аварии — возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрыва и (или) выброса опасных веществ на ОПО. Опасность аварии (или аварийная опасность) обусловлена наличием на ОПО опасных веществ, энерго-мас-

¹ В 2013–2016 гг. наиболее активное участие в данной работе принимали специалисты Ростехнадзора, ЗАО НТЦ ПБ, ПАО «Газпром нефть», ПАО «СИБУР Холдинг» и Российского союза промышленников и предпринимателей.

² Разработка Руководства по безопасности «Методика установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса» организована и скоординирована Управлением по надзору за объектами нефтегазового комплекса Ростехнадзора в целях внедрения риск-ориентированного подхода к обеспечению промышленной безопасности и в соответствии с планом по разработке и актуализации нормативных документов по перечню, принятому решением заседания секции № 6 Научно-технического совета Ростехнадзора от 17 февраля 2015 г. № 00-06-11/367.

сообственными свойствами технологических процессов, ошибками проектирования, строительства и эксплуатации, отказами технических устройств и их систем, а также нерасчетными (запроектными) внешними природными, техногенными и антропогенными воздействиями на ОПО.

Чтобы создавать и развивать эффективные системы обеспечения безопасности, требуется подробная «карта опасностей», например, в виде упорядоченного набора взаимосвязанных индикаторов основных опасностей на производственных объектах. Она должна давать беспристрастную картину происходящего: какие и где опасности имеются в системе поднадзорных объектов, что с ними происходит, как они меняются. «Карта опасностей» должна давать целостную и динамическую картину текущего состояния аварийных опасностей. Тогда на ее основе можно планировать адекватные меры предупреждения и соответствующие регулирующие воздействия. На практике «карта опасностей» — упорядоченный набор значений соответствующих показателей исследуемого явления, в данном случае — опасности аварий. Риск аварии, о котором идет речь в Методике, — важный, но не единственный показатель аварийной опасности. К сожалению, иногда не различают показатели и параметры опасности аварий, путают с ними критерии безопасной эксплуатации ОПО. Параметр — это любая измеримая количественно величина, например для ОПО: количество обращающихся опасных веществ, численность аттестованного персонала, число зафиксированных отклонений от технологического режима, соотношение между числом инцидентов и аварий и т.п. Параметр можно считать показателем какого-то свойства большой технико-социальной системы (например, ОПО), если имеются теория, гипотеза, эмпирическое правило, связывающие значения показателя с основными характеристиками исследуемого свойства. В контексте разработанной Методики риск — это та «линейка», которой измеряют «размер» опасности аварии. Критерий — «красная черта» на этой линейке, ориентирующая, что «допустимо», а что «неприемлемо» (в Методике этот условный критерий перехода опасности в угрозу назван «допустимым риском»).

Согласно ФНП [11] обоснование отступлений от требований промышленной безопасности проводится в соответствии с результатами оценки риска аварии на ОПО и условиями безопасной эксплуатации ОПО. При сопряжении этих процедур и возникает проблема установления допустимых уровней аварийной опасности на ОПО.

Условия безопасной эксплуатации ОПО последовательно обосновываются: определением набора параметров и выбором основных показателей безопасной эксплуатации ОПО; оценкой значений выбранных показателей до и после отступления от

требований безопасности; сравнением значений выбранных показателей безопасной эксплуатации ОПО с критериями обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований безопасности; обоснованием решения о безопасной эксплуатации ОПО.

В действующих ФНП содержатся вполне конкретные требования, которые получены отбором соответствующих показателей безопасности из измеримых параметров и сравнением их с обоснованными критериями безопасной эксплуатации. Поэтому и при отступлении от требований, установленных ФНП, эти же процедуры должны быть исполнены при разработке ОБ ОПО.

Область использования риска аварии в ОБ — важный методический и практический вопрос. Риск — это показатель опасности, а не безопасности. Без обоснованного выбора численное значение риска аварии остается одним из многих параметров ОПО и не может служить единственным и абсолютным показателем безопасности объекта.

При разработке ОБ по алгоритмам Методики для измерения опасности необходимо пользоваться не абсолютными, а относительными риск-ориентированными величинами, причем уровень сравнения определяется безусловным выполнением действующих правил безопасности («уровень правил»).

Условия безопасной эксплуатации ОПО

К наиболее общим условиям безопасной эксплуатации ОПО относятся: выполнение требований промышленной безопасности (в том числе ФНП), соответствие значений показателей безопасной эксплуатации ОПО критериям обеспечения безопасной эксплуатации.

Для второго случая при отступлении от требований ФНП необходимы критерии обеспечения безопасной эксплуатации, в качестве которых могут быть приняты с определенными допущениями и критерии допустимого риска аварии на ОПО.

В общем случае критерий обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от действующих требований безопасности определяется следующим образом:

в предположении, что на ОПО выполнены все действующие правила безопасности, определяется уровень безопасности (УБ), т.е. «уровень правил» по выбранным основным показателям безопасной эксплуатации. В самом простом случае УБ может быть оценен по текущему уровню опасностей, измеряемых, например, риском аварии R_0 , т.е. $УБ = -R_0$;

при отступлении от норм без компенсирующих мер определяется пониженный уровень безопасности: $УБ_1 = -R_1$, где R_1 — оценка увеличившейся опасности аварии в этом случае;

если $R_1 > R_0$, то это явный признак непригодной методики их оценки (как оценки функции значений набора показателей) или ошибочного выбора показателей безопасной эксплуатации;

если $R_1 > R_0$, то обосновывается допустимый уровень опасности, измеряемый $R_{\text{доп}}$, для конкретного случая отступления от норм:

$$R_{\text{доп}} = R_0 / K_3, \quad (1)$$

где K_3 — коэффициент запаса, учитывающий состояние техники и кадров, значимость норм, неопределенность методик и исходных данных для расчета, чувствительность методики расчета к учету компенсирующих мероприятий, значимость модернизации и пр. (при отсутствии или недостаточности обоснования $K_3 > 1$).

Значение $\Delta_R = R_1 - R_{\text{доп}}$ — это индикатор для разработки набора обоснованных компенсирующих мер, которые должны иметь соответствующий эффект повышения защищенности рискующих и компенсировать опасность исследуемого отступления от ФНП.

Допустимый риск аварии и его установление

Рекомендованный в Методике алгоритм установления допустимого риска аварии включает основные стадии: идентификацию опасности отступления от требований безопасности; обоснованный выбор риск-ориентированных показателей опасности аварии; установление степени опасности аварии на ОПО; определение фонового риска аварии и выбор коэффициента запаса; оценку выбранных показателей риска после реализации отступлений и компенсирующих мер; и наконец, установление значения допустимого риска аварии с оценкой и обоснованием достаточности компенсирующих мер.

Важнейшей «стороной» опасности аварии является угроза ее приближения к порогу существенного причинения реального ущерба. Угроза — актуализированная опасность. Так, инспектор призван приостанавливать эксплуатацию не любого опасного объекта, а именно того, где возникает угроза аварии. Для сравнения: опасность аварии как потенциал присутствует на ОПО всегда, а угроза «реализации аварии» возникает только в предаварийных состояниях ОПО. Угроза аварии надвигается в том числе при необоснованных отступлениях от требований безопасности, а также в случаях приближения внешних и внутренних нагрузок на ОПО (техногенные, антропогенные, природные) к предельным проектным значениям. Только если отступления компенсированы дополнительными мероприятиями по обеспечению безопасности, то опасность не сможет перерасти в угрозу.

Для определения перехода «опасность — угроза» необходим специальный критерий, который и предложено обозначать допустимым риском. В сфере промышленной безопасности понятия «допустимый» и «приемлемый» следует различать: «допустимость» предполагает активность в исполнении решения и принятии ответственности за по-

следствия опасного воздействия, а «приемлемость» акцентирована на защитном внутреннем согласии в принятии тех или иных внешних решений. «Допустимость» определяется в основном легальностью (т.е. законностью), а «приемлемость» — легитимностью (т.е. деятельным согласием рискующих).

Установленный допустимый риск — результат многостороннего согласования коммерческих интересов бизнеса, жизненно важных потребностей и интересов государства, общества и непосредственно рискующих в защищенности от аварийных угроз, бизнес-интересов инвесторов, проектировщиков, производственных нужд эксплуатирующих организаций, исследовательских запросов науки и т.д. В этом процессе наиболее уязвимая, молчаливая и всегда реально страдающая сторона — собственно рискующие люди, для которых при вынужденных отступлениях от требований безопасности и допускается установление их «среднего порога гибели». Вынужденность отступления от требований безопасности и необходимость защищенности рискующих — крайне несоизмеримые ценности. «Первые» и «вторые» стороны, допускающие отступления от норм, берутся директивно устанавливать допустимый риск аварии для «третьей» стороны — рискующих, однако сами практически не рискуют в аварии. Поэтому Методика во многом человекоцентрична, исходит из крайне консервативных предположений, когда все обнаруженные неопределенности и скрытые незнания трактуются в запас увеличения защищенности людей от реализации опасностей промышленных аварий.

Важно учитывать, что риск аварии — одна из многих мер аварийной опасности, а оценка риска — относительно молодой и быстро развивающийся измерительный инструмент аварийной опасности. Известный недостаток распространенных методов количественной оценки риска (КОР) — относительно высокая неопределенность получаемых результатов. Для одного и того же ОПО результаты расчетов показателей риска аварии, выполненных различными группами исследователей, могут различаться на 2–3 десятичных порядка (мало кто оспаривает это утверждение по существу, а серьезных публикаций, его подтверждающих, предостаточно, например подробный отчет зарубежных исследователей [12]). Именно поэтому в Методике при установлении допустимого риска гибели людей через сопоставление с уровнями фоновых опасностей выбран максимальный диапазон для коэффициентов запаса в три десятичных порядка. Рекомендуемые в Методике значения коэффициентов запаса должны стимулировать разработчиков ОБ исследовать и анализировать достоверные исходные данные о предпосылках аварии и инцидентов на конкретном ОПО с предполагаемыми отступлениями от требований безопасности и пресекать использование среднетраслевых данных для конкретных отступлений.

Разработанная Методика не ограничивает применение любых пригодных методов КОР, а только консервативно защищает от опасных решений при необоснованных отступлениях от требований безопасности — посредством рекомендаций по выбору соответствующих коэффициентов запаса для различных фоновых уровней опасности. Чаще всего КОР не является основным аргументом для принятия принципиальных управленческих решений. Нередко посредством КОР только для подстраховки и лишь косвенно подтверждают безопасность на ОПО (точнее — приемлемость опасности), уже обеспеченную и обоснованную иными традиционными способами и современными процедурами в сфере промышленной безопасности (включая строгое соответствие проектной документации). Однако если на основе КОР требуется принимать ответственные решения об обеспечении безопасности (сопровождающиеся ростом вероятности возможной гибели людей), то необходимо учитывать известные ограничения методов оценки риска, это особенно важно в условиях возможных отступлений от требований ФНП. Именно поэтому Методика и рекомендует накладывать отдельные запреты на использование КОР при установлении допустимого риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий при разработке ОБ.

Разработанная Методика не применима для обоснования «допустимым риском» критических отступлений от требований безопасности, способствующих увеличению опасности эскалации, приводящей к возникновению крупной промышленной аварии на ОПО (в Методике даны исчерпывающие признаки таких аварий) или на соседних ОПО, а также роста опасности появления зон смертельного поражения при крупной аварии на ОПО НГК I и II класса опасности.

Предлагаемая Методика не устанавливает конкретные численные значения допустимого риска аварии, а только регламентирует рекомендуемую процедуру установления допустимого риска разработчиком ОБ, необходимого ему для оценки достаточности предлагаемых им компенсирующих мер безопасности: на конкретном ОПО и при конкретном отступлении от требований ФНП. Ответственность за установление допустимого риска аварии при отступлении от требований промышленной безопасности принимают на себя разработчик и эксперт ОБ. В первую очередь Методика необходима для оценки достаточности разработанных компенсирующих мер и проведения объективной экспертизы промышленной безопасности ОБ ОПО НГК.

В Методике значения критериев допустимого риска напрямую зависят от класса опасности ОПО НГК. При использовании Методики не рекомендуется в качестве показателей безопасной эксплуатации ОПО использовать единственный показатель риска аварии на ОПО. Если в крупной аварии по-

гибнет 10 человек, обоснование того, что каждый из них имел в отдельности риск «допустимый или меньше $1 \cdot 10^{-6}$ », будет выглядеть ошибочным.

Практическое внедрение риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность Ростехнадзора означает в том числе разработку, создание и использование соответствующей комплексной системы выявления, анализа и прогнозирования опасностей промышленных аварий, оценки риска и возможных масштабов последствий аварий на ОПО. Исходя из требований законодательной и нормативно-правовой базы в области промышленной безопасности, а также отечественного и лучшего международного опыта обеспечения промышленной безопасности, необходимо максимально доступное, открытое и широкое ознакомление рискующих с установлением допустимых уровней риска аварий и их обоснованием как границы перехода «опасность — угроза» на основе данных о фоновых и приемлемых уровнях аварийной опасности с учетом отраслевой принадлежности и класса опасности ОПО.

Уровни фонового и допустимого риска аварий на ОПО НГК

Для целей максимально широкого информирования всех сторон согласования отступления от требований, а также для доступного ознакомления непосредственно рискующих с возлагаемыми на них опасностями разработано и введено понятие уровня риска $R_{дв}$, под которым понимается величина, используемая для сравнения значений показателей риска аварий на ОПО НГК R с фоновым риском гибели людей в техногенных происшествиях $R_{гл}$:

$$R_{дв} = 10 \lg(R/R_{гл}). \quad (2)$$

Уровень риска измеряется в децибелах риска гибели человека (дБР) и на практике может принимать значения от -50 до 20 дБР: положительные значения характерны для случаев, когда риск аварии превышает риск гибели людей в распространенных техногенных происшествиях [1, 10].

Допустимый уровень риска аварии должен определяться с учетом значений приемлемого и фонового риска. Приемлемый риск аварии (приемлемая опасность) — совокупность значений показателей и признаков опасности аварии, воспринимаемых рискующими в качестве их допустимой нормы по защищенности от аварий.

При решении проблемы установления допустимого риска аварии на ОПО целесообразно не только ориентироваться на субъективное восприятие опасностей рискующими, но и приоритетно опираться на более объективные уровни фоновых опасностей: на самом ОПО, в отрасли (табл. 1), в техносфере (об уровнях опасности в техносфере см. подробнее в статье [10]). В табл. 1 за нулевой (опорный) уровень в 0 дБР принята мера опасности гибели россияни-

на в дорожно-транспортном происшествии или при пожаре (за 2012–2016 гг. $R_{ГЛ} = 241$ ppm).

Таблица 1

| Отрасль нефтегазового комплекса | Величина фонового риска за 2012–2016 гг. | |
|--|--|--|
| | $R_{дв}$, дБР | Среднегодовое число погибших от аварий на 1 млн riskующих, ppm |
| Нефтедобывающая промышленность | – 2,7 | 130 |
| Нефтеперерабатывающая промышленность | – 5,1 | 75 |
| Нефтехимическая промышленность | – 1,2 | 180 |
| Газодобывающая промышленность (за 2011–2015 гг.) | – 11,6 | 17 |

В Методике предполагается, что фоновый риск аварии в отрасли одинаков для всех ОПО, а фоновые риски для отдельных ОПО — разные, но вместе составляют среднеотраслевой риск. В случае использования среднеотраслевых значений, например, допустимый риск гибели персонала должен быть на 1–2 десятичных порядка меньше в зависимости от класса опасности ОПО НГК.

Чем больше некорректность и недостоверность исходных данных по фоновым аварийным опасностям, тем выше будут рекомендуемые Методикой коэффициенты запаса, тем жестче будет допустимый риск аварии, достижение которого станет фактически невозможным без основательного сбора достоверных исходных данных о конкретном ОПО и об опасности предполагаемого отступления на нем.

Вследствие значительного разнообразия возможных причин аварий на ОПО НГК, сценариев их возникновения и развития, широкого спектра возможных последствий промышленных аварий установление абсолютно одинаковых для всех ОПО

НГК критериев допустимого риска аварии не представляется возможным: как по методическим, так и по этическим соображениям.

Главные критерии обеспечения безопасной эксплуатации ОПО: принятие, соблюдение и неукоснительное выполнение требований промышленной безопасности. Любые другие предлагаемые критерии безопасности не могут противоречить этому условию более высокого уровня.

Методика преодолевает и другую распространенную методическую ошибку, что промышленная безопасность сводится исключительно к недопущению только гибели индивидов. Вопрос выбора показателей опасности отступления не должен ограничиваться только показателями риска гибели людей. В Методике приведены сведения о фоновом риске материального ущерба и числа случаев возникновения аварии в различных отраслях нефтегазового комплекса, актуализированные данные о которых представлены в табл. 2.

За незначительное время действия Методики к ее разработчикам поступили конструктивные замечания и предложения от самых разных специалистов, которые будут учтены при усовершенствовании Методики и ее риск-ориентированных алгоритмов. Рассмотрим несколько характерных вопросов, первый из которых наиболее точно сформулировал проф. С.А. Тимашев из НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН: из Методики «не ясно, откуда берутся численные значения коэффициентов запаса для установления допустимого риска аварии на ОПО НГК — это волевые решения или же они являются результатом решения каких-то конкретных оптимизационных задач? Этот вопрос тем более актуален, когда оценки риска могут различаться на три арифметических порядка».

Разработчиками Методики поставлена задача и предложено соответствующее методическое решение перехода от распространившегося использования абсолютных показателей опасности к

Таблица 2

| Отрасль нефтегазового комплекса | Величина фонового значения риска за 2012–2016 гг. | | |
|--|---|--|---|
| | Возникновения аварии на ОПО, аварий в год | | Материального ущерба от аварии на ОПО, млн руб. на аварию |
| | на ед. ОПО | ед. (на масштаб производства отрасли ОПО) | |
| Нефтедобывающая промышленность | $2,2 \times 10^{-3}$ | 4 (на 100 млн т добытой нефти) | 68 |
| Нефтехимическая промышленность | $3,5 \times 10^{-3}$ | 6 (на 10 млн т производства пластмасс и каучука ¹) | 190 |
| Нефтеперерабатывающая промышленность и нефтепродуктообеспечение (за 2011–2015 гг.) | $3,4 \times 10^{-3}$ | 4 (на 100 млн т первичной переработки нефти) | 51 |
| Газораспределение и газопотребление | $0,5 \times 10^{-3}$ | 9 (на 100 млрд м ³ потребляемого газа) | 5 |
| Магистральный трубопроводный транспорт | $3,0 \times 10^{-3}$ (0,07 на 1 тыс. км) | 7 (на трлн т-км грузооборота) | 33 |

¹ Пластмасс в первичных формах и синтетического каучука.

относительным уровням риска аварии, для чего и понадобилось введение инструментария коэффициентов запаса относительно уже достигнутых фоновых уровней аварийной опасности.

Источниками для оценки диапазона предлагаемых в Методике значений КЗ стали: фиксируемый разброс значений в официальных данных по аварийности и смертельному травматизму на ОПО НГК, известные масштабы неопределенности существующих методик оценки риска (для индивидуального риска, например, до трех десятичных порядков), опыт технического регулирования пожарной безопасности (законодательное изменение допустимого пожарного риска на десятичные порядки), фактическое исключение из часто применяемых методов оценки риска аварий адекватных моделей зарождения и возникновения аварий, точнее — упрощенная замена их исходными данными о частотах «средних» отказов на «средних» технических устройствах.

Чем выше неопределенность исходных данных о фоновом риске аварии, выше степень опасности ОПО, тем больше будет значение КЗ допустимости относительно фонового значения риска аварии. Максимальный диапазон изменения КЗ определяется возможным разбросом значений показателей риска аварий, оцениваемых по распространенным методикам. Значения КЗ внутри максимального диапазона вычисляют в долях, соответствующих классу опасности ОПО и степени неопределенности выбранного фонового уровня опасности. На данном этапе внедрения методов установления допустимого риска аварии важнее не точное значение КЗ, а характер его изменения в известном диапазоне.

Конкретные значения КЗ, рекомендованные в Методике, могут и должны быть уточнены с учетом иных достоверных сведений о функции распределения случайной величины потерь от аварии и ее других представительных характеристиках для различных типов ОПО и даже поменять значения, в отличие от принципов их выбора и применения для установления допустимого риска аварии относительно фоновых уровней аварийных опасностей.

Рассмотрим еще одно типовое замечание и вопрос: Методика не учитывает, что действующие ОПО уже созданы с чрезмерным запасом «по риску», поэтому типовые отступления от ФНП лишь увеличивают показатели риска и «не приводят к выходу их за область допустимых значений»; почему для проектируемых ОПО КЗ принят равным 3, а для ОПО с новыми требованиями — 5?

И раньше и в настоящее время ОПО проектируют не «по показателям риска с большим коэффициентом запаса», а в предположении, что на них будут выполняться действующие правила безопасности. Отступление от норм увеличивает опасности относительно фонового уровня (когда действующие правила соблюдаются). Необходимо компенсировать

опасности, возникающие вследствие отступления от норм, и проконтролировать их достаточность, измеряя риск аварии «до и после» отступления с обязательной компенсацией. Если предположить, что действующие нормы чрезмерны и нет необходимости их выполнять, то следует пересмотреть сами нормы и не применять предлагаемую Методику. В ней принято, что действующие нормы соответствуют реальным опасностям, так как нормы разработаны в результате анализа уже происшедших аварий, а не логических гипотез. По предлагаемому в Методике подходу действительно практически невозможно обосновать только угрожающие и необоснованные отступления от норм (а малоопасные, т.е. обоснованно компенсированные — вполне возможно).

Выбор КЗ для новых объектов и для новых требований определяют стремлением обезопасить новую техносферу, исключая из проектирования неизученные или неоправданно опасные новые технологии. Значения коэффициентов выбраны как соответствующие доли от трети диапазона полного возможного разброса значений показателей риска аварии, рассчитываемых по современным методикам оценки риска аварий. Если в перспективе появятся более точные методики и более достоверные исходные данные для расчетов, то рекомендуемые КЗ должны быть пересмотрены и при необходимости сокращены. Это может быть сделано уже сейчас и в рамках разработки конкретного ОБ ОПО НГК.

Заключение

По своему основному содержанию и краткой форме Методика не только позволяет разрабатывать компенсирующие и недостающие требования безопасности для конкретного ОПО НГК в форме документа «Обоснование безопасности», но и способствует обнаружению и предупреждению новых опасностей и угроз для безопасного будущего промышленной России.

Список литературы

1. *Методика* установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса: рук. по безопасности. — Сер. 08. — Вып. 32. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. — 24 с.
2. *Методические основы* по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: рук. по безопасности. — Сер. 27. — Вып. 8. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. — 56 с.
3. *Farmer F.R. Methodology of Energy Risk Comparisons// IAEA BULLETIN.* — 1980. — Vol. 22. — № 5 (6). — P. 120–122. URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull22-5/225_604092220.pdf (дата обращения: 01.12.2017).
4. *Bertin M. Studies of risks from different energy sources. Methodological comments// IAEA BULLETIN.* — 1980. — Vol. 22. — № 5 (6). — P. 72–79. URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull22-5/225_604097279.pdf (дата обращения: 01.12.2017).

5. Lagadec P. Major Technological Risk. An assessment of Industrial Disasters. — 1st ed. — Oxford: Pergamon Press, 1982.
6. Risk terminology — a platform for common understanding and better communication/ F.M. Christensen, O. Andersen, N.J. Duijm, P. Harremoes// Journal of Hazardous Materials. — 2003. — № 103. — P. 181–203.
7. Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятностей/ А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин// Безопасность труда в промышленности. — 2002. — № 7. — С. 35–39.
8. Гражданкин А.И., Печеркин А.С. О влиянии «управления комплексным риском» на рост угроз техногенного характера// Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 3. — С. 38–42.
9. Гражданкин А.И. В каком смысле безопасность?// Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21. — № 3. — С. 81–85.
10. Гражданкин А.И., Печёркин А.С., Сидоров В.И. Допустимый риск — мера неприемлемой опасности промышленной аварии// Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 3. — С. 66–70.
11. Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 03. — Вып. 73. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. — 16 с.
12. Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments/ K. Lauridsen, I. Kozine, F. Markert et al.// The ASSURANCE project. Final summary report. — 2002. — 49 p. URL: http://riskprom.ru/_ld/2/265_ris-r-1344.pdf (дата обращения: 01.12.2017).

gra@safety.ru

Материал поступил в редакцию 1 декабря 2017 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2017, № 12, pp. 51–57.
DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57

On the Establishment of the Tolerable Risk Levels of Accident for Assessment of Compensatory Measures Sufficiency in Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility of Oil and Gas Complex

Information about the Author

A.I. Grazhdankin, Cand. Sci. (Eng.), Department Head, gra@safety.ru
A.S. Pecherkin, Dr. Sci. (Eng.), Prof., First Dep. General Dir.
STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia
O.V. Nikolayenko, Department Head
PAO GAZPROM NEFT, Saint-Petersburg, Russia

Abstract

Tolerable risk levels of accident are required for comprehensive assessment of compensatory measures sufficiency when developing substantiation of safety of hazardous production facility in cases of deviation from the requirements of the federal norms and regulations in the field of industrial safety. This procedure is regulated by the Safety guide «Methods of the establishment of accident tolerable risk at substantiation of safety of hazardous production facilities of oil and gas complex». The main outcome of the absolutely small period of its validity — realized and in many respects methodical shift from risk-guiding approach to risk-oriented approach in the field of industrial safety mastered by expert community. Basic methodical provisions and proble-

matic issues of the procedure of establishing tolerable risk levels of accident are considered. For differentiation of the transition from the potential of accident hazard to its implementation it is required to have special criterion, which is proposed to characterize by different levels of tolerable risk.

The methods do not establish any specific numerical values of accident tolerable risk. It regulates the recommended procedure of the tolerable risk establishment by the developer of the document «Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility» required to it for the assessment of sufficiency of the compensatory safety measures: at the specific hazardous production facility and at the specific deviation from the requirements of the federal norms and regulations in the field of industrial safety.

Conditions of safe operation of hazardous production facility are consistently substantiated: by defining the set of the parameters and selection of key indicators of safe operation of hazardous production facility; by the assessment of values of the selected indicators before and after the required deviation from safety requirements; by comparison of values of the selected indicators of safe operation of hazardous production facility with criteria of ensuring safe operation at deviation from safety requirements; by substantiation of the decision on safe operation of hazardous production facility.

The methods allow not only to develop the regulatory document «Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility», but also to facilitate detection and prevention of new hazards and threats for safe future of industrial Russia.

Key words: hazard, threat, risk of accident, tolerable risk of accident, substantiation of safety, compensatory measures.

References

1. Metodika ustanovleniya dopustimogo riska avarii pri obosnovanii bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh obektov neftegazovogo kompleksa: ruk. po bezopasnosti (Methods of Establishment of Accident Tolerable Risk at Substantiation of Safety of Hazardous Production Facilities of Oil and Gas Complex: Safety Guide). Ser. 08. Iss. 32. Moscow: ZAO NTTs PB, 2017. 24 p.
2. Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariy na opasnykh proizvodstvennykh obektakh: ruk. po bezopasnosti (Methodical Bases on Conducting Analysis of Hazards and Accident Risk Assessment at Hazardous Production Facilities: Safety Guide). Ser. 27. Iss. 8. Moscow: ZAO NTTs PB, 2016. 56 p.
3. Farmer F.R. Methodology of Energy Risk Comparisons. IAEA BULLETIN. 1980. Vol. 22. № 5 (6). pp. 120–122. Available at: https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull22-5/225_604092220.pdf (accessed: December 1, 2017).
4. Bertin M. Studies of risks from different energy sources. Methodological comments. IAEA BULLETIN. 1980. Vol. 22. № 5 (6). pp. 72–79. Available at: https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull22-5/225_604097279.pdf (accessed: December 1, 2017).
5. Lagadec P. Major Technological Risk. An Assessment of Industrial Disasters. 1st ed. Oxford: Pergamon Press, 1982.
6. Christensen F.M., Andersen O., Duijm N.J., Harremoes P. Risk terminology — a platform for common understanding and better communication. Journal of Hazardous Materials. 2003. № 103. pp. 181–203.
7. Grazhdankin A.I., Degtyarev D.V., Lisanov M.V., Pecherkin A.S. Main indices of accident risk in terms of the theory of probability. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2002. № 7. pp. 35–39.
8. Grazhdankin A.I., Pecherkin A.S. About the effect of «complex risk management» on the growth of the threats of technogenic character. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2004. № 3. pp. 38–42.
9. Grazhdankin A.I. What do you mean by safety? *Pozharovzryvobezopasnost = Fire and Explosion Safety*. 2012. Vol. 21. № 3. pp. 81–85.
10. Grazhdankin A.I., Pecherkin A.S., Sidorov V.I. Tolerable risk — measure of unacceptable hazard of industrial accident. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2015. № 3. pp. 66–70.
11. *Obshchie trebovaniya k obosnovaniyu bezopasnosti opasnogo proizvodstvennogo obekta: feder. normy i pravila v obl. prom. bezopasnosti* (General Requirements to Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility: Federal Norms and Regulations in the Field of Industrial Safety). Ser. 03. Iss. 73. Moscow: ZAO NTTs PB, 2017. 16 p.
12. Lauridsen K., Kozine I., Markert F., Amendola A., Christou M., Fiori M. Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments. The ASSURANCE Project. Final Summary Report. 2002. 49 p. Available at: http://riskprom.ru/_ld/2/265_ris-r-1344.pdf (accessed: December 1, 2017).