

Проблемы классификации взрывоопасных зон и выбора взрывозащищенного электрооборудования для морских буровых и нефтегазодобывающих объектов

Надзор за строительством, вводом в эксплуатацию и эксплуатацией как стационарных, так и плавучих (передвижных) морских буровых и нефтегазодобывающих объектов осуществляют Ростехнадзор и Российский морской регистр судоходства (РС). Выполнение требований отраслевых правил обязательно при проектировании таких объектов. Кроме этого, стремясь гармонизировать российские государственные стандарты с международными, Росстандарт (бывш. Ростехрегулирование и Госстандарт) ввел в действие серию стандартов на основе стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК).



Статья была опубликована в журнале
«Безопасность труда в промышленности»
№9, 2012.
УДК 622.242.4:621.31-213.34
© А.Г. Махмутов, И.В. Каплин, С.В. Гаврилов



А.Г. Махмутов,
заместитель
Главного инженера
ПАО «ЦКБ «Коралл»



И.В. Каплин,
начальник отдела
управления
качеством,
стандартизации,
промышленной
и экологической
безопасности ПАО
«ЦКБ «Коралл»



С.В. Гаврилов,
начальник
электротехнического
отдела ПАО «ЦКБ
«Коралл»



Классификация взрывоопасных зон и выбор электрооборудования для использования в них — фундаментальные вопросы в обеспечении безопасности морских буровых и нефтегазодобывающих платформ и установок. В настоящее время по классификации взрывоопасных зон и выбору электрооборудования действуют следующие правила и стандарты: ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008 [2], ПБ 08-623—03 [3], ПБ 08-624—03 [4], ПУЭ [5] и правила РС [6]. К ним также следует отнести Технический регламент о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах [7] и Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [8]. Но эти регламенты не распространяются на передвижные



Морская платформа в стадии монтажа



На буровой площадке платформы



морские платформы и буровые платформы для работы в морских и внутренних водах, т.е. действуют только для стационарных морских сооружений.

Документация морских платформ проходит Государственную экспертизу, включающую экспертизу промышленной безопасности, и экспертизу Регистра Судоходства — члена Международной ассоциации классификационных обществ. По поручению Правительства Российской Федерации РС осуществляет контроль в первую очередь за обеспечением безопасности человеческой жизни на море и требует выполнения своих правил [6].

Зоны опасности подразделяются на классы (или категории — по ПБ 08-623—08 [3]), за исключением ПУЭ [5], и обозначаются 0, 1, 2. Основные проблемы возникают с зонами, классифицируемыми как 0 и 1, в параллельно действующих нормативных документах, поскольку при внимательном рассмотрении за одинаковой нумерацией стоят принципиальные различия по существу исполнения электрооборудования, допускаемого к применению в этих зонах. Анализируя определения, можно отметить схожесть формулировок (табл. 1). Однако проблемы возникают при выборе уровня и вида взрывозащиты электрооборудования, применяемого в помещениях, классифицируемых как взрывоопасные.

Несмотря на наличие в ПБ 08-623-03 классификации зон и помещений морских нефтегазовых объектов, они не дают четкого определения, какое по исполнению электрооборудование допускается к установке в той или иной зоне. Вместо этого в п. 1.13.3 указано: «Согласно требованиям ПУЭ зоны 0, 1 и 2 должны иметь оборудование соответственно во взрывобезопасном и взрывозащищенном исполнении». Однако в ПУЭ зоны не классифицируются как 0, 1 и 2, а классифицируются с точки зрения образования взрывоопасных смесей горючих газов и паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) как: В-I, В-Ia, В-Iб и В-Iг. Это первая важная проблема в выборе электрооборудования для взрывоопасных зон.

В связи с этим, вынужденно, понимая условность, проектанты обращаются к п. 1.13.15 ПБ 08-623-03, согласно которому «классификация зон и помещений по взрывоопасности проводится в соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности», т.е. ПБ 08-624-03. Однако там согласно определениям (см. табл. 1) зоны классов 0 и 1 приравнены к зонам классов В-I (для помещений), В-Iг (для полузакрытых пространств и пространств у наружных установок), В-Ia (для помещений) и В-Iб из ПУЭ. Определения зон классов В-I и В-Ia по ПУЭ:

В-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком коли-

честве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т.п.;

В-Ia — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Выбор уровня и вида взрывозащиты электрооборудования для помещений, классифицированных как взрывоопасная зона, осуществляют согласно требованиям Ростехнадзора по ПУЭ. Допустимый уровень взрывозащиты оболочек электрооборудования для взрывоопасных зон по ПУЭ приведен в табл. 2.

Таким образом, в закрытых помещениях морских буровых и нефтегазодобывающих объектов, в «которых установлено открытое технологическое оборудование и устройства для нефти и бурового раствора, содержащие нефть и нефтяные газы» [3], а это, например, помещения циркуляционной системы, относящиеся согласно ПБ 08-623—03 к помещениям категории взрывоопасности 0, допускает-

ся применять электрическое оборудование с уровнем взрывозащиты 1 и 0. Маркировка такого, наиболее используемого, электрооборудования с учетом вида взрывозащиты: 1ExdIIAT3 — взрывонепроницаемая оболочка; 1ExiIIAT3 или 0ExiIIAT3 — искробезопасная электрическая цепь, где цифра перед знаком Ex соответствует уровню взрывозащиты.

В итоге, согласно выстроенной логике, в соответствии с ПБ 08-623—03 в зоне категории 0 допускается устанавливать электрооборудование с маркировкой 1Ex, а в зоне категории 1 — с маркировкой 2Ex.

Определения, данные зонам в ПБ 08-624—03, в первой части схожи с определениями зоны класса 0 из ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008, а во второй части с определением зоны класса 1 из ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008 и включает упоминание зоны класса В-I из ПУЭ, которая, в свою очередь, схожа с зоной класса 1 из ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008 и ПБ 08-623—03.

Таким образом, ПБ 08-624-03 дают двусмысленное определение взрывоопасным зонам и через ссылку на ПУЭ позволяют применять электрооборудование с заниженным уровнем взрывозащиты.

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования в России в настоящее время регламентируется ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 [9], она соответствует ПУЭ, международным и иностранным стандартам (с незначительными отличиями). Выбор электрооборудования согласно классу взрывоопасной зоны регламентирует ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008 [10]. В зоне класса 0 может использоваться электрооборудование с разрешенным уровнем взрывозащиты (EPLs) Ga и видами взрывозащиты:

Таблица 1. Сопоставление формулировок в разных нормативных документах

НТД	Зона класса 0	Зона класса 1
Технический регламент [7]	Методы определения классификационных показателей взрывоопасной зоны устанавливаются нормативными документами по безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах	
Технический регламент [8]	Зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа	Зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси
ГОСТ Р МЭК-60079-10-1-2008	Зона, в которой взрывоопасная газовая среда (смесь с воздухом горючих веществ в виде пара или тумана) присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени или часто	Зона, в которой существует вероятность образования взрывоопасной газовой среды (смеси с воздухом горючих веществ в виде пара или тумана) в нормальных условиях эксплуатации
ПБ 08-623-03	Участок, на котором взрывоопасная смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени	Участок, на котором может присутствовать взрывоопасная смесь в нормальном рабочем режиме
ПБ 08-624-03	Пространство, в котором постоянно или в течение длительного периода времени присутствует взрывоопасная смесь воздуха или газа, в том числе зоны В-I и В-Ir (по ПУЭ-00), расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы	Пространство, в котором при нормальных условиях работы возможно присутствие взрывоопасной смеси воздуха или газа, в том числе зоны В-Ia и В-Iб (по ПУЭ-00), расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только при авариях или неисправностях
Правила РС [6]	Пространство, в котором постоянно или в течение длительного времени присутствует взрывоопасная смесь воздуха и газа	Пространство, в котором при нормальных условиях работы возможно присутствие взрывоопасной смеси воздуха и газа

- искробезопасная электрическая цепь уровня (ia);
 - герметизация компаундом (ma);
 - два независимых вида защиты, каждый отвечающий уровню взрывозащиты Gb;
 - защита оборудования и передающих систем, использующих оптическое излучение.
- В зоне класса 1 может применяться электрооборудование с разрешенным уровнем взрывозащиты (EPLs) Gb и видами взрывозащиты:
- взрывонепроницаемые оболочки (d);
 - повышенная защита (e);
 - искробезопасная электрическая цепь уровня ib;

- герметизация компаундом (mb);
- масляное заполнение оболочки (o);
- оболочки под избыточным давлением (p, px, py);
- кварцевое заполнение оболочки (q);
- концепция искробезопасной системы полевой шины (FISCO);
- защита оборудования и передающих систем, использующих оптическое излучение.

Как указывалось выше, к помещениям, категоризованным как зона 0 (ПБ 08-623—03), относятся помещения циркуляционной системы (системы очистки бурового раствора), а также приготовления бурового раствора, в ко-

Таблица 2.

Вид оборудования	Уровень взрывозащиты для зон класса	
	В-I	В-Ia, В-Ir
Электрические машины	1 — взрывобезопасное электрооборудование	2 — повышенная надежность против взрыва
Электрические аппараты и приборы	0 — особовзрывобезопасное электрооборудование 1 — взрывобезопасное электрооборудование	2 — повышенная надежность против взрыва (для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80 °C) Без средств взрывозащиты (для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80 °C). Оболочка со степенью защиты не менее IP54
Электрические светильники	1 — взрывобезопасное электрооборудование	2 — повышенная надежность против взрыва

торых устанавливаются механизмы с электрическими приводами. Если применить ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008 в части выбора взрывозащищенного электрооборудования, то оказывается, что силовые электродвигатели и светильники в принципе не могут иметь взрывозащиту вида «искробезопасная электрическая цепь» или «защита оборудования и передающих систем, использующих оптическое излучение», а другое силовое электрооборудование для такой зоны серийно промышленностью не освоено, стоит очень дорого, да и в практике проектирования в таких помещениях морских буровых и нефтегазодобывающих объектов силовое электрооборудование такого исполнения не применяется. Такой казус возникает из-за того, что в мировой практике под зоной, пространством, участком, в котором постоянно присутствуют взрывоопасные газы, понимаются не помещения, а внутренние пространства технологического оборудования, в которых могут устанавливаться датчики в исполнении «искробезопасная электрическая цепь» и другое оборудование соответствующее уровню Ga.

Проблема возникает из-за того, что с одной стороны, определение зон категории 0 и 1 в ПБ 08-623—03 связывается с вероятностью присутствия (постоянного, длительного и возможного) взрывоопасных смесей, с другой стороны, при назначении взрывоопасных зон, согласно п. 1.13.7 ПБ 08-623—03, закрытые помещения, в которых установлено открытое технологическое оборудование и устройства для бурового раствора, содержащие нефть и нефтяные газы, однозначно отнесены к зоне категории 0. Под это определение попадают вышеназванные помещения, хотя временное появление в буровом растворе газа, объемная доля которого составляет до 5 % (при этом принимаются меры по его дегазации и устранению причин насыщения раствора газом, согласно п. 2.7.7.11 ПБ 08-624—03), или применение буровых растворов с использованием нефти в случае прихвата инструмента при бурении (установка нефтяных ванн, согласно п. 2.7.7.14 ПБ 08-

624—03) позволяет отнести эти помещения к «участку, на котором может присутствовать взрывоопасная смесь в нормальном рабочем режиме» [3], т.е. к зоне категории 1. В мировой практике такие помещения действительно относят к зоне класса 1 и используют в них электрооборудование с соответствующими видами взрывозащиты, установленными ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008: электродвигатели с видом взрывозащиты d, светильники с видом взрывозащиты e и др.

В составе проектной документации морских нефтегазовых объектов в части принятия технических решений обеспечения взрывобезопасности и взрывопожаробезопасности главное место занимает схема взрывоопасных зон. Однако при ее разработке в результате существующих проблем одни и те же помещения классифицируются по-разному, например: как категория 0 по ПБ 08-623—03 и как 1 по правилам РС [6], что вызывает путаницу не только у конструкторов объектов, но и у строителей, поставщиков оборудования, надзорных органов, заказчиков и эксплуатирующего персонала.

Еще одной проблемой можно назвать разногласия в оценке границ взрывоопасных зон. Так, в правилах РС [6] (как и в рекомендациях Американского института нефти — API, норвежских стандартах классификационного общества Det Norske Veritas, Британского института нефти — IP и ряда других признанных на международном уровне организаций, имеющих свои правила для морских нефтегазовых объектов) взрывоопасная зона на буровой установке определяется пределами ограждений, а в ПБ 08-623—03 — пространством в радиусе 15 м от нижних конструкций платформы на всю высоту вышки. Это, естественно, не только технически усложняет проект, но при этом существенно возрастает стоимость оборудования, проигрывает конкурентоспособность проектов, поскольку закупленные за рубежом объекты, выполненные по зарубежным стандартам, допускаются к эксплуатации на континентальном шельфе России. В результате заказчикам проще и дешевле покупать гото-

вые установки за рубежом, чем строить их в России.

Как выход из этого положения в составе проектной документации разрабатывались схемы взрывоопасных зон отдельно для экспертизы промышленной безопасности и отдельно для экспертизы РС. Например, для ледостойкой стационарной платформы ЛСП-1, эксплуатирующейся на месторождении им. Ю. Корчагина (Северный Каспий), была разработана схема, в которой на первых четырех листах взрывоопасные зоны были приведены по ПБ 08-623—03, а на последующих четырех — по правилам РС. Но прохождение экспертизы не должно превращаться в самоцель. Целью должна стать безопасность, которая может быть достигнута только однозначным пониманием требований в нормативной документации.

Есть проблема и с государственными стандартами. В настоящее время действуют стандарты и серии ГОСТ Р 51330, и серии ГОСТ Р МЭК 60079. Стандарты серии ГОСТ Р 51330 разработаны на основе предыдущих версий стандартов МЭК, в них существует ряд несоответствий, что позволяет манипулировать ими в зависимости от интересов сторон.

Следует отметить, что разработка технического регламента [7], к сожалению, не решила проблем, к тому же он сохранил недостатки ПУЭ, связав аварии и неисправности технологического оборудования с опасностью зоны, в отличие от ГОСТ Р МЭК-60079-10-1—2008, который уделяет большее внимание вопросам обеспечения вентиляции как фактору, влияющему на взрывоопасность зоны и ее размеры. В Европейской экономической зоне опасные газы классифицированы в соответствии с EN 50014:1997 «Электрические аппараты для работы в потенциально взрывоопасных атмосферах. Общие требования». Этот документ представляет собой согласованный европейскими странами стандарт, разработанный в соответствии с Директивой 94/9/ЕС «Оборудование и защитные системы, предназначенные для использования в потенциально взрывоопасных атмосферах» (Директива АТЕХ).

Этот стандарт заменен на стандарт EN 60079-0:2004, который разработан на основе стандарта МЭК 60079-0:2004 «Электрические аппараты для работы в потенциально взрывоопасных атмосферах. Часть 0. Общие требования» [11]. Последний лег и в основу ГОСТ Р МЭК 60079-0—2011 [9].

В США классификация зон опасностей основана на концепции оценки и ограничения риска, связанного с установкой электрооборудования в потенциально взрывоопасных зонах. Классификация опасных зон представляет собой анализ вероятности и оценку риска на предприятиях, связанных с потенциально взрыво- и пожароопасной атмосферой. Классификация должна отвечать требованиям стандартов Национальной ассоциации пожарной безопасности (National Fire Protection Association — NFPA) и рекомендаций API [12].

Россия строит морские платформы не только для собственных нужд, но и для иностранных компаний. Так, группа компаний «Каспийская энергия» завершает в Астрахани строительство морской устьевой платформы для англо-арабской компании Dragon Oil — подрядчика освоения месторождений на шельфе Туркменистана (см. рисунок). В соответствии с запросами заказчика в части обеспечения взрывозащиты в проекте реализованы требования API RP 505 «Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class 1, Zone 0, Zone 1, and Zone 2» (Классификация участков размещения электроустановок на нефтеперерабатывающих заводах, классифицируемых как класс 1, зоны 0, 1 и 2). Экспертизу безопасности проекта выполнила независимая компания ILF Consulting Engineers.

Таким образом, существующая путаница усложняет и сам процесс строительства объектов, и их приемку надзорными органами. Например, для комплектации бурового и технологического оборудования морских нефтегазовых объектов широко используется иностранное электрооборудование во взрывозащищенном исполнении (электродвигатели, датчики и

др.). Во-первых, при разработке технических требований приходится в них указывать ссылку на ПБ 08-623—03 (вместо известных во всем мире стандартов МЭК, которым соответствуют ГОСТ Р) в части классификации зон, учитывая ссылку на отсутствующие в ПУЭ зоны 0–2, давать пояснения, что в зоне категории 0 по ПБ 08-623—03 применяется электрооборудование, допускаемое к установке в зоне класса 1 по ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008. Во-вторых, при поставке оборудования в документации поставщиком указываются сведения о зонах, в которых допускается использование этого оборудования. Теперь уже у заводо-строителей при приемке оборудования возникают вопросы, соответствует ли это электрооборудование зонам установки.

Следует отметить, что обращения в Ростехнадзор с предложениями привести в соответствие свои правила с государственными стандартами пока не нашли понимания. Суть предложения заключается в том, чтобы Ростехнадзор исключил из своих правил требования к выбору взрывозащищенного электрооборудования для взрывоопасных зон, сославшись в этом вопросе на действующие государственные стандарты, т.е. признать приоритет государственных стандартов над отраслевыми (ведомственными). В лучшем случае в правилах безопасности целесообразно адаптировать методику классификации взрывоопасных зон и определения их размеров, изложенную в стандарте ГОСТ Р 52350.10—2005 (МЭК 60079-10:2002) «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Ч. 10. Классификация взрывоопасных зон», с учетом отраслевой специфики, в частности, для морских нефтегазовых объектов. Вышеуказанный стандарт уточняет значения «критериев, которые применяются при проведении классификации взрывоопасных газовых сред» в соответствии с действующим ГОСТ Р 51330.10—99 или введенным в действие позднее ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008 [2].

Острота проблемы возрастает в связи с тем, что уже сейчас по заказу ОАО

«ЛУКОЙЛ» начата разработка рабочей документации и строительство крупных морских нефтегазовых объектов для Северного Каспия, а в ближайшее время, по заявлениям ведущих российских нефтегазовых компаний ОАО «Газпром» и ОАО «НК «Роснефть», развернется программа проектирования и строительства нескольких десятков морских нефтегазовых объектов для арктических и дальневосточных морей России. [П3](#)



Литература:

1. Таубкин И.С., Саклантй А.Р. О необходимости совершенствования Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624—03)// Нефтегазовые технологии. — 2011. — № 11.
2. ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008. Взрывоопасные среды. Ч. 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды; Введ. 01.07.2010. — М.: Стандартинформ, 2009.
3. ПБ 08-623—03. Правила безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе. — 2-е изд., испр. — Сер. 08. — Вып. 9. — М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. — 85 с.
4. ПБ 08-624—03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. — Сер. 08. — Вып. 4. — М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. — 305 с.
5. Правила устройства электроустановок; Введ. 01.07.2000. — 6-е и 7-е изд. — М.: НИЦ ЭНАС, 1999.
6. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. — СПб: Российский морской регистр судоходства, 2012. — 480 с.
7. Технический регламент о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах; Введ. 01.03.2011// Собр. законодательства Рос. Федерации. — 2010. — № 9. — Ст. 975.
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.; одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г.// Рос. газ. — № 163 (4720). — 2008. — 1 авг.
9. ГОСТ Р МЭК 60079-0—2011. Взрывоопасные среды. Ч. 0. Оборудование. Общие требования; Введ. 01.07.2012. — М.: Стандартинформ, 2012.
10. ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008. Взрывоопасные среды. Ч. 14. Преприятие, выбор и монтаж электроустановок. — М.: Стандартинформ, 2009.
11. Стенли З. Выбор лучшего способа защиты электрических аппаратов в опасных зонах// Нефтегазовые технологии. — 2007. — № 3.
12. Джонстон Дж.Е. Определение и классификация потенциально опасных зон// Нефтегазовые технологии. — 2009. — № 3.