ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70799— 2023

Нефтяная и газовая промышленность

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Часть 14

Подводная высокоинтегрированная система защиты от избыточного давления

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром морские проекты» (ООО «Газпром морские проекты»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 июня 2023 г. № 442-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения . . . 3
4 Общие положения . . . 5
4.1 Элементы системы . . . 5
4.2 Характеристики продукции . . . 6
4.3 Учет возможного отказа ВИСЗД . . . 6
4.4 Опасность технологического процесса и анализ рисков . . . 7
4.5 Выбор и определение уровня полноты безопасности . . . 7
4.6 Спецификации требований к безопасности . . . 8
5 Проектирование . . . 9
5.1 Основные положения . . . 9
5.2 Виды отказов . . . 10
5.3 Температура . . . 11
5.4 Давление . . . 11
5.5 Система управления . . . 12
5.6 Выбор класса материалов . . . 14
5.7 Гидростатическое давление . . . 14
5.8 Условия транспортирования и монтажа . . . 14
5.9 Конструкция оборудования . . . 14
5.10 Подводный модуль управления и электронные модули . . . 15
5.11 Оценка уровня полноты безопасности . . . 17
5.12 Особые требования к проектированию трубной обвязки и ее конструктивных элементов . . . 17
6 Материалы и оборудование . . . 18
6.1 Оборудование исполнительных устройств ВИСЗД . . . 18
6.2 Система управления в составе ВИСЗД и исполнительные устройства . . . 19
6.3 Сварка . . . 19
6.4 Контроль внешней коррозии . . . 19
7 Контроль качества . . . 20
7.1 Общие положения . . . 20
7.2 Уровень технических требований запирающих устройств системы ВИСЗД . . . 20
7.3 Конструктивные элементы . . . 21
7.4 Подъемные устройства . . . 21
7.5 Электрохимическая защита . . . 21
7.6 Хранение и транспортирование . . . 21
8 Маркировка . . . 22
8.1 Общие положения . . . 22
8.2 Такелажные узлы и проушины . . . 22
9 Подтверждение соответствия . . . 22
9.1 Общие положения . . . 22
9.2 Валидация запирающих механизмов ВИСЗД и привода . . . 22
9.3 Валидация клапанов контроля давления, слива жидкости, перепуска, подачи химических реагентов . . . 23
9.4 Валидация распределительного клапана . . . 23
9.5 Валидация датчиков, программируемой электронной системы и устройств системы управления . . . 24
9.6 Валидация исполнительного устройства ВИСЗД . . . 25
9.7 Оценка уровня полноты безопасности для элементов исполнительного устройства . . . 25
10 Монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация . . . 26
10.1 Общие положения . . . 26
10.2 Планирование . . . 26
10.3 Монтаж . . . 27
10.4 Ввод в эксплуатацию . . . 28
Библиография . . . 31

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью совершенствования фонда национальной нормативной базы Российской Федерации, обеспечивающей единый подход к проектированию и эксплуатации систем подводной добычи. Сложные природно-климатические условия на большей части шельфа РФ в сочетании с ограниченным доступом к подводному оборудованию вследствие продолжительного ледового периода обуславливают необходимость соблюдения повышенных требований к безопасной и надежной работе системы подводной добычи при освоении морских месторождений нефти и газа. Возможным техническим решением, направленным на повышение безопасности технологических процессов добычи нефти и газа на шельфе, является включение в состав системы подводной добычи специализированных систем противоаварийной защиты, одной из которых является высокоинтегрированная система защиты от избыточного (повышенного) давления, общие требования к которой установлены в настоящем стандарте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Часть 14

Подводная высокоинтегрированная система защиты от избыточного давления

Petroleum and natural gas industries. Design and operation of subsea production systems.
Part 14. Subsea high integrity pressure protection system

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает положения и рекомендации по проектированию и эксплуатации высокоинтегрированной системы защиты от повышенного давления в составе системы подводной добычи.

При проектировании высокоинтегрированной системы защиты от повышенного давления могут быть использованы требования к приборным системам безопасности и системам безопасности промышленных процессов, приведенные в серии стандартов ГОСТ Р МЭК 61511 и ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1 — ГОСТ Р МЭК 61508-7. В настоящем стандарте указанные требования конкретизированы применительно к оборудованию для подводной добычи углеводородов. В стандарте установлены положения и рекомендации по проектированию и эксплуатации датчиков давления высокоинтегрированной системы защиты от повышенного давления, логического устройства клапанов аварийной защиты и вспомогательных устройств, а также положения и рекомендации к процессам монтажа и испытания системы, обмена информацией и контроля технического состояния системы.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 17216 Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей

ГОСТ IEC 61508-3 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению

ГОСТ Р 8.736—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 51365 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование для бурения и добычи. Оборудование устья скважины и фонтанное устьевое оборудование. Общие технические требования

ГОСТ Р 51901.23 Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска

Издание официальное

ГОСТ Р 55311 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения

ГОСТ Р 58771 Менеджмент риска. Технологии оценки риска

ГОСТ Р 59299 (ИСО 13628-3:2000) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 3. Системы проходных выкидных трубопроводов (TFL)

ГОСТ Р 59304 Система подводной добычи. Термины и определения

ГОСТ Р 59305—2021 (ИСО 13628-1:2005) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации

ГОСТ Р 70842 (ИСО 13628-8:2002) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 8. Интерфейсы дистанционно управляемых устройств (ДУУ) в системах подводной добычи

ГОСТ Р 71160—2023 (ИСО 13628-6:2006) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 6. Системы управления подводной добычей

ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация подводных эксплуатационных систем. Часть 4. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

ГОСТ Р ИСО 17776 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения

ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам

ГОСТ Р МЭК 61508-4 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 61508-5 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности

ГОСТ Р МЭК 61508-6 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3

ГОСТ Р МЭК 61508-7 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства

ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования

ГОСТ Р МЭК 61511-2—2018 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 2. Руководство по применению МЭК 61511-1

ГОСТ Р МЭК 61511-3 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности

СП 378.1325800 Морские трубопроводы. Правила проектирования и строительства

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 27.102, ГОСТ Р 55311, ГОСТ Р 59304, ГОСТ Р МЭК 61508-4, ГОСТ Р МЭК 61511-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

валидация: Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

Примечание — Условия применения могут быть реальными или смоделированными.

[ГОСТ 33272—2015, пункт 3.10]

3.1.2

ввод в эксплуатацию: Событие, фиксирующее готовность изделия к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке.

Примечание — Для специальных видов техники к вводу в эксплуатацию дополнительно относят подготовительные работы, контроль, приемку и закрепление изделия за эксплуатирующим подразделением.

[ГОСТ 25866—83, пункт 6]

3.1.3

верификация: Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены.

Примечание — Деятельность по подтверждению требования может включать в себя:
- осуществление альтернативных расчетов;
- сравнение спецификации на новый проект с аналогичной документацией на апробированный проект;
- проведение испытаний и демонстраций;
- анализ документов до их выпуска.

[ГОСТ 33272—2015, пункт 3.9]

3.1.4 **давление отключения** (shut-in pressure): Давление, измеряемое датчиками давления приборной системы безопасности ВИСЗД, при которой происходит закрытие отсечного клапана ВИСЗД для защиты трубопровода и оборудования системы подводной добычи, расположенного ниже по потоку относительно ВИСЗД.

Примечание — При определении давления отключения необходимо учитывать переходные режимы, возникающие при закрытии отсечного клапана.

3.1.5 **источник повышенного давления** (overpressure source): Один или несколько источников флюида, в результате воздействия которых значение давления в трубопроводе может превысить максимально допустимое рабочее давление трубопровода и технологических объектов, расположенных ниже по потоку.

Примечание — В качестве источника повышенного давления могут выступать добывающие скважины, компрессорное оборудование, насосы и т. д.

3.1.6

компания-оператор: Юридическое лицо (организация, компания, группа компаний и т. п.), осуществляющее эксплуатацию комплекса функционально взаимосвязанных между собой технико-технологических объектов, предназначенного для добычи углеводородов из недр морского месторождения.

[ГОСТ Р 58218—2018, пункт 3.5]

3.1.7 **максимально допустимое рабочее давление** (maximum allowable operating pressure): Максимальное давление, при котором трубопроводная система должна работать в режиме нормальной эксплуатации.

Примечание — Максимально допустимое рабочее давление определяется как расчетное давление за вычетом положительного допуска системы регулировки давления.

3.1.8 **подводная высокоинтегрированная система защиты от избыточного давления;** ВИСЗД: Механическая и/или электрогидравлическая система противоаварийной защиты, используемая для защиты подводного трубопровода и технологического оборудования от разрушения вследствие воздействия повышенного давления.

3.1.9

предохранительная арматура (safety valve): Арматура, предназначенная для автоматической защиты оборудования и трубопроводов от недопустимого превышения давления посредством сброса избытка рабочей среды.

[ГОСТ 24856—2014, статья 3.1.3]

3.1.10

предохранительный клапан (safety valve): Предохранительная арматура, конструктивно выполненная в виде клапана.

[ГОСТ 24856—2014, статья 5.5.2.3]

3.1.11 **производитель** (manufacturer): Сторона, которая согласно договору несет юридическую ответственность за качество изготовления и документальное оформление готовой продукции.

3.1.12

спецификация требований к безопасности (safety requirements specification): Спецификация, содержащая функциональные требования к функции безопасности ПСБ и связанным с ними уровням полноты безопасности.

[ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018, пункт 3.2.72]

3.1.13

уровень полноты безопасности (safety integrity level): Дискретный уровень (принимающий одно из четырех возможных значений), назначаемый для функции безопасности ПСБ и определяющий требования к полноте безопасности, которая должна быть достигнута реализуемой ПСБ.

Примечания

1 Чем выше УПБ, тем ниже ожидаемая средняя вероятность отказа при наличии запроса для режима по запросу или тем ниже средняя частота возникновения опасных отказов, приводящих к опасному событию в режиме с высокой частотой запросов или с непрерывным запросом.

2 Связь между целевой мерой отказов и УПБ указана в таблицах 4 и 5[1)].

3 УПБ 4 является самым высоким уровнем полноты безопасности; УБП 1 — самым низким.

4 Чтобы отразить отличия в терминологии, используемой при описании технологических процессов, определение данного термина отличается от его определения в МЭК 61508-4:2010.

[ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018, пункт 3.2.69]

3.1.14 **усиленный участок** (fortified section): Участок трубопровода, для которого значение максимально допустимого рабочего давления установлено ниже значения давления срабатывания ВИСЗД и выше значения максимально допустимого рабочего давления участка трубопровода, расположенного далее по направлению движения потока.

3.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом;

ВИСЗД — высокоинтегрированная система защиты от избыточного давления;

ДУИ — дистанционно управляемый инструмент;

КИП — контрольно-измерительные приборы;

ПМУ — подводный модуль управления;

ПСБ — приборная система безопасности;

ПЭМ — подводный электронный модуль;

[1)] Таблицы 4 и 5 приведены в ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018.

ПЭС — программируемая электронная система;
СПД — система подводной добычи;
СОД — средства очистки и диагностики трубопровода;
СТБ — спецификация требований к безопасности;
ТНПА — телеуправляемый необитаемый подводный аппарат;
УПБ — уровень полноты безопасности;
УТТ — уровень технических требований;
ЭХЗ — электрохимическая защита от коррозии;
HFT — отказоустойчивость аппаратных средств (hardware fault tolerance);
SFF — доля безопасных отказов (safe failure fraction).

3.3 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

C — количество предполагаемых срабатываний (закрытий) исполнительного устройства ВИСЗД в год;
L — ожидаемый проектный срок службы исполнительного устройства ВИСЗД (лет);
$MTBF$ — среднее время между отказами (число циклов между отказами);
PFD_{ave} — средняя вероятность отказа при наличии запроса;
t — запланированный интервал испытаний;
λ_{du} — интенсивность опасных необнаруживаемых отказов;
λ_{tot} — суммарная интенсивность отказов;
χ^2 — функция распределения хи-квадрат.

4 Общие положения

4.1 Элементы системы

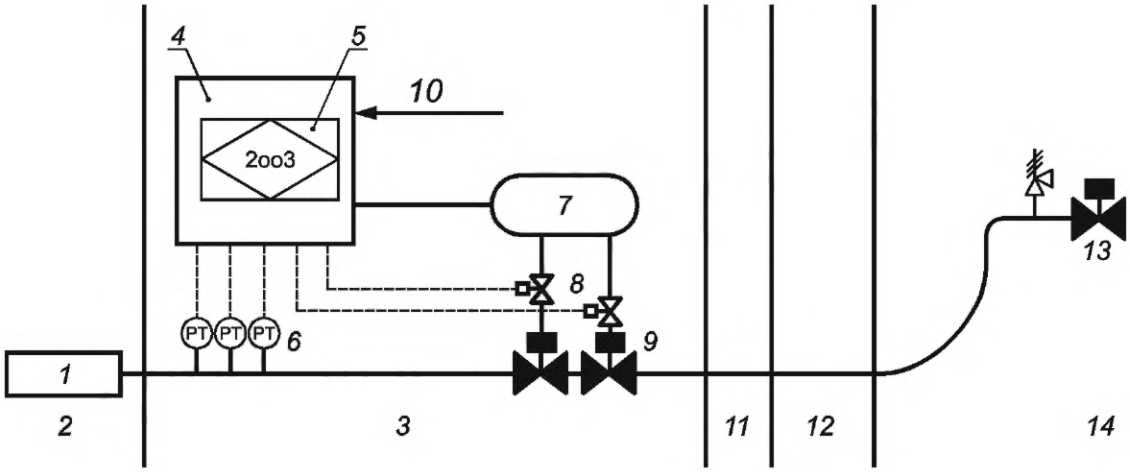
4.1.1 ВИСЗД является системой противоаварийной защиты, обеспечивающей защиту расположенных после нее по направлению движения потока скважинной продукции трубопроводов и оборудования СПД от воздействия повышенного давления в случае возникновения нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии.

4.1.2 Конструкция, характеристики и подходы к эксплуатации ВИСЗД должны соответствовать ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2, ГОСТ Р МЭК 61511-3. Для разработки СТБ и определения уровня полноты безопасности ВИСЗД при ее проектировании должна быть проведена идентификация опасностей в процессе эксплуатации СПД и выполнена оценка риска для формирования требований к дополнительному снижению риска в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 (раздел 8). Проектировщиком должно быть подтверждено, что в результате применения ВИСЗД риск, обусловленный повышенным давлением, имеет допустимое значение.

4.1.3 ВИСЗД может использоваться для контроля различных источников повышенного давления. Примерами таких источников являются эксплуатационные скважины, подводные насосы, узлы подключения трубопроводов с высоким давлением и т. д. Типовая схема использования ВИСЗД показана на рисунке 1.

4.1.4 При эксплуатации ВИСЗД необходимо учитывать возможность изменения фазового состава транспортируемого флюида в процессе разработки месторождения. Также необходимо учитывать влияние на режим потока профиля трассы трубопровода. Указанные факторы и обусловленные ими неопределенности должны быть учтены в процессе проектирования ВИСЗД. Перед подключением новых скважин к эксплуатируемой СПД либо внесением в проект других изменений, способных повлиять на свойства транспортируемого флюида, необходимо выполнение анализа для подтверждения работоспособности ВИСЗД в измененных условиях. При проектировании также следует учитывать свойства среды при испытаниях ВИСЗД.

4.1.5 Ниже по потоку после ВИСЗД располагается усиленный участок трубопровода, на протяжении которого должно происходить затухание импульса давления, сформированного за время срабатывания отсечных клапанов ВИСЗД. Протяженность данного участка должна определяться на основе гидродинамических расчетов в условиях неустановившегося давления. Время срабатывания ВИСЗД и, как следствие, амплитуда и длительность импульса давления будут зависеть от характера потока флюида и величины газового фактора.



1 — пластовый флюид; *2* — залежь углеводородов как источник повышенного давления; *3* — ВИСЗД; *4* — ПМУ; *5* — ПЭС, работающее по логике 2oo3; *6* — датчики давления/температуры; *7* — гидравлический аккумулятор; *8* — клапаны на гидравлической линии; *9* — отсечные клапаны; *10* — шлангокабель системы управления; *11* — усиленный участок трубопровода; *12* — трубопровод; *13* — запорная арматура на платформе или берегу; *14* — технологическое оборудование, расположенное на платформе или берегу

Рисунок 1 — Типовая схема использования ВИСЗД

4.1.6 Расчетное давление для усиленного участка трубопровода должно быть определено для каждого проекта и может варьироваться от максимально допустимого рабочего давления остальной части трубопровода до расчетного давления оборудования, расположенного у источника высокого давления (например, для подводной фонтанной арматуры). Отказ от применения усиленного участка трубопровода должен быть подтвержден результатами гидродинамических расчетов.

4.1.7 За усиленным участком следует протяженный участок трубопровода, идущий до морской платформы или берегового технологического комплекса. При выборе трассы этого участка помимо результатов гидродинамических расчетов необходимо учитывать результаты анализа риска, обусловленного повышенным давлением, и возможные меры по уменьшению последствий указанного риска. Трасса данного участка трубопровода должна быть выбрана таким образом, чтобы минимизировать риск для персонала платформы, морских сооружений и окружающей среды в случае возникновения аварии, вызванной отказом ВИСЗД.

4.1.8 При проектировании подключения трубопровода к морской платформе система морских райзеров должна быть спроектирована таким образом, чтобы при возможном разрушении морского райзера вследствие аварийного увеличения давления выброс углеводородов происходил на максимальном удалении от технологического оборудования и мест нахождения персонала платформы.

4.2 Характеристики продукции

Проектирование всех систем, контактирующих со скважинной продукцией, включая выбор материалов и технологии сварки, необходимо осуществлять с учетом свойств транспортируемого флюида. Необходимо учитывать фазовый состав флюида, величину газового фактора, влагосодержание, наличие механических примесей, коррозионно-активных составляющих, состав подаваемых в скважины химических реагентов и другие параметры, характеризующие проект освоения месторождения.

4.3 Учет возможного отказа ВИСЗД

4.3.1 При проектировании участка трубопровода, расположенного после ВИСЗД, следует учитывать вероятность ее отказа. Возможны три сценария развития аварии при отказе ВИСЗД и выбора соответствующих мер по ограничению последствий отказа:

- неконтролируемый отказ. При реализации данного сценария происходит разрушение трубопровода с выбросом его содержимого в окружающую среду. СПД должна быть спроектирована таким образом, чтобы минимизировать вероятность неконтролируемого отказа, при этом разрушение трубопровода, в случае наступления указанного события, должно происходить на заранее определенном участке, исключающем негативное воздействие аварии на другие объекты. Наивысший приоритет должен быть отдан защите человеческой жизни. Необходимо разработать план ликвидации аварии;

- контролируемый отказ с ограничением выброса транспортируемого флюида. В данном случае в СПД должен быть предусмотрен механизм сброса давления во внешнюю среду, который позволяет минимизировать объем выброса. Должен быть разработан план ликвидации аварии, включающий меры по устранению последствий аварии для окружающей среды;

- контролируемый отказ без выброса транспортируемого флюида. В данном случае проектом предусматривается механизм сброса флюида в специальную емкость, что исключает выброс в окружающую среду. Объем указанной емкости должен быть определен в процессе проектирования СПД.

4.3.2 Выбор проектных решений для трубопровода, расположенного после ВИСЗД, следует осуществлять на основе анализа потенциальных последствий отказа ВИСЗД таким образом, чтобы было обеспечено максимальное уменьшение последствий отказа.

4.4 Опасность технологического процесса и анализ рисков

4.4.1 Решение о применении ВИСЗД должно основываться на результатах качественного и количественного анализа рисков, выполняемого в соответствии с национальными стандартами, например ГОСТ Р 58771. При проведении анализа рисков требуется определить частоту наступления опасного события (превышения максимально допустимого рабочего давления в подводной системе) и меры безопасности (использование ВИСЗД и т. д.), обеспечивающие уменьшение величины последствий до уровня приемлемого значения риска.

4.4.2 Качественный анализ рисков необходимо выполнять с учетом ГОСТ Р ИСО 17776 и ГОСТ Р 51901.23, используя, например, метод идентификации опасностей.

4.4.3 Анализ опасностей технологического процесса необходимо проводить с учетом приложения 1 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности [1].

4.4.4 Применительно к рассматриваемому технологическому процессу в качестве опасности необходимо рассматривать превышение максимально допустимого рабочего давления в трубопроводе и последующий отказ оборудования, расположенного ниже по потоку, потенциально приводящий к возникновению утечки углеводородов. Связанный с опасным событием риск характеризуется вероятностью возникновения повышенного давления и последствиями в виде отказа оборудования.

4.4.5 Количественный анализ рисков следует выполнять в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2, ГОСТ Р МЭК 61511-3 (например, необходимо проводить анализ слоев защиты). Пороговые значения риска определяют исходя из значений, установленных надзорными органами или компанией-оператором, если к ним установлены более жесткие требования.

4.5 Выбор и определение уровня полноты безопасности

4.5.1 Уровень полноты безопасности (УПБ) является целевой мерой отказов для функции безопасности ПСБ. УПБ выражается в уровнях от 1 до 4, значения которых для функции безопасности, работающей в режиме низкой интенсивности запросов, определены в ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012 (таблица 2).

4.5.2 Значение УПБ для ВИСЗД должно быть определено с учетом минимально допустимой HFT в соответствии с 5.5.10 либо расчетным методом на основе количественной оценки случайного отказа в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 (подраздел 11.9).

4.5.3 При определении УПБ для ВИСЗД следует учитывать наличие в технологической схеме дополнительных средств безопасности, которые могут включать:

- реле, срабатывающее при превышении давления, расположенное на платформе или береговом технологическом комплексе перед клапаном останова технологического процесса;

- реле, срабатывающее при превышении давления, установленное у каждого источника высокого давления перед ВИСЗД;

- предохранительный клапан, расположенный перед клапаном останова технологического процесса, рассчитанный на объем возможной утечки либо на полный расход флюида;

- использование специальных проектных решений, например применение морского райзера с увеличенной толщиной стенки.

4.5.4 Анализ УПБ, как правило, выполняется с позиции обеспечения требований безопасности, однако возможно дополнительно проводить оценку влияния отказа функции безопасности на окружающую среду либо на экономические показатели проекта. В этом случае в качестве основы для проектирования выбирают максимальное значение УПБ, полученное при рассмотрении всех факторов.

4.6 Спецификации требований к безопасности

4.6.1 Общие положения

4.6.1.1 СТБ являются регламентирующими документами при проектировании и валидации ВИСЗД в соответствии с требованиями и техническими условиями проекта и основой для контроля эксплуатационных параметров ВИСЗД в процессе эксплуатации. Спецификации требований к безопасности должны отвечать ГОСТ Р МЭК 61511-2—2018 (раздел А.10).

4.6.1.2 Требования безопасности должны быть установлены в результате распределения функций безопасности ПСБ и определены в ходе анализа опасностей и рисков.

4.6.1.3 В рамках управления изменениями на всех стадиях жизненного цикла ВИСЗД, от разработки концепции до вывода из эксплуатации, должно быть обеспечено регулярное обновление СТБ.

4.6.1.4 СТБ должна включать следующую информацию с указанием ссылок на ее источники:

а) описание технологического процесса (включая расчетные значения давления для всех участков трубопровода) и краткое изложение отчетов, содержащих сценарии идентифицированных опасных событий;

б) описание функций безопасности ПСБ (с учетом сценариев развития опасного события), устанавливающих функциональную связь между входными и выходными параметрами процесса, включая логику, математические функции и разрешающие сигналы;

в) уровень полноты безопасности и вероятность отказа при наличии запроса для каждой функции безопасности ПСБ;

г) показатели процессов ВИСЗД, нормальные рабочие режимы и допуски для уставок защиты на отключение;

д) безопасное состояние процесса для каждой идентифицированной функции безопасности ПСБ, источники и частоту запросов;

е) время срабатывания ВИСЗД, необходимое для исключения возникновения и развития потенциальной аварии;

ж) требования к повторному пуску ВИСЗД после срабатывания;

и) требования к переходу ВИСЗД в закрытое (безопасное) состояние при потере энергоснабжения системы, а также при отказе системы связи;

к) требования к сбросу, блокировкам, обходу блокировок и останову в ручном режиме, включая отмену установленных режимов;

л) заключение о возможных процессах возникновения отказов по общей причине, таких как коррозия, возникновение пробкового режима потока, нарушение энергоснабжения и т. д.;

м) требуемые действия при диагностировании опасных отказов;

н) требования к пуску и перезапуску ВИСЗД;

п) взаимодействие с другими системами контроля технологических процессов и системами безопасности;

р) требования к проведению испытаний;

с) требования к частоте проведения испытаний, вероятности отказа при наличии запроса и средней наработки до ложного отказа;

т) дополнительную информацию в соответствии с проектными решениями.

4.6.2 Приборная система безопасности ВИСЗД

В качестве ПСБ ВИСЗД должна использоваться автономная система безопасности с управляющей работой ВИСЗД локальной логической системой, включающая следующие элементы:

а) систему независимых датчиков давления в трубопроводе;

б) высокоинтегрированную логическую управляющую подсистему;

в) резервные отсечные клапаны (исполнительные устройства, являющиеся барьерами);

г) систему сброса для предотвращения автоматического открытия ВИСЗД после срабатывания;

д) линию связи и дополнительное оборудование, необходимое для контроля состояния и испытания ВИСЗД.

Конструкция ВИСЗД должна обеспечивать возможность доступа к элементам ПСБ с целью их извлечения для технического обслуживания и ремонта.

5 Проектирование

5.1 Основные положения

5.1.1 Давление отключения

При проектировании ВИСЗД должно быть определено значение давления отключения. Расчет давления отключения должен проводиться с использованием программного обеспечения, предназначенного для моделирования переходных процессов в гидравлической системе, с учетом воздействия от волны давления (гидроудара) и давления в закрытой системе после срабатывания. Для проведения расчетов могут потребоваться данные о пластовых условиях флюида, конструкции скважин и устьевого оборудования, параметрах трубной вставки между фонтанной арматурой, трубопроводом или манифольдом и т. д., исходя из фактической схемы СПД. Давление для различных участков СПД после срабатывания ВИСЗД следует определять для всех стадий разработки месторождения.

5.1.2 Технические параметры ВИСЗД необходимо определять с учетом прогнозного значения газового фактора продукции скважин на протяжении всего срока эксплуатации системы. Все элементы ВИСЗД, подверженные воздействию добываемого флюида, должны быть спроектированы с учетом его коррозионных свойств и температурных параметров.

5.1.3 Проектные параметры трубопровода до точки установки ВИСЗД и технологический режим его эксплуатации, включая рабочее давление и расход флюида, принятое время срабатывания отсечной арматуры, являются исходными данными при проектировании ВИСЗД. При определении максимально допустимого рабочего давления и конструктивных параметров участка трубопровода, расположенного после системы, помимо требований национальных стандартов на проектирование морских трубопроводов необходимо учитывать требования к определению давления отключения ВИСЗД по 5.1.1. Итоговые проектные параметры данного участка трубопровода должны быть переданы проектировщику и производителю ВИСЗД заказчиком системы.

5.1.4 При проектировании ВИСЗД следует оценить возможность образования гидратов на участке после ВИСЗД вследствие нарушения технологического режима. При подтверждении риска образования гидратов следует провести расчеты динамики изменения давления в трубопроводе при перекрытии сечения. Результаты указанных расчетов должны быть использованы для определения требований к времени срабатывания ВИСЗД с целью исключения превышения максимально допустимого рабочего давления на участке трубопровода между ВИСЗД и местом образования гидратной пробки.

5.1.5 Сведения о параметрах окружающей среды в районе установки ВИСЗД определяются проектировщиком в ходе проектирования в рамках проведения комплексных инженерных изысканий. Ниже представлен типовой перечень данных, который может быть расширен с учетом условий конкретного проекта:

а) глубина моря в точке установки системы;

б) скорость придонных течений, образование локальных воронок;

в) температура воды в точке установки;

г) геотехнические условия дна моря и локальные сейсмические условия;

д) параметры морской воды (такие как плотность, соленость, содержание сероводорода и т. д.);

е) условия, приводящие к возникновению особых нагрузок;

ж) оценка смещения оси трубопровода вследствие термического расширения.

5.1.6 ПЭС, входящая в состав ВИСЗД, должна запрещать обход функции ВИСЗД и дистанционное изменение настроек срабатывания ВИСЗД.

5.1.7 ВИСЗД может быть отключена принудительным переводом отсечных клапанов в открытое положение с помощью ТНПА. Обход ПЭС посредством команд оператора должен быть запрещен в целях исключения ошибок. Перед открытием клапанов с помощью ТНПА информация о планируемых работах должна быть передана на платформу или береговой комплекс для принятия установленных мер безопасности.

5.1.8 Должна быть предусмотрена возможность перевода отсечных клапанов ВИСЗД в открытое положение при достижении условий эксплуатации СПД, не требующих использования ПСБ ВИСЗД.

5.1.9 Конструкция ВИСЗД должна обеспечивать возможность ее регулярных испытаний в целях подтверждения функциональных параметров и контроля рабочего состояния. Интервал между испытаниями должен соответствовать результатам анализа УПБ ВИСЗД.

5.1.10 Минимальный перечень показателей, подлежащих проверке, приведен в 5.1.10.1—5.1.10.4.

5.1.10.1 Испытание давлением внутренней среды/контроль герметичности. Должна быть показана способность системы удерживать в закрытом состоянии максимальное рабочее давление в трубопроводе при допустимом уровне утечки. Интервал между проверками определяется оценкой УПБ или нормативным требованием.

5.1.10.2 Контроль величины утечки. Конструкция ВИСЗД должна включать средства измерения, обеспечивающие контроль величины утечки через закрытую систему. При определении максимальной величины утечки необходимо оценивать кратковременное и длительное закрытие системы. Необходимость проведения испытаний определяется компанией-оператором с учетом нормативных требований.

5.1.10.3 Контроль датчиков давления. Должны быть предусмотрены средства для проверки как минимум одного датчика относительно тестового источника давления (например, линии подачи ингибитора). Показатель давления в ВИСЗД, измеренный контролируемым датчиком, следует сравнивать с показаниями остальных датчиков давления ВИСЗД в ходе эксплуатации для подтверждения, что датчики функционируют надлежащим образом.

5.1.10.4 Испытание клапанов ВИСЗД при частичном изменении положения. Тестирование клапанов может осуществляться посредством частичного изменения положения с обеспечением обратной связи о величине перемещения. Испытание клапана при неполном ходе обычно рассматривается в качестве функционального испытания, позволяющего выявить только часть возможных неисправностей. Выявленные неисправности подлежат анализу видов, последствий и критичности отказов.

5.1.11 В процессе эксплуатации ВИСЗД оператору должны быть доступны, как минимум, следующие данные:

а) показания датчика давления;

б) информация о состоянии отсечного клапана (исполнительного устройства) ВИСЗД;

в) информация о переходе ВИСЗД в закрытое состояние, о текущем состоянии ПЭС и возникновении аварийной ситуации.

Основу информации о состоянии системы должны составлять результаты измерения фактически израсходованной энергии исполнительного механизма, а не последняя выполненная команда.

5.1.12 Отключение (срабатывание ПЭС) должно быть фиксируемым состоянием, для возврата ВИСЗД в открытое состояние необходимо выполнение прямой команды оператора.

5.1.13 Оператор должен иметь возможность сброса состояния ПЭС и управления отсечными клапанами на открытие/закрытие только при допустимых показателях датчиков давления ВИСЗД. Оператор не должен иметь возможности сброса состояния ПЭС (возвращения в исходное состояние), если регистрируемое датчиками давление в системе превышает давление отключения.

5.1.14 ПЭС должна обладать функцией самодиагностики и возможностью направлять отчет о состоянии ПЭС на оборудование системы управления, расположенное на берегу или платформе, а также в АСУ ТП верхнего уровня.

5.1.15 Конструкция ВИСЗД должна обеспечивать ее работу с заданным числом циклов закрытия/открытия на протяжении проектного срока эксплуатации при обеспечении регламентного технического обслуживания. Проектное число циклов срабатывания должно превышать как минимум в 10 раз число запланированных испытаний с закрытием клапанов системы, необходимое для подтверждения ее УПБ.

5.1.16 Для элементов трубной обвязки ВИСЗД может быть установлено требование обеспечения прохождения средств очистки и диагностики трубопровода. Необходимо учитывать возможность попадания отложений на датчики и в отводы труб меньшего диаметра при прохождении СОД.

5.1.17 Конструкция ВИСЗД должна обеспечивать возможность безопасного сброса давления из трубной обвязки системы до отсоединения фитингов, модулей и т. д.

5.1.18 При наличии риска присутствия в транспортируемом флюиде механических примесей оператором должны быть установлены соответствующие требования к отсечным клапанам ВИСЗД в соответствии с ГОСТ Р 51365.

5.1.19 Конструкция ВИСЗД должна обеспечивать возможность выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту системы с использованием ТНПА с учетом требований ГОСТ Р 70842.

5.2 Виды отказов

5.2.1 Электропитание

Проектирование системы электропитания необходимо осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 71160. Отключение электропитания (или падение напряжения ниже порогового значения) должно приводить к закрытию отсечных клапанов ВИСЗД.

5.2.2 Системы связи

Отказ системы связи не должен приводить к прекращению выполнения ПЭС ВИСЗД рабочих функций. Процедуры эксплуатации должны предусматривать возможность оператора активировать ВИСЗД посредством отключения подачи электрической или гидравлической энергии.

5.2.3 Энергоснабжение привода клапанов

5.2.3.1 Подаваемая через гидравлическую линию на привод клапана энергия должна использоваться только для открытия и удержания клапана в открытом состоянии. Закрытие отсечного клапана должно осуществляться за счет энергии потока или запирающей пружины.

5.2.3.2 Усилие закрытия клапана должно быть достаточным для перекрытия сечения трубопровода при давлении флюида, равном давлению срабатывания ВИСЗД.

5.2.3.3 В конструкции ВИСЗД должен использоваться нормально закрытый отсечной клапан, чтобы в случае возникновения отказа (вследствие поступления команды ПЭС или отключения энергоснабжения) клапан автоматически переходил в закрытое состояние.

5.3 Температура

5.3.1 Компанией-оператором СПД должны быть установлены требования к рабочим температурам для всего оборудования, входящего в состав ВИСЗД. При определении рабочих температур необходимо учитывать технологические параметры, в том числе при испытаниях и монтаже системы, а также параметры окружающей среды. Особое внимание необходимо уделять элементам системы, которые в процессе работы могут выделять тепло и оказывать влияние на температурный режим других элементов системы.

5.3.2 Компанией-оператором ВИСЗД должны быть установлены требования к классификации температуры клапанов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4. Необходимо учитывать влияние температуры окружающей среды при проведении испытаний системы и фактическое значение температуры флюида на различных стадиях разработки месторождения.

5.4 Давление

5.4.1 При определении расчетного (максимально допустимого) давления следует учитывать воздействие неустановившегося потока, требования к герметичности элементов и другие обусловленные давлением нагрузки. Также следует принимать во внимание воздействие гипербарических нагрузок при испытаниях.

5.4.2 Элементы гидравлической системы управления должны быть определены в соответствии с ГОСТ Р 71160 с учетом значений рабочего и расчетного давлений, а также давления при испытании системы.

5.4.3 При проектировании заполняемого газовой средой корпуса ПМЭ и его уплотнительных элементов необходимо учитывать влияние внешнего гидростатического давления.

5.4.4 Номинальное рабочее давление отсечных и вспомогательных клапанов ВИСЗД должна устанавливать компания-оператор системы на основе значений максимально допустимого рабочего давления и давления отключения.

5.4.5 Номинальное рабочее давление устанавливается компанией-оператором на основе максимального значения давления в системе в процессе эксплуатации.

5.4.6 Номинальное рабочее давление элементов ВИСЗД, находящихся под давлением и входящих в оборудование для контроля давления, таких как клапаны, соединения, тройники и крестообразные патрубки, должно быть определено компанией-оператором ВИСЗД в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4. Номинальное рабочее давление трубной обвязки, связанной с датчиками в составе ВИСЗД, перепускными клапанами, системой подачи химических реагентов, гидравлической системой управления и т. д., должно соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.4.7 Требования к остальной трубной обвязке, являющейся внешней по отношению к элементам и узлам ВИСЗД, устанавливает проектировщик ВИСЗД на основе требований стандартов на проектирование оборудования СПД и трубопроводов. Такие элементы СПД, как манифольды, трубопроводы, оконечные устройства трубопровода и т. д., должны быть спроектированы с учетом максимально допустимого рабочего давления для усиленного участка трубопровода.

5.4.8 Давление, формируемое дополнительными источниками, такими как система высокого давления, используемое для контроля уплотнений клапана и калибровки датчиков давления в процессе испытаний ВИСЗД, не должно превышать максимально допустимого рабочего давления системы. При определении расчетного давления для трубопроводов до и после ВИСЗД необходимо соблюдать аналогичные требования.

5.5 Система управления

5.5.1 Система управления ВИСЗД (определяемая ГОСТ Р МЭК 61511-1 как ПЭС) должна функционировать независимо от системы управления СПД. При необходимости, компоненты ПМУ ВИСЗД могут быть расположены в общем корпусе с ПМУ системы управления СПД, могут использовать общие источники электрической и гидравлической энергии и линии связи. Нарушение работы системы управления СПД не должно влиять на работу ВИСЗД.

5.5.2 Используемые в системе управления ВИСЗД датчики давления, температуры, расходомеры должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 71160.

5.5.3 В системе управления ВИСЗД не допускается применение команд оператора, позволяющих отменять команды, формируемые ПЭС. Отключение системы или перевод ее в исходное открытое состояние после срабатывания должно являться защищенной функцией, требующей от оператора выполнить команду общего сброса для перезапуска системы.

5.5.4 Оператор СПД должен иметь возможность осуществить сброс сработанных аварийных блокировок в ПЭС ВИСЗД и получить возможность управления отсечными клапанами при условии, что измеренное давление на датчиках ВИСЗД находится в допустимом диапазоне и есть разрешение от ПЭС. Оператор не должен иметь возможности осуществить сброс и/или открытие системы, если давление на датчиках ВИСЗД выше давления срабатывания системы.

5.5.5 ПЭС в составе ВИСЗД должна иметь функции самодиагностики и осуществлять передачу данных о состоянии контроллера и показаний датчиков на главную станцию управления СПД. Диагностированные критические отказы системы управления ВИСЗД должны приводить к закрытию клапанов ВИСЗД после передачи в систему управления СПД команды на запуск последовательности останова добычи.

5.5.6 Давление, при котором происходит срабатывание и закрытие отсечных клапанов ВИСЗД, должно быть задано при установке системы и не может изменяться оператором. Логика управления ВИСЗД должна исключать возможность формирования оператором команд, способных обойти или изменить работу ПЭС.

5.5.7 Технические решения и значение давления в гидравлической системе, необходимые для открытия отсечного клапана ВИСЗД, должны быть определены производителем ВИСЗД в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4 на основе предоставляемых пользователем значений давления перед системой после ее срабатывания, максимально допустимого рабочего давления и давления срабатывания системы.

5.5.8 Протокол передачи данных в системе управления должен основываться на стандартах, определенных в ГОСТ Р 71160. Следует учитывать требования к обеспечению помехозащищенности в планируемых условиях эксплуатации ВИСЗД.

5.5.9 К рабочим элементам ВИСЗД относятся элементы, подверженные в процессе эксплуатации воздействию давления и температуры транспортируемого флюида и гидравлической жидкости. Примерами таких элементов являются отсечные клапаны, трубная обвязка, нагнетательные клапаны, фланцы, тройники и крестовины. Болтовое соединение должно рассматриваться как часть концевого фланца, находящегося под давлением.

5.5.10 Соответствие значению уровня полноты безопасности

5.5.10.1 Архитектура функции безопасности ПСБ ВИСЗД должна отвечать следующим требованиям:

а) УПБ системы должен соответствовать или превышать УПБ, определяемый нормативными требованиями, что должно быть подтверждено результатом анализа в соответствии с ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-5, ГОСТ Р МЭК 61508-6, ГОСТ Р МЭК 61508-7 и ГОСТ Р МЭК 61511-3;

б) должно быть подтверждено, что система соответствует требованиям при режиме работы с низкой интенсивностью запросов;

в) ограничения в архитектуре функции безопасности должны соответствовать минимально требуемой HFT, как указано в ГОСТ Р МЭК 61511-1.

5.5.10.2 В таблицах 1 и 2 приведены показатели минимально требуемой HFT, в таблицах 3 и 4 показатели архитектурных ограничений полноты безопасности для ПСБ ВИСЗД.

5.5.10.3 В качестве альтернативы могут быть использованы требования к полноте безопасности аппаратных средств в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2.

Таблица 1 — Минимально требуемая HFT программируемой электроники ПЭС

УПБ	Минимально требуемая HFT		
	SFF < 60 %	SFF от 60 % до 90 %	SFF > 90 %
1	1	0	0
2	2	1	0
3	3	2	1
4	Применение специальных требований (см. ГОСТ Р МЭК 61508-2)		

Таблица 2 — Минимально требуемая HFT датчиков, исполнительных устройств и непрограммируемых логических устройств

УПБ	Минимально требуемая HFT (см. ГОСТ Р МЭК 61511-1)
1	0
2	1
3	2
4	Применение специальных требований (см. ГОСТ Р МЭК 61508-2)

Таблица 3 — Архитектурные ограничения полноты безопасности аппаратных средств с элементами типа А в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2. Подсистемы, связанные с безопасностью

Доля безопасных отказов (SFF)	Минимально требуемая HFT (см. примечание 2)		
	0	1	2
Менее 60 %	УПБ 1	УПБ 2	УПБ 3
От 60 % до 90 %	УПБ 2	УПБ 3	УПБ 4
От 90 % до 99 %	УПБ 3	УПБ 4	УПБ 4
Более 99 %	УПБ 3	УПБ 4	УПБ 4

Примечания
1 Детальная информация приведена в ГОСТ Р МЭК 61508-2.
2 Отказоустойчивость N означает, что N + 1 неисправностей приводят к потере функции безопасности.
3 Расчет доли безопасных отказов в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012, приложение С.

Таблица 4 — Архитектурные ограничения полноты безопасности аппаратных средств с элементами типа В в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2. Подсистемы, связанные с безопасностью

Доля безопасных отказов (SFF)	Минимально требуемая HFT (см. примечание 2)		
	0	1	2
Менее 60 %	Не допускается	УПБ 1	УПБ 2
От 60 % до 90 %	УПБ 1	УПБ 2	УПБ 3
От 90 % до 99 %	УПБ 2	УПБ 3	УПБ 4
Более 99 %	УПБ 3	УПБ 4	УПБ 4

Примечания
1 Детальная информация приведена в ГОСТ Р МЭК 61508-2.
2 Отказоустойчивость N означает, что N + 1 неисправностей приводят к потере функции безопасности.
3 Расчет доли безопасных отказов в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012, приложение С.

5.6 Выбор класса материалов

Класс материалов для элементов ВИСЗД, подверженных воздействию скважинного флюида, должен быть установлен компанией-оператором проекта в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.7 Гидростатическое давление

5.7.1 Внешнее гидростатическое давление следует учитывать при проектировании элементов ВИСЗД в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4. Максимально допустимое рабочее давление не должно превышать номинальное рабочее давление оборудования, определенное производителем в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4, с учетом гидростатического давления, обусловленного плотностью флюида.

5.7.2 Влияние внешнего давления не учитывается при определении максимально допустимого рабочего давления для ПСБ ВИСЗД.

5.8 Условия транспортирования и монтажа

5.8.1 Нагрузки и воздействия в процессе транспортирования и монтажа ВИСЗД должны быть учтены при проектировании конструкций и трубной обвязки системы. Значения нагрузок должны быть определены компанией-оператором проекта. Допустимые значения нагрузок должны быть приведены в документации поставщика в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (раздел 5).

5.8.2 Для проектирования устройств и трубной обвязки ВИСЗД проектировщику должен быть представлен перечень нагрузок при транспортировании, крановых операциях и монтаже, конструкции такелажных проушин и условия грузоподъемных операций.

5.8.3 При установке ВИСЗД на морском дне должны быть обеспечены требования к ее выравниванию в горизонтальной плоскости. Применимые значения нагрузок, интерфейсы подсоединения и условия на площадке эксплуатации должны быть переданы проектировщику. Для учета условий площадки строительства должно быть организовано взаимодействие между проектировщиками и подрядчиками по монтажу.

5.9 Конструкция оборудования

5.9.1 При проектировании конструкции ВИСЗД необходимо учитывать влияние биологического обрастания, накопление механических отложений, коррозионное воздействие, свойства гидравлической жидкости и влияние добываемого флюида на контактирующие с ним элементы. Оценка коррозионного воздействия и меры защиты от коррозии должны соответствовать положениям ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.9.2 Систему электрохимической защиты необходимо рассматривать совместно с системами ЭХЗ подключаемого оборудования (трубопроводов, оконечных устройств трубопроводов, трубных вставок и т. д.).

5.9.3 При проектировании системы защиты от коррозии необходимо учитывать следующие факторы:

- параметры морской среды;
- коррозионные свойства транспортируемого флюида;
- свойства жидкости гидравлической системы управления и жидкостей, используемых при проведении испытаний системы;
- свариваемость металлов;
- влияние щелевой коррозии;
- влияние электрохимической активности металлов;
- влияние электрохимической защиты;
- свойства покрытий.

5.9.4 Требования к антикоррозионным втулкам в концевых соединениях устанавливают в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (разделы 5 и 7).

5.9.5 Все находящиеся под давлением и регулирующие давление элементы ВИСЗД должны соответствовать требованиям, установленным для уровня технических требований 3 или 3G (в зависимости от состава флюида), в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4. При проектировании системы необходимо учитывать возможность эрозии трубной обвязки в точках изменения направления потока.

5.10 Подводный модуль управления и электронные модули

5.10.1 ПМУ в составе ВИСЗД

5.10.1.1 ПМУ должен отвечать требованиям к аппаратному и программному обеспечению, установленным в ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-6, ГОСТ Р МЭК 61508-7, ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2 и ГОСТ Р 71160.

5.10.1.2 ПМУ содержит электрические, электронные и гидравлические компоненты системы управления. Основными элементами являются: ПЭМ, электрогидравлические электромагнитные клапаны, клапаны с прямым гидравлическим управлением, гидравлические аккумуляторы, электрические и гидравлические соединители.

5.10.1.3 Элементы ПМУ ВИСЗД могут размещаться совместно с ПМУ оборудования СПД и иметь общее обеспечение электрической и гидравлической энергией. При этом элементы, относящиеся к системе управления ВИСЗД, должны оставаться функционально независимыми, чтобы сбой расположенных в том же корпусе и не входящих в ее состав элементов управления СПД не оказывал влияния на работоспособность ВИСЗД.

5.10.1.4 При проектировании ПМУ ВИСЗД должна быть обеспечена возможность его извлечения для замены.

5.10.2 Подводный электронный модуль

5.10.2.1 В ПЭМ ВИСЗД размещается ПЭС, источники питания и система связи (модем).

5.10.2.2 Корпус ПЭМ должен иметь как минимум два барьера защиты от попадания воды (например, уплотнительные кольца круглого сечения). Конструкция корпуса должна обеспечивать возможность испытания уплотнителей до установки модуля.

5.10.3 Программируемая электронная система

5.10.3.1 Конструкция ПЭС должна быть спроектирована в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-7. Уровень полноты безопасности ПЭС должен соответствовать уровню полноты безопасности, установленному для ВИСЗД в целом, или превышать его.

5.10.3.2 Логика ПЭС должна предусматривать автономную работу системы. Обязательный состав функций ПЭС должен включать:

а) контроль показаний датчиков давления в трубопроводе;

б) формирование сигнала тревоги при достижении порогового значения давления;

в) реализацию мажоритарной логики для обрабатываемых данных;

г) диагностирование неисправности датчиков;

д) формирование сигнала тревоги и инициирование закрытия отсечных клапанов ВИСЗД при достижении значения давления отключения и при диагностировании значительных неисправностей в системе;

е) формирование и передачу на главную станцию управления СПД отчетов о диагностике неисправностей в системе, о текущем состоянии системы и показателях давления;

ж) выполнение инициируемых оператором запросов на проведение внутреннего тестирования (например, теста на частичное закрытие клапанов);

и) выполнение по команде оператора перезагрузки системы после снижения давления ниже значения давления отключения;

к) выполнение команд оператора на закрытие или открытие отсечного клапана (при допустимых значениях давления в трубопроводе);

л) диагностирование существенных неисправностей.

5.10.4 Датчики, приводы клапанов

5.10.4.1 Датчики давления являются одной из наиболее важных частей ВИСЗД. Конструкция датчика давления должна удовлетворять параметрам технологического процесса и условиям среды в точке эксплуатации системы. Для контроля давления флюида не допускается применение дискретного реле давления.

5.10.4.2 Выбор датчиков давления должен осуществляться с учетом требований ГОСТ Р 71160, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2.

5.10.4.3 Датчики, используемые в составе ВИСЗД, должны обладать высокой надежностью. Надежность и готовность измерительной системы может быть повышена за счет резервирования датчиков.

5.10.4.4 Необходимо учитывать, что увеличение степени резервирования датчиков может негативно влиять на сложность и надежность ВИСЗД в целом. Данные о надежности датчиков должны использоваться при вычислении уровня полноты безопасности ВИСЗД.

5.10.4.5 Количество и места размещения датчиков должны определяться с учетом требований к контролю давления срабатывания, проведению тестирования ВИСЗД и ее повторному пуску после срабатывания и закрытия клапанов.

5.10.4.6 При определении мест размещения датчиков необходимо учитывать возможность формирования гидратной пробки, которая может препятствовать работе датчика.

5.10.4.7 Неисправность или отказ одного датчика не должны приводить к отказу ВИСЗД.

5.10.4.8 Система управления клапанами может включать управляемые соленоидами распределительные клапаны и распределительные клапаны с прямым гидравлическим управлением, через которые идет подача гидравлической жидкости на отсечные клапаны ВИСЗД.

5.10.4.9 Возможно применение других технических решений при обеспечении требований к надежности и готовности ВИСЗД. Управляемые соленоидами распределительные клапаны и гидравлически управляемые распределительные клапаны должны иметь номинальное рабочее давление, равное или превышающее рабочее давление гидравлической системы.

5.10.4.10 Система управления клапанами должна обеспечивать автоматический перевод ВИСЗД в закрытое состояние при возникновении отказа. При наступлении отказа управляемые соленоидами распределительные клапаны не должны фиксироваться в открытом положении при отключении электропитания.

5.10.5 Управление ВИСЗД может быть реализовано через главную станцию управления СПД либо может быть интегрировано в распределенную систему управления платформы/берегового технологического комплекса. При использовании ВИСЗД совместно с системой управления СПД такое оборудование, как главная станция управления, гидравлическая силовая установка и источник бесперебойного питания, является общим для двух систем.

5.10.6 Данные, формируемые ВИСЗД, включая информацию о текущем состоянии системы и показателях давления, должны быть доступны оператору СПД. Выполнение тестовых функций ВИСЗД и ее перезапуск после срабатывания осуществляется оператором.

5.10.7 Передача электрической и гидравлической энергии, команд управления и данных телеметрии в ВИСЗД, как правило, осуществляется по шлангокабелю системы управления СПД. Если ВИСЗД является автономной, то проектирование шлангокабеля должно осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59305—2021 (подпункт 5.11.3.5), а соединительных перемычек — в соответствии с ГОСТ Р 71160.

5.10.8 При включении ВИСЗД в состав уже эксплуатируемой системы управления СПД необходимо провести повторный анализ систем энергоснабжения, связи и гидравлической системы для подтверждения функциональных параметров системы управления СПД при подключении нового оборудования или выявления требуемых изменений.

5.10.9 Отсечные клапаны системы ВИСЗД

5.10.9.1 Клапаны и приводы, используемые в исполнительном устройстве ВИСЗД, являются частью ПСБ и должны быть спроектированы и испытаны в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.10.9.2 Закрытие клапана при отказе в системе должно осуществляться за счет давления флюида и/или энергии пружины привода. Запирающее усилие должно быть достаточным для того, чтобы полностью закрыть клапан при давлении в трубопроводе, равном давлению срабатывания ВИСЗД, а время закрытия не должно превышать проектного времени срабатывания ВИСЗД.

5.10.9.3 Привод должен обеспечивать открытие клапана при максимальном проектном давлении флюида в трубопроводе. Максимальное значение давления в гидравлической системе при открытии клапана не должно превышать 90 % от номинального рабочего давления гидравлической системы.

5.10.9.4 Привод клапана должен быть оснащен датчиками индикации положения. Индикаторы должны показывать состояние полного открытия/закрытия клапана (концевой выключатель и т. д.). Для оценки положения клапана могут быть использованы другие средства, например анализ сигнатуры давления в гидравлической системе.

5.10.9.5 В дополнение к положениям, изложенным в 5.10.9.1—5.10.9.4, отсечные клапаны ВИСЗД должны отвечать следующим требованиям:

а) диаметр клапана системы определяют исходя из диаметра эксплуатируемого трубопровода и требований к проведению внутритрубной очистки и диагностики;

б) если диаметр отверстия клапана отличается от внутреннего диаметра трубопровода, конструкция клапана должна соответствовать рекомендуемым значениям перехода диаметра, приведенным в ГОСТ Р 59299, для снижения турбулентности потока и обеспечения прохождения СОД;

в) на клапанах и блоках клапанов, оборудованных фланцевыми соединениями, должны использоваться интегрированные соединения либо соединения с применением шпилек, соответствующие требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4;

г) резьбовые соединения должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4. Не допускаются концевые соединения с внутренней резьбой в корпусе клапана;

д) если для различных соединений узла установлены разные номинальные давления, в качестве номинального давления всего узла должно быть принято самое низкое из номинальных давлений используемых соединений;

е) для концевых элементов ВИСЗД, контактирующих с пластовым флюидом, не допускается использование свободных фланцев с резьбой и других резьбовых соединений. Резьбовые соединения могут использоваться в соединениях КИП, измерительных патрубках, линиях подачи реагентов с диаметром до 25,4 мм (1,0 дюйм). Если используются резьбовые соединения со встроенным фланцем, то должен быть предусмотрен запорный клапан и фланец с креплением на болтах или стыковочная втулка на резьбовом соединении со стороны ВИСЗД;

ж) резьбовые соединения должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4. Допускается устанавливать резьбовые фитинги без запорного клапана и стыковочной втулки/фланца на дренажной линии, в точках подачи смазки и нагнетания реагентов, если обеспечено как минимум два барьера между добываемым флюидом и внешней средой, а уплотняемая область изготовлена из коррозионно-стойких материалов;

и) допускается использовать приваренные выпускные втулки, при этом их проектирование должно осуществляться с учетом расчетного напряжения. Требования к качеству и контролю материалов определяют в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4. При проектировании необходимо учитывать внешнюю нагрузку от трубопровода, различия в свойствах материалов и схему системы электрохимической защиты.

5.10.9.6 Каждый подводный клапан и его привод должны пройти гидростатическое и эксплуатационное испытания в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4 для УТТ 3 или УТТ 3G в зависимости от вида скважинного флюида, для подтверждения конструктивной целостности, эксплуатационных параметров и соответствия требованиям пользователя системы.

5.11 Оценка уровня полноты безопасности

5.11.1 Подтверждение УПБ ВИСЗД должно включать анализ надежности всех основных элементов системы. В состав указанных элементов, как правило, входят:

а) датчики давления;

б) ПЭС;

в) электромагнитные клапаны системы управления;

г) распределительные клапаны гидравлической системы;

д) отсечные клапаны и их приводы.

5.11.2 Любой элемент ВИСЗД, влияющий на ее работоспособность, должен быть включен в оценку уровня полноты безопасности. Для проведения оценки уровня полноты безопасности и определения вероятности отказа по требованию всей системы необходимо иметь данные по надежности каждого ее элемента.

5.12 Особые требования к проектированию трубной обвязки и ее конструктивных элементов

5.12.1 Проектирование трубной обвязки и ее элементов, работающих под давлением, и конструктивных элементов должно осуществляться на основе требований ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (подраздел 7.12). При проектировании соединительных элементов между трубной обвязкой и трубопроводом необходимо учитывать нагрузки, возникающие при возможном смещении трубопровода.

5.12.2 Тройники, крестовины, фланцы, втулки и другие концевые соединительные элементы, предназначенные для подводного применения, должны быть спроектированы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4. Выбор прокладок и коррозионно-стойких вкладок в концевых соединениях должен осуществляться в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.12.3 Крепеж для оборудования ВИСЗД должен быть спроектирован в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6 Материалы и оборудование

6.1 Оборудование исполнительных устройств ВИСЗД

6.1.1 Характеристики материалов, требования к их обработке и сочетанию для всех исполнительных устройств ВИСЗД, работающих под давлением или регулирующих давление, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (подраздел 5.2).

6.1.2 Выбор материалов для оборудования ВИСЗД с учетом коррозионной активности транспортируемого флюида необходимо осуществлять с учетом требований ГОСТ Р ИСО 13628-4. Также следует учитывать коррозионное влияние окружающей среды.

6.1.3 Компания-оператор должна согласовать выбранные материалы для элементов, работающих под давлением и регулирующих давление, в составе исполнительных устройств ВИСЗД. Для таких элементов должны быть выбраны материалы, соответствующие ГОСТ Р 51365, класс от АА до НН.

6.1.4 Такие элементы, как смазочные и отводные фитинги, должны рассматриваться в качестве штоков в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (таблица 1). Металлические уплотнения должны приниматься в качестве деталей, регулирующих давление, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (таблица 1).

6.1.5 Номинальная температура

6.1.5.1 Рабочая температура системы может изменяться в диапазоне от минимальной температуры, определяемой температурой флюида после штуцерной задвижки в сочетании с температурой окружающей среды, до максимальной температуры потока флюида. Стандартные значения номинальной температуры должны приниматься в соответствии с ГОСТ Р 51365 и ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.1.5.2 Для материалов изделий, работающих под давлением и регулирующих давление, с учетом требований к ударной вязкости рекомендуется классификация температуры U (от минус 18 °С до плюс 121 °С).

6.1.5.3 Если в результате расчета или испытаний будет подтверждено, что для определенных элементов ВИСЗД, контактирующих с транспортируемым флюидом, рабочие температуры не будут превышать допустимых для материала значений вследствие их охлаждения морской водой, то для указанных элементов рабочие температуры могут быть приняты в качестве номинальных.

6.1.5.4 При применении подводных компонентов и оборудования, термически защищенных от воздействия температуры морской воды благодаря применению изоляционных материалов, необходимо подтвердить сохранение работоспособного состояния в пределах диапазона применяемого класса температур.

6.1.5.5 Требования к учету влияния температуры на оборудование ВИСЗД в процессе его хранения и испытаний необходимо устанавливать в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.1.6 Уровни технических требований

6.1.6.1 Требования к материалам компонентов запорной арматуры ВИСЗД, находящихся под давлением и регулирующих давление, должны соответствовать УТТ 3 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4. УТТ определяют уровни требований к квалификации материалов, испытаниям и документации в соответствии с ГОСТ Р 51365 и ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.1.6.2 Материал такелажных проушин и других подъемных приспособлений должен отвечать требованиям в отношении несущей способности, установленным для УТТ 3 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.1.6.3 Требования к структурным компонентам и другим деталям оборудования, не работающим под давлением и не регулирующим давление, не устанавливаются в соответствии с УТТ, а должны быть определены в технических условиях производителя.

6.1.7 Болтовые соединения элементов под давлением

6.1.7.1 Выбор материалов для запорного болтового соединения (работающего под давлением) и его защитных покрытий должен учитывать хлоридное растрескивание под напряжением в морской воде и коррозионную усталость.

6.1.7.2 Ряд высокопрочных материалов для болтовых соединений может оказаться неприменимым для эксплуатации в условиях морской воды. Для запорного болтового соединения, изготавливаемого из углеродистой или легированной стали для использования в подводных условиях, величина твердости примененного материала должна быть ограничена максимальным значением твердости по Бринеллю 321 (Роквелл «С» 35) из-за возможности возникновения водородного охрупчивания при применении катодной защиты.

6.1.7.3 Запорное болтовое соединение должно соответствовать уровню технических требований УТТ 3 согласно ГОСТ Р ИСО 13628-4. Запорное болтовое соединение с изолирующим покрытием, изготовленное из материалов всех классов от АА до НН, должно быть обработано как болтовое соединение, подвергаемое воздействию, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.2 Система управления в составе ВИСЗД и исполнительные устройства

6.2.1 Свойства материалов

6.2.1.1 Определение материалов (металлических и неметаллических) для устройств управления запорных механизмов ВИСЗД, контактирующих с транспортируемым флюидом, является ответственностью проектировщика системы. Для обозначения материалов необходимо использовать обозначение класса от АА до НН, как определено в ГОСТ Р ИСО 13628-4. При выборе материалов достаточно указать классы материалов для различных условий эксплуатации, включая коррозионную активность.

6.2.1.2 Производитель отвечает за выбор материалов конструкции остальных компонентов, связанных с системой управления ВИСЗД, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 71160. Могут использоваться другие материалы, имеющие более высокую прочность, при условии, что они отвечают требованиям ГОСТ Р 71160 и соответствуют техническим условиям производителя.

6.2.1.3 Для выбора материалов производителю должна быть представлена информация о свойствах морской воды и данные о температуре в месте расположения запорных механизмов и управляющих ими устройств. При применении запорных механизмов, термически изолированных от влияния морской воды посредством применения изоляционных материалов, необходимо подтвердить сохранение работоспособного состояния запорных механизмов в пределах диапазона рабочих температур.

6.2.1.4 Классы и номинальные температуры материалов для устройств, контактирующих с транспортируемым флюидом (таких, как датчики), должны быть аналогичны установленным для запорных устройств ВИСЗД.

6.2.1.5 Классы и предельные температуры материалов для других устройств системы управления ВИСЗД должны определяться производителем.

6.2.1.6 Трубы, фитинги, соединители и соединительные панели должны быть изготовлены из материалов, устойчивых к атмосферной коррозии и коррозии под действием морской воды. Трубная обвязка и шланги, контактирующие с транспортируемым флюидом или с закачиваемыми химическими реагентами, должны быть изготовлены из материалов, совместимых с этими флюидами.

6.2.1.7 Материалы уплотнительных элементов должны быть совместимыми с жидкостью системы управления ВИСЗД. Уплотнения, контактирующие с транспортируемым флюидом или закачиваемыми химическими реагентами, должны изготавливаться из материалов, совместимых с указанными флюидами.

6.3 Сварка

6.3.1 Все сварные соединения элементов, находящихся под давлением и регулирующих давление, должны соответствовать уровню УТТ 3 ГОСТ Р 51365.

6.3.2 Сварные соединения конструктивных элементов следует изготавливать с учетом требований к сварным элементам, работающим без давления, в соответствии с ГОСТ Р 51365 или ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (подраздел 5.3).

6.3.3 Коррозионно-стойкую наплавку следует выполнять в соответствии с ГОСТ Р 51365.

6.4 Контроль внешней коррозии

6.4.1 Защита от внешней коррозии оборудования ВИСЗД должна обеспечиваться посредством выбора соответствующих материалов, защитных покрытий и применения электрохимической защиты. Программа контроля коррозии должна включать испытания, мониторинг и при необходимости замену элементов ЭХЗ. Формирование и реализация программы контроля коррозии не входят в область регулирования настоящего стандарта.

6.4.2 Система защитных покрытий должна соответствовать техническим условиям производителя оборудования, производителя покрытия или требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4.

6.4.3 Выбор цвета покрытия должен осуществляться в соответствии с ГОСТ Р 70842.

6.4.4 Производитель ВИСЗД должен обеспечить доступ к документации, содержащей описание системы защитных покрытий и технологии их нанесения.

7 Контроль качества

7.1 Общие положения

7.1.1 В рамках настоящего стандарта элементы ВИСЗД подразделяют на три категории для идентификации требований к контролю качества специальных групп используемых аппаратных средств:

- исполнительные элементы ВИСЗД, для которых установлены УТТ в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4;

- устанавливаемые на исполнительные элементы устройства, требования к которым установлены в ГОСТ Р ИСО 13628-4, ГОСТ Р 71160, ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2, ГОСТ Р МЭК 61511-3;

- устройства системы управления ВИСЗД, требования к которым установлены исходя из значения вероятности отказа при наличии запроса и минимально требуемой HFT, как определено в ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2, ГОСТ Р МЭК 61511-3.

7.1.2 Для вспомогательного оборудования, не входящего ни в одну из указанных категорий, требования к контролю качества должны соответствовать техническим условиям производителя.

7.1.3 В рамках контроля качества должны быть учтены требования ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ Р МЭК 61508-7, ГОСТ Р МЭК 61511-1, ГОСТ Р МЭК 61511-2, ГОСТ Р МЭК 61511-3 в отношении управления жизненным циклом безопасности, включая планирование, определение ответственности, компетентности персонала для соответствия требованиям валидации и оценки функциональной безопасности.

7.2 Уровень технических требований запирающих устройств системы ВИСЗД

7.2.1 Процессы контроля качества и испытаний элементов запирающих устройств ВИСЗД, находящихся под давлением и регулирующих давление, независимо от уровня полноты безопасности должны соответствовать УТТ 3 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.2.2 Процедуры гидравлических испытаний запирающих устройств ВИСЗД должны соответствовать требованиям, установленным ГОСТ Р ИСО 13628-4 для УТТ 3.

7.2.3 Критерием успешности гидравлических испытаний является отсутствие визуально фиксируемых утечек в течение периода времени, определяемого в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.2.4 Процедура пневматической опрессовки запирающих устройств ВИСЗД должна соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4 для УТТ 3. Перед проведением пневматической опрессовки должна быть выполнена гидравлическая опрессовка. Используемая для опрессовки газовая среда и условия испытаний запирающих устройств должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4 для УТТ 3.

7.2.5 Критерием успешности испытаний газовой средой является отсутствие визуально фиксируемых утечек в течение периода времени, определяемого в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.2.6 Компоненты, содержащие жидкость гидравлической системы, должны быть подвергнуты гидростатическому испытанию под давлением, в 1,5 раза превышающем номинальное рабочее давление гидравлической системы, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4 для УТТ 3. Все управляемые элементы (приводы, соединители и т. д.), работающие под управлением гидравлической системы, должны функционировать при давлении, составляющем 0,9 от номинального рабочего давления гидравлической системы.

7.2.7 Поскольку гидравлическая система не подвержена действию транспортируемого флюида, ее максимальное рабочее давление и давление испытания должно быть ограничено наиболее низким предельным давлением для входящих в ее состав элементов или меньшим значением, если это определено производителем. Испытательной средой является гидравлическая жидкость. Критерием успешности испытаний является отсутствие видимых утечек в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.2.8 Контроль шаблоном следует проводить в соответствии с техническими условиями производителя. Запирающие устройства ВИСЗД с размерами проходного канала согласно ГОСТ Р 51365 могут быть проверены с использованием шаблона, определяемого в соответствии с ГОСТ Р 51365.

7.2.9 Элементы трубной обвязки, предназначенные для прохождения СОД, подлежат проверке с использованием шаблона, соответствующего используемым СОД.

7.2.10 Допустимые напряжения в трубопроводе, трубной обвязке и конструкция гидравлического шланга должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (пункт 7.20.2).

7.2.11 Испытания трубопровода, трубной обвязки и гидравлического шланга в сборе с конечными фитингами, соединителями и соединительными панелями, подверженными воздействию транспортируемых флюидов и/или напрямую связанных с запирающими устройствами ВИСЗД, следует проводить в соответствии с 7.2.7 и ГОСТ Р ИСО 13628-4. Критериями успешности испытаний является отсутствие видимых утечек в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.2.12 Оптоволоконные кабели должны быть проложены внутри оболочек, заполненных компенсирующей жидкостью. В качестве таких оболочек могут быть использованы заполненные жидкостью шланги в составе соединительных перемычек и металлические трубы для протяженных участков шлангокабеля.

7.2.13 Оптические разъемы должны включать специальные выводы, предотвращающие утечку компенсирующей жидкости. Вводы оптоволоконного кабеля в находящиеся под давлением камеры или в трубную обвязку должны быть рассчитаны на полную разницу давления с двух сторон кабельного ввода.

7.2.14 Выбор трасс труб, трубной обвязки, шлангов, электрических и оптических кабелей должен осуществляться с учетом требований ГОСТ Р ИСО 13628-4. Оптические линии, расположенные в заполненных жидкостью оболочках, должны иметь запас длины для предотвращения натяжения в условиях ожидаемых нагрузок.

7.2.15 Трубная обвязка, идущая к гидравлическим разъемам, должна быть доступна для водолазов/ТНПА/ДУИ, чтобы указанные разъемы могли быть отсоединены, продуты или срезаны при необходимости снятия гидравлической блокировки и осуществления принудительного перевода системы с автоматического на ручной режим управления.

7.2.16 После сборки трубная обвязка и оборудование с гидравлическим приводом ВИСЗД должны быть промыты в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (пункт 7.20.3).

7.3 Конструктивные элементы

7.3.1 Контроль качества и испытания сварных швов конструктивных элементов должны быть назначены как для сварных швов, не работающих под давлением, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.3.2 Сварные швы в местах, где возникающее в результате действия нагрузки напряжение превышает 50 % предела текучести материала шва или основного материала, и такелажные проушины определяются как «критические сварные швы» и должны отвечать уровню контроля качества в соответствии с УТТ 3 и требованиям к проведению испытаний, установленных в ГОСТ Р 51365.

7.4 Подъемные устройства

7.4.1 Требования контроля качества для такелажных проушин и подъемных устройств должны соответствовать требованиям к контролю качества и испытаниям подъемных устройств, установленным в ГОСТ Р ИСО 13628-4.

7.5 Электрохимическая защита

7.5.1 Для подтверждения эффективности системы электрохимической защиты должны быть проведены испытания непрерывности электрического тока. При сопротивлении более 0,10 Ом и отсутствии непрерывности электрического тока необходима установка заземляющего провода на данных участках.

7.6 Хранение и транспортирование

7.6.1 После испытаний перед хранением или отгрузкой оборудование ВИСЗД следует опорожнить и смазать в соответствии с техническими условиями производителя. Производитель должен предоставить рекомендации в отношении транспортирования, хранения (включая рекомендуемые условия окружающей среды) и требования к техническому обслуживанию.

7.6.2 Перед отгрузкой детали и оборудование, имеющие открытые металлические поверхности (за исключением специализированных элементов, таких как аноды или информационные таблички), должны быть защищены посредством нанесения защитного покрытия, предупреждающего поражение ржавчиной, или посредством заполнения совместимым флюидом, содержащим соответствующие ингибиторы коррозии, в соответствии с техническими условиями производителя.

7.6.3 Поверхности фланцев, стыковочные втулки и резьбы должны быть защищены заглушками. Для оборудования с нанесенным покрытием, имеющим повреждения после проведенных испытаний, перед размещением на хранение или отгрузкой необходимо выполнить ремонт покрытия.

7.6.4 Для отгрузки установки и блоки следует надежно упаковать в деревянную тару или установить на транспортные салазки для предотвращения повреждения и обеспечения строповки.

8 Маркировка

8.1 Общие положения

8.1.1 Маркировка запорной арматуры, соответствующей требованиям ГОСТ Р ИСО 13628-4 к проектированию и испытаниям, должна включать номер партии, номинальное рабочее давление, температурный диапазон, наименование или товарный знак производителя.

8.1.2 Расположение маркировки на металлических деталях определяют в соответствии с ГОСТ Р 51365. Окраску и маркировку подводного оборудования для идентификации водолазами, операторами ТНПА и ДУИ выполняют в соответствии с ГОСТ Р 70842.

8.1.3 Указанные в маркировке физические величины должны быть выражены в системе СИ. Вместе со значениями должны быть указаны единицы измерения.

8.2 Такелажные узлы и проушины

8.2.1 Такелажные проушины, предназначенные для подъема оборудования, необходимо окрашивать в красный цвет и маркировать надлежащим образом для уведомления персонала о необходимости строповки в указанных точках.

8.2.2 Такелажные узлы и проушины на каждой единице оборудования следует маркировать с указанием безопасной рабочей нагрузки, как определено в ГОСТ Р ИСО 13628-4.

9 Подтверждение соответствия

9.1 Общие положения

9.1.1 Данный раздел определяет требования к валидации, которые должны быть выполнены для основных элементов системы и ВИСЗД в целом. Валидация должна быть проведена для следующих основных элементов ВИСЗД:

а) датчики;

б) ПЭС;

в) исполнительное устройство, в состав которого входят:

1) запирающие механизмы (отсечные клапаны);

2) регулирующие клапаны (используемые для подачи или сброса давления в гидравлической системе, с помощью которой происходит активация запирающих механизмов);

3) отсечные или перепускные клапаны, используемые для контроля давления, слива жидкости, подачи химических реагентов и т. д.

9.1.2 Испытания в рамках валидации основных компонентов могут выполняться независимо. Для исполнительного устройства в сборе должны быть проведены отдельные дополнительные испытания, не связанные с испытаниями отдельных компонентов.

Примечание — Настоящий стандарт устанавливает требования к валидации гидравлических приводов запирающих механизмов, регулирующих и отсечных клапанов ВИСЗД. Применение электрических приводов является допустимым, однако рекомендации по их проектированию не входят в область действия настоящего стандарта. В то же время электрические приводы должны соответствовать проектным требованиям, требованиям к материалам и процессу валидации, установленным для гидравлических приводов.

9.1.3 Если происходят изменения конструкции изделия, затрагивающие вопросы монтажа, габаритов, функций или используемых материалов, то производитель должен документально подтвердить отсутствие влияния указанных изменений на рабочие характеристики изделия.

9.1.4 Конструкция, которая претерпевает существенные изменения, является новой и для нее необходимо провести повторные испытания. Существенным изменением считается любое изменение ранее аттестованной конфигурации или изменение в выборе материала, которое может повлиять на эффективность работы изделия или его обслуживание.

9.1.5 При изменении материала проведение нового испытания не требуется, если применимость нового материала может быть подтверждена производителем.

9.2 Валидация запирающих механизмов ВИСЗД и привода

9.2.1 В процессе валидации должны быть реализованы приведенные ниже подходы к процедурам и масштабированию результатов.

9.2.2 Испытания в процессе валидации запирающих механизмов и приводов ВИСЗД следует проводить на прототипах или серийных образцах оборудования, изготовленного в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4, с учетом рабочих циклов, циклов изменения внутреннего давления, температурных циклов и циклов изменения внешнего давления, а также требований к рабочим характеристикам, соответствующих уровню технических требований к рабочим характеристикам УТР 2 (PR2) в соответствии с ГОСТ Р 51365.

9.2.3 Если размер запирающего механизма/привода ВИСЗД не является верифицируемым параметром, то могут быть использованы правила масштабирования, приведенные в ГОСТ Р ИСО 13628-4, для валидации нового размера необходимо указание на уже квалифицированные запирающие механизмы/приводы.

9.2.4 В ряде случаев запирающий механизм/привод может быть установлен непосредственно в трубопроводе. В этих случаях может потребоваться изменить размер проходного канала клапана, использовать размер, отличный от номинальных размеров, приведенных в ГОСТ Р ИСО 13628-4, для обеспечения возможности использования СОД.

9.2.5 Соответствующий установленным требованиям запирающий механизм/привод ВИСЗД можно использовать для валидации запирающего устройства с новым размером, в отношении которого принципы проектирования, конфигурация и функциональные операции остаются неизменными, однако диаметр канала в конструкции седла клапана не должен отличаться более чем на 12,7 мм от диаметра устройства, прошедшего процесс валидации.

9.3 Валидация клапанов контроля давления, слива жидкости, перепуска, подачи химических реагентов

9.3.1 Для клапанов контроля давления, слива жидкости, перепуска, подачи химических реагентов должны быть реализованы приведенные ниже подходы к валидации и масштабированию.

9.3.2 Испытания в процессе валидации указанных клапанов и их приводов следует проводить на прототипах или серийных образцах оборудования, изготовленного в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4 с учетом рабочих циклов, циклов изменения внутреннего давления, температурных циклов и циклов изменения внешнего давления, а также требований к рабочим характеристикам, соответствующих уровню технических требований к рабочим характеристикам УТР 2 (PR2) в соответствии с ГОСТ Р 51365.

9.3.3 Если размер клапана, используемого в ВИСЗД, не является параметром, подлежащим верификации, то могут быть использованы правила масштабирования, приведенные в ГОСТ Р ИСО 13628-4, для валидации нового размера необходимо указание на клапаны, прошедшие валидацию для применения в составе ВИСЗД.

9.4 Валидация распределительного клапана

9.4.1 Распределительный клапан направляет жидкость гидравлической системы в привод отсечного клапана. Испытание в процессе валидации распределительного клапана следует выполнять на прототипе или серийном образце, изготовленном в соответствии с настоящим стандартом для проверки того, что при проектировании клапана были соблюдены требования к рабочим характеристикам в отношении давления, температуры и рабочего цикла.

9.4.2 При проведении данных испытаний должна обеспечиваться продувка функциональной линии.

9.4.3 В процессе валидации клапана должны быть проведены следующие испытания:

- циклическое испытание, в процессе которого гидравлическая жидкость должна подаваться на распределительный клапан с максимальным номинальным давлением, при этом должен быть обеспечен стандартный класс чистоты гидравлической жидкости в соответствии с ГОСТ Р 71160—2023 (подраздел 6.4.3.2);
- циклические испытания срабатывания клапана. Для распределительного клапана должны быть выполнены 10 000 циклов срабатывания. При проведении испытаний необходимо осуществлять мониторинг падения давления в управляющей линии для подтверждения сброса гидравлической жидкости. При срабатывании давление должно снижаться до атмосферного;
- циклическое испытание при использовании гидравлической жидкости с пониженным классом чистоты. В процессе испытаний гидравлическая жидкость должна подаваться на распределительный клапан с максимальным номинальным давлением, при этом рекомендуется использовать гидравлическую жидкость 13-го класса чистоты в соответствии с ГОСТ 17216. Класс чистоты жидкости под-

лежит уточнению на стадии проектирования системы. В процессе испытания должно быть выполнено 1000-кратное срабатывание клапана. Необходимо осуществлять мониторинг падения давления в управляющей линии для подтверждения сброса гидравлической жидкости, при срабатывании давление должно снижаться до атмосферного;

- проведение гипербарического испытания при низкой температуре, в процессе которого клапан должен быть испытан в гипербарической камере при давлении, имитирующем расчетную глубину воды в точке установки распределительного клапана. Гидравлическая жидкость в процессе этого испытания подается на клапан при расчетном давлении. Чистота гидравлической жидкости, подаваемой на клапан, должна соответствовать стандартному классу чистоты в соответствии с ГОСТ Р 71160. Вода в испытательной камере должна иметь температуру не выше 2 °С. Испытание включает 100-кратное срабатывание клапана. Необходимо осуществлять мониторинг падения давления в управляющей линии для подтверждения сброса гидравлической жидкости, при срабатывании давление должно снижаться до давления в гипербарической камере. В качестве альтернативы может проводиться гипербарическое и температурное испытание в соответствии с ГОСТ Р 71160.

9.5 Валидация датчиков, программируемой электронной системы и устройств системы управления

9.5.1 В соответствии с требованиями настоящего стандарта устройства системы управления, устанавливаемые на запирающих механизмах (включая, но не ограничиваясь: датчики давления, расходомеры, порты для мониторинга или подачи химических реагентов, гидравлические разъемные панели, панели подключения перемычек, электрические и оптоволоконные разъемы и т. д.) отнесены к системам типа А в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2.

9.5.2 Остальные элементы или устройства, входящие в систему управления ВИСЗД, за исключением специально выделенных, таких как устанавливаемые на отсечных механизмах устройства управления, отнесены к системам типа В в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2 (например, программируемые устройства, логические устройства, устройства с обратной связью).

9.5.3 Для определения средней вероятности отказа по требованию должны использоваться соответствующие данные по отказам для указанных компонентов. Данные по отказам должны быть документированы и в отношении них должны быть определены принимаемые допущения.

9.5.4 Требуется привести данные в отношении интенсивности опасных необнаруживаемых отказов (λ_{du}) и суммарной интенсивности отказов (λ_{tot}) или доли безопасных отказов (SFF).

Примечание — Показатель λ_{tot} должен включать только критические отказы (т. е. отказы, которые влияют на функцию безопасности). Если применимо, параметры, используемые для оценки отказов по общей причине (например, β-фактор), должны быть включены и задокументированы как часть данных об отказах.

9.5.5 Данные об отказах могут быть получены следующими способами или их сочетанием:

а) фактические данные, полученные при эксплуатации такой же или аналогичной системы:

- данные должны быть основаны на компонентах, которые используются в аналогичной среде и при аналогичных условиях эксплуатации, при этом конструкция компонентов должна быть идентичной;
- для используемого источника данных об отказах число проведенных испытаний в отношении релевантной функции безопасности должно приводиться вместе с данными о том, сколько из этих функциональных испытаний окончились отказом. Кроме того, должен быть приведен промежуток времени между данными функциональными испытаниями. Если данные собраны из различных источников, предпочтительно, чтобы используемая информация подразделялась по каждому источнику данных;
- оценки средней вероятности отказа по требованию и λ_{du} должны быть консервативными (в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2 требуется, чтобы у любых применяемых данных о частоте отказов уровень статистической достоверности составлял как минимум 70 %);
- информация о сроке службы компонентов не является значимой, основа для оценки данных по отказам должна быть такой, как представлено выше;

б) сертификат третьей стороны или аналогичный документ:

- все требования и принятые допущения в отношении сертификата должны быть задокументированы. Таким образом, кроме самого сертификата, документация должна включать информацию, которая является основанием для выдачи сертификата (отчет об оценке в процессе сертификации или аналогичная обосновывающая документация);

в) оценка компонентов и системы основывается на данных об отказах, получаемых из общих источников:

- оценка должна быть должным образом задокументирована посредством анализа дерева отказов, включая отказы по общей причине. Оцениваемые компоненты и системы должны иметь одинаковый тип использования, безопасное состояние и аналогичную конструкцию по отношению к безопасному состоянию (т. е. в нормальном состоянии под напряжением в противоположность к отсутствию напряжения в нормальном состоянии). В дальнейшем, если оценка была основана на данных, опубликованных в справочнике по надежности, или подобных источниках, все необходимые параметры (например, параметры окружающей среды или показатели качества) должны соответствовать рассматриваемому применению и должны быть представлены как часть документации;

- производителем ПЭС должно быть подготовлено руководство по безопасности, в котором должно быть указано полное соответствие системы ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-2, ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р МЭК 61508-7, подтверждаемое независимой испытательной лабораторией или другой независимой организацией, выполняющей испытания. В руководстве по безопасности должен быть установлен: максимальный уровень полноты безопасности, для которого может быть встроена ПЭС, ПСБ в составе ВИСЗД, в которую устанавливается ПЭС, и описание конфигураций и условий окружающей среды, при которых ПЭС может быть встроено и может работать в составе ПСБ ВИСЗД;

- конструктивной особенностью некоторых архитектур подводной системы управления является наличие параллельных схем для обеспечения резервирования, либо наличие систем, предназначенных для повышения надежности аппаратных средств, снижения вероятности ложных отключений или ошибок, либо увеличения интервала между регламентным техническим обслуживанием. Руководства по безопасности для системы с одним ПЭС, можно использовать в качестве документации для валидации ПЭС, использующих архитектуру системы управления, в которой с целью резервирования установлены два ПЭС, при условии, что поставщик/интегратор системы управления может подтвердить, что параллельная или резервируемая конфигурация не приводит к возникновению дополнительных неопределяемых опасных отказов, а также не происходит снижения указанных в руководстве по безопасности значений средней вероятности отказа при наличии запроса, HFT и доли безопасных отказов (SFF). Валидация в процессе испытаний должна быть проведена посредством стендовых испытаний двух или более ПЭС, подключенных параллельно в идентичных условиях эксплуатации, определенных в руководстве по безопасности.

9.6 Валидация исполнительного устройства ВИСЗД

9.6.1 Исполнительное устройство ВИСЗД в процессе валидации следует испытывать с реализацией не менее 350 циклов срабатывания при полной расчетной нагрузке (перепаде давления на отсекающем клапане) на отсутствие сбоев или возникновения утечек, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (приложение L) (см. также приложение F [2]) для уровня технических требований PR2. Данное испытание следует проводить в дополнение (не совместно) к указанным выше испытаниям, выполняемым в рамках валидации других элементов системы.

9.6.2 Проведение циклических температурных и/или гипербарических испытаний не требуется, если они явно не рекомендованы производителем.

9.6.3 Исполнительное устройство ВИСЗД должно включать запорное устройство (отсечной клапан в сборе), клапан для мониторинга/сброса давления, перепускной клапан и гидравлический управляющий клапан, обеспечивающий подачу гидравлической жидкости в обвязку привода запорного устройства.

9.6.4 Трубная обвязка должна соответствовать обвязке аналогичных устройств или иметь более консервативное решение в отношении диаметров и протяженности участков, числа изгибов и тройников. Испытываемое в процессе валидации исполнительное устройство ВИСЗД может быть прототипом или серийным образцом оборудования.

9.7 Оценка уровня полноты безопасности для элементов исполнительного устройства

9.7.1 Характеристики клапанов исполнительного устройства ВИСЗД (такие, как герметичность, теплостойкость, рабочее усилие, крутящий момент, количество рабочих циклов и т. д.) определяют исходя из требований ГОСТ Р 51365 и ГОСТ Р ИСО 13628-4 к циклическим испытаниям в процессе валидации, поскольку число таких элементов ограничено и средние статистические значения сложно определить. Данный расчетный метод может быть использован для оценки среднего времени между

отказами и уровня полноты безопасности, пока не будут доступны в достаточном количестве эксплуатационные данные.

9.7.2 Метод оценки предполагает, что отказы при прохождении испытаний в соответствии с ГОСТ Р 51365 и ГОСТ Р ИСО 13628-4 имеют случайный характер с количеством отказов, равным нулю в ходе испытания, как установлено данными национальными стандартами. Следовательно, при оценке надежности для оценки неопределенности необходимо использовать распределение хи-квадрат. Основные параметры распределения хи-квадрат приведены в приложении В ГОСТ Р 8.736—2011 и [3].

9.7.3 Оценку уровня полноты безопасности необходимо проводить в соответствии со следующими выражениями:

$$SIL = -\log 10(PFD_{ave}), \quad (1)$$

$$PFD_{ave} = \left(\frac{1}{MTBF}\right)^2 \cdot t, \quad (2)$$

$$MTBF = \frac{2(L \cdot C)}{\chi^2(2r + 2\alpha)}, \quad (3)$$

где PFD_{ave} — средняя вероятность отказа при наличии запроса;

$MTBF$ — среднее время между отказами (число циклов между отказами);

L — проектный срок службы исполнительного устройства, лет;

C — число ожидаемых срабатываний исполнительного устройства в год;

χ^2 — функция распределения хи-квадрат;

t — запланированный интервал испытаний, который определяется как запланированный интервал испытания ВИСЗД в целом (датчиков, ПЭС и исполнительных устройств), пока проводятся действия по подтверждению УПБ.

9.7.4 Среднее время между отказами является характеристикой вероятности отказа элемента, устройства или системы. В качестве исходной информации при определении оценки среднего времени между отказами используют данные наблюдений или опубликованные данные об отказах.

9.7.5 Для расчета оценки среднего времени между отказами и вероятности отказа необходимо использовать распределение хи-квадрат. При этом следует учитывать неопределенность наблюдений при малом объеме результатов наблюдений и возможные различия реальных условий эксплуатации и условий эксплуатации, соответствующих опубликованным данным.

10 Монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация

10.1 Общие положения

10.1.1 Монтаж проводится после изготовления и испытания ВИСЗД и включает ее доставку на место эксплуатации, установку на морском дне, подключение всех необходимых коммуникаций и подключение к защищаемому трубопроводу СПД.

10.1.2 Ввод в эксплуатацию ВИСЗД включает совокупность мероприятий от начала испытаний системы на точке эксплуатации до ее заполнения флюидом и начала эксплуатации.

10.1.3 Монтаж и ввод в эксплуатацию ВИСЗД необходимо осуществлять таким образом, чтобы ее УПБ соответствовал проектному значению.

10.1.4 В процессе монтажа и ввода в эксплуатацию ВИСЗД должно осуществляться управление изменениями для подтверждения того, что любые изменения, в случае признания их необходимыми в ходе указанных этапов работ, не влияют на УПБ и указываются в СТБ согласно 4.6.

10.1.5 Для содействия работам в процессе монтажа и ввода в эксплуатацию подрядчикам должна быть передана информация о допустимых нагрузках при монтаже и транспортировании, сведения о принятых допущениях и описания интерфейсов.

10.2 Планирование

10.2.1 Планирование выполняется с целью определения всех мероприятий, необходимых для осуществления монтажа и подключения ВИСЗД, а также выполнения пусконаладочных работ.

10.2.2 Должен быть выполнен независимый анализ процедур в составе планируемых работ применительно к монтажу ВИСЗД. При необходимости процедуры должны включать расчеты, подтверждающие, что монтаж ВИСЗД будет выполнен безопасно и без повреждения системы.

10.2.3 Подрядчик по монтажу должен провести оценку рисков для идентификации потенциальных отклонений от плана и разработать процедуры действий при возникновении таких отклонений. Процедуры должны включать указание на требуемый уровень согласования при необходимости внесения любых изменений.

10.2.4 Планирование должно включать процедуры управления изменениями для управления отклонениями в тех случаях, когда в процессе монтажа были внесены изменения в проект.

10.2.5 План должен содержать следующие положения:

а) перечень всех мероприятий в рамках испытаний и проведения пусконаладочных работ, включая валидацию ВИСЗД, с учетом требований к СТБ;

б) информацию, касающуюся режимов работы основного и вспомогательного оборудования, включая:

- подготовку к использованию, наладку и регулировку;
- запуск, выполнение работ в автоматическом, ручном, полуавтоматическом режиме, контроль работы в установившемся режиме;
- сброс, останов и техническое обслуживание;
- возможные отклонения от режима нормальной эксплуатации;
- контроль планируемых к реализации процедур;
- ссылка на критерии соответствия (например, причинно-следственная диаграмма, принципиальные схемы системы управления);
- график проведения работ;
- перечень лиц и организаций, ответственных за проведение работ и соответствующие уровни ответственности.

10.2.6 План валидации программного обеспечения должен определять программное обеспечение в области безопасности, подлежащее валидации для каждого режима выполнения работ, включая:

а) информацию в отношении стратегии валидации, в том числе используемые средства и данные:

- ручные и автоматические средства;
- статические и динамические средства;
- аналитические и статистические данные;

б) средства и методы, подлежащие применению для подтверждения соответствия каждой функции безопасности ПСБ следующим критериям:

- установленным требованиям для программного обеспечения функции безопасности ПСБ;
- установленным требованиям к полноте безопасности программного обеспечения;
- параметрам среды, в которой следует проводить действия (например, при проведении испытаний среда будет включать откалиброванные инструменты и оборудование);

в) критерии соответствия/несоответствия при выполнении валидации программного обеспечения, включая:

- необходимые входные данные, как формируемые в рамках технологического процесса, так и вводимые оператором, последовательность ввода данных и их значения;
- ожидаемые сигналы на выходе, их последовательность и значения;
- другие критерии соответствия (например, объем используемой памяти, время срабатывания и допустимые отклонения значений);
- политику и процедуры для оценки результатов валидации и корректирующие меры при выявлении отклонений.

10.3 Монтаж

10.3.1 Монтаж следует проводить в соответствии с предварительно подготовленным планом и утвержденными компанией-оператором проекта процедурами.

10.3.2 До начала монтажных работ должно быть проведено обследование морского дна для подтверждения отсутствия посторонних предметов, которые могут препятствовать процессу монтажа и/или оказывать влияние на последующую эксплуатацию ВИСЗД. В ходе обследования необходимо подтвердить координаты и пространственное положение расположенного по близости оборудования СПД и оборудования, подключаемого к ВИСЗД.

10.3.3 Система позиционирования, используемая в процессе обследования, должна быть аналогичной системе, которая будет использоваться в процессе монтажа.

10.3.4 При необходимости подрядчик по монтажу должен предложить и реализовать методы подготовки морского дна для обеспечения условий, требуемых при монтаже ВИСЗД.

10.3.5 После завершения монтажных работ необходимо провести обследование системы для документального подтверждения результатов выполненных работ. Результаты обследования должны быть отражены в отчете, содержащем описание состояния оборудования и графический материал, иллюстрирующий описание.

10.3.6 Результаты обследования должны содержать:

а) описание общего состояния оборудования ВИСЗД;

б) координаты расположения ВИСЗД;

в) описание взаимного расположение ВИСЗД относительно другого оборудования СПД;

г) перечень допущенных отклонений от проектных решений;

д) выполненные в процессе монтажа ремонтные работы;

е) результаты проверки и испытаний ВИСЗД.

10.4 Ввод в эксплуатацию

10.4.1 Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию должны проводиться в соответствии с решениями проектной документации, требованиями документации предприятий — производителей (или поставщиков) оборудования, правилами по охране труда и технике безопасности, пожарной безопасности, нормативными документами органов государственного надзора, требованиями ГОСТ Р 59305, ГОСТ Р ИСО 13628-4 и СП 378.1325800.

10.4.2 Производителем должна быть подготовлена эксплуатационная документация в соответствии с ГОСТ Р 59305—2021 (раздел 9).

10.4.3 По результатам испытаний и пусконаладочных работ должно быть подтверждено, что ВИСЗД отвечает СТБ и функционирует в соответствии с проектными решениями.

10.4.4 Проводимые после монтажа системы испытания должны подтвердить, что вся система, включая функции закрытия клапанов и работу системы управления, спроектирована и установлена таким образом, что обеспечивает надлежащую работу в рамках предусмотренных проектом отклонений от нормальных условий эксплуатации.

10.4.5 Должно быть подтверждено, что:

- время срабатывания системы соответствует проектным параметрам;
- предусмотренные функции (например, срабатывание отсечного клапана) выполняются корректно;
- другие основные параметры находятся в заданных проектных границах.

10.4.6 До начала первой эксплуатации ВИСЗД, а также после приостановки ее работы на срок свыше 30 дней или после внесения изменений в ее конструкцию следует проводить проверку системы, с целью подтверждения работоспособного состояния всех элементов и устройств и, если применимо, выполнения калибровки измерительных приборов для конкретных условий эксплуатации.

10.4.7 Для формирования чек-листа с целью валидации проектных решений и результатов строительно-монтажных работ должна быть подготовлена диаграмма оценки анализа условий обеспечения безопасности.

10.4.8 В чек-лист необходимо внести все КИП и отметить их функциональное назначение в системе управления. Должно быть подтверждено, что каждое измерительное устройство находится в рабочем состоянии, надлежащим образом откалибровано и готово к выполнению проектной функции управления в установленный период времени. Результаты проверки необходимо отметить в диаграмме оценки анализа условий обеспечения безопасности.

10.4.9 Завершение испытаний всех управляемых устройств и подтверждение их функциональных характеристик является основанием для утверждения, что ВИСЗД и результаты монтажа успешно прошли валидацию и верификацию.

10.4.10 Испытания ВИСЗД следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61511-1 (см. также [4]) с учетом воздействия внешней среды.

10.4.11 Герметичность оборудования ВИСЗД и трубопроводов подключения должна быть подтверждена в процессе испытаний под давлением. Испытание следует проводить с давлением, как минимум в 1,25 раза превышающим максимально допустимое рабочее давление, если иное не предусмотрено нормативными требованиями.

10.4.12 Валидация безопасности ВИСЗД в процессе ее ввода в эксплуатацию включает совокупность действий, необходимых для подтверждения соответствия СТБ установленной и конструктивно завершенной ВИСЗД и ее приборных функций.

10.4.13 КИП, используемые при проведении испытаний, должны быть откалиброваны в соответствии с требованиями нормативных документов или спецификации производителя.

10.4.14 В процессе валидации необходимо подтвердить, что:

- ПСБ выполняет свои функции при проектных режимах работы (например, при запуске, останове и т. д.), в соответствии с СТБ;
- на работу ПСБ не оказывает негативного влияния взаимодействие с системой управления СПД и другими подключенными системами;
- осуществляется обмен данными между ПСБ и системой управления СПД или другой предусмотренной проектом системой;
- датчики, ПЭС и исполнительные устройства отвечают СТБ, включая требования к резервированию;
- параметры системы по результатам монтажа корректно отражены в исполнительной документации;
- при отклонении технологических параметров за пределы проектных значений функция безопасности ПСБ работает надлежащим образом;
- последовательность отключения (останова) ВИСЗД реализуется надлежащим образом;
- ПСБ ВИСЗД обеспечивает надлежащее оповещение о состоянии и реализуемых функциях;
- математические модели, включенные в ПСБ, корректны;
- функция сброса выполняется так, как определено в СТБ;
- функция байпаса работает корректно;
- система ручного останова работает корректно;
- параметры контрольных испытаний приведены в документации по техническому обслуживанию;
- функции диагностики работают корректно;
- при отключении и восстановлении энергоснабжения функционирование ПСБ соответствует проектным решениям.

10.4.15 После завершения испытаний перед началом эксплуатации ВИСЗД должны быть выполнены следующие действия:

- отсечные клапаны приведены в состояние, определяемое процедурой пуска системы;
- из системы удалены все среды, использовавшиеся при испытаниях;
- выполнен финальный тест останова.

10.4.16 Документация, формируемая по результатам проведения испытаний и ввода в эксплуатацию, должна включать:

- план валидации ВИСЗД;
- указание на подлежащую проверке функцию безопасности ПСБ с ссылкой на требования, определенные в ходе планирования валидации ВИСЗД;
- перечень инструментов, оборудования и данных, используемых при калибровке ВИСЗД;
- результаты испытаний;
- технические условия на проведение испытаний;
- критерии соответствия результатов испытаний установленным требованиям;
- отклонения фактических результатов от ожидаемых;
- результаты анализа испытаний и принятое решение относительно продолжения испытаний или внесения изменений в случае наличия отклонений.

10.4.17 При наличии отклонений фактических результатов от ожидаемых, должны быть доступны результаты анализа указанных отклонений и принятые решения как часть результатов валидации аппаратных и программных средств, включая документально подтвержденное решение о продолжении валидации или возврате на более раннюю стадию жизненного цикла разработки системы.

10.4.18 Должен проводиться ремонт всех выявленных в процессе обследований повреждений с использованием утвержденных процедур и при необходимости с проведением повторных испытаний. Любые изменения, внесенные в ходе ремонтных работ, следует оценивать в рамках процесса управления изменениями. При необходимости изменения должны быть одобрены/верифицированы производителем.

10.4.19 Уровень риска в процессе пуска системы не должен превышать уровень риска при нормальной эксплуатации. При проектировании ВИСЗД, а также при разработке и реализации процедур ввода в эксплуатацию необходимо учитывать возможные отличия стадии пуска системы от режима нормальной эксплуатации.

10.4.20 Указанные отличия могут включать:

- прохождение через систему флюидов, использовавшихся для очистки скважин;
- существенные изменения температуры и давления в ходе пуска;
- временную подачу химических реагентов;
- начальное состояние и последовательность пуска оборудования СПД.

10.4.21 Процедуры и действия, реализуемые при вводе ВИСЗД в эксплуатацию, должны учитывать режим работы оборудования, расположенного перед системой по направлению движения потока.

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Утверждены Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 15 декабря 2020 г. № 533

[2] ИСО 10423:2009 Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Устьевое и фонтанное оборудование

[3] Р 50.1.033-2001 Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть I. Критерии типа хи-квадрат

[4] ИСО 10418:2019 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Система обеспечения безопасности технологического процесса

УДК 622.276.04:006.354

ОКС 75.020
75.180.10
75.180.99

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, системы подводной добычи, приборная система безопасности, защита от повышенного давления

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 28.06.2023. Подписано в печать 22.12.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,76.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru