ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 9.608— 2024

Единая система защиты от коррозии и старения. Электрохимическая защита

ЗАЩИТА ОБСАДНЫХ КОЛОНН СКВАЖИН

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией содействия в реализации инновационных программ в области противокоррозионной защиты и технической диагностики «СОПКОР»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 214 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 октября 2024 г. № 1446-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», 2024

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система защиты от коррозии и старения.
Электрохимическая защита

ЗАЩИТА ОБСАДНЫХ КОЛОНН СКВАЖИН

Unified system of corrosion and ageing protection. Electrochemical protection.
Protection of well cases

Дата введения — 2025—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы электрохимической защиты от коррозии обсадных колонн скважин, выполненных из углеродистых и низколегированных сталей, при проектировании строительства новых объектов добычи газа, нефти и газового конденсата, при разработке проектной документации на реконструкцию действующих обсадных колонн скважин, а также при эксплуатации месторождений углеводородного сырья.

Настоящий стандарт устанавливает методику расчета параметров катодной защиты обсадных колонн скважин от внешней коррозии, контактирующих с коррозионно-активным флюидом, и предназначенной для оценки ее целесообразности и эффективности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.602—2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 51164 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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 стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, 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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **интервал защиты**: Участок эксплуатационной обсадной колонны (эксплуатационного хвостовика) скважины, требующий защиты от коррозии наружной поверхности труб вследствие угрозы развития коррозионных процессов и разгерметизации колонны.

3.2 **математическая модель**: Модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений.

Издание официальное

3.3 **моделирование**: Изучение свойств и/или поведения объекта, выполненное с использованием его модели.

3.4 **обсадная колонна**: Колонна соединенных между собой обсадных труб, предназначенная для крепления, опробования и эксплуатации скважины.

3.5 **эксплуатационная колонна**: Обсадная колонна, применяемая для оборудования скважины для добычи жидкого полезного ископаемого или газа и опробования пластов.

3.6 **хвостовик**: Обсадная колонна, установленная в скважине без выхода ее верхней части на поверхность.

3.7 **устье скважины**: Входное отверстие ствола скважины.

3.8 **цементное покрытие обсадной колонны**: Цементный камень, образованный в результате выполнения операции по цементированию обсадной колонны и расположенный между наружной поверхностью обсадной колонны и стенкой скважины или внутренней поверхностью предыдущей спущенной обсадной колонны.

3.9 **интервал спуска**: Глубина установки обсадной колонны от поверхности земли до ее нижней точки.

3.10 **тампонажный материал**: Композиция на основе вяжущего или смеси вяжущего вещества с инертными или активными добавками, которая при взаимодействии с жидкостью затворения образует раствор, постепенно переходящий в твердое состояние.

3.11 **тампонажный раствор**: Твердеющий водный раствор на основе вяжущего, применяемый для закрепления несвязных грунтов, уплотнения пустот и трещиноватых пород.

4 Общие положения

4.1 Последовательность выполнения операций при определении мероприятий по защите от коррозии и необходимости проектирования катодной защиты обсадных колонн скважин приведена на рисунке А.1.

4.2 При определении мероприятий по защите от коррозии на этапе выполнения проектов эксплуатационного бурения и обустройства месторождений перед проведением расчета параметров катодной защиты обсадных колонн скважин необходимо изучить коррозионные процессы на внешней поверхности обсадных колонн скважин, работающих в аналогичных условиях, в том же геологическом районе, эксплуатирующих те же месторождения на аналогичных продуктивных горизонтах и выполненных из того же материала (аналогичный по коррозионной стойкости материал труб колонн и цементное покрытие обсадной колонны).

Исследования проводят по следующим аспектам, при этом допускается не ограничиваться ими:

- изучение накопленной частоты разгерметизации колонн по причинам коррозионных повреждений, результаты технического диагностирования обсадных колонн и сведения, полученные по результатам анализа материалов капитального ремонта или реконструкции скважин;
- изучение условий спуска и работы обсадной колонны скважины, в том числе коррозионной агрессивности среды на основе оценки фактического воздействия коррозии на аналогичную обсадную колонну скважины в аналогичных условиях;
- изучение данных об обследовании колонны обсадных труб на наличие анодных зон с применением анализа профиля потенциала, измеренного вдоль скважины.

На основании результатов исследований принимают решение о целесообразности применения мер защиты обсадных колонн скважин от коррозии.

Примечание — При отсутствии данных о коррозионных процессах на внешней поверхности обсадных колонн скважин, работающих в аналогичных условиях, принимается допущение о наиболее сложных условиях эксплуатации с высокой коррозионной агрессивностью среды.

4.3 При подтверждении целесообразности защиты от коррозии устанавливают возможные особенности и ограничения, которые необходимо учитывать при проектировании катодной защиты, в том числе возможность электроснабжения и расположение оборудования установок катодной защиты, влияние катодной защиты на смежное оборудование, наличие грунтов с удельным электрическим сопротивлением свыше 1000 Ом · м, особенно в месте размещения анодного заземления.

4.4 Расчет параметров работы установок катодной защиты при различных конструкциях скважин (приложение Б), а также оценку целесообразности реализации катодной защиты обсадных колонн скважин выполняют в соответствии с настоящим стандартом.

4.5 При проведении расчета параметров работы установок катодной защиты обсадных колонн скважин следует учитывать:

- распределение вдоль скважины плотности катодного тока, натекающего на внешнюю поверхность обсадных колонн;
- силу защитного тока скважин;
- силу тока станции катодной защиты;
- напряжение на станции катодной защиты;
- сопротивление растеканию тока анодного заземления.

4.6 Для проведения расчета параметров работы катодной защиты обсадных колонн скважин используют следующие исходные данные:

- конструкционную группу скважины (приложение Б);
- глубину спуска эксплуатационной колонны;
- глубину расположения интервала защиты;
- средневзвешенное удельное электрическое сопротивление грунта;
- применяемые критерии достижения эффективности катодной защиты в интервале защиты.

Примечание — Особенностью расчета параметров работы установки катодной защиты обсадных колонн скважин в соответствии с настоящим стандартом является возможность проведения расчетов без использования результатов экспериментальных работ по поляризации тестовых скважин.

4.7 Расчет параметров работы установок катодной защиты обсадных колонн скважин рекомендуется проводить на математических моделях, прошедших верификацию с использованием программных средств конечно-элементного моделирования.

4.8 Количественную оценку энергетической эффективности катодной защиты следует проводить на основании результатов расчета параметров работы катодной защиты обсадных колонн скважин.

4.9 Результаты количественной оценки энергетической эффективности катодной защиты учитывают для принятия решения о целесообразности реализации катодной защиты обсадных колонн скважин.

4.10 Использование катодной защиты обсадных колонн скважин подтверждают технико-экономическим обоснованием, в котором рекомендуется учитывать:

- ресурс обсадной колонны, ограниченный внешней коррозией в имеющихся или аналогичных условиях эксплуатации;
- соотношение стоимости возможных ремонтных мероприятий с учетом срока, упущенной выгоды от простоя и вероятности их выполнения в сопоставлении с затратами на сооружение и эксплуатацию системы катодной защиты;
- условия натекания катодного тока на интервал защиты обсадной колонны скважины;
- энергетическую эффективность работы катодной защиты с учетом параметров анодных заземлений;
- срок службы элементов установки катодной защиты.

4.11 В случае, если технико-экономическим обоснованием установлена нецелесообразность использования катодной защиты при рассматриваемых параметрах скважины, рекомендуется рассмотреть применение альтернативных методов защиты от коррозии обсадных колонн скважин, приведенных в приложении В.

При наличии водоносных горизонтов рекомендуется применять катодную защиту независимо от ее энергетической неэффективности по 5.8.

4.12 При отказе от катодной защиты обсадных колонн скважин эксплуатирующей организации необходимо проводить коррозионное обследование обсадных колонн скважин с применением магнитоимпульсной дефектоскопии, скваженных зондов (для определения продольного сопротивления, анодных и катодных зон) и др.

Периодичность проведения работ устанавливают регламентом (стандартом) эксплуатирующей организации, но не реже одного раза в пять лет.

Количество обследуемых обсадных колонн должно составлять 2% от общего фонда скважин, выбор обследуемых скважин следует определять, исходя из аналогичных условий эксплуатации.

5 Критерии эффективности катодной защиты обсадных колонн скважин

5.1 Критерием эффективности катодной защиты обсадных колонн скважин в части снижения коррозионных угроз является защитная плотность тока. Проектирование катодной защиты обсадных колонн скважин осуществляют, исходя из минимальной защитной плотности:

- 5 мА/м^2 — при наличии на внешней поверхности эксплуатационной обсадной колонны цементного покрытия;
- 10 мА/м^2 — для условий, когда эксплуатационная обсадная колонна или часть ее не цементирована и имеет прямой контакт со средой.

При наличии результатов исследования (например, данных каротажа по имеющемуся фонду скважин), свидетельствующих о высокой коррозионной агрессивности среды в соответствии с ГОСТ 9.602—2016 (таблица 1), плотность защитного тока рекомендуется увеличить до 10 и 20 мА/м^2 соответственно для цементируемой и нецементируемой обсадной колонны.

5.2 В качестве дополнительного критерия эффективности катодной защиты обсадных колонн скважин в части снижения коррозионных угроз рекомендуется применять значение защитного потенциала по ГОСТ Р 51164.

5.3 Эффективность катодной защиты следует обеспечивать для интервала защиты (для соответствующего диапазона глубин).

5.4 Интервал защиты, для которого следует обеспечить эффективность катодной защиты, рекомендуется уточнять на основе геофизических данных (каротажа) в открытом стволе при строительстве скважин (уточняют интервалы наличия пластовых вод, зоны распространения мерзлоты), в обсаженном стволе (целевые исследования на состояние колонны) и/или количественной оценки размеров и положения областей с максимальным риском повреждения эксплуатационной колонны (эксплуатационного хвостовика) за счет наружной коррозии.

5.5 При наличии геофизических данных об участках с высокой коррозионной агрессивностью в соответствии с ГОСТ 9.602 интервал защиты ограничивается этими участками. При отсутствии геофизических данных интервал защиты включает участок эксплуатационной обсадной колонны (эксплуатационного хвостовика), расположенный в интервале с отсутствующим цементным покрытием.

5.6 Для количественной оценки эффективности катодной защиты в части снижения коррозии рекомендуется применять отношение протяженности участка в пределах интервала защиты, на котором возможно обеспечение защиты по критерию плотности катодного тока, к общей протяженности интервала защиты. В случае, если отношение меньше единицы, то катодная защита не способна обеспечить защиту по критериям плотности катодного тока на всей протяженности интервала защиты.

5.7 Для количественной оценки энергетической эффективности катодной защиты определяют отношение силы тока, расходуемого на защиту интервала защиты, к общей силе тока катодной защиты колонны с учетом отношения длин рассматриваемой колонны и интервала защиты

$$e = \frac{I_з}{I_о} \cdot \frac{L}{L_з}, \quad (1)$$

где $I_з$ — сила тока, расходуемая на интервал защиты, А;

$I_о$ — сила тока катодной защиты, А;

L — длина эксплуатационной колонны, м;

$L_з$ — длина интервала защиты, м.

5.8 В случае, если отношение меньше 0,4, то катодная защита энергетически неэффективна. Для оценки энергетической эффективности также рекомендуется использовать следующие параметры:

- силу тока, необходимую для обеспечения защиты по критерию плотности защитного тока в интервале защиты;
- мощность, затрачиваемую на поляризацию обсадной колонны, определяемую как произведение силы тока и напряжения катодной защиты;
- максимальное значение защитного потенциала в устье скважины при обеспечении необходимой плотности защитного тока в интервале защиты.

6 Порядок расчета параметров катодной защиты обсадных колонн скважин

6.1 Расчет параметров катодной защиты обсадных колонн скважин выполняют в следующем порядке:

- расчет сопротивления растеканию тока глубинного анодного заземления;
- выбор интервала защиты по 5.4;
- выбор математической модели в зависимости от конструкционной группы скважины (см. приложение Г);
- проведение расчета параметров с использованием выбранной математической модели.

6.2 Определение конструкционной группы скважины приведено в приложении Б. Если проектируемая скважина не совпадает по всем указанным параметрам конструкционной группе скважин, принадлежность к группе определяют по большинству параметров, начиная с наиболее значимых для проведения расчета:

- глубине спуска эксплуатационной колонны (эксплуатационного хвостовика);
- количеству обсадных колонн;
- диаметру и толщине стенок обсадных колонн;
- интервалам спуска обсадных колонн скважины, кроме эксплуатационной.

6.3 Расчет силы тока и напряжения установки катодной защиты обсадных колонн скважин проводят с использованием математических моделей, приведенных в приложении Г. Выбор математической модели осуществляют в зависимости от конструкционной группы, к которой относится проектируемая скважина.

6.4 Эффективность катодной защиты в части снижения коррозионных угроз оценивают по 5.6. По результатам сравнения делают вывод об эффективности катодной защиты.

6.5 Энергетическую эффективность катодной защиты оценивают по 5.7. По результатам сравнения делают вывод об энергетической эффективности системы катодной защиты. Для оценки энергетической эффективности рекомендуется использовать показатели по 5.7.

6.6 Целесообразность реализации катодной защиты оценивают на основе технико-экономического обоснования по 4.10. При неудовлетворительных результатах технико-экономического обоснования или его отсутствии мероприятия по катодной защите применять не допускается.

6.7 При поступлении дополнительной исходной информации по состоянию обсадных колонн скважин и наличию коррозионных повреждений в процессе эксплуатации целесообразно повторно выполнить расчеты согласно настоящей методике.

Приложение А
(рекомендуемое)

Система последовательных операций по определению мероприятий по защите от коррозии и проектированию катодной защиты обсадных колонн скважин

Алгоритм по определению мероприятий по защите от коррозии и проектированию катодной защиты обсадных колонн скважин приведен на рисунке А.1.

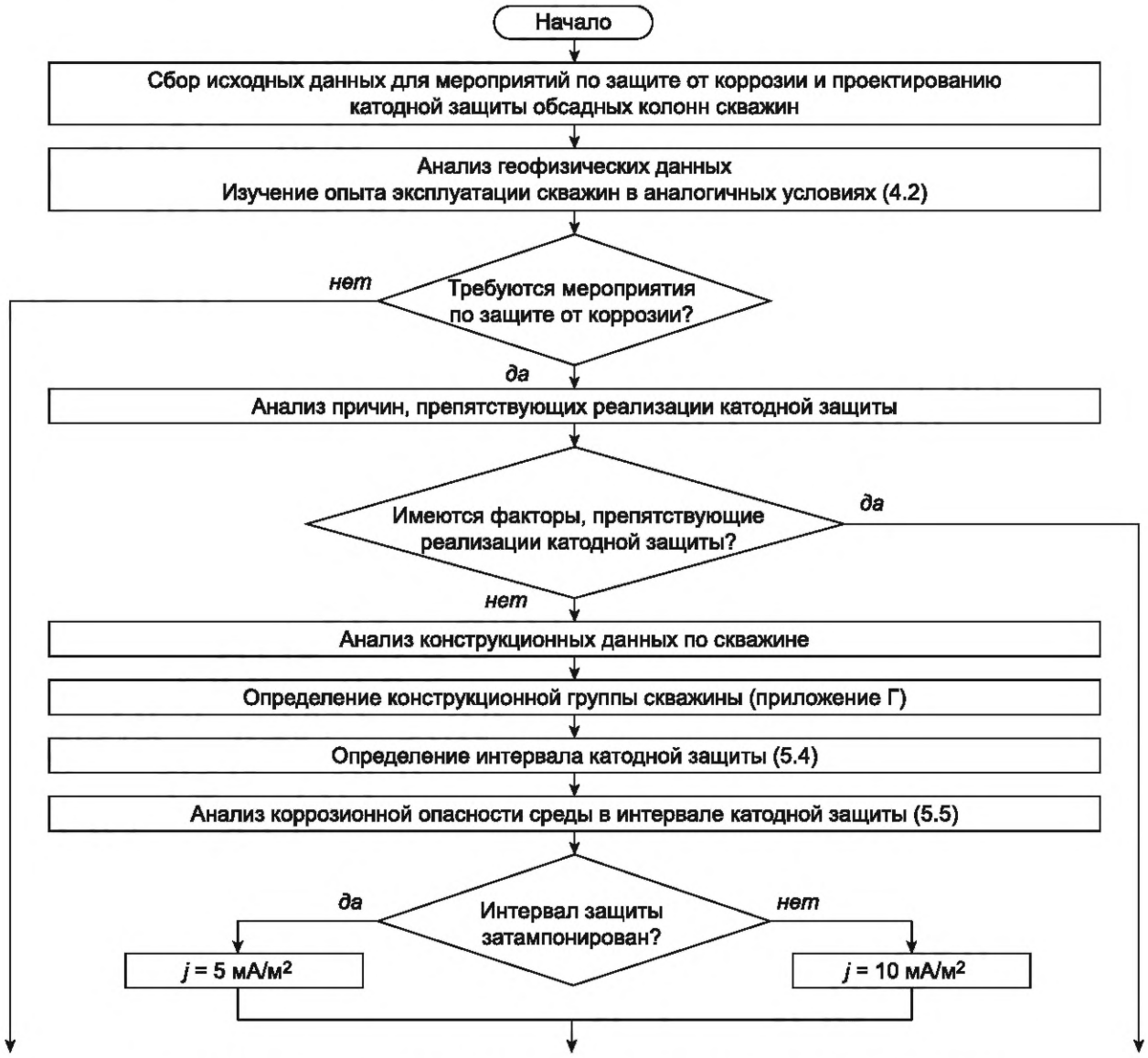

Рисунок А.1, лист 1 — Алгоритм по определению мероприятий по защите от коррозии и проектированию катодной защиты обсадных колонн скважин

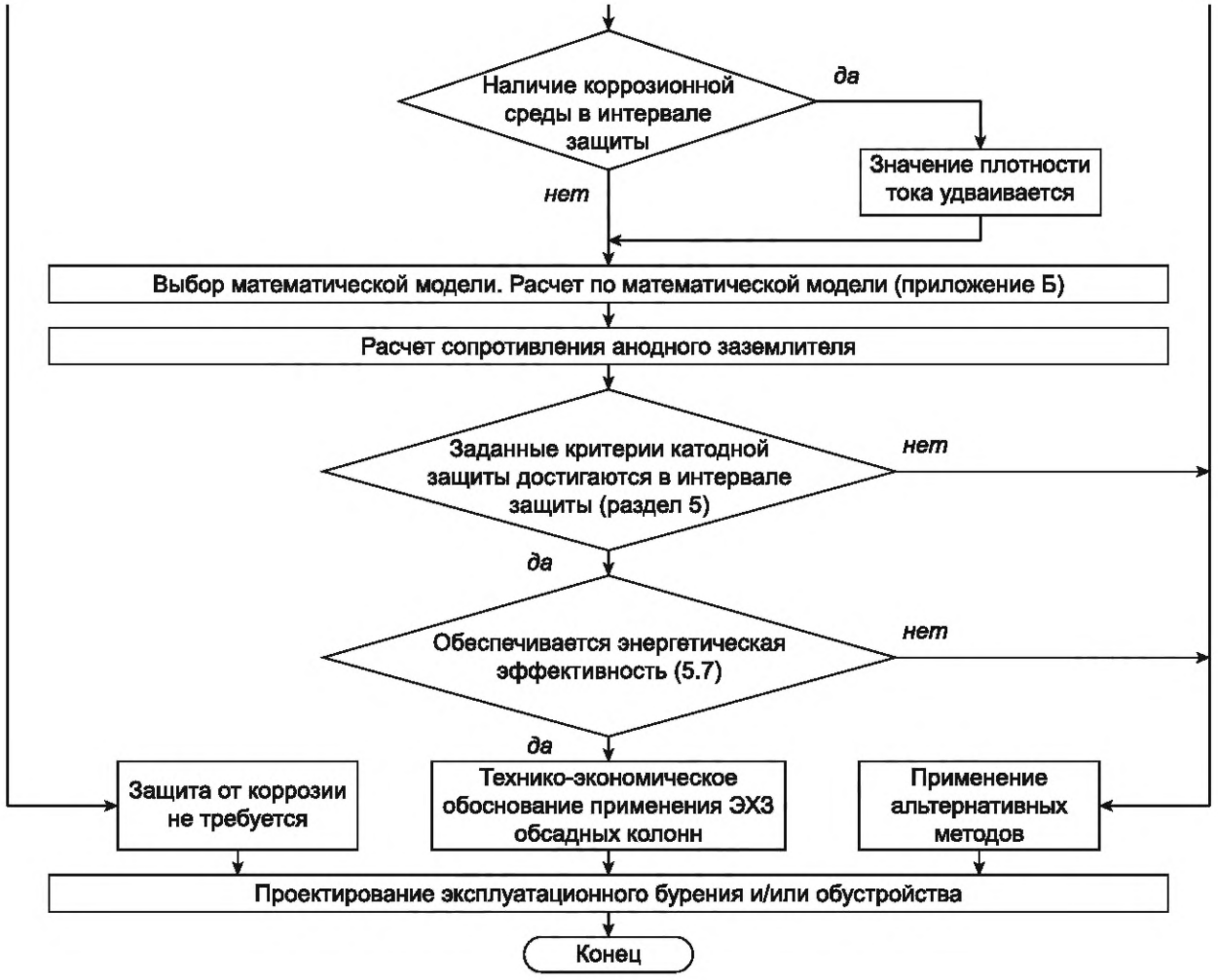

Рисунок А.1, лист 2

Примечание — Технико-экономическое обоснование применения защиты от коррозии в рамках настоящего стандарта не рассматривается.

Приложение Б
(справочное)

Конструкционные группы скважин

Конструкционные группы скважин приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Конструкционные группы скважин

Наименование параметра колонны[1)]	Направление[2)]	Кондуктор	Техническая колонна	Эксплуатационная колонна	Эксплуатационный хвостовик
I группа					
Диаметр колонны, мм	—	245	—	168	—
Толщина стенки, мм	—	7—12	—	7—12	—
Интервал спуска, м	—	0—500	—	0—1500	—
II группа					
Диаметр колонны, мм	—	324	245	168	—
Толщина стенки, мм	—	7—12	7—12	7—12	—
Интервал спуска, м	—	0—500	0—1500	0—3000	—
III группа					
Диаметр колонны, мм	426	324	245	178	—
Толщина стенки, мм	10—12	8—12	8—12	7—12	—
Интервал спуска, м	0—100	0—500	0—2000	0—4000	—
IV группа					
Диаметр колонны, мм	426	324	245	178	114
Толщина стенки, мм	10—12	8—12	8—12	7—12	7—10
Интервал спуска, м	0—100	0—500	0—2000	0—4000	3900—5000
V группа					
Диаметр колонны, мм	426	324	245	178	114[3)]
Толщина стенки, мм	10—12	8—12	8—12	7—12	7—10
Интервал спуска, м	0—100	0—500	0—2000	0—4000	3900—5000

[1)] Обсадные колонны цементируют от забоя до устья.

[2)] Вариативность использования диаметров обсадных колонн определяется следующим образом:
- Направление — 324—508 мм;
- Кондуктор —245—473 мм;
- Промежуточная колонна — 168—377 мм;
- Эксплуатационная колонна (хвостовик) — 114—194 мм.

[3)] Хвостовик нецементируемый (фильтр).

Приложение В
(рекомендуемое)

Рекомендуемые альтернативные методы защиты обсадных колонн скважин от коррозии

В соответствии с 4.11 рекомендуется применять следующие альтернативные методы защиты обсадных колонн скважин от коррозии, в том числе перспективных:

- применение защитных покрытий наружной поверхности обсадных колонн скважин;
- применение противокоррозионных добавок в тампонажном растворе;
- применение тампонажных материалов с высоким сопротивлением;
- применение неметаллических труб обсадной колонны;
- применение труб с увеличенной толщиной стенки с целью обеспечения проектного срока эксплуатации в конкретных условиях;
- применение труб обсадной колонны из высоколегированных (нержавеющих) сталей.

Примечание — Альтернативные методы защиты применимы на стадии обустройства скважин, и их следует рассмотреть на этапе разработки проектно-сметной документации на их строительство.

Приложение Г
(справочное)

Математические модели для расчета параметров катодной защиты обсадных колонн скважин

Г.1 Математические модели для расчета напряжения катодной защиты

Г.1.1 Математические модели для расчета напряжения катодной защиты обсадных колонн скважин основаны на результатах конечно-элементного моделирования распределения параметров катодной защиты в обсадных колоннах и горных породах.

Г.1.2 Напряжение катодной защиты зависит от:

а) силы тока катодной защиты;

б) удельного электрического сопротивления грунта;

в) глубины скважины;

г) количества и протяженности обсадных колонн;

д) диаметров и толщин стенок обсадных колонн;

е) глубины залегания анодного заземления;

ж) расстояния от скважины до анодного заземления;

и) сопротивления цементного покрытия.

В рассматриваемых приближенных моделях учитывают влияние параметров в соответствии с перечислениями а), б) и в), оказывающими наибольшее влияние на напряжение катодной защиты.

Г.1.3 Напряжение катодной защиты U_n, В, определяют по формуле

$$\rho A = \pi r^2,$$

$$U_n = I_o (\rho_c (aL + b) + R_з), \quad (Г.1)$$

где I_o — сила тока катодной защиты, А;

ρ_c — средневзвешенное удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

L — глубина скважины, м;

a, b — коэффициенты;

$R_з$ — сопротивление растеканию тока глубинного анодного заземления, Ом.

Значения коэффициентов a и b для разных конструкционных групп скважин приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 — Коэффициенты математических моделей для расчета напряжения катодной защиты

Обозначение коэффициента	Значение коэффициента для различных конструкционных групп скважин	
	I и II группа	III—V группа
a, м$^{-2}$	$-0{,}38 \cdot 10^{-6}$	$-0{,}13 \cdot 10^{-6}$
b, м$^{-1}$	$14{,}08 \cdot 10^{-3}$	$13{,}46 \cdot 10^{-3}$

Примечание — Значения коэффициентов a и b рассчитаны для скважин, имеющих наиболее широко применяемые параметры обсадных труб; переходное сопротивление цементного покрытия 100 Ом · м^2; глубину спуска вертикального анодного заземления 100 м; расстояние от скважины до анодного заземления 200 м.

Г.2 Математические модели для расчета распределения плотности защитного тока и силы тока катодной защиты

Г.2.1 Математические модели для расчета распределения плотности защитного тока и силы тока катодной защиты обсадных колонн скважин основаны на результатах конечно-элементного моделирования распределения параметров катодной защиты в обсадных колоннах и грунте.

Г.2.2 Распределение плотности защитного тока катодной защиты зависит от:

а) силы тока катодной защиты;

б) глубины скважины;

в) удельного сопротивления грунта;

г) количества и протяженности обсадных колонн;

д) диаметров и толщин стенок обсадных колонн;

е) глубины залегания анодного заземления;

ж) расстояния от скважины до анодного заземления;

и) сопротивления цементного покрытия.

В рассматриваемых моделях учитывают влияние параметров в соответствии с перечислениями а) и б), оказывающих наибольшее влияние на распределение плотности защитного тока. Параметры в соответствии с перечислениями в), г), д), е), ж), и) согласно результатам конечно-элементного моделирования несущественно влияют на распределение плотности защитного тока.

Г.2.3 Распределение плотности защитного тока в системе защиты J, мА/м^2, при глубинах более 300 м удовлетворительно описано следующей зависимостью:

$$J = I_0 m x^n, \qquad (Г.2)$$

где I_0 — сила тока катодной защиты, А;

m, n — коэффициенты в соответствии с Г.2.5 и Г.2.6;

x — расстояние от рассматриваемой точки до устья скважины, м.

Г.2.4 Силу тока I_0 катодной защиты определяют, исходя из условия обеспечения заданной плотности защитного тока J_0 в забое скважины (при $x = L$) по формуле

$$I_0 = \frac{J_0}{mL^n}, \qquad (Г.3)$$

где J_0 — плотность защитного тока, мА/м^2;

m, n — коэффициенты в соответствии с Г.2.5 и Г.2.6;

L — глубина скважины, м.

Значения коэффициентов m и n рассчитаны отдельно для разных конструкционных групп скважин.

Г.2.5 Для скважин глубиной до 3000 м с эксплуатационной колонной диаметром 168 мм (I и II конструкционные группы скважин, приведенные в приложении Б) значения коэффициентов m и n при разных глубинах скважины L, м, приведены на рисунках Г.1 и Г.2.

Примечание — Значения коэффициентов m и n рассчитаны для скважин, имеющих наиболее широко применяемые параметры обсадных труб для I и II конструкционных групп скважин; переходное сопротивление цементного покрытия 100 Ом · м^2; глубину спуска вертикального анодного заземления 100 м; расстояние от скважины до анодного заземления 200 м, средневзвешенное сопротивление горной породы вдоль скважины 100 Ом · м.

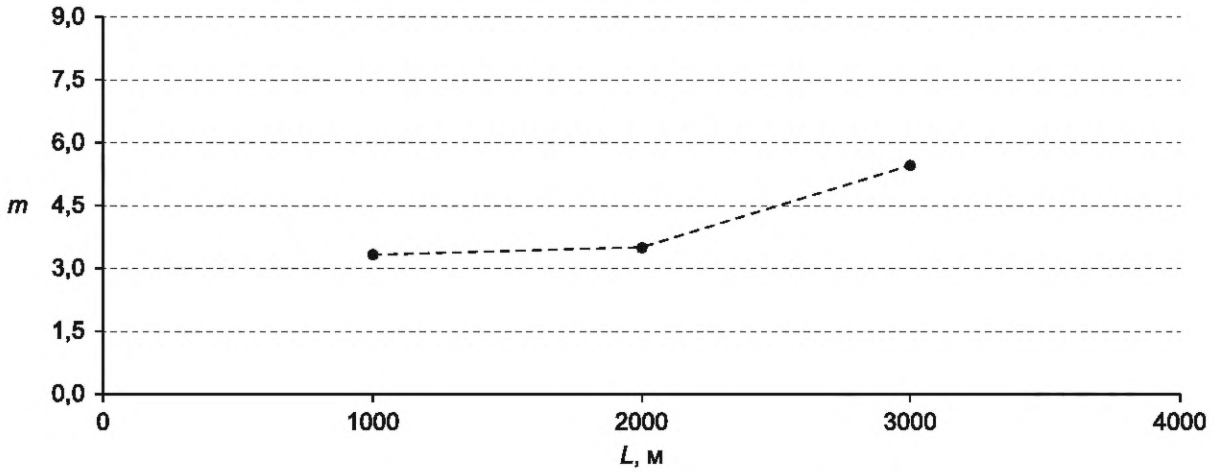

Рисунок Г.1 — Значения коэффициента m при разных глубинах скважины (I и II конструкционные группы скважин)

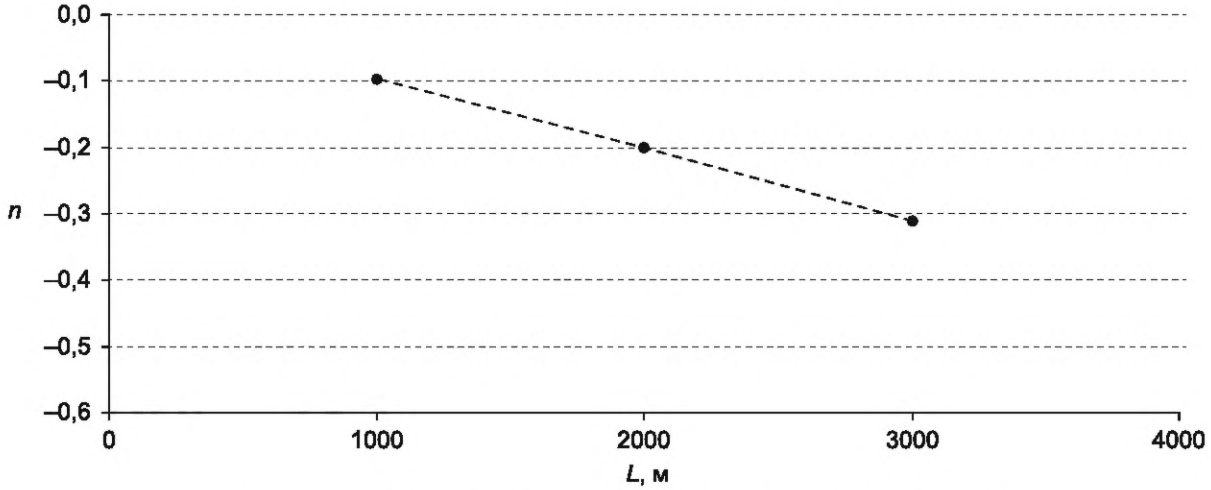

Рисунок Г.2 — Значения коэффициента *n* при разных глубинах скважины
(I и II конструкционные группы скважин)

Г.2.6 Для скважин глубиной до 5000 м с эксплуатационной колонной диаметром 178 мм (III и IV, V конструкционные группы скважин, приведенные в приложении Б) значения коэффициентов *m* и *n* при разных глубинах скважины *L*, м, приведены на рисунках Г.3 и Г.4.

Примечание — Значения коэффициентов *m* и *n* рассчитаны для скважин, имеющих наиболее широко применяемые параметры обсадных труб для III—V конструкционных групп скважин; переходное сопротивление цементного покрытия 100 Ом · м^2; глубину спуска вертикального анодного заземления 100 м; расстояние от скважины до анодного заземления 200 м, средневзвешенное сопротивление горной породы вдоль скважины 100 Ом · м.

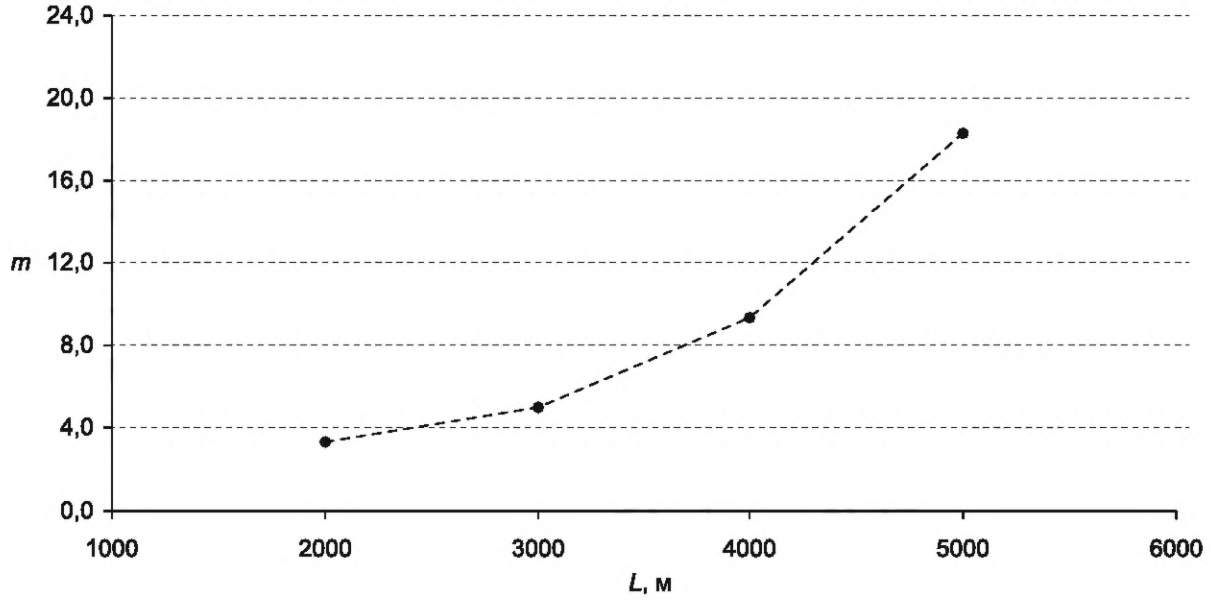

Рисунок Г.3 — Значения коэффициента *m* при разных глубинах скважины
(III—V конструкционные группы скважин)

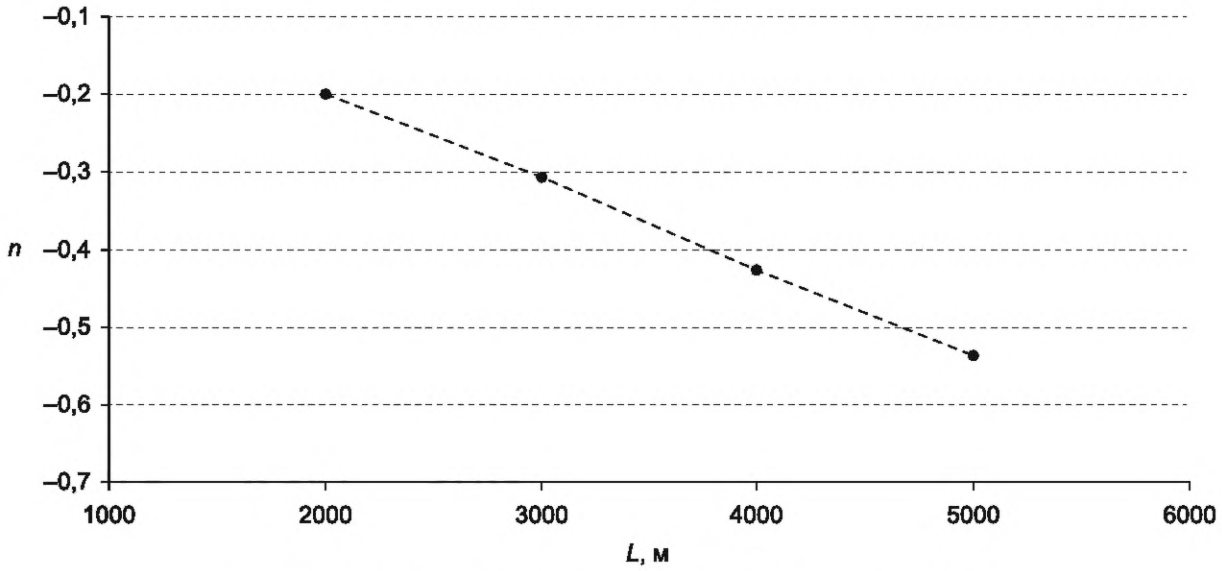

Рисунок Г.4 — Значения коэффициента *n* при разных глубинах скважины
(III и IV конструкционные группы скважин)

Г.2.7 Кроме графического определения параметров *m* и *n*, определяющих модель, можно воспользоваться математическим выражением, устанавливающим график зависимости плотности тока, натекающего на сечение обсадной колонны с глубиной скважины *l*, координатой *x* и при силе тока в цепи катодной защиты 10 А

$$j = (0{,}00008 \cdot l^2 - 0{,}136 \cdot l + 188) \cdot x^{(-0{,}00014 \cdot l - 0{,}1313)}, \quad (Г.4)$$

где *j* — плотность тока, мА/м²;

l — глубина скважины, м;

x — координата по длине модели, м.

Модель удовлетворительно работает в диапазоне глубин 100…5000 м. Модель подлежит корректировке для других значений силы тока, с учетом пропорциональности между параметрами силы тока и плотности тока.

УДК: 622.692.4.07: 620.197.5:006.354

ОКС 75.200
77.060

Ключевые слова: защита от коррозии, методика расчета, параметр, электрохимическая защита, обсадная колонна, скважина, проектирование

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 16.10.2024. Подписано в печать 28.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

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