

К.Л. Шамшетдинов, заведующий
отделом защиты от коррозии, к.т.н, с.н.с.,
С.А. Швец, технический директор, к.т.н.
ДАО «Центральное конструкторское
бюро нефтеаппаратуры» ОАО «Газпром»

26

Защита от коррозии объектов обустройства газовых месторождений континентальных шельфов РФ. Нормативные требования, технологии, мониторинг.

В настоящее время ОАО «Газпром» производит разведку или осваивает месторождения на шельфах Баренцева, Печерского, Карского, Каспийского, Охотского морей, а также на Обской и Тазовской губе. Перспективы добычи углеводородов в Арктическом шельфе только России и на Дальнем Востоке оцениваются в 100–140 млрд т.

Обустройство месторождений континентальных шельфов сопряжено с необходимостью строительства громадного количества металлических, в основном стальных, конструкций различного назначения. Указанные конструкции, располагаясь каждая в своем стратиграфическом горизонте, по-разному подвержены коррозии. Обсадные колонны скважин могут быть подвержены подземной грунтовой коррозии, устьевое оборудование скважины, опорные конструкции стационарных платформ подвержены коррозии в водной морской среде, надводные конструкции подвергаются атмосферной коррозии и коррозии в воде, усиливающейся под влиянием брызг и ледового механического воздействия.



Шамшетдинов К.Л.



Швец С.А.

Из опубликованных источников известно, что до 50% аварий, например, на морских трубопроводах происходит по причине наружной и внутренней коррозии. При этом скорость равномерной коррозии конструкционных сталей в морских условиях без применения специальных мер защиты, в частности в зоне брызг, достигает более 1, а питтинговой – более 3,7 мм/год. Придонная область конструкций, как правило, характеризуется наименьшей скоростью коррозии относительно меньших глубин. В Арктике коррозия металлических морских конструкций происходит в иных условиях, чем в морских районах с умеренным климатом, и даже интенсивнее, чем в Северном море. Низкие, близкие к 0 °С температуры обуславливают относительно высокую концентрацию кислорода в воде – основного деполяризатора коррозионного процесса в водных коррозионных средах со всеми вытекающими отсюда коррозион-

ными последствиями. Высокая нагрузка от ледового воздействия также способствует усилению коррозии. Очень низкие температуры в зимний период способствуют повышению хрупкости металлов и защитных покрытий. В ряде промышленно развитых стран накоплен богатый опыт по защите от коррозии морских объектов. При этом Северное море оказалось естественной лабораторией по сорокалетней отработке опыта в освоении морских месторождений и сооружению подводных трубопроводов. Различные климат и стратиграфия расположения объектов коррозии требуют различных способов пассивной и электрохимической защиты, а также особой организации эксплуатации защиты морских объектов обустройства месторождений. Задачи защиты от коррозии морских объектов возникают и решаются уже на стадии проектирования.

ЗАЩИТА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ОБЩЕИЗВЕСТНЫМИ МЕТОДАМИ:

- применением соответствующих коррозионной среде коррозионностойких сталей;
- применением ингибиторов для защиты от внутренней коррозии объектов, в том числе обсадных эксплуатационных колонн и колонн насосно-компрессорных труб;
- системами пассивной защиты, в том числе на основе лаков и красок, полиолефинов и эпоксидных покрытий;
- системами покрытий на основе материалов, обладающих свойствами гальванической электрохимической защиты;
- системами металлических защитных покрытий для особо ответственных конструкций;
- системами электрохимической (гальванической и катодной) защиты.

ПМ®
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
Промизоляция

СИМВОЛ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ

603058, г. Нижний Новгород, ул. Новикова-Прибоя, д. 4
тел./факс: (831)258-39-58, 258-39-66
e-mail: promizolyaciya@ruiz.ru; <http://www.ruiz.ru>

на правах рекламы

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Однако реализация указанных методов защиты от коррозии на морских объектах обустройства месторождений сопровождается необходимостью преодоления ряда препятствий природного и технического характера.

В связи с тем что морские объекты занимают особое место в отношении к коррозионной опасности, регламентация защиты их от коррозии является одним из важнейших способов обеспечения высокоэффективной эксплуатации месторождений.

Нормативные требования к защите от коррозии морских объектов сформулированы в нормативных документах, основные из которых приведены в таблице.

Применение коррозионностойких сталей ограничивается главным образом их высокой стоимостью. Однако при длительной эксплуатации морского месторождения (50 лет и более) затраты на приобретение и использование коррозионностойких материалов оказываются соизмеримыми с издержками на эксплуатацию и ремонт морских объектов из обычной конструкционной стали. Коррозионностойкие стали наиболее эффективны для применения в арктических условиях эксплуатации.

Материалы для систем пассивной защиты должны соответствовать по от-

ношению к материалам общего применения следующим дополнительными требованиям:

- повышенной кроющей способностью с одновременно увеличенной толщиной единичного слоя покрытия;
- быстрым высыханием или полимеризацией при низких температурах;
- возможностью нанесения на влажные поверхности;
- высокими антиобрастающими свойствами.

Кроме того, покрытия из органических материалов должны обладать повышенной механической прочностью, стойкостью к истиранию, трещиностойкостью, стойкостью к соответствующим климату температурам.

Особое место в защите от коррозии занимают материалы, обладающие свойствами гальванической электрохимической защиты. Это в основном лакокрасочные материалы, в состав которых вводится порошковый мелкодисперсный цинк или алюминий. Такие покрытия на основе цинка обладают не только дополнительным качеством гальванической защиты, но и способностью после израсходования восстанавливать свои защитные свойства под действием катодной защиты.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ БОЛЬШЕЙ ЧАСТЬЮ ПРИМЕНЯЮТСЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ:

- над водной поверхностью (морская атмосфера) и для которых применение других видов покрытий не обеспечивает защиту от коррозии на требуемый период эксплуатации объекта в целом или его части (резервуары, платформы, мачты);
- в зоне переменного смачивания (зона воздействия брызг, зона заплеска) в случае необходимости защиты указанной области сооружения от комбинированного механического воздействия воды, льда и агрессивной среды, при котором другие типы пассивной защиты оказываются нестойкими (опоры стационарных платформ и другие конструкции, находящиеся при указанных условиях).

Металлические покрытия, наносимые в основном методом термического напыления на готовые конструкции, функционируют либо самостоятельно, либо в комбинации с последующим органическим покрытием, дополнительно обеспечивающим снижение или исключение водопроницаемости покрытия и придающим конструкции требуемый цвет окраски.

Таблица. Основные нормативные документы по защите от морской коррозии объектов

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	
Нормативные документы общего применения в защите от коррозии морских сооружений	ISO 10418:2003 ISO 13623:2000 ISO/DIS 13628-1:2005 ISO/CD 13628-4:2006 ISO 13703:2000/Cor 1:2002 ISO 15649:2001 NORSOK U-001	NORSOK M-630 СТО Газпром 2-3.7-050-2006 (DNV-OS-F101) РД ГМ-01-02
Нормативные документы пассивной защиты от коррозии морских сооружений	ISO 12944-5 ISO 8501-1 ISO 8502-3 ISO 8502-6 ISO 8502-9 ISO 8503 ISO 8504-2 ISO/CD 21809-2	ISO/CD 21809-3 ISO/CD 21809-4 ISO/AWI 21809-5 NORSOK M-501 NORSOK R-004 RP-F102: SFS 8145
Нормативные документы по катодной защите от коррозии морских сооружений	NORSOK M-503 ISO 15589-2: 2004 BS 7361-1 DNV RP B401	RP-F103 RP-B401: 2006 NACE RP 0177-83
Нормативная документация по контролю и мониторингу защиты морских сооружений	NACE RP 0169-83 NACE RP 0176-2003	NACE RP0188 RP-G103:2006RP-F106:2006
Нормативные документы по защите бетонных конструкций	OS-C502:2007 OS-C503: 2004 RP-B101: 2007	RP-F101 ISO/AWI 21809-5

Электрохимическая защита объектов обустройства газовых месторождений континентальных шельфов РФ должна осуществляться как гальваническими анодами (протекторная защита), так и катодными установками (катодная защита) либо применением одного и другого способа в совокупности. Преимущественно для морских сооружений рекомендуется применять гальваническую защиту, которая, будучи дифференцирована по отдельным анодам и местам их размещения на защищаемой подводной конструкции, защищает конструкции любой конфигурации, обеспечивая подачу защитного тока ко всем труднодоступным местам. Катодная защита должна применяться преимущественно на прибрежных участках шельфа, как правило, мелководном и обеспеченным электроэнергией с материка.

Сами же морские защищаемые объекты обустройства газовых месторождений характеризуются малой доступностью для проведения контроля параметров защиты от коррозии, осуществления контроля в режиме on-line, как это реализовано на материковых объектах. То есть в системе защиты от коррозии отсутствует постоянная обратная связь, если только через водолазные работы, которые, как известно, применимы не везде и обладают высокой стоимостью. Указанное требует совершенствования методов моделирования защиты от коррозии, учитывающего реальное состояние защиты реального защищаемого объекта обустройства с учетом изменения дефектности защитных покрытий, продолжительности эксплуатации, изменения климатических условий за период эксплуатации и др. Моделирование, со временем все плотнее приближаясь к реальности, позволит прогнозировать аварийную ситуацию и принимать предвосхищающие технические и организационные меры для снижения вероятности аварийных событий. Моделирование должно производиться на основе информации о конструкции защищаемого объекта, коррозионных характеристиках морской среды и максимально возможного объема информации от эксплуатации из того минимума, который можно получать в настоящее время для морских сооружений.

Существующие в настоящее время методы диагностики коррозии, контроля параметров защиты и коррозионного мониторинга в своем большинстве представляют собой регистрацию коррозионных потерь при помощи различных сенсоров и регистраторов. То есть в первое время после начала

эксплуатации объекта информация о защищенности по коррозионным потерям отсутствует. Результаты же измерения защитных потенциалов методом выносного электрода и градиентными методами, проводимыми с плавсредств, обладают большой погрешностью.

В настоящее время существующий массив международных стандартов, нормативных документов и рекомендаций ряда стран, определяющих техническую политику в защите от коррозии морских объектов, содержит десятки, если не сотни единиц. Основными международными стандартами в указанной области являются международный стандарт ISO 13628 Проектирование и эксплуатация подводных добычных систем, DNV 15589-2:2004 Нефтяная и газовая отрасли промышленности. Метод катодной защиты систем трубопроводов от коррозии. Часть 2: Морские трубопроводы и DNV-OS-F101 Морские трубопроводные системы.

Многие из документов заимствованы из других областей деятельности, например, из фондов морского регистра, министерства энергетики.

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ УРОВНЯ СТАНДАРТОВ ОАО «ГАЗПРОМ», ПРЯМО ИЛИ КОСВЕННО НОРМИРУЮЩАЯ ЗАЩИТУ ОТ МОРСКОЙ КОРРОЗИИ, СОДЕРЖИТ ВСЕГО НЕСКОЛЬКО ЕДИНИЦ:

- основополагающий СТО Газпром 9.2-001-2009 Защита от коррозии. Основные положения, в котором приведены требования к оценке коррозионной агрессивности морской воды по отношению к стали. Коррозионная агрессивность определяется совокупностью основных физико-химических факторов, такими как – общее солесодержание, значение водородного показателя pH, концентрация растворенных газов, концентрации хлоридов, карбонатов, сульфатов, температура, давление, скорость движения воды, наличие ила, твердых частиц;
- СТО 9.2-002-2009 Защита от коррозии. Электрохимическая защита от коррозии. Основные требования, в котором изложено требование, что ЭХЗ морских платформ и береговых сооружений необходимо осуществлять с помощью УКЗ или протекторов различной конструкции;
- СТО Газпром 2-3.7-50 (DNV-OS-F101) Морские трубопроводные системы, который содержит наиболее полные на настоящий момент технические требования к защите от наружной



ООО «ЗАВОД ПО ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ»
Краснодарский край, г. Тимашевск,
ул. Промышленная, д. 3
Тел.: +7 (86130) 9-50-41,
+7 (861) 255-22-11
e-mail: zit_timash@mail.ru
www.zitt.ru



- Нанесение внешней 2-х и 3-х слойной антикоррозийной изоляции на основе экструдированного полиэтилена на стальные трубы диаметром 57 мм - 1420 мм для строительства газо- и нефтепроводов;
- ТУ согласованы к применению ОАО «Газпром», ОАО АК «Транснефть», ОАО ВНИИСТ, АКХ им. К. Д. Памфилова;
- Нанесение внутренней изоляции (Amercoat 391 PC) для нефтепроводных и водопроводных труб. Имеются сертификаты соответствия и техническое свидетельство Министерства регионального развития РФ №2521-09 о пригодности данной продукции для применения в строительстве на территории РФ;
- Нанесение наружного пенополиуретанового покрытия для теплопроводов;

ООО «Завод по изоляции труб» входит в состав предприятий, уполномоченных ОАО «ГАЗПРОМ», по переизоляции труб, осуществляет полный цикл по подготовке б/у и лежалой трубы к дальнейшей эксплуатации; извлечение и демонтаж трубы, очистка и нанесение фаски на самом современном импортном оборудовании.

и внутренней коррозии морских трубопроводов.

- СТО Газпром 2-2.2-130-2007 Технические требования к наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытиям заводского нанесения для строительства, реконструкции и капитального ремонта подземных и морских газопроводов с температурой эксплуатации до +80 °С.
- СТО Газпром 2-2.2-178-2007 Технические требования к наружным антикоррозионным полипропиленовым покрытиям заводского нанесения для строительства, реконструкции и капитального ремонта подземных и морских газопроводов с температурой эксплуатации до +110 °С.

В настоящее время в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разрабатываются Рекомендации Р Газпром «Защита от коррозии. Защита морских сооружений от коррозии защитными покрытиями». Техническим комитетом ISO/TC 67 «Материалы, оборудование и морские сооружения для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности», подкомитетом SC-2 «Системы перекачки по трубопроводам» разработан проект нового варианта DNV 15589-2:2010, который является очередным пересмотром аналогичного стандарта 2004 г.

Анализ международных стандартов, стандартов ОАО «Газпром» показал, что они содержат в основном постановочные, общие рекомендации, без которых обходиться уж совсем нельзя. В стандартах отсутствуют сведения о конкретных методах реализации требований на практике.

Важность защиты от коррозии требует разработки серии специализированных стандартов и рекомендаций ОАО «Газпром» для морских объектов обустройства газовых месторождений. Стандарты должны охватывать всю область деятельности по защите от коррозии, начиная от стадии проектирования и инженерных изысканий и кончая началом ликвидации морского добычного комплекса. В том числе, разработаны требования к защите от коррозии отдельных объектов добычного комплекса, что само собой разумеется, но и общие требования к защите от коррозии всего комплекса обустройства в целом. Необходимость такого общего подхода к решению задач защиты от коррозии определяется не только собственно объектами обустройства морского месторождения. Как показала практика, в большинстве случаев требуется попутная

защита других сооружений, расположенных в непосредственной близости, таких как подводные морские кабели связи с металлическими оболочками, трубопроводы, принадлежащие другому владельцу и т.п., как эксплуатируемые, так и находящиеся в законсервированном состоянии, если требуется ликвидации вредного влияния на них.

Реализация нормативных требований и рекомендаций в настоящее время технически обеспечена. И для умеренного морского климата имеются перечни наиболее приемлемых материалов для осуществления пассивной защиты. Однако для арктических условий, таких, к примеру, как Карское море, требуется специальный подбор материалов, возможно, потребуется создание новых и их испытание в реальных условиях.

Рынок средств электрохимической защиты от коррозии способен обеспечить техническую реализацию нормативных требований. Это источники защитного тока – гальванические аноды и катодные преобразователи, специальные источники электроэнергии для питания катодных преобразователей, это анодные заземлители различных типов, разработанные для эксплуатации в различных климатических условиях, в том числе в арктических, это устройства для прямой оценки коррозионных потерь методом измерения сопротивления участков труб, это датчики (сенсоры) коррозии и эрозии.

Однако для применения многих из них требуется разработка рекомендаций Р Газпром, содержащих не только требования к собственно защите от коррозии, но и к организации ее эксплуатации, особенности и условия применения тех или иных методов защиты, методологию расчета и проектирования, включая моделирование, современную компьютерную сенсористику, диагностику и коррозионный мониторинг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработка нормативной документации по защите от коррозии в связи с освоением газовых месторождений континентальных шельфов РФ в настоящее время носит характер особой необходимости.
2. Применение на территории РФ международных стандартов (ISO, DNV и др.) должно сопровождаться разработкой рекомендаций по защите от коррозии отдельных морских объектов, в которых были бы конкретизированы методы защиты от

коррозии, средства для ее осуществления, средства для контроля коррозии и параметров защиты от нее, а также идеология коррозионного мониторинга и организационные вопросы эксплуатации и отчетности.

3. Особое внимание требуется уделить разработке методов непрерывного контроля коррозионного состояния объектов, параметров изоляционного защитного покрытия и электрохимической защиты.
4. От науки требуется разработка таких методов и средств контроля, которые по своим информативным показателям не отличались бы от существующих в настоящее время для обследования материковых объектов.

Литература:

1. Бэкман В., Швенк В. Катодная защита от коррозии. Справ. изд. Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1984. 496 с.

2. Гедвилло И.А. Об электрохимических характеристиках металлических материалов в водах Мирового океана / Коррозия: материалы, защита. №1, 2006. С. 13--18.

3. Катодная защита от коррозии гидротехнических сооружений морских нефтепромыслов – М.: ВНИИОЭНГ, 1976.

4. Освоение шельфа – стратегическая задача государственной важности. Интервью с заместителем председателя Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии Валерием Прозоровским. Спец. вып. ж. «Нефть России», № 1[4], 2009.

5. Основы нефтепромыслового дела/Д.А. Мирзоев. – В2 т. – Т.1: Обустройство и эксплуатация морских нефтегазовых месторождений – М.: Издательство ООО «День Серебра», 2009. – 288 с.

6. Природный газ. Метан: справ./С.Ю. Пирогов, Л.А. Акулов, М.В. Ведерников и др. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006, 2008. – 848 с.

7. Холоднов В.А., Дьяконов В.П., Иванова Е.Н., Кирьянова Л.С. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: Практическое руководство. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003. – 480 с.



ТЕРМОУСАЖИВАЮЩИЕСЯ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Антикоррозионная и гидроизоляционная защита трубопроводов



Термоусаживающаяся лента
Термоусаживающаяся манжета
Термоусаживающаяся муфта
Ремонтные материалы
Пространственная полимерная решетка



ТИАЛ-Л
ТИАЛ-М, М80
ТИАЛ-ТУМ
ТИАЛ-Р и ТИАЛ-Э
ГЕОМОДУЛЬ



Качество продукции подтверждено международными сертификатами:



Термоусаживающаяся манжета **ТИАЛ-М** является согласованным материалом для изоляции стыков при строительстве Азиатского газопровода (Туркменистан - Узбекистан - Казахстан - Китай). Стратегический газопровод "Азиатский Газопровод/ AGP", соединяет Туркменистан с востоком Китая. Протяженность трубопровода составляет более 7000 км, из которых 1300 км проходит по территории Казахстана, 200 км - Туркменистана, 500 км - Узбекистана.



117630 Россия, Москва, Старокалужское шоссе, д.62, стр.1,
e-mail: info@tial.ru Тел/факс: +7 495 974 70 08/ 974 70 08
ТОО «ТИАЛ Продакшн – Центральная Азия»
030000, Казахстан, г. Актобе, пр. Абулхаир-хана, д. 2, офис 45
Тел./факс: +7 7132 53 05 55