

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ НЕФТИ

На правах рукописи

И. А. ИСКЕНДЕРОВ

БОРЬБА С КОРРОЗИЕЙ
НА МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛАХ

АВТОРЕФЕРАТ

*диссертации, представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Научный руководитель
доктор технических наук
проф. В. Ф. НЕГРЕЕВ

Издательство Академии наук Азербайджанской ССР
Баку — 1957

Диссертационная работа выполнена в Государственном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте Гипроморнефть и конторе антикоррозийной службы треста Азморнеф-тестрой Министерства нефтяной промышленности Азербайджанской ССР.

114221

**ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР**

ВВЕДЕНИЕ

Добыча нефти в Азербайджанской ССР в 1960 году должна достигнуть 15,7 миллионов тонн. Значительная часть предусмотренной добычи должна быть получена на морских промыслах. За годы пятой пятилетки добыча нефти в море развивалась высокими темпами и достигла в 1955 году свыше 25% всей нефтедобычи по республике.

Разработка морских нефтяных месторождений тесно связана со строительством грандиозных стальных эстакад, площадок под буровые и других сооружений. Расход металла на их сооружение составляет многие десятки тысяч тонн.

Металлические конструкции всех этих сооружений постоянно подвергаются коррозии, весьма интенсивной в морских условиях.

Проблема удлинения срока службы морских нефтепромысловых сооружений, защита их от агрессивного коррозионного разрушения является одним из важнейших вопросов эксплуатации морских нефтепромыслов. Борьба с коррозией морских нефтепромысловых сооружений очень затруднена специфическими условиями, заключающимися в том, что они расположены в открытом море, где частые штормы затрудняют планомерную организацию работ и вызывают частые перерывы в работах при неоконченных операциях. Весьма трудно осуществить безопасный подход к сооружениям. Различные условия и размеры коррозии требуют применения дифференцированных антикоррозийных мероприятий.

Настоящая работа подытоживает пятилетний опыт работ по борьбе с коррозией морских нефтепромысловых сооружений конторы антикоррозийной службы треста Аз-

морнефтестрой, которой руководил автор. В ней излагаются как наблюдения над развитием коррозии незащищенных сооружений, так и опыт применения различных антикоррозийных мероприятий, механизации работ по подготовке поверхности и нанесению различных защитных покрытий. В работе используются также материалы работ Гипроморнефти, проводившихся в содружестве с конторой антикоррозийной службы Научно-исследовательского института черной металлургии, и собственные наблюдения автора.

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ В МОРСКИХ УСЛОВИЯХ

Морской воздух и морская вода являются весьма агрессивными коррозионными агентами, вызывающими интенсивное разрушение стальных гидротехнических сооружений. Максимальная коррозия стальных конструкций имеет место там, где обеспечен хороший приток воздуха, при наличии воды или водяной пленки, содержащих в своем составе растворенные соли, т. е. условия благоприятствующие электрохимическому процессу, протекающему с кислородной деполяризацией.

При рассмотрении вопросов подбора стойких сталей и эффективных защитных покрытий надо иметь в виду следующие зоны:

Зона морской атмосферы. В этой зоне коррозионному разрушению подвергаются верхние строения (фермы и ригеля) морских сооружений, расположенные над водой на высоте 3—4 м и более. Скорость морской атмосферной коррозии зависит от температуры воздуха и количества выпадающих осадков.

В результате длительных испытаний различных сталей в морской атмосфере было установлено, что скорость коррозии стали колеблется в пределах 0,02—0,06 мм в год. Однако есть случаи, когда вследствие специфических условий эксплуатации скорость коррозии значительно повышается и достигает 0,3—0,4 мм в год.

К ним следует отнести повышенную коррозию под площадками со сплошным настилом (скопление паров воды), при частом, а иногда непрерывном смачивании водой (у пожарных стояков, при поливе настила и т. д.).

Зона периодического смачивания. Коррозии при периодическом смачивании морской водой подвергаются свайные опоры морских эстакад и индивидуальных сооружений, а также низкорасположенные формы. Скорость коррозии в этой зоне имеет наибольшую величину на участке, расположенном примерно на высоте 0,5—1,0 м над зеркалом воды.

Результаты испытаний показали, что скорость коррозии в рассматриваемой зоне в зимний период значительно снижается (до 0,15—0,25 мм в год), а в летний — увеличивается, достигая величины 0,7—0,8 мм в год. Этим, т. е. высокой температурой воды и воздуха, следует объяснить особенно интенсивную коррозию стали в Каспийском море.

Коррозия при полном погружении в морскую воду. Коррозия стали в этой зоне зависит от обрастания растительными и животными организмами, отложения ила, наличия пленки окалина проката, наклепа и т. д., которые благоприятствуют возникновению местной коррозии. Глубина их развития достигает 0,4—0,6 мм в год.

Растительное обрастание уменьшает общую коррозию, но благоприятствует появлению местной коррозии, вследствие образования аэрационных пар, в которых сталь, находящаяся под более толстым слоем отложений, становится анодом.

Испытания показали, что средняя скорость коррозии стали в подводной зоне колеблется в пределах 0,1—0,15 мм в год, снижаясь со временем до 0,07—0,09 мм в год.

Коррозия в морском грунте. Доступ кислорода к поверхности опоры, находящейся в грунте, более затруднен по сравнению с поверхностью, погруженной в воду.

Скорость коррозии в этой зоне в 4 раза меньше скорости коррозии в морской воде.

КОНСТРУКЦИЯ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОРРОЗИЯ

Практика показывает, что конструктивные формы стальных сооружений и отдельные их элементы оказывают большое влияние как на развитие коррозионных

процессов, так и на возможность успешного осуществления тех или иных антикоррозийных мероприятий.

При конструировании и изготовлении металлоконструкций требуется по возможности избегать узких зазоров и щелей, в которых накапливается вода, контакта различных металлов, обладающих разными электродными потенциалами.

Опыты показали, что если в паре, состоящей из двух опор из ст. 3 сила тока отвечает средней глубине коррозии 0,037 мм в год, то для пары, состоящей из ст. 3 и НЛ-2, средняя глубина коррозии сваи из ст. 3 достигает 0,095 мм в год.

Следует предусматривать удаление основного количества металла из наиболее опасной зоны периодического смачивания.

Связи, подкосы, хомуты и другие детали должны быть подняты на значительную высоту над водой (2,5—3,0 м) или опущены под воду, где они легко могут быть защищены электрохимическим способом.

Общая поверхность металлических конструкций должна быть по возможности меньше, чтобы снизить эксплуатационные расходы на периодическую очистку и окраску поверхности.

Трубчатые обтекаемые элементы конструкций обеспечивают большую стойкость защитных покрытий, требуют меньшего расхода материалов и позволяют применять новые прогрессивные способы защиты от коррозии.

При конструировании морских сооружений следует предусматривать возможность удобного и безопасного подхода к ним для производства осмотров и работ по возобновлению защитных покрытий.

Сварной шов является исключительно важной частью морских сооружений. От качества, прочности и сохранности его зависит долговечная и безаварийная служба конструкций.

В работе дается обзор основных методов испытания коррозии сварных швов. В различных условиях коррозии стойкость сварного шва может быть совершенно различной, поэтому результаты испытания и характеристика коррозионной стойкости сварного шва в одной среде не может быть перенесена на другую. При коррозии сварного

шва в морской воде наплавленный металл может явиться по отношению к основному металлу или катодом или анодом. Первый случай является более благоприятным. Местная коррозия в зоне сварного шва чаще всего наблюдается в зоне полного погружения в морскую воду. Электрохимическая защита в данном случае является наиболее удобной.

БОРЬБА С КОРРОЗИЕЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛАХ

Борьба с коррозией стальных конструкций на морских нефтяных промыслах весьма затруднена специфическими условиями их строительства и эксплуатации.

К ним следует отнести:

а) наличие труднодоступных участков, затрудняющих осуществление работ по ремонту защитных покрытий и делающих эти работы опасными;

б) условия и технику монтажа и транспорта элементов конструкций с защитными покрытиями, вызывающих разрушение покрытий, что требует обязательного восстановления их по окончании монтажа;

в) большие объемы работ по ремонту защитных покрытий на построенных сооружениях;

г) затруднение или частое прекращение ремонтных работ в связи со штормовыми погодами.

Следует особо отметить, что вопрос о выборе способов защиты морских нефтепромысловых сооружений весьма сложен, причем богатый многолетний опыт защиты морских судов от коррозии не может быть (вследствие специфических условий) в достаточной степени использован для морских промыслов.

Защита от коррозии морских сооружений должна быть дифференцирована, т. е. наибольшие затраты должны быть направлены на участки, подвергающиеся максимальной коррозии.

При выборе способов защиты от коррозии морских нефтепромысловых сооружений следует учитывать особенности конструкции и способы строительства защищаемых сооружений, условия их эксплуатации и ремонта антикоррозийных покрытий, интенсивность коррозии в различных участках.

Наиболее эффективные противокоррозионные мероприятия должны быть сосредоточены там, где наблюдается максимальная скорость коррозии и где ремонт защитных покрытий затруднен или совершенно невозможен.

Особое внимание должно быть обращено на защиту конструкций в зоне периодического смачивания.

Защита от морской коррозии должна учитывать электрохимическую сущность процессов морской коррозии. Способы защиты могут основываться или на электрохимическом воздействии на работу коррозионных пар (катодная или протекторная защита), или на изоляции стальной поверхности от электролита созданием непроницаемой для воды и воздуха гидрофобной защитной пленки.

Применение низколегированных сталей несколько уменьшает скорость коррозии, но не устраняет ее. Поэтому в этом случае также требуется дополнительная защита, осуществляемая нанесением покрытий.

Выбор того или иного антикоррозионного защитного мероприятия для морских сооружений в первую очередь зависит от того, будет ли оно осуществляться предварительно, до монтажа сооружения (т. е. в цеховых условиях, на суше), или оно будет выполняться после монтажа сооружения (в море). К последнему случаю следует отнести и периодический ремонт защитных покрытий на построенных сооружениях.

Следует считать, что более целесообразно затрачивать большие средства на осуществление стойких и эффективных защитных покрытий в цеховых условиях, чем выполнять антикоррозионные мероприятия в море, после монтажа сооружения. В последнем случае значительно труднее осуществить качественную подготовку поверхности перед покрытием и выполнить другие требования, обеспечивающие достаточную эффективность защиты от коррозии, а также тщательно проконтролировать их осуществление.

СПОСОБЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Одним из основных мероприятий, обеспечивающих эффективность защитного покрытия, является качественная

предварительная очистка поверхности. Наличие на поверхности металла продуктов коррозии, загрязнений, масляных пятен и других в значительной степени уменьшает силу сцепления наносимого покрытия с поверхностью металла и тем самым понижает его защитную эффективность.

Начиная с 1953 года автором совместно с сотрудниками института Гипроморнефть и В/К «Лакокраспокрытие» было проведено большое количество промышленных опытов для изыскания эффективных методов подготовки поверхности металлоконструкций морских нефтяных промыслов под защитное покрытие. За этот период проводилось испытание ряда способов очистки: ингибированной соляной кислотой, огнещетками, струей песка и др.

В работе рассматривается влияние окалины проката на коррозию стали.

При длительном периоде испытаний глубина точечной коррозии у стали с окалиной примерно в два раза больше, чем без окалины.

Удаление окалины с поверхности конструкций, работающих в морской атмосфере, желательно и определяется, в основном, природой применяемого в качестве защитного покрытия материала. При полном погружении в морскую воду или в зоне периодического смачивания удаление окалины перед нанесением защитного покрытия следует считать обязательным.

В условиях цеховой антикоррозионной обработки большого числа конструкций, обладающих значительной поверхностью, наиболее приемлемыми способами очистки металлоконструкций морских сооружений являются химический способ очистки (в 15—20%-ной ингибированной соляной кислоте) и пескоструйный способ. В отличие от химической очистки, пескоструйный способ практически может применяться на всех участках работы, а также при капитальном ремонте сооружений, что является одним из основных его преимуществ.

Пескоструйный способ по сравнению с химическим менее производителен; стоимость пескоструйной очистки несколько превышает стоимость химической, однако, по качеству первая превосходит вторую.

В работе приводятся данные о применении химической очистки металлоконструкций и расход материалов — по опыту работы конторы антикоррозийной службы.

Для очистки металлоконструкции эксплуатирующихся морских сооружений в 1954 году проводились промышленные испытания и был внедрен пескоструйный способ очистки.

Из песков района гор. Баку наиболее подходящими по своему химическому и гранулометрическому составу, а также с точки зрения удаленности карьеров от производственных участков являются пески Кирмакинские, из района Апшеронского маяка, о. Артема и о. Жилого.

Пескоструйный способ очистки нашел широкое применение для очистки металлоконструкций, предназначенных для нового строительства морских нефтяных сооружений.

В работе приводятся материалы по определению расхода песка при очистке различных конструкций в разных условиях.

ЗАЩИТА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЭСТАКАД И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСНОВАНИЙ

Металлоконструкции пролетных строений морских эстакад как проезжей части, так и площадок под буровые, нефтепромысловые сооружения, жилые дома, культурно-бытовые объекты и прочие в основном состоят из ферм и ригелей. Кроме того, по конструктивным соображениям применяют специальные балки и прогоны, изготавливаемые из швеллеров. Фермы изготавливаются двух основных типов: а) сквозные решетчатые из углового профиля и б) сплошные из балочного проката. Длина ферм 7, 10 и 14 м, вес соответственно — 2,4 и 7 т. Пролетные строения подвергаются, в основном, морской атмосферной коррозии.

Испытывались в многочисленных вариантах различные лакокрасочные материалы с целью выявления их защитной эффективности и выбора стойких видов покрытия.

Хорошие результаты показывало покрытие, состоящее из грунта М-138, двух слоев эмали ПХВ-26 и двух слоев лака ХСЛ с алюминиевой пудрой.

Лакокрасочные материалы на основе перхлорвиниловых смол в условиях морской атмосферы имеют серьезные недостатки, заключающиеся в необходимости высокой степени предварительной очистки, пористости получаемых пленок, в большей чувствительности перхлорвиниловых лакокрасочных покрытий к влажности воздуха. Поэтому их применение в море при ремонтных работах практически исключается, так как относительная влажность воздуха на уровне ферм в большинстве случаев превышает 75%.

Для создания у перхлорвиниловых лакокрасочных покрытий гидрофобной беспористой поверхности и удлинения срока их службы требуется дополнительная защита пленок нанесением слоя пушсмазки толщиной 0,5—0,6 мм.

Решением совещания по борьбе с морской коррозией, созванного АН СССР и МНП СССР в гор. Баку в мае 1951 года, рекомендовалось разработать защиту верхних строений морских эстакад и индивидуальных оснований многослойными битумными покрытиями. В связи с этим институтом Гипроморнефть были проведены широкие исследовательские работы по подбору состава битумного покрытия на базе местных материалов, наносимого холодным способом.

В отличие от битумных составов, применяемых для защиты от почвенной коррозии, от которых требуется водостойкость и высокая механическая прочность, битумные смеси, наносимые на пролетные строения морских сооружений должны обладать светостойкостью, беспористостью и морозостойкостью. Кроме того, битумная пленка должна обладать высокой адгезией, быть не хрупкой и не поддаваться быстрому старению.

С целью уменьшения хрупкости битума и замедления его старения предложена смесь, состоящая примерно из 70% рубрекса и 30% петролатума, обладающая морозостойкостью, не хрупкая и медленно стареющая от влияния атмосферных факторов.

Указанное соотношение несколько меняется в зависимости от качества применяемых рубрекса и петролатума. Защитная пленка битумного покрытия выдерживает удар с высоты 50 см на копре У-1 при 0°C без образования трещин.

Температура размягчения по «Кольцу и Шару» равна 110—130°.

В качестве растворителя для битума и петролатума первоначально применяли каменноугольный сольвент. Получаемый раствор рубрекса и петролатума в каменноугольном сольвенте или широкой ксилольной фракции должен иметь вязкость 9—10 минут по ВЗ-4 при 20° С.

Для проверки эффективности описанного битумного покрытия в зоне морской атмосферы в цехе конторы антикоррозийной службы треста Азморнефтестрой в начале 1953 года были защищены в опытном порядке фермы и ригеля и отправлены на строительство эстакады на Нефтяных Камнях. Состояние покрытия по истечении 20 месяцев оставалось хорошим.

По данным предварительных наблюдений можно считать, что срок службы битумного покрытия толщиной 0,6 мм следует принять около 3—4 лет. Стоимость холодного битумного покрытия на единицу поверхности примерно в 2 раза дешевле по сравнению с перхлорвиниловым.

В начале промышленного внедрения холодного битумного покрытия для защиты пролетных строений, идущих на новое строительство, нанесение его осуществлялось с помощью кисти, так как большая вязкость битумной смеси (9—10 минут по воронке ВЗ-4) не позволила распылять ее обычным пульверизатором, применяемым для окраски.

Автором совместно с работником конторы антикоррозийной службы тов. Пупко были разработаны конструкции битумораспылителя ПИ-1, ПИ-2 и ПИ-3 для распыления холодного битумного раствора, обладающего вязкостью 10 минут. Испытание этих распылителей показало хорошие результаты и они нашли промышленное применение. Производительность окраски битумораспылителем достигает 120—150 м²/час, при этом толщина одного слоя покрытия достигает 0,3 мм.

В работе приводятся основные параметры работы битумораспылителя и даются нормы расхода материалов, рабочей силы и организация работ по защите пролетных строений, как вновь строящихся, так и эксплуатирующихся морских сооружений.

ЗАЩИТА СВАИНЫХ ОПОР

Особое внимание в работе уделено вопросу защиты свайных опор, несущих основную нагрузку, которые подвержены наибольшему коррозионному разрушению. Свайные опоры морских сооружений подвергаются коррозии в весьма различных условиях: в морском грунте, при полном погружении в морскую воду, в зоне периодического смачивания и в морской атмосфере. На участке периодического смачивания должны быть созданы наиболее надежные и эффективные покрытия, позволяющие приостановить на длительный срок интенсивное коррозионное разрушение.

Рассматривая различные виды защиты свай от коррозии на участке периодического смачивания, следует разделить их в зависимости от условий выполнения на три основные группы:

защита, осуществляемая до монтажа,

защита, осуществляемая после монтажа,

защита, осуществляемая в процессе ремонта по истечении значительного срока после монтажа.

В первой группе защиты свай рассматриваются следующие основные покрытия, получившие практическое применение на морских сооружениях:

1. Цинковое покрытие, наносимое методом распыления или термодиффузией. Толщина их не менее 100 м; они оказались стойкими.

Обследование в 1956 году состояния оцинкованной сваи, забитой на эстакаде Гюргяны-море в 1949 году, показало, что за указанный период состояние цинкового покрытия на высоте 0,5 м и выше от уровня воды вполне удовлетворительное.

На границе воздух — вода, а также под водой наблюдалось разрушение цинкового покрытия и ржавление железа. Это следует объяснить образованием пары между оцинкованной и неоцинкованной поверхностями, в которой цинк является анодом и подвергается усиленному растворению.

Гальваническое и горячее цинкование не обеспечивает той стойкости покрытия, которая получается при нанесении цинка методом металлизации или термодиффузии.

Процесс металлизации, осуществляемый путем расплавления расплавленного металла, является простым методом. Однако при этом способе помимо расхода и большой потери фондируемого цветного металла получается покрытие пористым и прочность сцепления цинка с основным металлом невысокая.

В результате испытания в натуральных условиях на эстакаде Нефтяные Камни было установлено, что цинковое покрытие, нанесенное термодиффузионным способом с толщиной покрытия 100—120 μ , является эффективным способом защиты свай в зоне периодического смачивания. Срок службы цинкового покрытия можно ориентировочно принять 4—6 лет. Цинковое термодиффузионное покрытие следует считать одним из наиболее реальных и перспективных способов предварительной защиты опор от коррозии в зоне периодического смачивания, обладающих высокой эффективностью и легко поддающимся контролю.

2. Другим способом предварительной защиты свай в зоне периодического смачивания является резиновое покрытие, наносимое способом гуммирования.

Основным преимуществом, определяющим целесообразность применения резиновых покрытий для защиты от коррозии свайных опор строящихся морских эстакад, является высокая механическая прочность и хорошая эластичность резины, позволяющие ей выдерживать значительные деформации без разрушения.

В результате длительного испытания было установлено, что существенных изменений показателей физико-химических свойств, характеризующих старение резины из каучуков севанит и найрит в условиях моря, не наблюдалось. Большой стойкостью к набуханию в воде и нефти обладает резина из каучука севанит.

С целью промышленного испытания одна партия свай, гуммированных в Баку на заводе резинотехнических изделий в конце 1954 года, была использована при строительстве эстакад на Нефтяных Камнях.

В результате длительного натурального испытания и собственных наблюдений автора выяснено, что резиновые покрытия свай являются вполне эффективным, сравнительно легко выполнимым способом защиты свай морских сооружений от коррозии в зоне периодического смачивания.

При осуществлении указанного способа необходимо освоить технологию вулканизации и предварительной подготовки поверхности, обеспечивающие хорошее сцепление резины с металлом.

3. Одним из эффективных способов защиты свайных опор от коррозии, получившим широкое практическое применение в США, является покрытие торкрет-бетоном.

В процессе торкретирования получается уплотненный слой бетона, обладающий высокими механическими свойствами, отличным сцеплением с металлом, повышенной плотностью и водонепроницаемостью.

При предварительном нанесении торкрет-покрытия на сваи для нового строительства необходимо учесть возможность появления трещин при транспортировке и в особенности, при забивке свай, которые в последующем становятся очагами коррозии стальной арматуры и тем самым вызывают дальнейшее разрушение цементного покрытия. Поэтому цементное торкрет-покрытие лучше осуществлять для свай индивидуальных оснований или после забивки свай эстакад.

4. За последнее время в нашей практической работе широкое применение нашли стальные привариваемые рубашки диаметром на 50 мм больше, чем диаметр защищаемых свай. Рубашка длиной 4 м приваривается к свае в береговых условиях посредством колец из прутка и образует на трубе герметически закрытое кольцевое пространство, заливаемое мазутом.

Срок службы такого покрытия ориентировочно можно считать 15—20 лет. Расположение рубашки по отношению к зеркалу воды определяется с таким расчетом, чтобы верхний ее край находился бы на 2 м над водой.

Недостатки этого способа заключаются в том, что требуется дополнительный расход металла и добавочные операции при монтаже свай до ее забивки (резка, сварка) для обеспечения более или менее нормального положения свай относительно уровня воды.

Наблюдением было установлено, что часть забитых свай имеет большие отклонения от намеченной отметки, в результате чего отдельные рубашки либо целиком остаются над водой, либо при забивке полностью погружены в воду.

5. В работе дается критический анализ результатов промышленного внедрения защиты свай в зоне периодического смачивания битумным покрытием, наносимым горячим способом с укрепляющей обмоткой.

Недостаток этого способа состоит в том, что при транспортировке и в процессе монтажа покрытие подвергается повреждению.

В работе рассматривается ряд других способов защиты свайных опор для вновь строящихся морских сооружений как-то: окраска перхлорвиниловыми лаками, горячее напыление пластическими массами, облицовка монель-металлом и др.

Ко второй группе способов защиты свай строящихся сооружений в зоне периодического смачивания относятся те, которые осуществляются после монтажа свай или в процессе ремонта по истечении значительного срока после монтажа сооружения.

В этой группе рассматриваются асбоцементные рубашки с заливкой цементом, стальные рубашки с резиновыми уплотняющими манжетами и органические защитные покрытия и краски, позволяющие осуществлять их нанесение по мокрой поверхности.

Общим преимуществом всех перечисленных способов этой группы является отсутствие необходимости в особо бережной транспортировке и забивке свай точно до проектной глубины, что в той или иной степени необходимо почти для всех способов при предварительном покрытии свай в цеховых условиях.

Для нормального, безопасного, удобного и качественного ведения антикоррозийных работ на сваях в зоне периодического смачивания прежде всего требуется удобный и безопасный подход и хорошая организация рабочей площадки у самой сваи.

В работе рассматриваются разные конструкции подвесных люлек и пловучего кессона. При помощи кессона можно осуществлять не только защитные покрытия, но и ремонт свай приваркой к ней усиливающих кусков труб в случае большого коррозионного разрушения участка свай.

Недостаток работы с кессоном заключается в том, что работы можно вести только в относительно тихую погоду.

Цементное покрытие является одним из основных способов защиты свайных опор. На поверхности сваи создается цементная оболочка в асбоцементной или железной рубашке. Потенциал стали под цементным покрытием обладает более положительным значением, сталь под цементом пассивируется и тем самым коррозия стали прекращается. В результате длительного испытания в натуральных условиях было установлено, что цементное покрытие, изготовленное из тампонажного цемента, толщиной 20—25 мм является эффективным способом защиты свай в зоне периодического смачивания, и сталь под покрытием остается в хорошей сохранности.

В нашей практической работе широкое применение нашли асбоцементные рубашки с заливкой цементным раствором. Этим способом в 1952—1954 гг. было защищено более 10 тыс. свай.

В процессе работы технология одевания асбоцементных рубашек подвергалась уточнению и изменению. Во избежание образования пустот и трещин в цементном камне (при длине рубашек в 6 и 4 м) мы пошли по пути максимального сокращения длины рубашек.

В результате многочисленных экспериментальных работ было установлено, что асбоцементные рубашки длиной 2 м (0,5 м под водой и 1,5 м над водой) с заливкой раствором, состоящим из тампонажного цемента, получаются без трещин и пустот. Расположение двухметровых асбоцементных рубашек по отношению к уровню воды установлено с учетом падения уровня Каспийского моря и применения для защиты подводной части свай катодной поляризации. Перед одеванием асбоцементной рубашки сваи, как показал опыт, необходимо очищать пескоструйным способом и покрывать кузбасслаком.

Обследования и наблюдения показали, что из общего количества одетых асбоцементных рубашек длиной 6 и 4 м примерно 25—30% являются неэффективными, что объясняется прежде всего отсутствием качественной очистки.

Цементные покрытия при качественном их выполнении являются надежным, экономичным и долгосрочным способом защиты трубчатых опор морских сооружений от коррозии в зоне периодического смачивания. Однако отсутствие механизации процессов установки и заливки

асбоцементных рубашек, а также простого и надежного способа контроля качества выполнения оболочки явилось причиной отказа от дальнейшего применения этого способа защиты свай в зоне периодического смачивания.

За последнее время для защиты свайных опор на морских сооружениях широкое промышленное применение нашла краска АИШ, изготавливаемая на основе фенол-формальдегидной смолы, наносимая по мокрой поверхности и даже в воде.

В зависимости от назначения эта краска изготавливается в различных вариантах, путем прибавления к смоле различных пигментов и пластификаторов. Вязкость краски АИШ колеблется в пределах 3—5 минут. Этим достигается возможность получения достаточно большой толщины защитной пленки при небольшом числе слоев.

В качестве дополнительно усиливающего покрытия рекомендовано нанесение пушсмазки слоем толщиной не менее 0,5—0,6 мм.

Смазка заполняет поры и трещины краски, создает гидрофобную поверхность и тем самым предотвращает возникновение коррозионного процесса под покрытием.

Периодические осмотры состояния свай, защищенных краской АИШ, показали, что это покрытие имеет хорошую адгезию и с дополнительной защитной смазкой хорошо сохранилось.

Основное преимущество краски АИШ заключается в том, что ее можно наносить при любой относительной влажности воздуха, по мокрой поверхности и даже в воде. Кроме того, покрытие краской АИШ легко поддается контролю внешним осмотром. Недостатком применения этой краски является необходимость четырехкратной обработки свай (три слоя краски и один слой смазки) с перерывами по 24 часа, что весьма затрудняет работы в море. Краску АИШ можно рекомендовать как временное средство защиты от коррозии в зоне периодического смачивания для построенных сооружений.

Большой интерес представляет экспериментальная работа, проводимая нами совместно с сотрудниками института Гипроморнефть по подбору стойкого защитного покрытия для опор в зоне периодического смачивания на основе различных битумных смесей, наносимых по мокрой поверхности и в воде. Исследования показывают, что при

добавлении к битумному грунту (состоящему из рубрекса и петролатума) фенол-формальдегидной смолы, применяемой при производстве краски АИШ в количестве 10—20 % он легко наносится по мокрой поверхности и значительно улучшает адгезию покрытия с металлом.

Проводились также эксперименты с комбинированным покрытием, состоящим из краски АИШ и битумной мастики, содержащей фенол-формальдегидную смолу с укрепляющей обмоткой из стеклоткани. Это покрытие осуществляется при помощи кессона. Предварительными опытно-промышленными испытаниями установлено, что комбинированное покрытие является эффективным средством защиты свайных опор в зоне периодического смачивания и имеет большие перспективы для промышленного внедрения этого способа.

Однако в районах с большим волнением, как например, на эстакаде Нефтяные Камни наблюдается смывание битумной мастики со стеклоткани.

При дальнейших испытаниях должны быть подобраны более липкие и прочные битумные составы, обеспечивающие большую стойкость покрытия.

Преимущество комбинированного покрытия заключается в том, что вся обработка свай заканчивается в один прием.

На внутренней поверхности трубчатых свайных опор, на границе вода—воздух происходит интенсивная коррозия. Для ее устранения внутрь свай заливают мажут, чтобы получить слой высоты 7—10 см. Этот способ защиты внутренней поверхности свай нами внедрен и получил широкое промышленное применение.

Для защиты от коррозии свай в зоне полного погружения в морскую воду должна применяться электрохимическая защита, наложением на сооружение отрицательного потенциала при помощи катодной станции (от внешнего источника тока) или протекторов. Проверка эффективности катодной защиты при помощи контрольных образцов показала, что коррозия стали при включении катодной защиты незначительна и равна 0,002—0,003 г/м² в час.

Катодная защита свайных опор охватывает также участок свай до высоты 0,3—0,4 м над уровнем моря. Величина коррозии на этом участке при наложении катодной

защиты примерно в 4 раза меньше, чем без катодной защиты.

Одной катодной станцией может быть защищен участок эстакады протяжением до 1,5 км.

Выводы

1. При разработке и изготовлении конструкций морских нефтепромысловых сооружений, при организации строительно-монтажных работ на море следует уделять внимание скорости коррозии в различных зонах.

Элементы конструкций должны быть по возможности удалены из зоны максимальной коррозии и должны допускать возможность окраски или применение других известных способов защиты от коррозии.

2. Подготовка поверхности металлоконструкций перед нанесением покрытий имеет особо важное значение. От этого зависит сцепление защитного покрытия с поверхностью металла. Из многочисленных способов очистки наиболее эффективными, экономичными и легко осуществимыми являются травление в ингибированной соляной кислоте и пескоструйная очистка.

3. Для защиты пролетных строений морских нефтепромысловых сооружений (как эксплуатирующихся, так и вновь строящихся) хорошие показатели дает битумное покрытие, состоящее примерно из 70 % рубрекса и 30 % петролатума. Битумное покрытие обладает хорошей адгезией, малой пористостью и изготавливается на базе местных материалов. Стоимость покрытия примерно в два раза дешевле, чем окраска лаками на основе перхлорвиниловой смолы.

4. Особое внимание при антикоррозийной обработке морских сооружений должно уделяться защите свайных опор в зоне периодического смачивания, где наблюдается максимальная коррозия. Для защиты свай вновь строящихся морских сооружений необходимо применять покрытия с большим сроком службы, высокой стойкостью и прочностью, легко поддающиеся контролю, сохраняющиеся при транспортировке и монтаже свай.

Для этой цели следует рекомендовать цинковое покрытие, наносимое термодиффузионным способом, и гуммирование.

Наличие в системе Министерства нефтяной промышленности Азербайджанской ССР завода резинотехнических изделий и опытных кадров делает этот способ защиты более реальным.

Защита опор построенных сооружений в процессе ремонта требует удобного подхода к свае и организации рабочей площадки у места производства работ.

5. Из органических защитных покрытий можно рекомендовать краску АИШ, наносимую по мокрой поверхности.

Покрытие краской АИШ должно усиливаться укрепляющей обмоткой стеклотканью или лентами пластмассы с применением специальных клеящих составов.

Для защиты внутренней поверхности свай от коррозии следует применять заливку внутрь опор мазута.

6. Для свайных опор в зоне полного погружения в морскую воду наиболее простым и эффективным способом является электрохимическая защита. В тех случаях, когда отсутствует электроэнергия, катодная защита может быть заменена протекторной.

7. Перечисленные способы защиты, при правильном их выполнении и периодическом восстановлении дают возможность предохранить от коррозии морские стальные сооружения и намного удлинить срок их службы.

Подписано к печати 15/III 1957 г.
Формат бумаги $84 \times 108^{1/32} = 0,375 - 1,23$ печ.
листа. Уч.-изд. л. 1,1.
ФГ 16045. Заказ 90. Тираж 100.

Типография „Красный Восток“ Министерства
культуры Азербайджанской ССР.
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

АЗЭРБАЙЧАН ССР ЭЛМЛЭР АКАДЕМИЯСЫ
НЕФТ ИНСТИТУТУ

Әляжмасы һүгүгундадыр

И. А. ИСКӘНДЭРОВ

**ДӘНИЗ НЕФТ МӘ'ДӘНЛЭРИНДӘ КОРРОЗИЯ ИЛӘ
МУБАРИЗӘ**

*Техники элмләр намизәди алимлик дәрәчәси
алмаг үчүн тәгдим әдилмиш диссертасиянын*

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т Ы

Азәрбайчан ССР Элмләр Академиясы Нәшрийяты
Баку — 1957