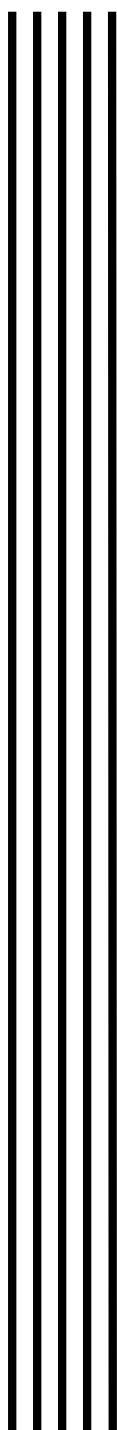


Министерство образования и науки,
молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический
университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным занятиям
по дисциплине

«Антикоррозионные материалы и покрытия в судостроении»

для студентов направления
6.051201 – Судостроение и океанотехника
всех форм обучения

Севастополь
2013

УДК 620.194.2:629.5

Методические указания по дисциплине «Антикоррозионные материалы и покрытия в судостроении» для студентов направления 6.051201 – Судостроение и океанотехника, всех форм обучения / Сост. Ю.Г.Ожиганов, А.В.Родькина – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013.– 20 с.

Целью настоящих методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении лабораторных занятий по дисциплине Антикоррозионные материалы и покрытия в судостроении.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Океанотехники и кораблестроения (протокол № __ от __.__.20__ г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Игнатович В.С.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1.....	4
Определение электрохимических характеристик судокорпусных металлов в морской воде различной солёности.	
Лабораторная работа №2.....	9
Электрохимическая защита. Протекторная защита.	
Лабораторная работа №3.....	12
Электрохимическая защита. Катодная защита наложенным током.	
Лабораторная работа №4.....	16
Защитные покрытия	
Библиографический список.....	19

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДОКОРПУСНЫХ МЕТАЛЛОВ В МОРСКОЙ ВОДЕ РАЗЛИЧНОЙ СОЛЁНОСТИ.

Цель работы

Изучение влияния солёности морской воды на потенциалы различных металлов, а также определение потенциалов на поверхности металла и в локальном дефекте.

Теоретический раздел

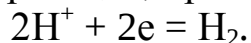
Морская вода имеет солёность в бассейнах мирового океана от 7 до 35 ‰. Присутствие иона хлора в морской воде – основная причина ее коррозионной активности к большинству конструкционных материалов.

Основной электрохимической характеристикой является потенциал.

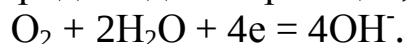
При погружении металла в электролит между поверхностью металла и электролитом возникает разность электрических потенциалов, называемая потенциалом электрода.

Катодный процесс зависит от кислотности среды (pH): [1]

а) если $\text{pH} < 7$ (в растворах кислот и солей, гидролизующихся по катиону), то деполяризатором являются ионы водорода H^+ , и на катодных участках осуществляется водородная деполяризация, протекающая по схеме:



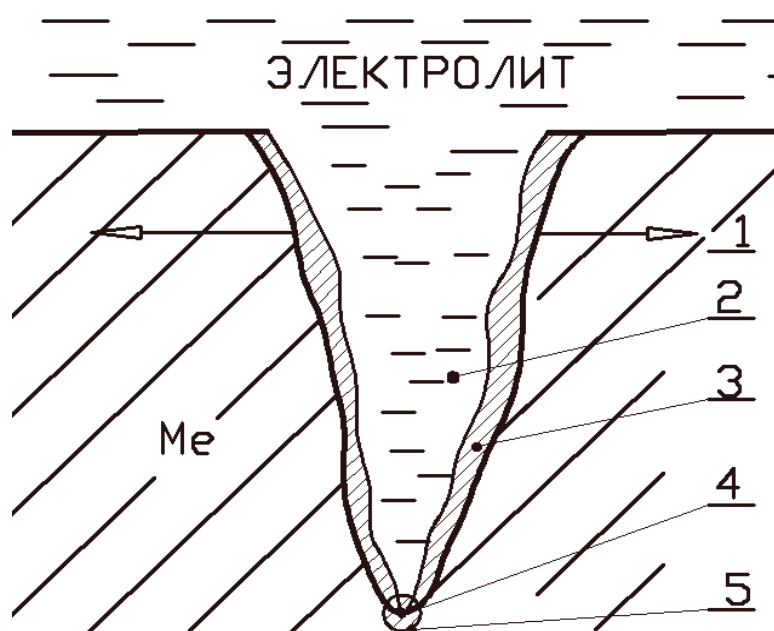
б) если $\text{pH} \geq 7$ (в нейтральных и щелочных средах), то деполяризатором являются молекулы кислорода, растворенные в электролите, и на катодных участках осуществляется кислородная деполяризация, протекающая по схеме:



Как показывает многолетняя практика эксплуатации, корпусные конструкции из коррозионно-нестойких материалов (углеродистая, низколегированная сталь и др.) имеют интенсивные коррозионные повреждения при воздействии быстро движущейся морской воды, которые являются концентраторами напряжения и при определенных условиях могут привести к разрушению изделий вследствие низкой коррозионно-усталостной прочности. [1]

Существующие коррозионно-стойкие стали и цветные сплавы имеют свои недостатки, в особенности – склонность к коррозионному растрескиванию другим локальным дефектам.

Если в металле происходит развитие местного коррозионного разрушения в виде очень узких углублений, то вполне очевидно, что растягивающие напряжения, перпендикулярные к направлению этих углублений, будут способствовать возникновению концентрации напряжений на дне их, причем, чем



- 1 – направления растягивающих напряжений;
- 2 – трещина, заполненная электролитом;
- 3 – оксидная пленка (катод коррозионной пары);
- 4 – непрерывно обновляемое острие трещины (анод коррозионной пары);
- 5 – максимально напряженная зона металла

Рисунок 1 – Схема коррозионной трещины

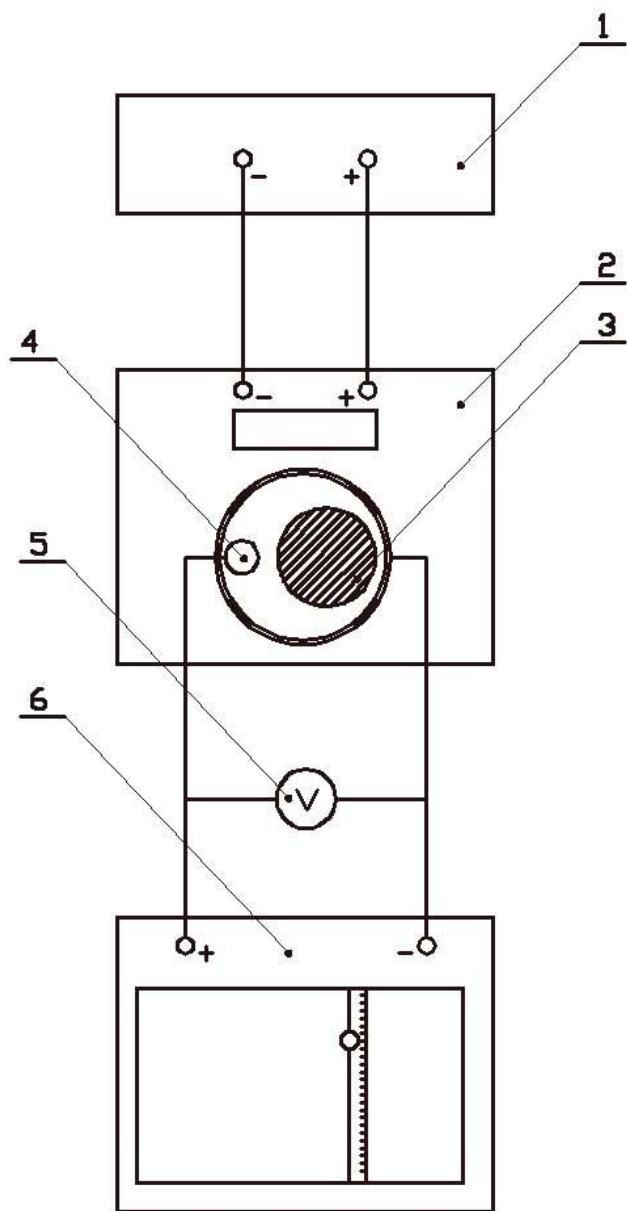
больше углубления и меньше радиус дна углублений, тем больше будет концентрация напряжений. При таком состоянии металла создаются все условия для разрушения его вдоль этих более или менее протяженных локальных коррозионных разрушений, и поэтому при достаточной концентрации напряжений металл может начать разрушаться за счет механического воздействия. В результате механического разрушения будет локально обнажаться свежая, незащищенная окисной пленкой поверхность металла, которая, будучи более анодной, подвергается интенсивному воздействию коррозионной среды, что приведет к увеличению тока

между дном углублений и неповрежденной поверхностью металла, а, следовательно, и к ускорению коррозии. Ускорение коррозионного процесса вызовет дальнейшее механическое разрушение, и, как результат, увеличится скорость развития трещин благодаря совместному действию коррозионной среды и тягивающих напряжений. (рисунок 1) [2]

Лабораторное оборудование и материалы

- образцы судокорпусных материалов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62)
- установка для создания свежееобразованной поверхности
- хлорсеребряный электрод сравнения
- 1,8% и 3% раствор NaCl в дистиллированной воде
- вольтметр для измерения потенциала на поверхности металла
- источник постоянного тока Lab Tools 30V/15A
- однокоординатный самописец Н-307/2
- секундомер
- миллиметровая бумага

Схема подключения приборов в лаборатории представлена на рисунке 2.



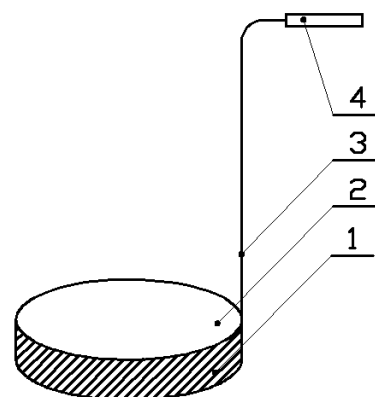
1 - источник постоянного тока Lab Tools 30V/15A; 2 - установка для создания свежеччищенной поверхности; 3 - исследуемый образец металла; 4 - хлорсеребряный электрод сравнения; 5 - вольтметр; 6 - однокоординатный самописец Н-307/2.

Рисунок 2 – Схема подключения приборов

(5), приваренный к ползьям посредством хомута (4). Установка включает в себя стакан (7), выполненный из оргстекла по разработанным эскизам. Образец, а так же хлорсеребряный электрод сравнения помещается в стакан (7). Стакан закреплен на основании крепежными уголком (8) и кольцами – держателями (6). При креплении использованы стандартные болты (9), (10). Кронштейн (11) закреплен на верхней части основания. Индикатор часового типа (13) прикреплен к мотору на шпильке (14). Шпилька фиксируется в кронштей-

Образцы судокорпусных материалов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМз15-61, Л62) изолированы от электролита краской ЭП-755, таким образом получаем только одну рабочую поверхность. Изготовленные образцы для проведения исследований представляли собой диск диаметром 25 мм ($0,002 \text{ м}^2$) и толщиной около 3мм, и прикрепленной к ним соединительной ножкой. Внешний вид используемых образцов представлен на рисунке 3.

Установка для создания свежеччищенной поверхности металла показана на рисунке 4 и состоит из основания (1), выполненного из эбонитовых плит, стальной станины (2), стальных ползьев (3), к которым сваркой крепиться двигатель Д-25-1



1 – нерабочая поверхность, покрытая краской ЭП-755; 2 – рабочая поверхность образца; 3 – соединительная ножка; 4 – контактная клемма.

Рисунок 3 – Внешний вид унифицированных по форме образцов металлов

не с помощью шайбы (12), что позволяет поднимать и опускать мотор для погружения образца в стакан.

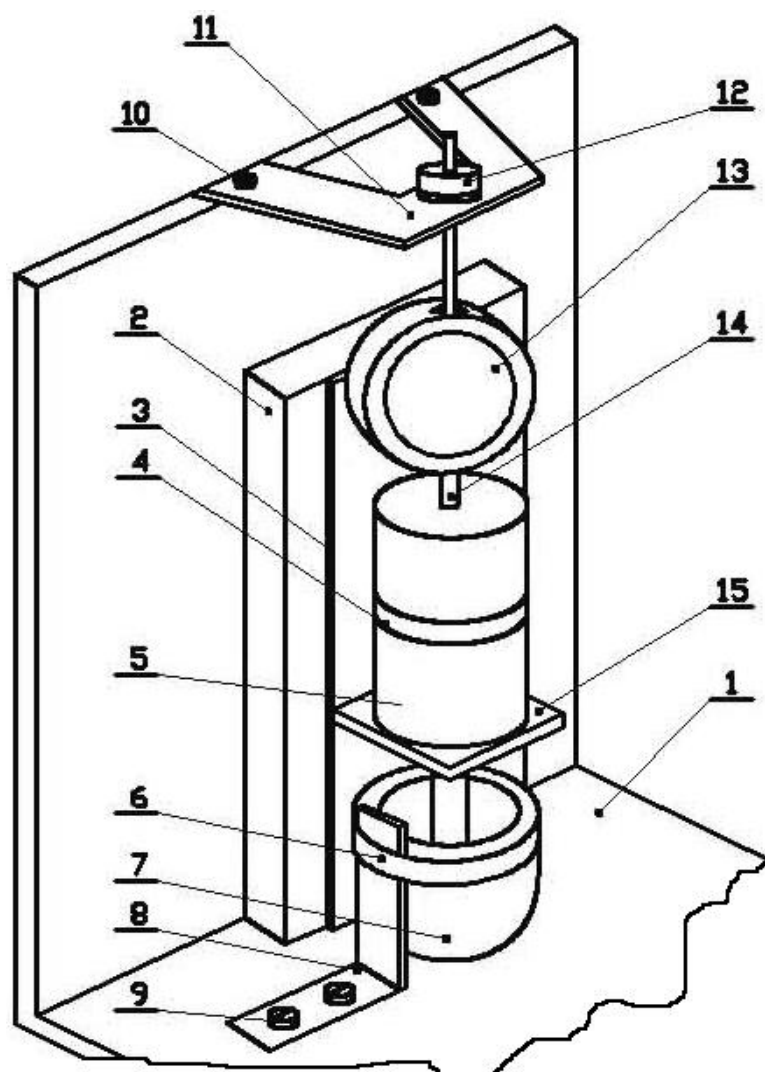


Рисунок 4 – Установка для создания свежесформированной поверхности

печивает постоянство потенциала электрода.

Задание

Провести эксперимент в растворах NaCl с концентрацией 1,8% и 3%, что соответствует концентрации соли в морской воде и океане. Составить отчет, построить графики зависимости изменения потенциала металлов от времени. Сравнить полученные результаты.

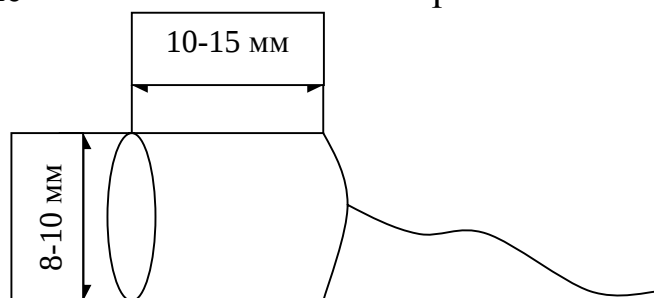
Ход эксперимента

Подготовить раствор NaCl с концентрацией 1,8% и 3%.

Обновить поверхность образцов (СтЗ, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62).

Хлорсеребряный электрод сравнения служит для измерения потенциала подводной части корпуса судна или любой защищаемой конструкции. (рисунок 5) Хлорсеребряный электрод сравнения – электрод, потенциал которого является стабильным и обратимым к металлическим материалам в хлоридах натрия, в том числе и в морской воде. [3]

Серьезной опасностью для хлорсеребряных открытых электродов сравнения является отравление рабочей поверхности продуктами, имеющимися в морской воде и, как следствие, изменение потенциала электрода. [4] Поэтому для точности эксперимента мы применяем **1,8% и 3% раствор NaCl в дистиллированной воде**. Периодическая замена электролита обес-



Хлорсер-й брикет Проволока серебра
Рисунок 5 – Пористый хлорсеребряный электрод сравнения

Проверить наличие и целостность изоляционного покрытия на образцах, контакты на образцах и электроде сравнения, работоспособность приборов.

Собрать схему согласно рисунку 2. Заполнить ячейку электролитом.

Записывать показания вольтметра каждые 30 секунд, начиная с первой (сразу после заполнения ячейки электролитом) и непосредственно перед включением (выключением) установки и сразу после включения (выключения) установки.

После погружения образца в раствор электролита образец выдержать в нем 3 минуты. На третьей минуте включить установку для создания свежесформированной поверхности. Зачистку образцов производить со скоростью 2700 об/мин, и нагрузкой в $5 \cdot 10^{-3}$ кг/мм². На шестой минуте эксперимента отключить установку и в течение трех минут продолжать записывать показания вольтметра.

Для остальных соленостей и образцов эксперимент проводить аналогично. Результаты заносить в таблицу 1.

Таблица 1 – Лабораторная работа №1.

Время, мин.	Раствор NaCl с концентрацией 1,8%					Раствор NaCl с концентрацией 3%.				
	Ст3	09Г2	20Х13	АМг15-61	Л62	Ст3	09Г2	20Х13	АМг15-61	Л62
0										
0,5										
...										
3										
3										
3,5										
...										
5,5										
6										
6										
...										
9										

Контрольные вопросы

1. Дайте определение потенциала металла.
2. Дайте определение анодного и катодного процессов. Назовите их отличия.
3. Обоснуйте необходимость применения установки для создания свежесформированной поверхности в ходе эксперимента.
4. Перечислите лабораторное оборудование и материалы, используемые Вами в ходе лабораторной работы. Приведите их краткое описание.
5. Зарисуйте схему с рисунка 2.

6. Используя графопостроитель программного пакета Excel, составьте табличный отчет проведенного эксперимента.
7. Приведите график, построенный по результатам эксперимента.
8. Опишите график, построенный по результатам эксперимента.
9. Сделайте выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. ПРОТЕКТОРНАЯ ЗАЩИТА.

Цель работы

Изучить принцип действия протекторной защиты.

Теоретический раздел

Электрохимическая коррозия – самопроизвольное разрушение металла или сплава в среде электролита: в растворах электролитов (растворы щелочей, кислот и солей; морская вода); в атмосфере любого влажного газа; в почве.

Металлы и сплавы неоднородны. При соприкосновении их с электролитами, участки с более низким значением потенциала играют роль анода, а другие, с более высоким значением потенциала – роль катода. Таким образом, на поверхности металла или сплава возникает множество микрогальванических пар, и, чем их больше, тем больше скорость разрушения поверхности металла или сплава в электролите. [1]

Сегодня ущерб от коррозии в развитых странах оценивается в 2 – 4% ВВП, а потери от вышедших из строя металлических конструкций, изделий и оборудования составляют 10 – 20% годового производства стали. Эти цифры делают необходимым всестороннее теоретическое изучение коррозии, которое, в свою очередь, служит основой для разработки методов борьбы с коррозионными процессами.

Потеря эксплуатационной надежности судовых конструкций из-за их коррозионного износа в значительной степени зависит от вида коррозионных разрушений. При воздействии морской воды на судовые конструкции, изготовленные из разных металлов, возможны все известные виды коррозионных разрушений.

Равномерная и неравномерная коррозия снижает прочность конструкции только за счет уменьшения сечения ее элементов. При неравномерной коррозии, кроме того, возможна местная концентрация напряжений. При избирательной коррозии ухудшаются показатели прочности сплава в измененном слое. [5]

Особую опасность для надежности конструкций представляют межкристаллитная коррозия и коррозионное растрескивание. В обоих случаях разрушение металла может наступить при напряжениях, меньших предела текучести. Внешних признаков коррозионного разрушения на металле может не быть. При межкристаллитной коррозии процесс идет внутри металла по границам зерен, нарушая прочную связь между ними. При коррозионном растрескивании под влиянием растягивающих напряжений и коррозионной среды происходит образование в отдельных точках зародышей трещин, которые далее распространяются по сечению металла, проходя по границам зерен или через зерна. [6]

Протекторная защита конструктивно проста и имеет низкую первоначальную стоимость, но она не предотвращает распространение трещин. [7]

Электрохимическая защита условно разделяется на протекторную и катодную. Эффект защиты выражается в изменении потенциала защищаемого металла. Для коррозии судостроительных металлов в морской воде это осуществляется катодной поляризацией конструкции. Вследствие катодной поляризации потенциалы анодных и катодных участков выравниваются, а сам защищаемый металл становится общим катодом. [8]

Протекторная защита металлических конструкций от электрохимической коррозии состоит в том, что к защищаемой конструкции присоединяют анодный протектор – какой-либо металл или сплав, имеющий в данной коррозионной среде потенциал, меньший, чем у материала защищаемой конструкции.

Механизм катодной защиты металлов от коррозии с помощью анодного протектора состоит в том, что при протекании электрического тока через границу защищаемого металла с коррозионной средой поверхность защищаемого металла поляризуется катодно, ее потенциал уменьшается, что может приводить к почти полному прекращению коррозионного разрушения. При этом не важно, что является источником поляризующего тока на этой границе – катодная станция или протектор. Во втором случае на поверхности протектора при этом протекает анодный процесс, который постепенно приводит к его растворению. Потому протектор необходимо периодически возобновлять. [9]

Лабораторное оборудование и материалы

- образцы судокорпусных материалов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62)
- 1,8% и 3% раствор NaCl в дистиллированной воде
- вольтметр для измерения потенциала на поверхности металла

Образцы судокорпусных материалов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62) изолированы от электролита краской ЭП-755, таким образом получаем только одну рабочую поверхность. Изготовленные образцы для проведения исследований представляли собой диск диаметром 25 мм ($0,002 \text{ м}^2$) и толщиной около 3мм, и прикрепленной к ним соединительной ножкой. Внешний вид используемых образцов представлен на рисунке 3.

Задание

Провести эксперимент в растворах NaCl с концентрацией 1,8% и 3%, что соответствует концентрации соли в морской воде и океане. Построить графики зависимости изменения разности потенциалов металлов от времени. Сравнить полученные результаты. Составить отчет.

Ход эксперимента

Подготовить раствор NaCl с концентрацией 1,8% и 3%.

Обновить поверхность образцов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62).

Проверить наличие и целостность изоляционного покрытия на образцах, контакты на образцах и электроде сравнения, работоспособность приборов.

Погрузить два любых образца в раствор электролита, выдержать в нем 9 минут.

Записывать показания вольтметра каждые 30 секунд, начиная с первой (сразу после погружения образцов в электролит).

Для остальных соленостей и пар образцов эксперимент проводить аналогично. Результаты заносить в таблицу 1.

Таблица 2 – Опыт №1 Ст3 и Л62

Время, мин.	Раствор NaCl с концентрацией 1,8%	Раствор NaCl с концентрацией 3%.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение электрохимической коррозии.
2. Дайте определение электрохимической защиты.
3. Типы электрохимической защиты.
4. Перечислите лабораторное оборудование и материалы, используемые Вами в ходе лабораторной работы. Приведите их краткое описание.
5. Опишите ход эксперимента.
6. Используя графопостроитель программного пакета Excel, составьте табличный отчет проведенного эксперимента.
7. Приведите график, построенный по результатам эксперимента.
8. Опишите график, построенный по результатам эксперимента.
9. Сделайте выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. КАТОДНАЯ ЗАЩИТА НАЛОЖЕННЫМ ТОКОМ.

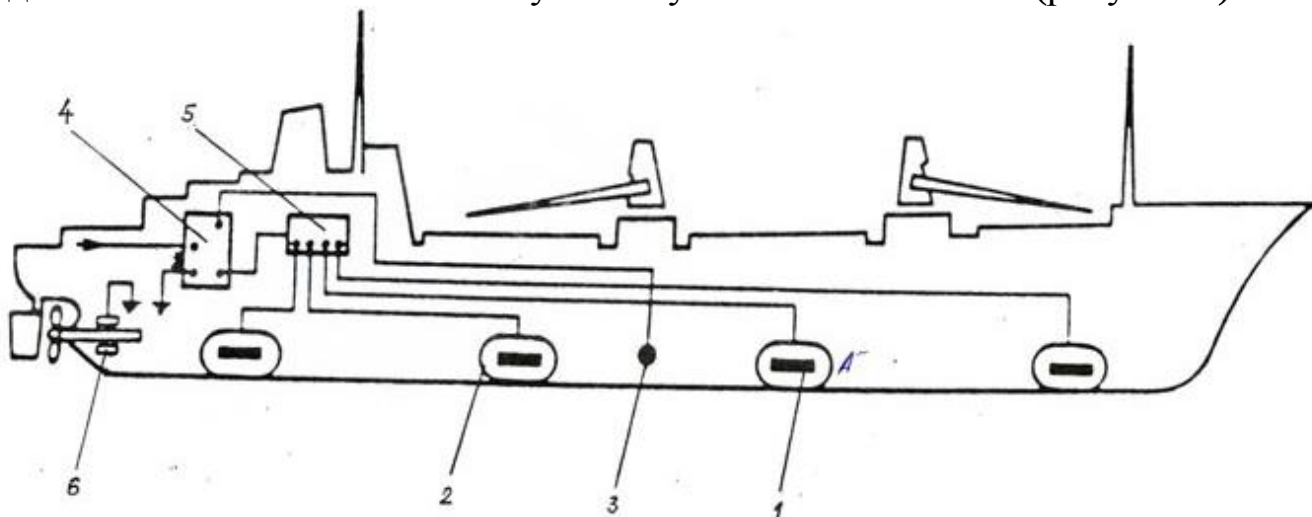
Цель работы

Изучить принцип действия катодной защиты наложенным током. Рассчитать наложенный ток корпусов судов для защиты от коррозионно-механических разрушений.

Теоретический раздел

Системы катодной защиты состоят из следующих основных элементов: анодов с околоанодными экранами, источников питания с измерительной и регулирующей аппаратурой, электродов сравнения, силовых кабелей для подключения анодов и кабелей для подключения электродов сравнения и других, а также щита управления системы катодной защиты. В систему катодной защиты входят также сальниковые уплотнения и защитные коробки в местах токоподвода к анодам через обшивку корпуса и в местах установки электродов сравнения. [10]

Аноды устанавливаются изолированно от защищаемой конструкции и подключаются к положительному полюсу источника питания (рисунок 6).



1 - аноды, 2 - околоанодные экраны, 3 - электрод сравнения, 4 - источник питания, 5 - распределительный щит, 6 - контактно-щеточное устройство.

Рисунок 6 – Схема системы катодной защиты наложенным током подводной части корпуса судна

Анодные материалы подразделяют на растворимые (сталь, алюминий), малорастворимые (ферросилид, графит, свинец и его сплавы, магнетит) и нерастворимые (платина и ее сплавы). В системах катодной защиты судов чаще всего используются аноды из платины в виде гальванического покрытия или фольги, реже – из свинцовосеребряного сплава.

Околоанодные экраны предназначены для более равномерного распределения защитного тока по защищаемой поверхности и для предохранения близких к аноду участков поверхности от перезащиты и, соответственно, от разрушения лакокрасочного покрытия газообразным водородом. Околоанодные экраны изготавливаются в виде толстослойного покрытия из стеклопластика, резины, цемента и других материалов, обладающих необходимыми прочностью и диэлектрическими свойствами.

Источники питания катодной защиты судов преобразуют переменный ток судовой сети в постоянный ток напряжением 12-24 В. Для этого используются выпрямители с ручным или автоматическим регулированием выходного тока. При катодной защите подземных металлоконструкций выходное напряжение источников питания обычно выше, чем в морской воде (до 48 В).

В качестве датчиков сигнала для регулирующего устройства источника питания (величины потенциала) применяются электроды сравнения, установленные на защитной поверхности. По показаниям приборов, расположенных на распределительных щитах и подключенных к электродам сравнения и корпусу, контролируется и при необходимости регулируется величина потенциала металла.

При установке на судне системы катодной защиты (с расходуемыми анодами или наложенным током) подводной части корпуса, как правило, предусматривается установка контактно-щелочного устройства, предназначенного для подключения к защите валовинтового комплекса. Контактно-щеточное устройство состоит из разъемного кольца, установленного на гребном валу, щеткодержателя с меднографитовыми щетками, зачистной проволоочной щетки и кронштейна для крепления щеткодержателей.

При проектировании систем электрохимической защиты встает вопрос о технико-экономической целесообразности применения того или иного типа катодной защиты. Обычно считают, что катодную защиту наложенным током, с учетом больших первоначальных затрат, экономически целесообразно устанавливать на судах водоизмещением более 10 тыс. т; на судах меньшего водоизмещения целесообразно устанавливать систему с расходуемыми анодами.

Потенциал защищаемой поверхности связан с плотностью тока катодной поляризации. Величина необходимой плотности тока зависит от многих факторов; состояния краски, скорости судна, солености и температуры морской воды и др. При расчете защиты принимают наиболее неблагоприятный вариант; обычно для систем с расходуемыми анодами плотность тока составляет 30-60 мА/м², для систем с наложенным током – 75-150 мА/м².

Различие в значениях плотности тока объясняется различной степенью неравномерности распределения тока: в связи с большим количеством расходуемым анодов ток в этом случае распределяется более равномерно.

Качественное лакокрасочное покрытие позволяет значительно (в 10-100 раз) снизить плотность тока, необходимого для достижения защитного потен-

циала, поэтому электрохимическую защиту наиболее рационально сочетать с лакокрасочным покрытием.

Следует также учитывать, что при катодной поляризации происходит подщелачивание среды вблизи поверхности металла до pH равной 12, поэтому краски, применяемые совместно с электрохимической защитой, должны быть стойкими в этих условиях. К нестойким относятся все краски на масляной основе.

Для судов без покрытия катодная защита от коррозии практически невозможна или неэкономична ввиду большого требуемого защитного тока и неблагоприятного его распределения. К тому же между стальной стенкой корпуса и противообрастающим покрытием должен иметься электроизолирующий слой, чтобы не допустить электрохимического восстановления токсичных соединений металлов. Катодные продукты электролиза сами по себе не могут предотвратить обрастания. Наоборот, медь, инертная против обрастания при свободной коррозии, при катодной защите может подвергнуться обрастанию.

В зависимости от объема зоны защиты различают полную и частичную защиту подводной части судна. При частичной защите защищается только корма, которая подвергается особой опасности коррозии вследствие сильного течения и аэрации, а также возможности образования коррозионного элемента с навесными устройствами – гребным винтом и рулями. Кроме того, частичная защита может быть распространена и на носовую часть судна, омываемую интенсивными потоками воды. Средняя часть судна при этом не включается в систему защиты по экономическим соображениям и в соответствии с ограничивающими правилами, по которым запрещается размещение протекторов в этой области. [11]

Произвести расчет требуемого защитного тока.

По закону Ома:

$$R = \frac{U}{I}$$

Площадь подводной части корпуса судна вычисляется по формуле:

$$S_0 = L_{KWL} (B_{KWL} + 2T_{KWL}) \delta$$

L_{KWL} - длина по конструктивной ватерлинии, м; B_{KWL} - ширина по конструктивной ватерлинии до кромки шаблона; T_{KWL} - конструктивная глубина на длине $0,5L_{KWL}$ (отнесенная к базе), м; δ - степень заполнения водоизмещения.

По плотности J_{si} для отдельных участков площади S_0 можно определить суммарный защитный ток

$$I_S = \sum J_{si} \cdot S_0$$

Требуемая плотность защитного тока J_{si} для отдельных участков зависит от качества покрытия на каждом участке, от условий обтекания и от вида защищаемого устройства. Для систем с наложением тока от постороннего источника принимают расчетную плотность тока 25 мА/м^2 , так чтобы при возможных более значительных повреждениях покрытия они могли бы отдавать соответственно больший защитный ток. Дополнительными затратами при этой системе защиты (в отличие от протекторной защиты) следует пренебречь.

Задание

Провести эксперимент в растворах NaCl с концентрацией 1,8% и 3%, что соответствует концентрации соли в морской воде и океане. Построить поляризационные кривые. Сравнить полученные результаты. Составить отчет.

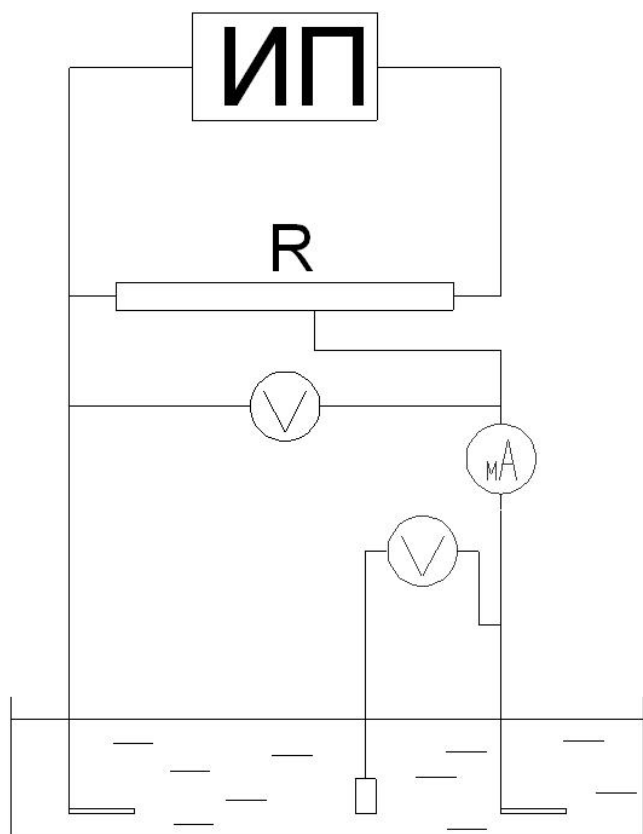


Рисунок 7 – Установка для катодной поляризации

Составить отчет.

Ход эксперимента

Подготовить раствор NaCl с концентрацией 1,8% и 3%.

Обновить поверхность образцов (Ст3, 09Г2, 20Х13, АМг15-61, Л62).

Проверить наличие и целостность изоляционного покрытия на образцах, контакты на образцах и электроде сравнения, работоспособность приборов.

Собрать установку для катодной поляризации. Погрузить два образца (анод и катод) в раствор электролита, выдержать в нем 9 минут, в течение которых равномерно увеличивать ток.

Записывать показания вольтметра (потенциал, В) и амперметра (ток, А) каждые 30 секунд, начиная с первой (сразу после погружения образцов в электролит).

Для остальных соленостей и пар образцов эксперимент проводить аналогично. Результаты заносить в таблицу 1.

Таблица 2 – Опыт №1 СтЗ (катод) и Л62 (анод)

Время, мин.	Раствор NaCl с концентрацией 1,8%		Раствор NaCl с концентрацией 3%.	
	Ток, А	Потенциал, В	Ток, А	Потенциал, В
0				

Контрольные вопросы

1. Перечислить элементы, входящие в состав катодной защиты.
2. Опишите принцип действия катодной защиты.
3. Перечислите лабораторное оборудование и материалы, используемые Вами в ходе лабораторной работы. Приведите их краткое описание.
4. Зарисуйте схему с рисунка 7.
5. Используя графопостроитель программного пакета Excel, составьте табличный отчет проведенного эксперимента.
6. Приведите график, построенный по результатам эксперимента.
7. Опишите график, построенный по результатам эксперимента.
8. Сделайте выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Цель работы

Изучить защитные покрытия, их классификацию и свойства.

Теоретический раздел

Защитные покрытия различают:

1. Металлические покрытия – цинк, кадмий, алюминий, олово, серебро и др., а также сплавы – бронза, латунь и т.д. В свою очередь металлические покрытия разделяются на:

а) анодные покрытия – покрытие, у которого потенциал меньше потенциала защищаемой поверхности. При нарушении такого покрытия в первую очередь будет окисляться само покрытие.

б) катодные покрытия – покрытие, у которого потенциал больше потенциала защищаемой поверхности. При нарушении такого покрытия в первую очередь будет окисляться защищаемая поверхность.

2. Неметаллические покрытия. Их можно разделить на:

а) неорганические покрытия – неорганические эмали (различные силикаты), оксиды металлов, соединения хрома и фосфора и т.д.

б) органические покрытия – лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, резиной, полимерными пленками и т.п. [1]

Покрытия защищают поверхность металла от коррозии путем ее изоляции от агрессивной среды, а также за счет торможения диффузии и электродных реакций. Для этого покрытия должны обладать протекторным эффектом, коррозионной стойкостью и долговечностью, хорошей адгезией к подложке, сплошностью и беспористостью, сочетаться с другими средствами защиты и пр. В зависимости от конкретных условий необходимо преобладание тех или иных факторов.

Антикоррозионные покрытия классифицируются:

а) по типу материала: металлические (металлы и сплавы); неметаллические: органические, (лакокрасочные, пластмассовые, гумировочные), неорганические (силикатные, оксидные, фосфатные) и комбинированные или композиционные;

б) по деформационным свойствам (упругие, упругоэластичные, эластичные, пластичные);

в) по химической стойкости (химстойкие, относительно стойкие, нестойкие);

г) по теплостойкости (для диапазонов температур 50-70°, 70-100°, 100-150°, свыше 200°C);

д) по степени усиления (простые, усиленные, весьма усиленные);

е) по состоянию в момент поставки или выпуска (монолитные, пастообразные, пленочные, листовые, порошковые, штучные);

ж) по методам нанесения (обкладкой, оклейкой, ручным или механическим нанесением в виде, жидкостей, паст, порошков);

Механизм торможения коррозии определяется типом материала.

Металлические катодные покрытия состоят из более электроположительного М, чем защищаемый М. Они действуют, преимущественно механически изолируя М от агрессивной среды и должны быть беспористыми, в противном случае на обнаженных участках начинается локальный анодный процесс, который может распространиться под покрытие. Если защищаемый М склонен к пассивации, а покрытие является катодным протектором, действует электрохимический механизм защиты, например, медное покрытие на сталях 12Х13 или 12Х18Н9Т в растворах серной кислоты.

Анодные металлические покрытия защищают механически и главным образом электрохимически за счет протект-эффекта. Пористость покрытия не играет существенной роли, т.к. окисляется металл покрытия, а на основном металле восстанавливается окислитель. Характер действия покрытия зависит не только от природы М, но также от состава агрессивной среды, t и других факторов. Например, оловянное покрытие по отношению к железу играет роль катодного в растворах неорганических кислот и солей и анодного - в растворах

органических кислот. Цинковое покрытие на стали является анодным в холодной воде и катодным – в горячей.

Лакокрасочные покрытия в зависимости от природы пигмента и пленкообразующей основы служат преимущественно барьером, пассиватором или протектором. Это самый распространенный способ защиты.

Лаками называются коллоидные растворы высыхающих масел, смол, эфиров целлюлозы в летучих органических растворителях. Твердое покрытие образуется при испарении растворителя или в результате полимеризации масла или смолы при нагреве или действии катализатора.

Красками называются суспензии минеральных пигментов в пленкообразователе, т.е. в органическом связующем. Пигменты – оксиды свинца, цинка, железа, титана, хромат цинка, карбонат свинца, сульфат бария, алюминиевая или цинковая пудра. Связующим является высыхающее растительное масло (льняное, конопляное), олифа. В краски также вводятся катализатор полимеризации (сиккатив), разжижитель, наполнитель для повышения механической прочности (слюда, графит).

Механическая изоляция достигается, если покрытие сплошное, лишено пор, обладает высокой степенью адгезии, не набухает в агрессивной среде, газо- и влагонепроницаемо, химически стойко. Беспористые покрытия дает при многослойном нанесении, когда происходит закупорка пор, большинство пигментированных лакокрасочных материалов, при отверждении которых образуется трехмерная структура пленкообразователя. Однослойные покрытия в процессе высыхания образуют поры диаметром 10-2 – 10-4 см и обладают структурной пористостью с диаметром пор 10-5 – 10-7 см. При открытой пористости компоненты агрессивной среды поступают к поверхности М за счет капиллярной конденсации и капиллярного течения. При плотной однородной структуре пленки агрессивные агенты перемещаются по механизму активированной диффузии в материале покрытия и частичного растворения в нем агентов. Эффективный диффузионный барьер достигается созданием критической толщины многослойного покрытия, когда сопротивление в его порах приближается к сопротивлению самого покрытия за счет устранения сквозных пор и капилляров. При чрезмерном увеличении толщины покрытия в нем возникают внутренние напряжения, вызванные усадкой и другими процессами при формировании пленки, снижаются адгезия и прочность покрытия.

Защитные свойства зависят от природы пигмента-ингибитора. Свинцовый сурик и хромат цинка являются пассиваторами, цинковая пудра – анодным протектором, алюминиевая пудра – протектором в солевых растворах и кроме того препятствует набуханию.

В случае многослойных покрытий слои выполняют различные функции. Особая роль отводится первому слою грунта, который обеспечивает прочную адгезию с металлом и с последующими слоями покрытия, а также антикоррозионную защиту за счет введения в состав пигментов и применения пленкооб-

разующих веществ с высокой водостойкостью и малой газопроницаемостью. Для улучшения свойств применяют сополимеры, т.к. изменение природы полимеров неодинаково влияет на их химстойкость и способность к адгезии. Например, в ряду функциональных групп полимеров: COOH , OH , CONH_2 , CH_3 , CN , Cl , F – адгезия падает, хотя линейные полимеры типа фторопластов и перхлорвиниловых смол, содержащих Cl и F , отличаются высокой химстойкостью.

Оксидные и фосфатные пленки обладают невысокой химстойкостью, но являются отличным грунтом для лакокрасочных покрытий.

Эмалевые покрытия и покрытия на основе штучных силикатных материалов обладают высокой химстойкостью и изолирующим действием. При высокой пористости, достигающей 30% для углеграфитных материалов, пропитываются силиконовыми жидкостями и растворами на основе фенолформальдегидных смол.

Покрытия смолами и пластмассами обладают также изолирующим действием и высокой химстойкостью.

Свойства покрытий

Для обеспечения долговечной защиты покрытия должны обладать комплексом свойств, среди которых следует подчеркнуть деформационно-прочностные свойства, адгезию, химическую стойкость, проницаемость, тепло- и морозостойкость.

Деформационно-прочностные свойства оцениваются такими характеристиками материала покрытия, как разрушающее напряжение при различных видах нагрузки, твердость, модуль упругости, усадка, относительное удлинение и трещиностойкость.

Критериями долговечности являются прочность, в том числе адгезионная, деформируемость, химстойкость и проницаемость. [12]

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию защитных покрытий.
2. Приведите классификацию антикоррозионных покрытий.
3. Чем отличаются катодные и анодные металлические покрытия?
4. Дайте определение лаков.
5. Дайте определение красок.
7. Какие еще покрытия применяются?
8. Свойства покрытий.
9. Сделайте выводы по работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коррозия металлов. Методы защиты от коррозии: Методические указания к лабораторной работе по химии для студентов технических специальностей / Сост. И.В.Савенкова, Е.А.Фатьянова – Курск: Курск.гос.техн.ун-т, 2005. – 22 с.

2. Ожиганов Ю.Г. Предотвращение коррозионного растрескивания судостроительных сталей на морских судах и сооружениях / Ю.Г.Ожиганов, А.В.Родькина // Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений: материалы IV Всеукраинской студенческой науч.-техн. конф., 2-5 декабря 2009 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. – С. 118-125.

3. Ожиганов Ю.Г. Крепление хлорсеребряного электрода сравнения для катодной защиты от коррозии с помощью пневматического и гидравлического приводов / Ю.Г.Ожиганов, А.В.Родькина, А.А.Огородова, О.И. Калинина // Удосконалювання проектування й експлуатації морських суден і споруд: матеріали VII Всеукраїн. наук.-техн. конф. молодих вчених і студентів, Севастополь, 5–7 грудня 2012 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. М.Г.Балашов – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2012. – С. 182-184.

4. Ожиганов Ю.Г. Конструкция и технология изготовления хлорсеребряных электродов сравнения для систем электрохимической защиты морских судов и сооружений / Ю.Г.Ожиганов, А.В.Родькина, А.А.Огородова, О.И. Калинина // Удосконалювання проектування й експлуатації морських суден і споруд: матеріали VI Всеукраїнської студентської наук.-техн. конф., Севастополь, 6-9 грудня 2011 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. А.В. Дологлонян – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2011. – С.139-144.

5. Бибииков М.М. Электрохимическая защита морских судов / М.М.Бибииков, Е.Я.Люблинский, Л.В.Поварова – Л.: Судостроение. – 1971. – 264с.

6. Саакян Л.С. Повышение коррозионной стойкости нефтегазопромыслового оборудования / Л.С.Саакян, А.П.Ефремов, И.А.Соболева – Москва: Надра. –1988. – 211 с.

7. Ожиганов Ю.Г. Катодная поляризация при потенциале незаряженной поверхности как способ защиты судокорпусных конструкций от коррозионно-механических разрушений в морской воде / Ю.Г.Ожиганов, А.В.Родькина, А.А.Огородова, О.И.Калинина // Науковий вісник ХДМІ №2(5), 2011 – Севастополь, 2011. – С. 140-148.

8. Зобачев Ю.Е. Защита судов от коррозии и обрастания / Э.Л.Соминская, Ю.Е.Зобачев – М.: Транспорт, 1984. – 243 с.

9. Электрохимические технологии защиты от коррозии крупных объектов техники. Метод. указания к лабораторным работам / Сост: И.Н.Андреев, Ж.В.Межевич, Г.Г.Гильманшин – Казань: Казанск.гос.технол.ун-т, 2004. – 50с.

10. Бэкман В. Катодная защита от коррозии / В.Бэкман, В.Швенк – М.: Металлургия. – 1984 . – 496 с.

11. Коррозия и защита морских судов / И.И.Богорад, Е.В.Искра, В.А.Климова, Ю.Л.Кузьмин – М.: Судостроение. – 1973. – 342 с.

12. Экилик В.В. Теория коррозии и защиты металлов. Методическое пособие по спецкурсу / В.В.Экилик – Ростов-на-Дону: Рост.гос.ун-т. – 2004. – 67 с.

Заказ № _____

от «___» _____ 20__ г.

Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ