

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	7
1.1. Стойкость и долговечность строительных сооружений.....	7
1.2. Коррозия. Потери от коррозии строительных материалов	9
1.3. Классификация коррозионных процессов.....	10
1.3.1. Классификация коррозионных процессов по механизму протекания	10
1.3.2. Классификация коррозионных процессов по условиям протекания	11
1.3.3. Классификация коррозионных процессов по характеру разрушения	13
1.4. Прямые и косвенные показатели коррозии	16
1.5. Классификация способов защиты строительных конструкций от коррозии.....	17
Глава 2. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.....	18
2.1. Общие сведения о металлах и сплавах. Металлические материалы и изделия.....	18
2.2. Химическая коррозия металлов и сплавов	20
2.2.1. Химическая коррозия в газообразных средах.....	20
2.2.2. Механизм и факторы, влияющие на газовую коррозию	23
2.2.3. Защитные свойства оксидных пленок	25
2.2.4. Химическая коррозия в жидких неэлектролитах	27
2.2.5. Химическая коррозия в жидкометаллических средах.....	28
2.3. Электрохимическая коррозия металлов и сплавов	28
2.3.1. Процесс окисления и восстановления. Уравнение Нернста	28
2.3.2. Теория электрохимической коррозии.....	35
2.3.3. Коррозия металла в результате неравномерного доступа кислорода	39
2.3.4. Контактная коррозия металлов	40
2.3.5. Коррозия металлов под механическим напряжением.....	41
2.3.6. Коррозия металлов под действием блуждающих токов	41
2.3.7. Методы защиты от электрохимической коррозии	42
Глава 3. КОРРОЗИЯ БЕТОНА, ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И ПРИРОДНОГО КАМНЯ	48
3.1. Коррозия бетона и железобетона	48
3.1.1. Состав и структура цементного камня	48
3.1.2. Агрессивные среды, воздействующие на бетон.....	51
3.1.3. Коррозия первого вида (коррозия выщелачивания).....	53
3.1.4. Коррозия второго вида	55
3.1.5. Коррозия третьего вида.....	58

3.1.6. Биологическая коррозия бетона.....	59
3.1.7. Физическая коррозия бетона.....	60
3.1.8. Коррозия железобетона.....	61
3.2. Коррозия природного камня.....	63
3.3. Методы защиты бетона и железобетона от коррозии.....	64
3.3.1. Методы защиты бетона от коррозии.....	64
3.3.2. Методы защиты природного камня от коррозии.....	67
Глава 4. КОРРОЗИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	69
4.1. Защита от коррозии материалов и конструкций из древесины.....	69
4.1.1. Древесина и ее свойства.....	69
4.1.2. Коррозия древесины.....	72
4.1.3. Защита древесины от коррозии.....	74
4.2. Коррозия полимерных материалов.....	77
4.2.1. Виды деструкции полимеров.....	79
4.2.2. Защита полимеров от старения.....	81
ГЛОССАРИЙ.....	83
Библиографический список.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Строительные материалы и конструкции нуждаются в повышении долговечности, обеспечение которой определяет эффективность строительства. При эксплуатации жилых и промышленных зданий, транспортных сооружений и объектов специального строительства строительные материалы и конструкции из них подвергаются агрессивному коррозионному воздействию окружающей среды: атмосферных осадков, газов, пыли, попеременного увлажнения и высыхания, резких перепадов температур, сильных морозов, солнечного нагрева, ультрафиолетового (УФ) излучения, выветривания, электролитов и неэлектролитов и т.п. В этих условиях снижаются сроки службы (долговечность) строительных материалов, изделий и конструкций из них, происходит деградация эксплуатационных свойств материалов.

В настоящий момент выбор путей защиты от коррозии — насущная и существенная проблема. Исходя из масштабной практики эксплуатации, технического обслуживания и ремонта зданий и сооружений, очевидно, что необходимы широкие знания и наличие навыков, которые относятся к эксплуатации и сохранению разнообразных и дорогостоящих строительных конструкций, зданий, сооружений. Защита строительных материалов и конструкций из них от коррозии для того, чтобы повысить их стойкость, надежность, долговечность, — комбинированная задача проектирования и технической эксплуатации строительных объектов. Теоретические знания, полученные при изучении способов защиты строительных материалов и конструкций от коррозии, основ природы коррозионных процессов и явлений, причин их возникновения, коррозионных свойств материалов, механизма разрушения строительных материалов при использовании их в агрессивных средах позволяют корректно и плодотворно реализовывать меры защиты от коррозии и выбирать правильные решения относительно защиты, профилактики и предупреждения разрушений строительных объектов.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. СТОЙКОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Стойкость строительных материалов — это способность сохранять прочность, структурные качества и другие свойства при физических, химических и биологических воздействиях. Стойкость материалов к воздействиям температуры, влаги, электрического поля, света, к действию электролитов и другим воздействиям можно определить лабораторными методами.

Морозостойкость — свойство материала в водонасыщенном состоянии выдерживать циклы многократного попеременного замораживания и оттаивания без внешних признаков разрушения, снижения массы и прочности ниже нормативных значений. Количественно морозостойкость оценивается маркой по морозостойкости — гарантированным числом циклов попеременного замораживания-оттаивания, которое выдерживает водонасыщенный образец материала в условиях стандартного испытания.

Теплостойкостью, или жаростойкостью, называется свойство материала к продолжительному сопротивлению воздействию высоких температур с сохранением прочности и других эксплуатационных свойств.

Понятие **жароупорности** рассматривают по отношению к металлическим материалам — это свойство противостоять химическому разрушению поверхности под действием окислительной газовой среды при высоких температурах.

Под **огнеупорностью** следует понимать свойство материала к сопротивлению действию высоких температур свыше 1580 °С. При высоких температурах металлы деформируются и плавятся, каменные изделия и конструкции дегидратируют, что может привести к разрушению; органические материалы (древесина, асфальт, пластмассы) подвергаются деструкции.

Водостойкость — свойство материала сохранять прочность в водонасыщенном состоянии, характеризуется коэффициентом размягчения — отношением предела прочности водонасыщенного образца материала к пределу прочности сухого образца. К водостойким относят материалы, имеющие коэффициент размягчения от 0,8 и выше.

Воздухостойкость — свойство материала длительно выдерживать многократное систематическое увлажнение и высушивание без значительных деформаций и снижения прочности.

При проектировании гидротехнических, портовых сооружений, мостов и набережных необходимо учитывать способность материала, контактирующего с потоком жидкости, сопротивляться разрушению при воздействии гидравлических ударов. Это комплексное свойство характеризует **кавитационную стойкость** материала.

Биостойкость материалов определяется как устойчивость к действию микроорганизмов, вызывающих процессы гниения и разрушения. Это важно, особенно для древесины и каменных материалов.

Устойчивость к старению материалов под действием света и солнечных лучей называется **светостойкостью**.

Если строительный материал сохраняет структуру и физико-механические свойства в результате действия ионизирующих излучений, то он обладает **радиационной стойкостью**, а в особых случаях важна **стойкость материалов против излучений разной природы** (рентгеновских, гамма-лучей, нейтронов).

На материалы часто действуют агрессивные среды — жидкие и газообразные (влажные газы). В этом случае важна **химическая стойкость**. Основными видами этой стойкости являются **кислотостойкость** и **щелочестойкость**. **Кислотостойкость** определяют в лаборатории кипячением в течение 1 ч размельченной пробы материала в концентрированной H_2SO_4 (ус-

ловный метод). Однако есть металлы, не стойкие в разбавленных кислотах, но стойкие к действию концентрированных кислот, так как на металле образуется оксидный слой, его защищающий. Агрессивны по отношению к металлам и многим пластмассам и сильные окислители: азотная, хромовая и некоторые другие кислоты, а также газы — O_2 , O_3 , Cl_2 . Материалы, обладающие способностью противостоять воздействию щелочной среды, **щелочестойки**. Щелочная среда может создаваться за счет растворов $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , NH_3 , а также щелочей — $NaOH$ и KOH .

Для цементных бетонов существенную роль играет — **сульфатостойкость**, т.е. стойкость бетона к образованию в его порах гидросульфатоалюмината кальция (этtringита), увеличивающегося в объеме примерно в 2,5 раза при контакте бетона со средами, содержащими сульфат-ионы. Достигается это за счет применения сульфатостойких цементов нормированного минерального состава.

Важной характеристикой для материалов на органической основе — асфальтобетонов, термопластиков и др. — является **стойкость к неполярным растворителям** (бензину, бензолу — C_6H_6 , толуолу — $C_6H_5CH_3$ и т.п.), зависящая от величины растворимости материалов в этих жидкостях.

Долговечность — способность материала (изделия) сохранять требуемые свойства до предельного состояния, заданного условиями эксплуатации. За предельное состояние принимается то минимально (или максимально) допустимое значение показателей свойств, ниже которых материал (изделие) уже не может применяться в заданном эксплуатационном режиме. Долговечность материала зависит, с одной стороны от состава, структуры и качества (совокупности свойств) самого материала, с другой — от совокупности воздействующих на него в период эксплуатации факторов: режима и уровня нагрузок, температуры, влажности и агрессивности среды и т.п.

Долговечность строительных материалов оценивается по важнейшим эксплуатационным показателям, экспериментальным и расчетным данным и количественно измеряется временем (в годах) от начала эксплуатации в заданном режиме до момента достижения предельного состояния. Для материалов несущих и ограждающих конструкций она должна быть не менее срока службы здания и сооружения. Долговечность отделочных материалов может быть ниже, поскольку она корректируется сроками морального старения отделки. Кроме морального старения, определяющего технико-экономическую и эстетическую целесообразность дальнейшей эксплуатации материала, изделия и конструкции, различают физическое старение (или просто старение).

Старение — изменение структуры и свойств материала при эксплуатации или длительном хранении. Ряд строительных материалов практически не стареет. На тысячелетия сохранил природный камень произведения древней архитектуры, многие столетия существуют постройки из древесины, керамики, бетона. Старение происходит в материалах с повышенным уровнем внутренней энергии, находящихся в неустойчивом (метастабильном) состоянии и стремящихся самопроизвольно перейти в более устойчивое (стабильное) состояние. Внешние атмосферные и иные воздействия могут значительно ускорить сложный физико-химический процесс этого перехода. Довольно быстро стареют с заметным ухудшением эксплуатационных свойств многие пластмассы (например, полиэтиленовая пленка со временем мутнеет, теряет прозрачность, гибкость), резиновые материалы; подвержены старению и некоторые металлические сплавы (дюралюмины и др.) [1].

Надежность — одно из основных комплексных свойств материала, определяющее его способность выполнять свои функции в течение заданного времени и при данных условиях эксплуатации, сохраняя при этом в определенных пределах установленные характеристики. Надежность материала зависит от совокупности многих факторов, определяющих условия производства, транспортирования, хранения, обработки, применения и эксплуатации. Основное значение надежности состоит в исключении отказов — внезапного ухудшения свойств материала ниже уровня браковочного показателя, которым обусловлена его работоспособность. Высокая надежность особенно важна для конструкционных материалов, работающих в экстремальных условиях (большие нагрузки, температура, агрессивная среда и т.п.) и при малых запасах прочности [1].

1.2. КОРРОЗИЯ. ПОТЕРИ ОТ КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Коррозия — самопроизвольное разрушение материалов вследствие их физико-химического взаимодействия с окружающей средой (агрессивной атмосферой, морской водой, растворами кислот, щелочей, солей, различными газами и т.п.). К числу наиболее опасных следствий, вызываемых коррозией, относится потеря строительными материалами важных эксплуатационных свойств: прочности, пластичности, твердости и др.

Необходимо бороться с коррозией строительных материалов за их надежность и долговечность. Невозможно влиять на термодинамическую устойчивость металла и бетона, только зная основные закономерности коррозионного процесса, можно повлиять на скорость коррозии и затормозить ее.

Прямые потери от коррозии:

- стоимость заменяемых подвергшихся коррозии изделий из стали, бетона, материалов на органической основе;
- затраты на меры защиты (гальванические и лакокрасочные покрытия, применение ингибиторов, строительство складских помещений и т.п.);
- окончательные потери металла (коррозионное распыление). Например, безвозвратные потери металла составляют около 10–15 % мировой продукции стали.

К косвенным потерям от коррозии относят:

- простой, например, замена поврежденного коррозией котла или конденсатора на электростанции может вызвать недовыработку электроэнергии на миллионы рублей в день;
- потери готовой продукции, например, в межремонтный период происходят утечки нефти, газа и воды вследствие коррозионных повреждений технических систем; коррозия автомобильного радиатора ведет к потере антифриза;
- потеря мощности, например, вследствие отложения продуктов коррозии ухудшается теплопроводность поверхностей теплообмена; уменьшение проходных сечений трубопроводов за счет отложения ржавчины требует повышения мощности насосов;
- загрязнение продукции, например, оборудование из свинца нельзя использовать для приготовления и хранения пищевых продуктов из-за токсичности солей свинца; мягкая вода, проходящая по свинцовым трубопроводам, непригодна для питья.
- допуски на коррозию, которые делают при проектировании оборудования из конструкционных материалов, подземных трубопроводов, резервуаров для воды и морских конструкций.

Потери, связанные с авариями, взрывами, разрушением химического оборудования, или вызванные коррозией катастрофы транспортных средств, приводящие к потере здоровья или гибели людей, существенному экологическому ущербу, не могут быть выражены в денежных единицах.

На строительные материалы и строительные конструкции агрессивно воздействует внешняя среда. Разрушения от агрессивных воздействий внешней среды по оценкам специалистов составляют от 15 до 75 % среди объектов различного назначения.

Процессы коррозии строительных материалов, влияющие на более быстрое разрушение зданий и сооружений, вызваны химическим и физико-химическим взаимодействием составляющих строительных материалов с окружающей средой.

Целесообразно проводить коррозионный мониторинг, который позволяет предсказать развитие коррозионных процессов и их последствий. Полученная информация дает возможность обоснованно решать проблемы по уменьшению коррозии и отложений, создавать условия для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования, конструкций, сооружений, повышать срок службы и уменьшать эксплуатационные затраты на обслуживание.

Коррозионный мониторинг состоит из четырех основных этапов:

- мониторинг на стадии проектирования;
- мониторинг на стадии изготовления;
- мониторинг во время эксплуатации;
- мониторинг в период реновации.

На стадиях проектирования и изготовления требуется мониторинг правильного выбора конструкционных материалов, который должен учитывать особенности эксплуатации материалов и расчета долговечности конструкции.

Из-за неудачного конструирования возникают застойные зоны, зазоры, концентрации напряжения и др., которые вызывают коррозию.

Например, опасность появления контактной коррозии возникает, если в конструируемом объекте есть детали из различных металлических конструкционных материалов. Во избежание этой коррозии контактирующие металлические детали следует изготавливать с разной величиной электродного потенциала поверхности. Деталь с наименьшей поверхностью должна быть выполнена из металла с более высоким электродным потенциалом. Если это выполнить нельзя, то детали из разных металлов изолируются друг от друга. Материал для изоляции используется инертный по отношению к рабочей среде, выдерживающий температурные воздействия и механические нагрузки, с высокой износостойкостью.

В период эксплуатации в мониторинг входят периодическая диагностика работающей аппаратуры, оборудования, сооружений с использованием методов визуального осмотра с помощью телеметрических систем, методов определения технологических свойств коррозионной среды и электродного потенциала металла, ультразвуковая, магнитометрическая и акустическая дефектоскопия.

В период реновации, т.е. в период реконструкции и ремонта, мониторинг включает в себя контроль технических решений по конструкционным и восстановительным работам, прогнозирование дальнейшей эксплуатации объекта с учетом этих работ.

Коррозионные процессы необходимо моделировать для повышения эффективности мониторинга. Например, существующие математические модели способны прогнозировать коррозионную стойкость бетона в различных агрессивных средах и при знакопеременных температурах. Моделирование позволило создать методы и критерии оценки стойкости бетона, арматурных сталей, защитных покрытий при воздействии на них агрессивных природных и техногенных сред. Эти разработки применяются для обследования коррозионного состояния эксплуатируемых строительных объектов.

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Коррозионные процессы строительных материалов различаются по механизму, условиям протекания, характеру разрушения.

1.3.1. Классификация коррозионных процессов по механизму протекания

Химическая коррозия заключается во взаимодействии между средой и материалом с образованием новых веществ. Химическая коррозия не сопряжена с появлением электрических токов. Поэтому химическая коррозия, например металлов, происходит в сухих газовых средах и растворах неэлектролитов.

Электрохимическая коррозия — это окислительно-восстановительная деструкция металлов с примесями и сплавов в электропроводящих средах, сопровождающаяся появлением электрического тока.

Действие агрессивных сред на металлы вызывает электрохимический процесс переноса электронов анода — слоя металла с более низким электродным потенциалом, к катоду — слою с более высоким электродным потенциалом и восстановление положительно заряженных ионов с последующей деструкцией поверхности металла. На поверхности металла образуются микрогальванические элементы, или участки. Коррозия проявляется только на участке металла с низким электродным потенциалом — аноде.

К электрохимическим коррозионным процессам относятся:

- коррозия в электролитах — жидкостях (речная и морская вода, растворы солей, кислот и щелочей);
- почвенная (грунтовая) коррозия — деструкция металла под воздействием электролита, содержащегося в почвах или грунтах;
- электрокоррозия — коррозия металлических сооружений и железобетонных конструкций под влиянием блуждающих токов или токов от внешнего источника;
- контактная коррозия — коррозия, вызванная непосредственным контактом двух и более металлов в среде электролита, имеющих разный электрохимический потенциал в данном электролите;
- атмосферная коррозия — разрушение металла во влажной среде атмосферного воздуха или любого другого газа.

Биологическая коррозия — деструкция материала под непосредственным воздействием макро- (растительных и животных организмов) и микроорганизмов. Растения в процессе жизнедеятельности могут производить агрессивные по отношению к строительным материалам вещества. Высшие животные организмы вызывают биоповреждения материалов механическим воздействием (грызуны, птицы и пр.) и продуктами жизнедеятельности. Низшие растительные организмы и микроорганизмы (водоросли, лишайники, мхи, грибки, бактерии и др.) повреждают как металлические, так и неметаллические материалы, например, поверхностные слои бетонов, конструкции из древесины.

Коррозию строительных материалов за счет продуктов технологической переработки органических веществ как биогенного (фрукты, овощи, растительные масла, кровь, соки, жиры и пр.), так и не биогенного происхождения (нефть, уголь, сланцы, известняки-ракушечники, выхлопные газы, копоть и пр.), называют **органогенной коррозией**.

1.3.2. Классификация коррозионных процессов по условиям протекания

Газовая коррозия — это коррозия в газовой среде без сконденсированной влаги на поверхности материала. Этот вид коррозии испытывают поверхности металла или керамики при высоких температурах в сухой газовой среде. При газовой коррозии происходят химические процессы разрушения. На ее скорость влияют природа и структура материала, а также свойства его поверхностных новообразований.

Жидкостная коррозия — это коррозия металлов и неметаллов под действием растворов электролитов (растворы солей, кислот, щелочей, морская и речная вода, расплавы металлов и силикатов) и неэлектролитов (органические растворители, жидкое топливо).

По условиям взаимодействия материала с жидкой средой коррозию рассматривают при полном, частичном или периодическом погружении, в движущейся или покоящейся среде.

Коррозия металлов и неметаллов в неэлектролитах является разновидностью химической коррозии. Коррозия металлов в электролитах носит электрохимический характер.

Молекулярное давление и связанное с ним поверхностное натяжение — два свойства жидкого состояния, обусловленные наличием в жидкостях сил межмолекулярного взаимодействия. Интенсивность разрушения материала зависит от поверхностного натяжения жидкости и, соответственно, от смачивающей способности жидкости.

Атмосферная коррозия протекает во влагосодержащей воздушной среде. Ее определяют влажность, химический состав атмосферы и длительность увлажнения и высыхания пленок влаги. Атмосферная коррозия зависит от сезонных колебаний метеорологических параметров. По степени увлажнения корродирующей поверхности ее дифференцируют на следующие виды:

- мокрую атмосферную коррозию — относительная влажность воздуха около 100 % и на поверхности материала образуется видимая пленка влаги;
- влажную атмосферную коррозию — относительная влажность воздуха ниже 100 % и на поверхности материала присутствует пленка влаги, образующаяся в результате капиллярной, адсорбционной или химической конденсации;

– сухую атмосферную коррозию — коррозию при относительной влажности воздуха менее 50 % и толщине пленки влаги до 10 нм.

Загрязняющие вещества органического и неорганического происхождения в воздухе увеличивают коррозионную активность атмосферной влаги. Особенно агрессивны газы SO_2 , H_2S , NO_2 , оказывающие существенное влияние на химический состав атмосферных осадков за счет их высокого поглощения и растворения. 1 л дождевой воды при падении с высоты 1 км омывает более 500 м^3 воздуха. Коррозионное воздействие оказывают и аэрозоли солей и частицы твердых веществ. Источники аэрозолей солей — это разрушающиеся горные породы, солончаковые почвы, приморские зоны с повышенным содержанием хлоридно-сульфатных солей натрия. Воздушные массы сухих степей и полупустынь несут карбонатно-сульфатные, хлоридные и силикатные натриевые соли. Твердые частицы на поверхности являются ядрами конденсации, стимулирующими образование капиллярной влаги. Наивысшей коррозионной опасностью обладают частицы с высокой гигроскопичностью. При их растворении образуются агрессивные жидкие среды (например, NaCl).

Морская коррозия — это коррозия, протекающая в естественных условиях в морской воде по электрохимическому механизму. Морская вода — электролит с содержанием 8 мг/л кислорода, рН 7,2–8,6 и высокой электропроводностью в основном за счет растворенных солей хлоридов и сульфатов натрия и калия. В морской воде корродируют оборудование и сооружения флотов, портов и предприятий судостроения, береговых электростанций и опреснительных установок, морской добычи нефти, газа и полезных ископаемых.

Почвенная коррозия — это коррозия в агрессивных почвенных средах (почвы и грунты), обусловленная влагой и растворенными в них солями, а также жизнедеятельностью микроорганизмов.

Грунтовые воды по содержанию в почвенной влаге растворимых солей классифицируют на следующие виды:

- пресные (до 0,1 %);
- солоноватые (от 0,1 до 1 %);
- соленые (от 1 до 5 %);
- рассолы (от 5 до 40 %).

В засоленных почвах количество хлорид-, сульфат- и карбонат-ионов значительно. Величина рН зависит от общей минерализации грунтовых вод и присутствия в них ионов H^+ , кислот и основных солей.

По величине рН почвы определяют как:

- сильнокислые (рН = 3–4,5);
- кислые (рН = 4,5–5,5);
- слабокислые (рН = 5,5–6,5);
- нейтральные (рН = 6,5–7);
- слабощелочные (рН = 7–7,5);
- щелочные (рН = 7,5–8,6);
- сильнощелочные (рН = 8,5–9).

Содержание O_2 и CO_2 в почвенном и атмосферном воздухе различно. В почвенном воздухе содержание CO_2 составляет 0,1–0,5 %, а в атмосферном — 0,03 %. Это обусловлено протекающими в почве биохимическими процессами. Содержание O_2 в почве колеблется от 2 до 0,1 %, а в атмосфере — 21 %. Почвенный воздух всегда насыщен парами H_2O . Относительная влажность почвенного воздуха составляет около 100 %. Неоднородность почвы по структуре, плотности, составу, влажности, кислотности и другим параметрам ведет к неравномерной коррозии. Коррозионная активность почвы не постоянна во времени. Кроме того, на коррозионную активность почвы влияют применение удобрений, повышение концентрации вредных газов в атмосфере вблизи промышленных центров, мелиорация и др.

Также коррозия может протекать при дополнительных внешних воздействиях:

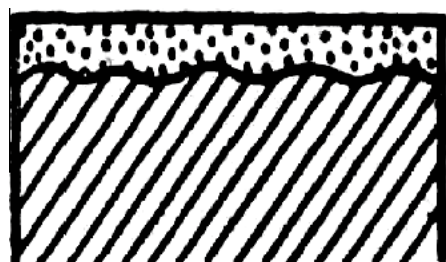
- **радиохимическая коррозия** — коррозия вследствие радиоактивного излучения;
- **фреттинг-коррозия**, или **коррозионная эрозия**, — это коррозионно-усталостное разрушение металла вследствие синхронного действия коррозионной среды и сил трения;
- **кавитационная коррозия** — коррозия металлов и сплавов в быстродвижущейся жидкой коррозионной среде, коррозия вследствие ударного воздействия коррозионной среды. Кавитация (от лат. пустота) — это процесс образования в потоке жидкости кавитационных пузырьков (полостей, каверн), внутри заполненных паром жидкости, в которой они возникают. Кавитация усиливает процесс коррозии металлов.
- **контактная коррозия** — коррозия вследствие контакта металлов с различными электродными потенциалами. При контакте металлов с различными электродными потенциалами возникает коррозионный макро-гальванический элемент;
- **щелевая коррозия** — коррозия в узких щелях и зазорах между отдельными деталями (фланцевые, резьбовые соединения, места неплотного соединения металла с резиновыми или другими прокладочными материалами). Щелевая коррозия протекает в воздушной или газовой атмосфере, при смачивании электролитом, например морской водой;
- **термоконтактная коррозия** — коррозия вследствие температурного градиента, обусловленного неравномерным нагреванием поверхности металла.

1.3.3. Классификация коррозионных процессов по характеру разрушения

Общая, или сплошная, коррозия происходит при взаимодействии всей поверхности материала с окружающей средой; при взаимодействии части поверхности имеет место местная, или локальная, коррозия.

Принято различать два вида общей коррозии: равномерная и неравномерная (рис. 1).

При равномерной коррозии вся поверхность материала равномерно разрушается внешней средой без изменений в топографии поверхности. Равномерная коррозия возникает в результате действия агрессивной среды при достаточной толщине изделия и равномерном распределении напряжений сжатия, изгиба или растяжения. Она слабо влияет на прочностные свойства материала.



a



б



в

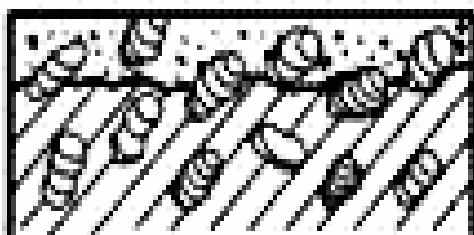


г

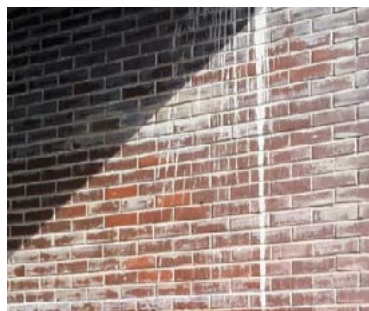
Рис. 1. Виды общей коррозии:
a, б — равномерная коррозия; *в, г* — неравномерная коррозия

При неравномерной коррозии поверхность материала под слоем продуктов коррозии носит изрытый характер, т.е. на поверхности возникают места более глубоких повреждений — коррозионные каверны.

К неравномерной коррозии относится структурно-избирательная коррозия, когда одна из фаз или структурных составляющих материала растворяется быстрее, чем остальные. Избирательная коррозия характерна для материалов, в которых один из компонентов при формировании структуры образует легкорастворимые соединения. В период эксплуатации эти соединения могут переходить в раствор, образуя на поверхности материала так называемые высолы (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Высолы:

а — схематичное изображение; *б* — высолы на кирпичной стене

Для металлов характерны особые виды **местной коррозии**: пятнами, питтинговая, язвенная, сквозная, нитевидная, межкристаллитная, подповерхностная, ножевая, коррозионное растрескивание (рис. 3):

– **коррозия пятнами** — диаметр поврежденного коррозией участка намного больше его глубины, толщина слоя продуктов коррозии много меньше площади пятна;

– **язвенная коррозия** — диаметр поврежденного коррозией участка соизмерим с его глубиной, глубина повреждения значительна и соизмерима с его площадью;

– **точечная (питтинговая) коррозия** — глубина повреждения много больше его диаметра. Питтинговая коррозия переходит в **сквозную** при благоприятных условиях коррозионных процессов. Она характерна для пассивирующихся металлов: титан, тантал, хром, алюминий, нержавеющие стали и др. Пассивное состояние нарушается в отдельных участках поверхности, например, в порах защитной пленки, в местах интерметаллических включений;

– **подповерхностная коррозия** — начинается с поверхности, но распространяется в основном под поверхностью металла так, что металл вспучивается в виде пузырей и расслаивается;

– **нитевидная коррозия** — возникает только под лакокрасочным покрытием на металле в виде беспорядочно распространенных нитей, далее покрытие полностью отслаивается в зоне коррозии;

– **ножевая коррозия** — локализованная коррозия металла, имеющая вид надреза острым предметом. Обычно очаги такой коррозии обнаруживаются в зонах сплавления сварного шва в сильно агрессивных средах;

– **межкристаллитная коррозия** — результат деструкции материала по границам зерен, быстро распространяется в глубь материала, резко снижая его свойства. Обжиговые материалы при спекании образуют новые фазы, твердые растворы и пр., следовательно, границы раздела. Поэтому им присущ этот вид коррозии;

– **транскристаллитное коррозионное растрескивание** — распространяется по телу зерна, межкристаллитная трещина появляется по его границам в условиях воздействия внешних механических нагрузок или внутренних напряжений.

К неравномерной коррозии приводит наличие на отдельных участках агрессивной среды различной концентрации или наличие неоднородности состава и структуры материала. Например, в керамическом материале неравномерно распределены кристаллическая и стекловидная фазы, что приводит к коррозионному разрушению в стекловидной фазе быстрее, чем в кристаллической. Неоднородная пористость материала также способствует появлению неравномерной коррозии.

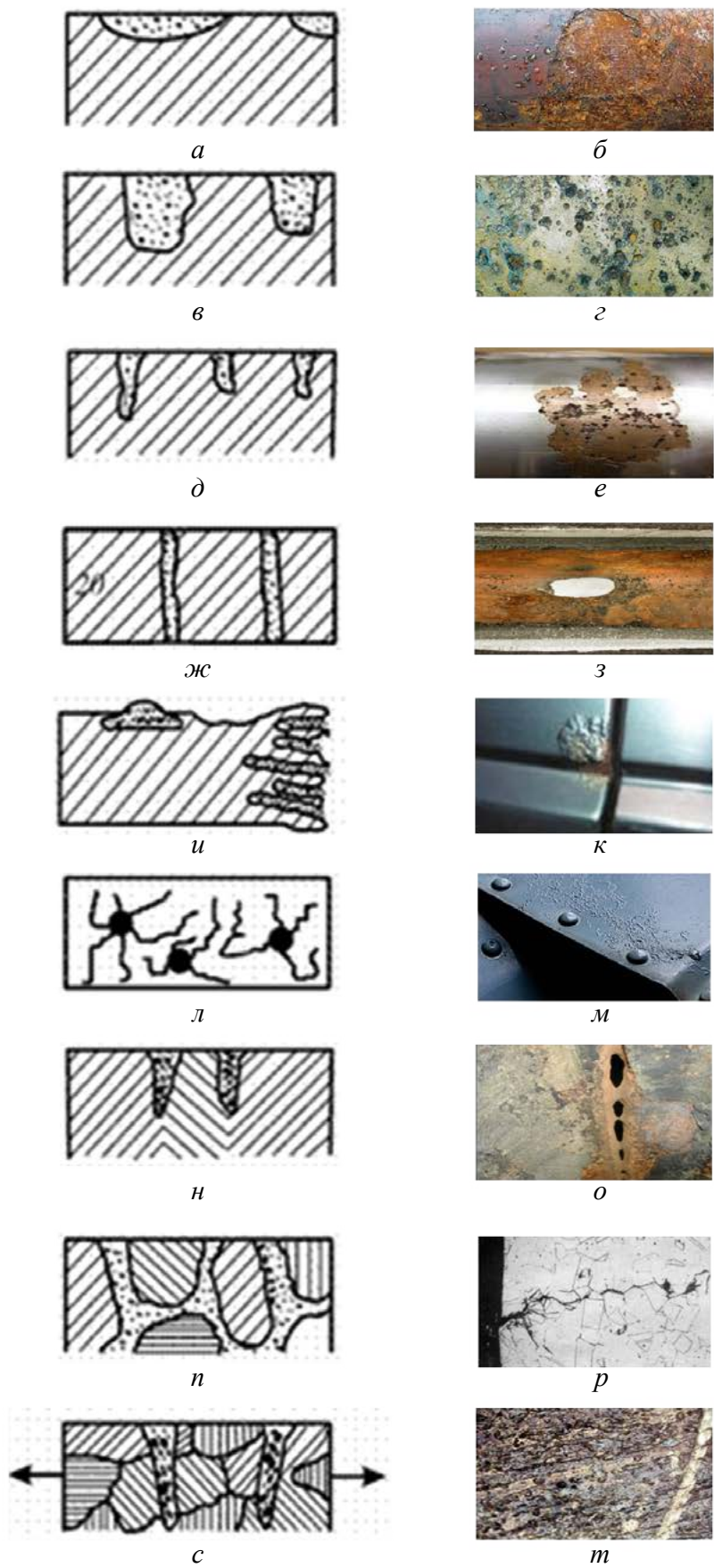


Рис. 3. Виды местной коррозии:
а, б — коррозия пятнами; *в, г* — язвенная коррозия; *д-з* — точечная (питтинговая) коррозия;
и, к — подповерхностная коррозия; *л, м* — нитевидная коррозия; *н, о* — ножевая коррозия;
п, р — межкристаллитная коррозия; *с, т* — транскристаллитное коррозионное растрескивание

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru