ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 9

1 Теоретические основы коррозии металлов 11
1.1 Классификация коррозии 11
1.2 Химическая коррозия металлов 12
1.2.1 Механизм химической коррозии 12
1.2.2 Защитные пленки на металлах 12
1.2.3 Напряжения в защитных пленках 14
1.2.4 Газовая коррозия 15
1.3 Электрохимическая коррозия металлов 21
1.3.1 Механизм электрохимической коррозии 21
1.3.2 Основные представления о кинетике электрохимической коррозии 25
1.3.3 Промышленные электроды сравнения 30
1.3.4 Поляризация и деполяризация электродов коррозионного гальванического элемента 33
1.3.5 Поляризационные диаграммы корродирующих металлов 36
1.3.6 Вторичные коррозионные реакции 39
1.3.7 Графический анализ электрохимического коррозионного процесса 40
1.3.8 Контролирующий (ограничивающий) процесс 42
1.3.9 Пассивность металлов 43
1.3.10 Влияние различных факторов на электрохимическую коррозию металлов 45
1.3.11 Биокоррозия металлов 49
1.3.12 Виды коррозионных разрушений металлов и сплавов 52
1.3.13 Некоторые распространенные виды коррозии металлов и сплавов 55
1.3.14 Методы защиты металлических конструкций от электрохимической коррозии 61

2 Основы теории химического сопротивления неметаллических конструкционных материалов и покрытий 77
2.1 Виды взаимодействия неметаллических материалов при контакте с жидкостями и газами 77
2.1.1 Особенности взаимодействия 77
2.1.2 Сорбция 77

2.1.3 Диффузия ... 78
2.1.4 Растворение ... 80
2.1.5 Химическое взаимодействие ... 81
2.1.6 Методы исследований и оценки химической стойкости неметаллических материалов ... 82
2.2 Сорбционно-диффузионные процессы в полимерах ... 86
2.2.1 Сорбция среды и набухание полимеров ... 86
2.2.2 Диффузия и проницаемость в полимерах ... 90
2.2.3 Деструкция полимеров ... 94
2.2.4 Старение полимеров, пластмасс и резин на их основе ... 96
2.2.5 Влияние различных факторов на химическую стойкость и долговечность изделий из полимерных материалов ... 99

3 Коррозия нефтегазового оборудования в зависимости от условий протекания процесса ... 102
3.1 Атмосферная коррозия металлов ... 102
3.1.1 Виды и особенности атмосферной коррозии металлов ... 102
3.1.2 Влияние различных факторов на скорость атмосферной коррозии металлов ... 105
3.1.3 Влияние химических примесей в атмосфере на скорость коррозии металлов ... 110
3.1.4 Влияние твердых частиц и аэрозолей в атмосфере на коррозию металлов ... 114
3.1.5 Влияние климатического фактора на процесс коррозии металлов ... 117
3.1.6 О моделировании атмосферной коррозии ... 125
3.1.7 Особенности коррозии и защиты в замкнутом пространстве и с ограниченным обменом воздуха ... 128
3.1.8 Особенности коррозии металлов в морской атмосфере ... 133
3.2 Коррозия в водных средах ... 134
3.2.1 Особенности коррозии металлов в водных средах ... 134
3.2.2 Морская коррозия металлов ... 141
3.2.3 Влияние различных факторов на морскую коррозию металлов ... 149
3.3 Способы защиты металлов от коррозии в морской воде ... 154
3.4 Коррозия и защита металлов в почвах и грунтах ... 157
3.4.1 Характеристика грунтов и почвенно-грунтового электролита ... 157
3.4.2 Особенности подземной коррозии металлических конструкций ... 167
3.4.3 Влияние различных факторов на коррозию металлов ... 178
3.4.4 Коррозия блуждающими токами ... 184
3.4.5 Стресс-коррозия подземных газопроводов ... 188
3.4.6 Методы защиты подземных трубопроводов от коррозии ... 210

4 Защитные покрытия подземных трубопроводов ... 215
4.1 Мастичные изоляционные материалы и покрытия ... 215
4.1.1 Мастики на битумной основе ... 215
4.1.2 Изоляционные материалы на основе каменноугольных пеков ... 225
4.1.3 Парафиновые и петролатумные мастики, консистентные смазки ... 227
4.1.4 Армирующие и оберточные материалы для мастичных защитных покрытий ... 230
4.2 Полимерные покрытия ... 233
4.2.1 Покрытия пленочного типа ... 233
4.2.2 Покрытия экструдированным полиэтиленом ... 236
4.2.3 Эпоксидные покрытия ... 238
4.2.4 Полиуретановые покрытия ... 239
4.3 Комбинированные полимерно-битумные защитные покрытия ... 239
4.4 Антикоррозионный материал "Асмол" ... 245
4.4.1 Защитные свойства материала "Асмол" ... 245
4.4.2 Изоляционные материалы на основе "Асмола" ... 251
4.5 Некоторые специальные материалы и оборудование для проведения изоляционных работ ... 257
4.5.1 Современные машины для очистки наружной поверхности трубопроводов ... 257
4.5.2 Грунтование очищенных от ржавчины труб ... 258
4.5.3 Изоляция поперечных сварных стыков ... 262

5 Проектирование и эксплуатация электрохимической защиты подземных сооружений ... 270
5.1 Коррозионные изыскания при подготовке исходных данных для проектирования катодной защиты ... 270
5.1.1 Цель коррозионных изысканий ... 270
5.1.2 Коррозионные элементы на поверхности подземного металлического сооружения ... 271
5.1.3 Удельное электрическое сопротивление грунта ... 272
5.1.4 Методы определения коррозионной активности грунтов ... 274
5.1.5 Полевой метод определения удельного электрического сопротивления грунта ... 275
5.2 Катодная защита ... 279
5.2.1 Конструкции катодных станций ... 282
5.2.2 Контроль работы установок электрохимической защиты ... 286
5.2.3 Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации установок катодной защиты ... 287
5.3 Критерии электрохимической защиты от коррозии ... 289
5.3.1 Измерение поляризационных потенциалов ... 290
5.3.2 Минимальный защитный потенциал ... 294
5.3.3 Максимальный защитный потенциал ... 296

5.3.4 Контрольные пластины ... 299
5.4 Проектирование электрохимической защиты трубопровода ... 300
5.4.1 Исходные данные и последовательность проектирования ... 300
5.4.2 Расчет станций катодной защиты ... 301
5.4.3 Пример расчета катодной защиты на стадии "Проект" ... 305
5.4.4 Недостатки существующих методов расчета катодной защиты ... 306
5.5 Расчет анодного заземлителя ... 310
5.5.1 Материал анодного заземления ... 310
5.5.2 Конструкции заземлителей ... 318
5.5.3 Влияние глубины заложения на сопротивление растеканию вертикальных заземлителей ... 323
5.5.4 Влияние подсаливания грунта на переходное сопротивление заземлителя ... 323
5.5.5 Расчет сопротивления растеканию тока с поверхностных анодных заземлителей ... 324
5.5.6 Расчет срока службы анодного заземлителя ... 324
5.5.7 Выбор сечения дренажного кабеля ... 326
5.6 Совместная катодная защита нескольких трубопроводов ... 327
5.7 Катодная защита подземных коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз ... 329
5.8 Особенности катодной защиты морских трубопроводов ... 333
5.9 Протекторная защита подземных трубопроводов ... 334
5.9.1 Область применения протекторной защиты и марки протекторов ... 334
5.9.2 Монтаж протекторной защиты ... 339
5.9.3 Расчет протекторной защиты трубопроводов ... 340
5.9.4 Протекторная защита днища стальных резервуаров от грунтовой коррозии ... 343
5.10 Коррозия, вызываемая блуждающими токами ... 346
5.10.1 Источники блуждающих токов ... 347
5.10.2 Критерии опасности коррозии, вызываемой блуждающими токами, и требования к выбору средств защиты ПМС ... 349
5.10.3 Предупреждение утечек тока с рельсовой сети ... 352
5.10.4 Обнаружение блуждающих токов ... 352
5.10.5 Принцип действия электродренажной защиты ... 356
5.10.6 Типы электродренажных установок ... 359
5.10.7 Совместная дренажная защита ... 359
5.10.8 Поляризованные протекторные установки ... 361
5.10.9 Электрическое секционирование ... 363
5.10.10 Эксплуатация устройств дренажной защиты ... 365
5.10.11 Расчет дренажной защиты ... 366

6 Обнаружение и ремонт дефектов в изоляционных покрытиях ... 370
6.1 Обследование состояния изоляционного покрытия участка трубопровода ... 370

6.1.1 Подготовительные работы ... 371
6.1.2 Камеральная обработка собранных материалов подготовительных работ ... 373
6.1.3 Обследование состояния изоляционного покрытия трубопроводов ... 375
6.2 Электрометрические методы обследования коррозионного состояния магистральных трубопроводов ... 381
6.2.1 Электрометрические измерения на переменном токе ... 382
6.2.2 Электрометрические измерения на постоянном токе ... 383
6.3 Ремонт внешних изоляционных покрытий ... 398
6.4 Ремонт повреждений трубопроводов ... 405
6.5 Термоусаживающиеся ленты ... 411
6.6 Термоплавкие мелки, специальные заплатки и др. CRP, CRPN, Melt Sticks, Filler — компоненты системы ремонта изоляции (Canusa) ... 417

7 Защита от коррозии внутренней поверхности стальных резервуаров ... 418
7.1 Защитные покрытия резервуаров ... 419
7.1.1 Лакокрасочные покрытия ... 419
7.1.2 Цинковые покрытия ... 420
7.2 Подготовка стальных поверхностей перед нанесением покрытий ... 422
7.2.1 Струйная очистка поверхности от ржавчины и окалины ... 422
7.2.2 Подготовка металлической поверхности модификаторами (преобразователями) ржавчины ... 423
7.3 Электрохимическая защита внутренней поверхности днища и нижних поясов резервуаров ... 424
7.3.1 Протекторная защита внутренней поверхности днища и первого пояса РВС протекторами типа ПМР ... 424
7.3.2 Катодная защита внутренней поверхности резервуаров ... 427
7.4 Ингибиторная защита резервуаров ... 430
7.5 Применение конструкций из алюминиевых сплавов ... 431

8 Некоторые методы исследования коррозионных процессов ... 436
8.1 Цель коррозионных исследований ... 436
8.2 Классификация методов коррозионных исследований ... 436
8.3 Показатели коррозии металлов ... 437
8.4 Методы коррозионных испытаний ... 439
8.4.1 Гравиметрический метод определения скорости коррозии ... 439
8.4.2 Метод экстраполяции ... 443
8.4.3 Метод поляризационного сопротивления ... 448
8.4.4 Объемные методы определения скорости коррозии ... 451
8.5 Методы определения коррозионной активности грунтов ... 456

8.5.1 Определение коррозионной активности грунтов по потере массы стальных образцов ... 458
8.5.2 Определение коррозионной активности грунтов по поляризационным кривым ... 460
8.5.3 Определение коррозионной активности грунтов по плотности катодного тока ... 463

Рекомендуемая литература ... 466

Приложения ... 471