

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

О. В. ШИНГАРКИНА
А. Б. ЛАПТЕВ



«Инфра-Инженерия»

О. В. Шингаркина, А. Б. Лаптев

**КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА
НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2022

УДК 620.197:622.69

ББК 34.66

Ш62

Р е ц е н з е н т ы :

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела стали, сварки и защиты от коррозии филиала «НИИСПТнефть»

ООО «НИИ Транснефть» *К. М. Гумеров;*

доктор технических наук, профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина *В. Н. Малышев*

Шингаркина, О. В.

Ш62

Коррозия и защита наружной поверхности стальных трубопроводов в природных средах : учебное пособие / О. В. Шингаркина, А. Б. Лаптев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 288 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-1008-3

Приведены основные сведения по коррозии и защите наружной поверхности трубопроводов, в том числе рассмотрены применяемые защитные материалы и покрытия, а также методы электрохимической защиты.

Для студентов нефтегазовых направлений подготовки, а также для широкого круга инженерно-технических работников нефтяной и газовой промышленности.

УДК 620.197:622.69

ББК 34.66

ISBN 978-5-9729-1008-3

© Шингаркина О. В., Лаптев А. Б., 2022

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Атмосферная коррозия металлов	7
1.1. Виды и особенности атмосферной коррозии металлов	7
1.2. Влияние различных факторов на скорость атмосферной коррозии металлов	10
1.3. Влияние химических примесей в атмосфере на скорость коррозии металлов	16
1.4. Влияние твердых частиц и аэрозолей в атмосфере на коррозию металлов	20
1.5. Влияние климатического фактора на процесс коррозии металлов	23
1.6. О моделировании атмосферной коррозии	30
1.7. Особенности коррозии и защиты в замкнутом пространстве и с ограниченным обменом воздуха	34
1.8. Особенности коррозии металлов в морской атмосфере	39
Глава 2. Коррозия в водных средах	41
2.1. Особенности коррозии металлов в водных средах	41
2.2. Коррозия металлов в морской воде	48
2.3. Влияние различных факторов на морскую коррозию металлов	55
2.4. Способы защиты металлов от коррозии в морской воде	61
Глава 3. Коррозия и защита металлов в почвах и грунтах	65
3.1. Характеристика грунтов и почвенно-грунтового электролита	65
3.2. Особенности подземной коррозии металлических конструкций	75
3.3. Влияние различных факторов на коррозию металлов	85
3.4. Коррозия блуждающими токами	91
3.5. Стресс-коррозия подземных газопроводов	96
3.5.1. Условия формирования коррозионных трещин	97
3.5.2. Кинетика катодного наводороживания трубной стали	108
3.5.3. Механизм стресс-коррозионных разрушений	111
3.6. Методы защиты подземных трубопроводов от коррозии	118
Глава 4. Защитные покрытия подземных трубопроводов	120
4.1. Мастичные изоляционные материалы и покрытия	120
4.1.1. Мастики на битумной основе	120
4.1.2. Битумно-резиновые мастики	124
4.1.3. Изоляционные материалы на основе каменноугольных пеков	131
4.1.4. Парафиновые и петролатумные мастики, консистентные смазки	133
4.1.5. Армирующие и оберточные материалы для мастичных защитных покрытий	135

4.2. Полимерные покрытия	139
4.2.1. Покрытия пленочного типа	139
4.2.2. Покрытия экструдированным полиэтиленом	142
4.2.3. Эпоксидные покрытия	144
4.2.4. Полиуретановые покрытия	145
4.3. Комбинированные полимерно-битумные защитные покрытия	145
4.4. Антикоррозионный материал "Асмол"	151
4.4.1. Защитные свойства материала "Асмол"	151
4.4.2. Изоляционные материалы на основе "Асмола"	164
Глава 5. Катодная защита наружной поверхности подземных и под- водных трубопроводов внешним током	170
5.1. Общая характеристика	170
5.2. Конструкции станций катодной защиты	172
5.3. Исходные данные и последовательность проектирования	174
5.4. Принципы расчета станций катодной защиты	174
5.4.1. Введение в раздел	174
5.4.2. Расчетные формулы СКЗ бесконечной длины	176
5.4.3. Расчетные формулы СКЗ конечной длины	177
5.5. Катодные станции с высокочастотным преобразованием	177
5.6. Технические характеристики современных катодных станций типа КСЭР	178
5.7. Критерии электрохимической защиты от коррозии	185
5.7.1. Минимальный защитный потенциал	186
5.7.2. Сдвиг потенциала как критерий защиты	188
5.7.3. Максимальный защитный потенциал	188
5.7.4. Контрольные пластины	189
5.7.5. Измерение поляризационных потенциалов	190
5.8. Анодный заземлитель	193
5.8.1. Общая характеристика	193
5.8.2. Влияние глубины заложения на сопротивление расте- канию вертикальных заземлителей	195
5.8.3. Влияние подсаживания грунта на переходное сопротив- ление заземлителя	196
5.8.4. Глубинные анодные заземлители	196
5.8.5. Расчет анодного заземления	197
5.8.6. Конструкция поверхностного анодного заземлителя	198
5.9. Совместная катодная защита нескольких трубопроводов	199
5.10. Особенности катодной защиты морских трубопроводов	201
5.11. Протекторная защита	201
Глава 6. Коррозия, вызываемая блуждающими токами, и способы защиты	204
6.1. Введение в раздел	204
6.2. Первичные параметры рельсовой сети	205

6.3. Вторичные параметры рельсовой сети железных дорог, электрифицированных на переменном токе	206
6.4. Первичные и вторичные параметры трубопроводов	207
6.5. Распределение токов и потенциалов в рельсовой сети железной дороги, электрифицированной на постоянном токе	209
6.6. Критерии опасности коррозии, вызываемой блуждающими токами, и требования к выбору средств защиты ПМС	212
6.7. Предупреждение утечек тока с рельсовой сети	213
6.8. Обнаружение блуждающих токов	214
6.9. Определение наличия блуждающих токов в земле	216
6.10. Принцип действия электродренажной защиты	217
6.11. Типы электродренажных установок	222
6.12. Совместная дренажная защита	224
6.13. Поляризованные протекторные установки	226
6.14. Электрическое секционирование	228
6.15. Эксплуатация устройств дренажной защиты	230
6.16. Расчет дренажной защиты	231
Глава 7. Контроль состояния и ремонт изоляции магистральных трубопроводов	234
7.1. Определение состояния новых изоляционных покрытий на вводимых в эксплуатацию участках трубопроводов	234
7.2. Определение состояния изоляционных покрытий и методы обнаружения дефектов на действующем подземном трубопроводе	244
7.2.1. Установки контроля изоляции подземных трубопроводов и кабелей	244
7.2.2. Определение оси трассы трубопровода и глубины его залегания	248
7.2.3. Цель и содержание работ по обследованию состояния изоляционного покрытия участка трубопровода	250
7.2.4. Определение дефектных мест в изоляционном покрытии магистрального трубопровода	252
7.2.5. Контроль состояния изоляции подземных трубопроводов в шурфах	256
7.2.6. Оценка состояния и ресурса изоляционных покрытий трубопровода	259
7.3. Ремонт изоляционных покрытий	261
7.3.1. Термоусаживающиеся ленты	270
Заключение	284
Список литературы	285