МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ СП 229.1325800.2014

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Издание официальное

Москва 2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о своде правил

1 Исполнители – Общество с ограниченной ответственностью «Интерстройсервис ИНК» (ООО «Интерстройсервис ИНК»), Государственное унитарное предприятие города Москвы «Научно-исследовательский институт московского строительства «НИИМосстрой» (ГУП «НИИМосстрой), Общество с ограниченной ответственностью «Научно-инженерный Центр «Стройнаука» (ООО «НИЦ «Стройнаука»), Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), Открытое акционерное общество «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона» (ОАО «КТБЖБ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство», Федеральным автономным учреждением «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» (ФАУ «ФЦС»)

3 ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. № 914/пр и введен в действие с 19 января 2015 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему своду правил, а также тексты изменений и поправок размещаются в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в сети Интернет

© Минстрой России, 2014

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 4
4 Общие положения ... 8
5 Классификация агрессивных сред и степень их агрессивного воздействия ... 12
5.1 Общие положения ... 12
5.2 Классификация и степень агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод на бетон и арматуру строительных конструкций ... 16
5.3 Качественная характеристика поверхностного стока вод с селитебных территорий и площадок предприятий ... 16
6 Требования к материалам и конструкциям (первичная защита) ... 17
6.1 Технологические требования к бетону и его составляющим ... 17
6.2 Требования к стальной арматуре ... 22
6.3 Требования к конструкциям ... 24
7 Требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций (вторичная защита) ... 28
8 Защита от коррозии поверхностей стальной арматуры, закладных деталей и связей ... 32
9 Защита от коррозии элементов конструкций в узлах сопряжений и деформационных швах ... 34
10 Защита от коррозии бетона и железобетона при ремонтно-восстановительных работах и реконструкции ... 42
11 Требования техники безопасности и охраны окружающей среды ... 48
Приложение А (обязательное) Требования к защите конструкций ... 50
Приложение Б (справочное) Лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии ... 54
Приложение В (обязательное) Системы изоляции конструкций ... 57
Приложение Г (справочное) Характеристики и физико-механические свойства гидроизоляционных материалов и мастик ... 59
Приложение Д (обязательное) Контроль качества защитных покрытий ... 64
Библиография ... 70

Введение

В настоящем документе приведены требования, соответствующие целям Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» с учетом части 1 статьи 46 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Свод правил выполнен авторским коллективом: *В.В. Аладьин* (ООО «Интерстройсервис ИНК»), *Б.В. Ляпидевский*, *А.В. Безруков* (ГУП «НИИМосстрой»), *В.И. Савин*, *Т.А. Кузьмич*, *С.Е. Соколова*, *А.А. Костин* (ООО «Научно-инженерный центр «Стройнаука»), *В.Ф. Степанова* (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), *Л.И. Кошелева* (ОАО «КТБЖБ»).

СВОД ПРАВИЛ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Reinforced concrete structures of underground and utility systems. Protection against corrosion

Дата введения – 2015–01–19

1 Область применения

Настоящий свод правил разработан в развитие ГОСТ 31384 и СП 28.13330 и распространяется на проектирование защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций городских подземных сооружений (фундаменты, заглубленные ниже планировочной отметки земли, подземные части жилых и общественных зданий, подземные паркинги и гаражи, транспортные тоннели, сооруженные открытым способом, тоннели метрополитенов, сооружаемых открытым способом, подземные пешеходные переходы и т.д.), а также подземных инженерных коммуникаций (водосточные, водопроводные, канализационные коллекторы и тоннели, силовые кабели, теплопроводы, водопроводы и другие коммуникационные каналы).

Подземные сооружения и коммуникации проектируют и возводят из бетонов на цементных вяжущих в соответствии с требованиями: СП 21.13330, СП 22.13330, СП 25.13330, СП 30.13330, СП 31.13330, СП 32.13330, СП 34.13330, СП 35.13330, СП 43.13330, СП 44.13330, СП 46.13330, СП 50.13330, СП 56.13330, СП 63.13330, СП 78.13330, СП 79.13330, СП 87.13330, СП 112.13330, СП 117.13330, СП 118.13330, СП 120.13330, СП 122.13330, СП 124.13330, СП 129.13330, СП 131.13330.

Свод правил устанавливает требования, учитываемые при проектировании защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций, а также при строительстве, эксплуатации, ремонте и реконструкции подземных сооружений и коммуникаций.

При проектировании защиты от коррозии восстанавливаемых или реконструируемых подземных сооружений и коммуникаций следует учитывать материалы мониторинга и предусматривать выполнение работ по обследованию и анализу коррозионного состояния отдельных конструкций и их элементов, а также всего сооружения в целом.

Проектирование, строительство, контроль качества и приемка работ антикоррозионной защиты должны предусматривать анализ коррозионного состояния конструкций и защитных покрытий с учетом вида и степени агрессивности среды в условиях эксплуатации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил приведены ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 9.032–74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

Издание официальное

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.3.005–75 Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.016–87 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.009–83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ 12.4.021–75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 12.4.029–76 Фартуки специальные. Технические условия

ГОСТ 12.4.034–2001 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка

ГОСТ 12.4.068–79 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования

ГОСТ 12.4.103–83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.253–2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования

ГОСТ 17.2.3.01–86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов

ГОСТ 17.2.3.02–78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 21.513–83 Система проектной документации для строительства. Антикоррозионная защита конструкций зданий и сооружений. Рабочие чертежи

ГОСТ 380–2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 2889–80 Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия

ГОСТ 5781–82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6617–76 Битумы нефтяные строительные. Технические условия

ГОСТ 7415–86 Гидроизол. Технические условия

ГОСТ 7675–73 Канаты стальные. Канат закрытый несущий с одним слоем клиновидной и одним слоем зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент

ГОСТ 7676–73 Канаты стальные. Канат закрытый несущий с двумя слоями клиновидной и одним слоем зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент

ГОСТ 8267–93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8736–93 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9757–90 Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия

ГОСТ 10060–2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10296–79 Изол. Технические условия

ГОСТ 10884–94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 12004–81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение

ГОСТ 12730.5–84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13840–68 Канаты стальные арматурные 1×7. Технические условия

ГОСТ 15836–79 Мастика битумно-резиновая изоляционная. Технические условия

ГОСТ 15879–70 Стеклорубероид. Технические условия

ГОСТ 22263–76 Щебень и песок из пористых горных пород. Технические условия

ГОСТ 22266–94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 23732–2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24211–2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ 26633–2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 28574–90 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Методы испытаний адгезии защитных покрытий

ГОСТ 30515–97 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 30547–97 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия

ГОСТ 30693–2000 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия

ГОСТ 31108–2003 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31383–2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний

ГОСТ 31384–2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 31993–2013 Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия

ГОСТ Р 9.414–2012 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида

ГОСТ Р 52491–2005 Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве. Общие технические условия

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 21.13330.2012 «СНиП 2.01.09-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах»

СП 22.13330.2011 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений»

СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»

СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 30.13330.2012 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий»

СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»

СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения»

СП 34.13330.2012 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги»

СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы»

СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий»

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания»

СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»

СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания»

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 78.13330.2012 «СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги»

СП 79.13330.2012 «СНиП 3.06.07-86 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний»

СП 87.13330.2011 «СНиП Ш-44-77 Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитены»

СП 112.13330.2011 «СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений»

СП 117.13330.2011 «СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного назначения»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения».

СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003 Метрополитены»

СП 122.13330.2012 «СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные и автодорожные».

СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети»

СП 129.13330.2011 «СНиП 3.05.04-85* Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **бассейн канализования:** Часть территории городского или сельского поселения, ограниченная линиями водораздела, с которой сточные воды поступают в канализационный коллектор или тоннель.

3.2 **блок обделки:** Криволинейный элемент (сегмент) в составе кольца обделки.

3.3 **воздействие окружающей среды:** Не силовое воздействие на бетон в конструкции или сооружении, вызванное атмосферными или иными проявлениями, приводящими к изменению структуры бетона или состояния арматуры.

3.4 **воздействие агрессивное (коррозионное):** Воздействие агрессивной среды, вызывающее коррозию бетона, арматуры или железобетона.

3.5 **грунт:** Горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

3.6 **грунтовые воды:** Подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта. Примечание: Они образуются за счет насыщения атмосферными осадками, водами рек и озер, притоком поверхностных вод. Из всех видов грунтовых вод особое место занимает так называемая «верховодка» – сезонное скопление вод в верхнем водонасыщенном слое грунта над водоупорными глинистыми или суглинистыми породами.

3.7 **гидрофобизация бетона:** Обработка поверхностного слоя бетона гидрофобизирующими веществами, уменьшающими смачивание поверхности и капиллярное всасывание воды бетоном.

3.8 **долговечность при эксплуатации:** Свойство строительных конструкций, зданий и сооружений противостоять химическим, физическим и другим воздействиям в течение длительных сроков без ухудшения проектных характеристик.

3.9 **защитное сооружение гражданской обороны:** Инженерное сооружение, предназначенное для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий и катастроф на потенциально опасных объектах либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

3.10 **защита от коррозии (антикоррозионная защита):** Способы и средства, предотвращающие или уменьшающие коррозию бетонных и железобетонных конструкций, арматуры, закладных деталей, связей.

3.11 **защита от коррозии вторичная:** Защита от коррозии, достигаемая ограничением или исключением воздействия агрессивной среды путем окраски, пропитки, изоляции и другими мерами, после изготовления конструкции.

3.12 **защитное лакокрасочное покрытие:** Покрытие на поверхности строительного изделия или конструкции из отвержденного лакокрасочного материала, состоящее из одного или нескольких слоев, адгезионно связанных с защищаемой поверхностью.

3.13 **защитное покрытие бетона или арматуры:** Покрытие, создаваемое на поверхности бетона или арматуры для защиты от коррозии.

3.14 **защитная пропитка:** Заполнение пор поверхностного слоя бетона строительной конструкции или изделия материалами, стойкими к воздействию агрессивной среды.

3.15 **камера, колодец на инженерных коммуникациях и сооружениях:** Подземное сооружение объемом от 0,2 $м^2$ и более, расположенное на трассе подземных инженерных коммуникаций и сооружений и предназначенное для осмотра, ремонта, контроля за работой подземных инженерных коммуникаций и сооружений.

3.16 **канал:** Подземное закрытое горизонтальное или наклонное протяженное непроходное сооружение высотой до 1700 мм, предназначенное для размещения коммуникаций (инженерных сетей, электрокабелей, воздуховодов, лотков для стока жидкостей и др.).

3.17 **канализационный коллектор:** Трубопровод внутренним диаметром от 1,0 до 2,0 м, служащий для сбора и отвода бытовых, промышленных вод.

3.18 **канализационный тоннель:** Искусственное подземное сооружение внутренним диаметром более 2,0 м, служащее для сбора и отвода сточных вод от канализационных коллекторов на крупные насосные станции и очистные сооружения.

3.19 **канализация:** Отведение бытовых, промышленных, дождевых и общесплавных сточных вод.

3.20 **коммуникационный коллектор:** Тоннель, предназначенный для прокладки в нем тепловых сетей, водопроводов, канализации, воздуховодов, силовых электрических кабелей напряжением до и выше 1000 В, кабелей связи, контрольных кабелей и прочих коммуникаций.

3.21 **коэффициент наполнения сточных вод в канализационном коллекторе или тоннеле:** Отношение глубины воды в коллекторе или тоннеле к его диаметру.

3.22 **коэффициент неравномерности расхода сточных вод:** Отношение максимального расхода к среднесуточному расходу сточных вод.

3.23 **насосная станция:** Сооружение, включающее в себя подземный резервуар, отделение с насосными агрегатами, а также надземный павильон.

3.24 **обделка канализационного коллектора или тоннеля:** Несущая постоянная конструкция, закрепляющая выработку подземного сооружения и образующая его внутреннюю поверхность.

3.25 **обработка поверхности защитная:** Физическая, химическая или электрохимическая обработка, повышающая коррозионную стойкость поверхностного слоя строительного материала в изделии или конструкции.

3.26 **подземные инженерные коммуникации:** Коммуникации, расположенные в подземном пространстве и включающие в себя: водосточные, водопроводные, канализационные коллекторы; силовые кабели; кабели связи; контрольные кабели; канализации; теплопроводы; водопроводы; водостоки и другие подземные инженерные коммуникации.

3.27 **подземные инженерные сооружения:** Сооружения, размещенные в подземном пространстве и включающие в себя: коммуникационные коллекторы, трубопроводы, станции, бойлерные, вентиляционные, калориферные шахты и камеры, колодцы, защитные сооружения гражданской обороны, а также связанные с ними надземные сооружения, в том числе трансформаторные подстанции, центральные тепловые пункты, ремонтно-эксплуатационные комплексы и постройки, диспетчерские пункты.

3.28 **подземные сооружения:** Заглубленные части (полностью или частично) жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, а также тоннели автомобильных дорог и пешеходных переходов ниже планировочной отметки земли, включая уникальные объекты (заглубление подземной части которых ниже планировочной отметки земли более чем на 10 м).

3.29 **покрытие проникающего действия:** Покрытие на поверхности бетона, которое проникает в бетон и в результате полимеризации или кристаллизации составляющих его компонентов повышает водонепроницаемость бетона.

3.30 **сильная степень агрессивности:** Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции, при которой разрушение бетона и/или потеря защитного действия его по отношению к стальной арматуре за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину более 20 мм.

3.31 **средняя степень агрессивности:** Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции, при которой разрушение бетона и/или потеря защитного действия его по отношению к стальной арматуре за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину до 20 мм.

3.32 **слабая степень агрессивности:** Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции, при которой разрушение бетона и/или

потеря защитного действия его по отношению к стальной арматуре за 50 лет эксплуатации распространяется на глубину до 10 мм.

3.33 **сохранность подземных инженерных коммуникаций и сооружений:** Состояние целостности и защищенности подземных инженерных коммуникаций и сооружений, обеспечивающее их функционирование.

3.34 **среда эксплуатации:** Сумма химических, биологических и физических воздействий, которым подвергается бетон и арматура в процессе эксплуатации, и которые не учитывают, как нагрузку на конструкцию в строительном расчете.

3.35 **срок эксплуатации:** Период, в течение которого качество бетона в конструкции соответствует проектным требованиям при выполнении правил эксплуатации здания или сооружения.

3.36 **система лакокрасочного защитного покрытия:** Система, состоящая из двух или нескольких слоев лакокрасочного покрытия, защитная способность которой является результатом сочетания свойств всех слоев.

3.37 **внешний слой лакокрасочного защитного покрытия:** Слой в системе лакокрасочного защитного покрытия, непосредственно соприкасающийся с коррозионной средой.

3.38 **грунтовочный слой лакокрасочного защитного покрытия:** Слой в системе лакокрасочного защитного покрытия, наносимый непосредственно на защищаемую поверхность и обеспечивающий адгезию защитного покрытия с защищаемым материалом.

3.39 **тоннель (туннель):** Протяженное подземное сооружение высотой 2 м и более до выступающих конструкций, предназначенное для прокладки железных и автомобильных дорог, пешеходных переходов, коммуникаций.

3.40 **шахтный ствол:** Вертикальная выработка для обслуживания закрытой проходки коллектора или тоннеля (монтажа или демонтажа проходческого комплекса, выдачи грунта, транспортирования строительных конструкций и материалов).

3.41 **поверхностные (дождевые, ливневые, талые) сточные воды:** Сточные воды, которые образуются в процессе выпадения дождей и таяния снега.

3.42 **система канализации:** Совокупность взаимосвязанных сооружений, предназначенных для сбора, транспортирования, очистки сточных вод различного происхождения и сброса очищенных сточных вод в водоем-водоприемник или в подачу на сооружения оборотного водоснабжения. Включает в себя: канализационные сети (в том числе снегоплавильные пункты и сливные станции), насосные станции, регулирующие и аварийно-регулирующие резервуары и очистные сооружения.

3.43 **взвешенные вещества:** Показатель, характеризующий количество примесей, которое задерживается на бумажном фильтре при фильтровании пробы.

3.44 **первичная защита от коррозии:** Защита, достигаемая посредством выбора исходных компонентов, изменения состава или структуры строительного материала до изготовления или в процессе изготовления конструкции.

3.45 **специальная защита от коррозии:** Защита, реализуемая изменением условий эксплуатации, уменьшением степени агрессивного воздействия среды, электрохимическими (катодная, протекторная защита), другими специальными методами.

3.46 **защитный слой бетона:** Слой бетона от наружной поверхности железобетонной конструкции до ближайшей поверхности арматуры, защищающей арматуру от коррозии.

3.47 **карбонизация бетона:** Процесс взаимодействия цементного камня с углекислым газом, снижение щелочности и жидкой фазы бетона.

3.48 **мониторинг при эксплуатации:** Процесс инструментальных наблюдений за состоянием конструкций в период эксплуатации.

4 Общие положения

4.1 Технические решения по защите от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций должны быть самостоятельной частью проектов зданий и сооружений.

4.2 Защиту от коррозии бетонных и железобетонных конструкций осуществляют мерами первичной и вторичной защиты.

Первичная защита предусматривает сочетание определенных требований, предъявляемых непосредственно к материалам, из которых изготавливают конструкцию, и к самим конструкциям. Реализация этих требований в процессе проектирования и изготовления конструкций максимально гарантирует длительную эксплуатационную пригодность. Первичную защиту выполняют на весь период эксплуатации.

Вторичная защита предусматривает мероприятия по защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций со стороны непосредственного воздействия агрессивной среды, имеет ограниченный срок службы и ее следует возобновлять на основании мониторинга технического состояния конструкций, подземных сооружений и коммуникаций.

4.3 К мерам первичной защиты относят:

- применение для бетона материалов надлежащей коррозионной стойкости, инъекционных растворов, арматуры, неизвлекаемых каналообразователей и т.д.;
- применение добавок, повышающих коррозионную стойкость бетона и его защитную способность по отношению к стальной арматуре, стальным закладным деталям и соединительным элементам;
- подбор эффективных составов бетона;
- снижение проницаемости бетона различными технологическими приемами;
- применение технологических мер, повышающих качество бетона в процессе его изготовления и ухода, максимально устраняющих образование усадочных трещин;
- сохранность конструкций в процессе транспортирования, хранения, монтажа;
- выбор вида и класса арматурных сталей;
- выбор вида и класса неметаллической арматуры;
- выбор рациональных геометрических очертаний и форм конструкций;
- установление дополнительных ужесточающих требований к трещиностойкости и предельно допустимой ширине раскрытия трещин;
- назначение толщины защитного слоя бетона до арматуры с учетом его проницаемости;
- сочетание нагрузок с позиций допустимого длительного раскрытия трещин и т.п.

4.4 К мерам вторичной защиты поверхностей конструкций от коррозии относится защита поверхностей конструкций:

- лакокрасочными покрытиями, в том числе толстослойными (мастичными);
- оклеечной изоляцией;
- окрасочной битумной гидроизоляцией;

- обмазочными и штукатурными покрытиями;
- облицовкой штучными или блочными изделиями;
- уплотняющей пропиткой поверхностного слоя химически стойкими материалами;
- покрытиями проникающего действия;
- обработкой гидрофобизирующими составами;
- пластмассовой или металлической гидроизоляцией и т.п.

Вторичную защиту применяют в тех случаях, когда защита от коррозии не может быть обеспечена мерами первичной защиты. Вторичная защита, как правило, требует возобновления во времени.

4.5 Проектирование защиты железобетонных конструкций от коррозии, как правило, выполняют в следующем порядке:

а) устанавливают вид и характер агрессивных воздействий на элементы подземных сооружений и коммуникаций на основании анализа:
- геохимических характеристик грунтов и грунтовых вод в районе строительства;
- характеристик агрессивных компонентов (по виду и концентрации газов, твердых и жидких сред) в атмосфере окружающего воздуха и на поверхностях конструкций;
- наличия в районе строительства зданий и сооружений с потенциальной возможностью загрязнения воздушной среды, грунтов и грунтовых вод и т.п.;

б) на основании этих сведений устанавливают степень агрессивного воздействия среды к бетону и железобетону;

в) для данного вида и степени агрессивного воздействия среды устанавливают требования к исходным материалам и дополнительные требования к элементам сооружения технологического и расчетно-конструктивного характера (первичная защита);

г) выбирают вид и способ защиты от коррозии поверхностей конструкций и узлов их сопряжения в случаях, когда их долговечность на стадии проектирования не может быть обеспечена мерами первичной защиты;

д) в ответственных местах (узлах) бетонных и железобетонных конструкций, испытывающих в процессе эксплуатации воздействие агрессивной среды (газов, жидкостей, паров и пр.) следует предусматривать установку технических устройств для постоянного мониторинга скорости коррозии.

4.6 Оценку степени агрессивных воздействий среды на элементы подземных сооружений и коммуникаций проводят с учетом климатических характеристик района строительства в соответствии с СП 131.13330, СП 50.13330. Согласно СП 50.13330 территорию Российской Федерации делят на три зоны влажности: сухая, влажная или мокрая. Для конструкций подземных сооружений и коммуникаций, эксплуатирующихся в контакте с грунтами и грунтовыми водами, условия по влажности, как правило, должны принимать как для влажной зоны.

4.7 В соответствии с гидрохимическим составом грунты, подземные и сточные воды могут быть различными по видам и степени агрессивности к бетону, стали и другим металлам. Агрессивность может быть углекислой, общекислотной, сульфатной, магнезиальной и т.п. На минерализацию подземных и сточных вод большое влияние оказывают зоны селитебной и промышленной застройки.

Неагрессивные подземные воды отмечены на единичных площадках. Однако на этих участках, в связи с влиянием техногенных факторов, уровень агрессивности подземных и сточных вод значительно выше.

4.8 В зависимости от условий эксплуатации конструкций подземных сооружений и коммуникаций, среды подразделяют на классы, которые определяют по отношению к конкретному, не защищенному от коррозии бетону и железобетону. Классы сред с указанием их индексов по возрастанию их агрессивности и примеры конструкций указаны в ГОСТ 31384, таблица А.1 (приложение А), а для сред эксплуатации конструкций подземных сооружений и коммуникаций, вызывающие коррозию бетона вследствие реакции щелочей с кремнеземом заполнителей в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – **Среды эксплуатации конструкций подземных сооружений и коммуникаций, вызывающие коррозию бетона вследствие реакции щелочей с кремнеземом заполнителей**

Индекс	Среда эксплуатации	Пример конструкций
В зависимости от влажности среду классифицируют по следующим признакам		
WO	Бетон находится в сухой среде	Конструкции внутри помещения. Конструкции в наружном воздухе вне действия осадков, поверхностных вод и грунтовой влаги и/или не постоянно подвергаются действию воздуха с относительной влажностью более 80 %
WF	Бетон часто или длительно увлажняют	Поверхности конструкции, не защищенные от воздействия осадков, грунтовых вод и конденсата. Конструкции, часто подвергающиеся действию конденсата, например, трубы, станции теплообменников, фильтровальные камеры
WA	Бетон, на который помимо воздействий среды WF действуют часто или длительно щелочи, поступающие извне	Конструкции, на которые воздействуют жидкие агрессивные среды без дополнительного динамического воздействия (например, канализация, сточные воды и т.д.)
WS	Бетон с высокими динамическими нагрузками и прямым воздействием аэрозолей, выхлопных газов, грязи	Конструкции, подвергающиеся воздействию противогололедных солей и дополнительно высоким динамическим нагрузкам (например, бетон перекрытий многоэтажных автостоянок, гаражей)

Если на бетонные конструкции воздействуют грунтовые и сточные воды с агрессивными химическими агентами, коррозионную среду классифицируют по ГОСТ 31384, таблица А.2 (приложение А).

При превышении предела содержания или действия химических агентов, не указанных в таблице, должен быть проведен специальный анализ и выданы соответствующие рекомендации.

4.9 При воздействии на железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций нескольких различных агрессивных сред необходимо определять соответствующие зоны конкретных агрессивных воздействий и степени агрессивности в этих зонах. Степень агрессивности сред назначают по более агрессивному воздействию.

4.10 Перед началом проектирования отдельных железобетонных конструкций и конструктивных элементов следует определять необходимость и возможность осуществления их первичной защиты от коррозии. Технические решения в этом случае должны предусматривать, при необходимости, возможность выполнения мер по

обеспечению эффективной вторичной защиты от коррозии в процессе эксплуатации здания или сооружения.

4.11 Для осуществления вторичной защиты от коррозии в проектах необходимо предусматривать свободный доступ ко всем конструктивным элементам, как для периодического осмотра, так и для восстановления защитных покрытий без прерывания эксплуатации этих элементов.

4.12 Технические решения в проектах зданий и сооружений, эксплуатируемых в агрессивных средах, должны быть направлены на ограничение или ликвидацию агрессивных воздействий и уменьшение коррозионных разрушений строительных конструкций и предусматривать инструментальный мониторинг состояния бетонных и железобетонных конструкций.

4.13 Технологические решения должны предусматривать:

1) герметизацию технологического оборудования и выбор соответствующих способов транспортирования и дозирования агрессивного сырья, а также приема и передачи полуфабрикатов из него, исключающих попадание агрессивных веществ на строительные конструкции;

2) группирование технологического оборудования и установок, не поддающихся герметизации и предназначенных для обработки веществ, оказывающих одинаковые агрессивные воздействия на строительные конструкции, и размещение их в отдельных помещениях, зданиях или вне зданий;

3) нейтрализацию неизбежных потерь и отходов агрессивных веществ. Сбор агрессивных сточных вод рекомендуется осуществлять вблизи мест их возникновения с предварительной нейтрализацией и очисткой в цехе перед окончательной очисткой. Каналы сточных вод следует располагать вдали от фундаментов подземных сооружений;

4) отопление, в случае необходимости, подземных сооружений с высокой влажностью воздуха для предотвращения конденсации водяного пара;

5) общую вентиляцию помещений или местный отсос агрессивных паров и газов;

6) установку технических устройств для постоянного инструментального мониторинга скорости коррозии.

4.14 Архитектурные решения зданий и сооружений следует принимать с учетом рельефа местности, грунтовых условий, потоков грунтовых вод, преобладающих направлений ветров и расположения смежных строительных объектов, влияющих на параметры агрессивной среды.

4.15 В многоярусных паркингах, административно-бытовых комплексах необходимо предусматривать технические этажи и проходные коридоры (тоннели) для инженерного оборудования и установок, позволяющие проводить периодический осмотр состояния конструкций и восстановление защиты от коррозии, удаление воды при смывании полов, перегородки для помещений с агрессивными веществами. В сооружениях, эксплуатирующихся в условиях, ограничивающих возможность визуального осмотра (канализационные коллекторы, тоннели и др.) необходимо предусматривать размещение технических устройств для дистанционного контроля состояния бетонных и железобетонных конструкций.

4.16 Конструктивные решения должны предусматривать простую форму конструктивных элементов, минимальную площадь их поверхности, отсутствие мест, где могут накапливаться агрессивная пыль, жидкости или испарения.

4.17 Геометрическая схема и конструктивная система подземного сооружения, а также детали конструкции должны быть подобраны так, чтобы возможные

коррозионные повреждения не повлекли за собой его разрушения. Кроме того, должна быть обеспечена возможность замены конструктивных элементов, наиболее подвергаемых воздействию агрессивной среды.

4.18 При расчете конструкций с защитными покрытиями, предназначенных для эксплуатации в условиях переменных температур, следует учитывать возникающие различные температурные деформации материалов конструкций и обеспечивать надежность их защиты.

Расчет железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций выполняют по соответствующим нормативным документам, касающимся толщины защитного слоя бетона, категории требований к трещиностойкости, доступной ширины непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин и т.п.

5 Классификация агрессивных сред и степень их агрессивного воздействия

5.1 Общие положения

5.1.1 При проектировании защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций следует определять характеристики агрессивной среды и условий, в которых происходят те или иные коррозионные разрушения.

5.1.2 В зависимости от интенсивности агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции среды подразделяют на неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные.

5.1.3 Классификацию и степень агрессивного воздействия сред на конструкции подземных сооружений и коммуникаций из бетона и железобетона следует выбирать по ГОСТ 31384 и СП 28.13330.

5.1.4 Степень агрессивного воздействия среды определяют сочетанием условий эксплуатации по температуре и влажности (включая попеременное замораживание и оттаивание) с агрессивными воздействиями грунта, грунтовых и сточных вод, а также наличия гидростатического напора.

5.1.5 По сочетанию различных условий эксплуатации по окружающей среде все бетонные и железобетонные элементы конструкций подземных сооружений и инженерных коммуникаций подразделяют на три категории (категории условий эксплуатации), в соответствии с которыми оценивают степень агрессивного воздействия среды.

К ***первой категории*** **(1)** следует относить конструкции и их элементы, которые в процессе эксплуатации защищены от непосредственного попадания атмосферных осадков, но при этом подвержены воздействию наружной температуры и влажности окружающего воздуха и агрессивных газов. К конструкциям первой категории можно отнести элементы стен и перекрытий подземных торговых учреждений, автостоянок, гаражей, тоннелей, путепроводов, коллекторов коммуникационного назначения, элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций (теплотрассы, трубопроводы, водопроводные и канализационные сети).

Ко ***второй категории*** **(2)** следует относить все конструкции и их элементы, эксплуатирующиеся на открытом воздухе, которые подвержены воздействию атмосферных осадков и агрессивных сред, за исключением конструкций и их элементов, отнесенных к третьей категории.

К ***третьей категории*** (3) следует относить конструкции и их элементы, эксплуатирующиеся на открытом воздухе, подвергающиеся воздействию атмосферных осадков и агрессивных газов и имеющие контакт с твердыми и жидкими агрессивными средами, а также элементы конструкций, на которые непосредственно попадают загрязнения с колес автотранспорта. К третьей категории относятся: дорожные покрытия из монолитного и сборного бетона и железобетона, нижние части подпорных стенок, опоры эстакад и путепроводов, стены тоннелей (на участках, примыкающих к портальной части), большую часть элементов обустройства автомобильных дорог, а также наружные грани плит и крайних балок пролетных строений, пандусы многоярусных паркингов, гаражей и т.д.

Принадлежность элементов конструкций к категории условий эксплуатации допускается выбирать по таблице 5.1.

Оценка агрессивности среды по отношению к бетону и железобетону элементов конструкций подземных сооружений и коммуникаций должна быть проведена с учетом комплексного воздействия газообразных, твердых и жидких сред в сочетании с воздействием циклического замораживания и оттаивания при различных температурах.

Таблица 5.1 – **Принадлежность элементов конструкций к категории условий эксплуатации**

Наименование сооружения	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации
Защитные сооружения гражданской обороны	Опоры	В зоне контакта с грунтовыми водами	3
	Ригели, пролетные строения		2
	Плиты покрытий перекрытий, ограждающие конструкции, элементы водоотвода		3
	Подпорные стенки		3
Подземные сооружения промышленных предприятий	Опоры	На открытом воздухе	2
		В зоне контакта с жидкой средой[1)]	3
	Ригели, пролетные строения		2
	Плиты проезжей части	На открытом воздухе	3
	Подпорные стенки	В зоне контакта с жидкой средой[1)]	2
	Лестничные сходы	На участках, примыкающих к входам и выходам	3
Транспортные тоннели, включая метрополитены	Стены, перекрытия, колонны	Внутри протяженных тоннелей[2)]	1
		На участках, примыкающих к портальной части:	
		- на открытом воздухе	2
		- в зоне контакта с жидкой средой[1)]	3
	Плиты проезжей части	Внутри протяженных тоннелей[2)]	2
		На участках, примыкающих к портальной части[3)]	3

Окончание таблицы 5.1

Наименование сооружения	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации
Подземные переходы (пешеходные сооружения тоннельного типа)	Стенки, лестничные сходы	Внутри протяженных переходов[2)] На участках, примыкающих к выходам: - на открытом воздухе - в зоне контакта с жидкой средой[1)]	1 2 3
	Ригели, плиты покрытия	Внутри протяженных переходов[2)] На участках, примыкающих к выходам	1 2
Подземные автостоянки и гаражи	Стены Перекрытия Колонны Ригели	Под жилищно-гражданскими зданиями	2
Подземные административно-бытовые комплексы, торговые учреждения, кафе, кинозалы	Стены Перекрытия Колонны Фундаменты	Под жилищно-гражданскими зданиями	2
Коллекторы коммуникационного назначения	Элементы ограждения	Подземная прокладка и обслуживание телефонных и оптоволоконных линий связи	2
Коллекторы и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций	Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций	На открытом воздухе В зоне контакта с агрессивной средой	3 1
Коллекторы и тоннели хозяйственно-бытовой и промышленной канализации	Обделка коллектора (тоннеля), стены, перекрытия, колодцы, ограждения, шахтные стволы	Внутри зоны контакта с агрессивной средой	1
Коллекторы для подземной прокладки водопроводных, тепловых и канализационных сетей	Элементы ограждения	Коммуникационные коллекторы под зданиями, сооружениями и автодорогами	2

[1)] За зону контакта с жидкой средой принимают участки конструкций, располагающиеся на высоте до 1,5 м от горизонтальной поверхности проезжей или пешеходной части.

[2)] К протяженным тоннелям и подземным переходам относят сооружения длиной более 60 м и 30 м соответственно.

[3)] За участки тоннелей, примыкающих к портальной части, и участки подземных переходов, примыкающих к входам и выходам, принимают части сооружений протяженностью не менее 20 м и 10 м соответственно.

5.1.6 Агрессивность воздействия среды эксплуатации как по отношению к бетону, так и по отношению к стальной арматуре, во многом определяют степенью непроницаемости бетона. Для любых конструкций подземных сооружений и коммуникаций, не подверженных агрессивным воздействиям, марку бетона по водонепроницаемости принимают не менее W4.

Степень агрессивного воздействия комплексных сред приведена в таблице 5.2 в зависимости от зоны влажности по СП 131.13330. Минимальные марки бетона по водонепроницаемости при данной оценке находятся в интервале W4–W8. Требуемые значения минимальных марок бетона по водонепроницаемости рассматривают в разделе 6.

Таблица 5.2 – **Степень агрессивного воздействия комплексной среды**

Категория условий эксплуатации	Степень агрессивного воздействия среды к бетону и железобетону конструкций в зоне влажности			
	Нормальная		Влажная	
	К бетону	К железобетону	К бетону	К железобетону
1	Неагрессивная	Слабоагрессивная	Неагрессивная	Слабоагрессивная
2	Неагрессивная	Слабоагрессивная[1)]	Слабоагрессивная[2)]	Среднеагрессивная
3	Сильноагрессивная			

[1)] На участках протяженных тоннелей, примыкающих к портальной части, воздействие среды – среднеагрессивное.

[2)] С учетом влияния знакопеременных температур на влажный бетон, находящийся на открытом воздухе.

Степень агрессивного воздействия сред для конструкций из бетонов марок по водонепроницаемости W10 и выше, относящихся к 1-й и 2-й категориям условий эксплуатации, может понижаться в зависимости от применяемых бетонов и степени их изученности.

5.1.7 В случаях, когда части одной конструкции эксплуатируют в разных условиях агрессивного воздействия среды, степень агрессивного воздействия для всей конструкции целесообразно принимать по наиболее агрессивной среде.

Такие случаи характерны для большой части конструкций подземных сооружений. Так, например, воздействию сильноагрессивных жидких сред, относящихся к третьей категории по среде эксплуатации, подвержены только нижние части подпорных стенок, участки стен открытых конструкций (лестничных сходов в подземные переходы и т.п.). Участки конструкций, на которые воздействуют сильноагрессивные жидкости, составляют, как правило, порядка 1,0–1,5 м от верха проезжей или пешеходной части. В то же время, вышележащие части упомянутых конструкций находятся в условиях воздействия слабо- или среднеагрессивной среды.

При выборе решения о защите конструкций (выполнять ли всю конструкцию или только ее часть с повышенными требованиями, обеспечивающими защиту в сильноагрессивной среде) следует руководствоваться экономической целесообразностью, исходя из показателей, характеризующих технологичность, стоимость и трудоемкость материалов и работ, установленных межремонтных сроков службы конструкций.

5.2 Классификация и степень агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод на бетон и арматуру строительных конструкций

5.2.1 Исходными данными для проектирования антикоррозионной защиты железобетонных конструкций подземных сооружений и инженерных коммуникаций, контактирующих с грунтами и грунтовыми водами, являются:

- характеристики агрессивности грунтов и грунтовых вод: вид и концентрация агрессивных веществ, частота и продолжительность агрессивного воздействия;
- условия эксплуатации: температурно-влажностный режим в сооружении, вероятность попадания на конструкции агрессивных веществ, наличие и количество пыли (в особенности пыли, содержащей соли) и газовых сред;
- климатические условия района строительства;
- результаты инженерно-геологических изысканий;
- предполагаемые изменения степени агрессивности среды в период эксплуатации подземных сооружений и инженерных коммуникаций;
- механические и температурные воздействия на конструкции;
- возможные контакты (проливы) с агрессивными веществами.

5.2.2 Степень агрессивного воздействия грунтов выше уровня грунтовых вод следует принимать по ГОСТ 31384 в соответствии с таблицей А.7 (приложение А).

При наличии грунтовой воды оценку агрессивной среды проводят в зависимости от химического состава грунтовой воды по ГОСТ 31384, таблицы Б.1–Б.4 (приложение Б).

5.2.3 Перед началом проектирования отдельных железобетонных конструкций и конструктивных элементов следует определять необходимость и возможность осуществления первичной защиты от коррозии. Технические решения в этом случае должны предусматривать возможность осуществления, при необходимости, эффективной вторичной защиты от коррозии в процессе агрессивного воздействия грунтовых вод на бетонные и железобетонные конструкции подземных сооружений и инженерных коммуникаций.

5.2.4 Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на стальную арматуру железобетонных конструкций указана в ГОСТ 31384, таблица Б.5 (приложение Б).

При воздействии на конструкции подземных сооружений и инженерных коммуникаций нескольких агрессивных сред необходимо определять соответствующие зоны конкретных агрессивных воздействий и степени агрессивности в этих зонах.

5.3 Качественная характеристика поверхностного стока вод с селитебных территорий и площадок предприятий

5.3.1 Степень и характер загрязнения поверхностного стока вод с селитебных территорий и площадок предприятий различны и зависят от санитарного состояния бассейна водосбора и околоземной атмосферы, уровня благоустройства территории, а также гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния, вида и состава антигололедных реагентов, бензина и масел от автотранспорта и т.д.

5.3.2 Примерный состав поверхностного стока вод для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведен в СП 32.13330, таблица 16. Наиболее загрязненным по всем показателям является талый сток, который

по значению биологического поглощения кислорода (БПК) приближается к неочищенным хозяйственно-бытовым сточным водам.

5.3.3 Поверхностный сток с территории промышленных предприятий имеет, как правило, более сложный состав и определяется характером основных технологических процессов, а концентрация примесей зависит от вида поверхности водосбора, санитарно-технического состояния и режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных и готовых продуктов, а также отходов производства.

На крупных предприятиях, включающих в себя различные производства, поверхностный сток с отдельных территорий по составу примесей может заметно отличаться от стока с других участков и общего стока, что должно быть учтено при разработке технологии очистки и схемы его отведения.

5.3.4 В зависимости от состава примесей, накапливающихся на промышленных площадках и смываемых поверхностным стоком, промышленные предприятия и отдельные их территории можно разделить на две группы:

к первой группе относятся предприятия и производства, территория которых по составу ближе к поверхностному стоку с селитебных территорий;

ко второй группе относятся предприятия, на которых по условиям производства не представляется возможным в полной мере исключить поступление в поверхностный сток специфических веществ с токсичными свойствами или значительных количеств органических веществ, обуславливающих высокие значения показателей химического поглощения кислорода (ХПК) и биологического поглощения кислорода (БПК) стока.

5.3.5 Для сокращения объема талых вод, отводимых на очистку, а также снижения производительности очистных сооружений на территории населенных пунктов в зимний период необходимо предусматривать организацию уборки и вывоза снега с депонированием на «сухих» снегосвалках, либо его сброс в снегоплавильные камеры с последующим отводом талых вод в канализационную сеть и далее на сооружения очистки.

6 Требования к материалам и конструкциям (первичная защита)

Первичную защиту реализуют посредством выполнения требований технологического и расчетно-конструктивного характера.

Первичная защита предусматривает сочетание определенных требований, предъявляемых непосредственно к материалам, из которых изготавливают конструкции, и к самим конструкциям. Реализация этих требований в процессе проектирования и изготовления конструкций подземных сооружений и коммуникаций максимально гарантирует длительную эксплуатационную пригодность. Первичную защиту выполняют на весь период эксплуатации конструкции.

6.1 Технологические требования к бетону и его составляющим

6.1.1 Бетонные и железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций должны изготавливать из материалов, обеспечивающих их коррозионную стойкость на весь расчетный срок службы при своевременном возобновлении защиты поверхностей конструкций, если таковая предусмотрена нормами или проектом.

Срок службы бетонных или железобетонных конструкций, относящихся к 3-й категории условий эксплуатации, должны обеспечивать меры первичной защиты.

6.1.2 Требования к материалам для приготовления бетонов

6.1.2.1 В качестве вяжущих для бетонов рекомендуется применять портландцементы по ГОСТ 10178, ГОСТ 30515, ГОСТ 31108 с содержанием трехкальциевого алюмината не более 8 %. Массовая доля щелочных оксидов (Na_2O+ K_2O) в пересчете на Na_2O (Na_2O+ 0,658K_2O) не должна превышать 0,6 %.

Рекомендуемые виды цементов по ГОСТ 31108 для бетонов в зависимости от класса сред эксплуатации приведены в таблице 6.1.

Допускается также применение цементов (вяжущих) низкой водопотребности (ВНВ) с содержанием минеральных добавок не более 10 %–15 %, цементов в сочетании с добавками органоминеральных композиций на основе микрокремнезема серии «МБ» и «Эмбэлит», напрягающих и безусадочных цементов и других вяжущих, приготовленных на цементной основе. При этом необходимо соответствие этих материалов утвержденным документам на них и наличие данных по обеспечению коррозийной стойкости и морозостойкости бетонов на указанных вяжущих и стойкости арматуры в этих бетонах.

6.1.2.2 В качестве мелкого заполнителя следует использовать кварцевый песок по ГОСТ 8736 класса I, а также пористый песок по ГОСТ 9757. Песок класса II по ГОСТ 8736 допускается применять для бетонов конструкций, эксплуатирующихся в неагрессивных средах.

6.1.2.3 В качестве крупного заполнителя для бетонов следует использовать фракционированный щебень из изверженных пород, гравий и щебень из гравия марки по дробимости не ниже 800 по ГОСТ 8267.

Щебень из осадочных пород по ГОСТ 8267, если он однороден и не содержит слабых прослоек, с маркой по дробимости не ниже 600 и водопоглощением не выше 2 %, допускается применять для изготовления конструкций, эксплуатируемых в газообразных, твердых и жидких средах при любой степени агрессивного воздействия, за исключением жидких сред, с водородным показателем pH ниже 4.

Для конструкционных легких бетонов следует применять искусственные и природные пористые заполнители по ГОСТ 9757 и ГОСТ 22263.

6.1.2.4 Для повышения стойкости бетона железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, следует применять добавки по ГОСТ 24211, снижающие проницаемость бетона или повышающие его химическую стойкость и морозостойкость, повышающие защитную способность бетона по отношению к стальной арматуре, а также повышающие стойкость бетона в условиях воздействия биологически активных сред.

Общее количество химических добавок при их применении для приготовления бетона не должно превышать 5 % от массы цемента. При бóльшем количестве добавок требуется экспериментальное подтверждение коррозионной стойкости бетона.

Добавки, применяемые при изготовлении железобетонных изделий и конструкций, не должны оказывать коррозионного воздействия на бетон и арматуру.

Максимально допустимое содержание хлоридов в бетоне, выраженное в процентах ионов хлоридов к массе цемента, не должно превышать значений, указанных в СП 28.13330.

В состав бетона не допускается введение хлоридов при изготовлении следующих железобетонных конструкций:

- с напрягаемой арматурой;
- с ненапрягаемой проволочной арматурой диаметром 5 мм и менее;
- эксплуатируемых в условиях влажного или мокрого режима.

Таблица 6.1 – **Рекомендуемые виды цемента по ГОСТ 31108 для бетонов в агрессивных средах**

Цементы по ГОСТ 31108	Классы сред эксплуатации														
	Неагрессивная среда	Карбонизация				Хлоридная коррозия			Замораживание – оттаивание				Химическая коррозия		
	Индексы сред эксплуатации														
	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
ЦЕМ I	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
ЦЕМ II/A-Ш	++	++	++	++	++	++	++	++	++	И	И	И	++[1)]	+[1)]	+[1)]
ЦЕМ II/B-Ш	++	+	+	+	+	+	+	–	+	–	И	–	++	++	++
ЦЕМ II/A-П	++[2)]	+	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	++	++	++
ЦЕМ II/A-З	++[2)]	+	+	–	–	+	–	–	+	–	–	–	++	++	++
ЦЕМ II/A-Г	++	+	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И
ЦЕМ II/A-МК	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++	++
ЦЕМ II/A-И	++	++	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	++	+	–
ЦЕМ II/A-К	++	+	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И	И
ЦЕМ III/A	++	++	+	+	+	++	++	++	+	–	–	–	+	+	+
ЦЕМ IV/A	++	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–[3)]	–[3)]	–[3)]
ЦЕМ V/A	++	+	И	И	И	+	И	И	И	И	И	И	И	И	И

[1)] Рекомендуется в сульфатных средах.

[2)] Рекомендуется в подводной и внутренней зонах массивных конструкций.

[3)] Допускается в сульфатных средах.

Условные обозначения: <<++>> – рекомендуется, <<+>> – допускается, <<–>> – не допускается, <<И>> – требуется испытание.

Не допускается введение хлоридов в состав бетонов и растворов для инъектирования каналов предварительно-напряженных конструкций, а также для замоноличивания швов и стыков сборных и сборно-монолитных железобетонных конструкций.

Возможность применения в составе бетонов добавок электролитов, содержащих нитраты, нитриты, тиоцианаты (роданиды) и формиаты, а также в защитных составах, применяемых для ремонта и восстановления железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред, должна быть проверена в специализированных лабораториях.

При наличии в заполнителях потенциально реакционно-способных пород не допускается введение в бетон в качестве добавок солей натрия или калия.

Количество вводимых в бетон минеральных добавок следует определять, исходя из требований обеспечения необходимой коррозионной стойкости бетона на уровне не ниже, чем у бетона без таких добавок.

6.1.2.5 Вода для бетонной смеси и увлажнения твердеющего бетона должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732. Применение рециклированной и комбинированной (смешанной) воды для бетонов конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах, допускается при наличии экспериментального подтверждения коррозионной стойкости бетона.

6.1.3 Бетон для железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633, стандартам и техническим условиям на конструкции и изделия конкретных видов.

Коррозионная стойкость бетона и железобетона существенно зависит от его проницаемости, основным показателем которой является марка бетона по водонепроницаемости, оцениваемая методами ГОСТ 12730.5.

6.1.3.1 Марка бетона по водонепроницаемости железобетонных конструкций, контактирующих с агрессивными грунтовыми и сточными водами, должна быть не ниже значений, приведенных в ГОСТ 31384, таблицы Б.1–Б.4 (приложение Б).

Для конструкций с повышенными требованиями к непроницаемости (несущие и ограждающие конструкции тоннелей, подземных переходов тоннельного типа, облицовки и т. д.) марку бетона по водонепроницаемости следует принимать не менее W12 независимо от степени агрессивного воздействия среды.

Для бетона элементов обустройства коллекторов и тоннелей, а также пешеходных переходов марку бетона по водонепроницаемости следует принимать не менее W8.

6.1.3.2 Марку бетона по морозостойкости принимают с учетом среднемесячной температуры наиболее холодного месяца. Минимальная марка бетона по морозостойкости железобетонных конструкций толщиной до 0,5 м приведена в ГОСТ 31384.

Марку бетона по морозостойкости массивных бетонных конструкций (толщиной более 0,5 м) 1-й и 2-й категорий условий эксплуатации принимают соответственно не менее F100 и F200.

6.1.3.3 Требования к маркам бетона по водонепроницаемости и морозостойкости должны быть не менее значений, указанных в действующих нормативных документах.

Бетоны конструкций подземных сооружений и конструкций, подвергающихся воздействию воды и знакопеременных температур, марок по морозостойкости более F150, следует изготавливать с применением воздухововлекающих или микрогазообразующих добавок, а также комплексных добавок на их основе. Объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси для изготовления конструкций и изделий

должен соответствовать значениям, указанным в ГОСТ 26633 или в нормативных документах на бетоны конкретных видов.

6.1.4 Бетоны повышенных эксплуатационных свойств

В бетонных и железобетонных конструкциях подземных сооружений и коммуникаций рекомендуется применение бетонов с повышенными эксплуатационными свойствами, которые достигаются различными приемами, как правило, технологического характера.

6.1.4.1 Бетоны повышенных эксплуатационных свойств могут быть получены при использовании поликомпонентных модификаторов серии «МБ».

Модификаторы предназначены для применения в тяжелых и мелкозернистых бетонах и представляют собой порошкообразные композиционные материалы на органоминеральной основе полифункционального действия. Их минеральная часть представлена микрокремнеземом (для МБ-01), смесью микрокремнезема с кислой золой-уносом (для МБ-С), термообработанным каолином, гипсом или их смесью с кислой золой-уносом и микрокремнеземом (для Эмбэлита), а органическая часть – суперпластификатором С-3 или его смесью с регуляторами твердения.

В соответствии с техническими условиями модификаторы разных типов подразделяют на марки. Маркировка модификаторов отражает их состав по процентному содержанию суперпластификатора в массе продукта и составляющим минеральной части.

Выбор марки, вида и дозировки модификатора зависит от цели его применения. Пластифицирующая способность «МБ» возрастает с увеличением в его составе дозировки суперпластификатора, а эксплуатационные характеристики бетонов зависят от сочетания и количества различных компонентов в минеральной части «МБ».

6.1.4.2 Модификаторы серии «МБ» позволяют получать высокопрочные бетоны с кубиковой прочностью 40–100 МПа (классы В30–В80) и выше, в том числе с высокой ранней прочностью при нормальном хранении – до 40 МПа в возрасте одних суток.

Применение модификаторов «МБ» в бетонах на обычных портландцементах М400 или М500 и обычных заполнителях из твердых пород обеспечивает нерасслаиваемость и сохраняемость высокоподвижных смесей (марок по удобоукладываемости П4–П5) и высокие эксплуатационные свойства бетонов.

Основой улучшения свойств бетонов является их высокая непроницаемость (марка по водонепроницаемости W12–W20 и выше) и низкая реакционная способность модифицированного цементного камня по отношению ко многим компонентам агрессивной среды, которые определяют повышение целого ряда показателей бетона.

6.1.4.3 Введение модификаторов МБ-01 и МБ-С в бетон повышает:

- непроницаемость бетона для воды и газов, в том числе для растворов хлористых солей;
- морозостойкость;
- сульфатостойкость и кислотостойкость;
- защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре и т.д.

6.1.4.4 Введение в состав бетонов модификаторов без структурообразующих добавок обеспечивает их марку по морозостойкости на уровне F200–F300. Совместное применение модификатора и структурообразующих добавок позволяет получать бетоны с высокими марками по морозостойкости: F600–F1000 (по первому базовому методу ГОСТ 10060).

6.1.4.5 Высокая непроницаемость модифицированных бетонов, изготовленных на среднеалюминатном портландцементе, в определенных случаях обеспечивает такую же степень сульфатостойкости, какой обладают бетоны, изготовленные на низкоалюминатном (сульфатостойком) портландцементе.

6.1.4.6 Наличие модификаторов в составе бетона препятствует взаимодействию щелочей цемента с реакционно-способным кремнеземом заполнителя; при дозировке модификатора в количестве до 20 % массы цемента бетон обладает надежной пассивирующей способностью по отношению к стальной арматуре. При дозировках выше 20 % следует применять ингибиторы коррозии стали.

6.1.4.7 Основным преимуществом бетонов с модификаторами «Эмбэлит» является компенсация усадки бетонов за счет применения компонентов расширяющего действия (каолин и гипс) в составе модификатора. Снижение деформаций усадки особенно важно для мелкозернистых бетонов, для конструкций и сооружений большой протяженности (коллекторы, тоннели, пешеходные переходы и т. д.), а повышение усадочной трещиностойкости – для сооружений повышенной непроницаемости, таких как тюбинги, трубы, колодцы, шахты и т.п.

6.1.4.8 Эксплуатационные характеристики бетонов возрастают с увеличением доли расширяющей композиции в составе минеральной части.

Для получения бетонов с компенсированной усадкой оптимальная дозировка модификатора в зависимости от его марки составляет от 10 % до 20 %.

Наряду с пластифицирующим, стабилизирующим и водоудерживающим действием, модификатор «Эмбэлит» улучшает перекачиваемость и стабильность консистенции бетонных смесей во времени. При возведении массивных конструкций применение этого модификатора способствует понижению тепловыделения бетона.

6.1.4.9 Важным дополнительным положительным фактором производства и применения модификаторов «МБ» является решение экологической проблемы – утилизация пылевидных отходов ферросплавных производств и тепловых электростанций.

Применение модификаторов серии «МБ» не требует специального оборудования, а приемка, хранение и подача материалов укладываются в обычные схемы, существующие на заводах по изготовлению цемента.

6.2 Требования к стальной арматуре

6.2.1 Для изготовления железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций применяют арматурные стали по ГОСТ 380, ГОСТ 5781, ГОСТ 7675, ГОСТ 7676, ГОСТ 10884, ГОСТ 13840.

6.2.2 Железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций армируют:

- стержневой, проволочной и канатной стальной арматурой, самоанкерующейся в бетоне, или с дополнительной анкеровкой в виде различного рода анкерных устройств;
- стальными арматурными элементами, не имеющими сцепления с бетоном конструкций, располагающимися в каналах или вне конструкций – моностренды (одиночные канаты) или пучки из монострендов.

6.2.3 По степени опасности коррозионного повреждения арматурные стали подразделяют на четыре группы – I, II, III, IV.

Группа I. Арматура для конструкций без предварительного напряжения горячекатаная и термомеханически упрочненная, поставляемая в стержнях и мотках.

Группа II. Напрягаемая арматура для конструкций с предварительным напряжением, в виде горячекатаных и термомеханически упрочненных стержней с

нормированной стойкостью против коррозионного растрескивания, а также высокопрочная арматурная проволока диаметром 3,5 мм и более и канаты из проволоки диаметром 3,5 мм и более.

Группа III. Напрягаемая арматура для конструкций с предварительным напряжением в виде горячекатаных и термомеханически упрочненных стержней без нормированной стойкости против коррозионного растрескивания арматурной стали, а также высокопрочная арматурная проволока диаметром менее 3,5 мм и канаты из проволоки диаметром менее 3,5 мм.

Группа IV. Неметаллическая композитная арматура, в том числе высокомодульная (ВМ).

6.2.4 Распределение видов арматурной стали по группам и принципиальная возможность их применения в различных категориях условий эксплуатации приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – **Условия применения различных групп арматурных сталей**

Группа стали	Класс арматурной стали[1)]	Категория условий эксплуатации
I	А240, А300, А400, А500С$_{(гк)}$, А550В, А600, Ат600К, В-I, Вр-I А400С$_{(тм)}$, А500С$_{(тм)}$, А500С$_{(хд)}$, Ат600С	1, 2, 3 1, 2[2)], 3[2)]
II	Ат800К, Ат1000К В-II, Вр-II, К7, К19	1, 2, 3
III	А800, А1000, Ат800, Ат1000 В-II, Вр-II, К7, К19 – при диаметре проволок менее 3,5 мм	1, 2
IV	Неметаллическая композитная арматура	1,2,3

[1)] Значения индексов стержневых арматурных сталей:

«С» – стержневая свариваемая арматура (гк – горячекатаная, тм – термомеханически упрочненная, хд – холоднодеформированная);

«В» – стержневая арматура, упрочненная вытяжкой;

«Т» – стержневая арматура термомеханически упрочненная;

«К» – стержневая арматура термомеханически упрочненная, стойкая против коррозионного растрескивания.

[2)] В средне- и сильноагрессивной среде допускается к применению при экспериментальном обосновании.

Для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, предпочтительнее применять арматурные стали группы II.

6.2.5 В железобетонных конструкциях без предварительного напряжения, эксплуатируемых в среднеагрессивных и сильноагрессивных средах, допускается применение термомеханически упрочненной арматуры классов А400, А500, горячекатаной арматуры класса А500 и холоднодеформированной арматуры классов А500 и В500, выдерживающих испытания на стойкость против коррозионного растрескивания по ГОСТ 10884 и ГОСТ 31383 в течение не менее 40 ч. В агрессивных средах для армирования конструкций рекомендуется применять неметаллическую композитную арматуру, отвечающую требованиям нормативно-технической документации на нее.

6.2.6 В процессе поставки, транспортирования, хранения, производства работ с арматурной сталью, готовыми арматурными элементами (ненапрягаемыми и напрягаемыми), закладными изделиями, анкерными и соединительными устройствами

необходимо исключать попадание на их поверхность влаги, грязи, масел, агрессивных к стали веществ.

Арматурная сталь перед бетонированием не должна иметь коррозионных повреждений в виде слоистой ржавчины и язв. Допускается к применению ненапрягаемая арматура с легким налетом ржавчины (не более 100 мкм) и напрягаемая арматура с налетом ржавчины, легко удаляемым мягкой тканью.

Условия хранения напрягаемой арматуры, поставляемой без консервации и упаковки:

- для стержневой арматуры в ненапряженном состоянии – в закрытом помещении при относительной влажности воздуха не более 75 %;
- для бухт или мотков канатов и проволоки – на стеллажах в горизонтальном положении, исключая контакт с бетонным полом, и без многократного перемещения арматуры с холода в тепло;
- срок хранения в ненапряженном состоянии с момента изготовления арматуры до натяжения не более 12 мес, а в напряженном состоянии до антикоррозионной защиты для стержневой арматуры, проволоки, арматурных канатов из параллельных проволок – не более 30 сут; для канатов (К-7, К-19) при диаметре проволок $\geq 3,5$ мм – не более 15 сут.

Для напрягаемой арматуры, поставляемой с надежной консервационной защитой и в водонепроницаемой упаковке, при тех же условиях хранения, сроки хранения, включая напряженное состояние, могут быть пролонгированы.

6.2.7 В случае коррозионных повреждений и при нарушении указанных выше условий хранения арматурную сталь перед установкой в конструкцию проверяют на соответствие требованиям ГОСТ 12004 по следующим показателям: полному относительному удлинению при максимальной нагрузке; относительному удлинению после разрыва; относительному равномерному удлинению после разрыва; относительному сужению после разрыва; временному сопротивлению; пределу текучести (физическому); пределам текучести и упругости (условным); модулю упругости (начальному).

Непосредственно после натяжения и инъецирования высокопрочной арматуры выступающие за пределы анкеров отрезки проволок и канатов, включая их торцы и анкеры, надежно изолируют от попадания и миграции влаги внутрь каната.

6.3 Требования к конструкциям

6.3.1 Расчет железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций выполняют по соответствующим нормативным документам (раздел 2) с ужесточением некоторых требований, касающихся толщины защитного слоя бетона, категории требований к трещиностойкости, допустимой ширине непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин и т.п.

6.3.1.1 Наиболее подверженными коррозионным поражениям элементами железобетонных конструкций являются стальная арматура, стальные закладные детали и связи. Основные причины повреждений коррозионного характера связаны с наличием в окружающей среде или в бетоне железобетонных конструкций агрессивных к стали компонентов и потерей бетоном защитных свойств (карбонизации) по отношению к стали.

Защиту стальных элементов железобетонных конструкций от коррозии обеспечивает главным образом бетон защитного слоя. Сохранность стальной арматуры железобетонных конструкций в цементном бетоне в значительной степени обусловлена толщиной защитного слоя бетона и его непроницаемостью. Толщину защитного слоя

бетона определяют наименьшим расстоянием от поверхности конструкции до поверхности ближайшего арматурного элемента.

Для напрягаемой арматуры, размещаемой в закрытых каналах, защитный слой бетона определяют относительно поверхности канала.

Минимально допустимые значения защитных слоев бетона до арматуры, кроме предварительно напряженной арматуры, располагаемой в открытых и закрытых каналах железобетонных конструкций, приведены в таблице 6.3. Для конструкций с предварительным напряжением и неметаллической арматурой АСП, АБП минимальную толщину защитного слоя бетона и марку бетона по водонепроницаемости назначают по СП 28.13330.

При этом во всех случаях защитный слой бетона в конструкциях должен быть не менее значений, указанных в соответствующих нормативных документах по защите строительных конструкций от коррозии.

Таблица 6.3 – **Минимальные значения толщины защитного слоя бетона a_{3c} при марках бетона по водонепроницаемости W для бетонных и железобетонных конструкций**

Категория условий эксплуатации	Степень агрессивного воздействия среды	a_{3c}, мм, и марка бетона по водонепроницаемости[1] для арматурной стали группы		
		I	II	III
1	Неагрессивная	20 / W4	20 / W4	20 / W4
	Слабоагрессивная		25 / W4	25 / W6 ; 25 / W8[2]
2	Слабоагрессивная	25 / W4	25 / W6	25 / W8
	Среднеагрессивная	25 / W6	25 / W8	30 / W8
3	Сильноагрессивная	30 / W8	30 / W8	–

[1] Над чертой – значения толщины защитного слоя, под чертой – марка бетона по водонепроницаемости.

[2] Для проволоки и канатов при диаметре проволок менее 3,5 мм.

Для каналов диаметром 11 см защитный слой назначают не менее 50 мм. При диаметрах каналов свыше 11 см принимаемую толщину защитного слоя проверяют расчетом на силовые воздействия и давление раствора при инъецировании канала.

В конструкциях из монолитного бетона толщину защитного слоя увеличивают на 5 мм.

При применении самозаанкеривающейся оцинкованной арматуры или арматуры с защитой другими покрытиями протекторного действия, не снижающими сцепление арматуры с бетоном, толщина защитного слоя бетона может быть уменьшена на 5 мм.

Увеличение эффекта защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре достигают введением в бетон добавок-ингибиторов коррозии стали, которые усиливают защитное действие бетона.

Ингибиторы коррозии стали в бетоне применяют:

- в тонкостенных железобетонных конструкциях при малой толщине защитного слоя, когда есть опасность полной его карбонизации;

- при применении вяжущих с пониженными защитными свойствами;
- при воздействии хлоридных сред.

Для сталей, не склонных к коррозии под напряжением, можно рекомендовать в бетоны комплексные ингибиторы, изготовленные на основе нитрита натрия в сочетании с бурой, бихроматом натрия (калия), фосфатом натрия, нитрит-нитратом кальция, и другие ингибиторы, эффективность которых подтверждена экспериментально.

Подбор составов бетонов с ингибиторами коррозии стали, их дозировку и влияние на свойства бетонов, в том числе и на их коррозионную стойкость, необходимо осуществлять в специализированных организациях, имеющих документально подтвержденные полномочия на вид деятельность данного вида.

6.3.1.2 Напрягаемую арматуру сборных железобетонных конструкций с натяжением на бетон, как правило, располагают в закрытых каналах, образуемых, как правило, извлекаемыми каналообразователями из полимерных материалов.

При устройстве каналов с неизвлекаемыми каналообразователями рекомендуется применять неоцинкованные гибкие стальные рукава и гофрированные трубы из полимерных материалов (полиэтилен высокой плотности, полипропилен). Исключение оцинкованных каналообразователей вызвано опасностью наводороживания напрягаемой арматуры при контакте стали с цинковой поверхностью каналообразователей в результате образования коррозионных макропар, в которых стальная арматура служит катодом.

Неизвлекаемые каналообразователи из цельнотянутых стальных или полимерных труб допускается применять только на коротких участках в стыках между сборными блоками составных по длине пролетных строений и в местах перегибов и анкеровки напрягаемой арматуры.

Каналообразователи монолитных конструкций должны быть водонепроницаемыми по длине и сечению и иметь возможность создавать перегиб радиусом ≥ 4 м.

Внутреннюю поверхность стальных каналообразователей на время хранения и транспортирования рекомендуется защищать от коррозии с последующим удалением защитного состава. В качестве защиты можно использовать водорастворимую смазку типа СОЖ, удаляемую перед инъецированием, или другие материалы ингибирующего действия.

6.3.1.3 При расчете по предельным состояниям второй группы категорию требований к трещиностойкости и предельно допустимой ширине непродолжительного a_{crc1} и продолжительного a_{crc2} раскрытия трещин следует принимать:

- для элементов железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивной среде, по СП 28.13330 с учетом требований, приведенных в таблице 6.4.
- для элементов железобетонных конструкций мостов и труб, метрополитенов, тоннелей с учетом требований СП 35.13330, СП 120.13330 и СП 122.13330 соответственно.

При расчетах обделок открытого способа должны учитываться следующие требования:

- для железобетонных элементов перекрытий следует определять значения вертикальных прогибов и раскрытия трещин, при этом значение прогиба от воздействия постоянной и временной вертикальной нагрузок в пределах пролета не должно превышать $1/200L$ (L – длина расчетного пролета) при предельном значении длительного раскрытия отдельных трещин до 0,2 мм, кратковременного – до 0,3 мм;

Таблица 6.4 – **Категория требований к трещиностойкости и допустимая ширина раскрытия трещин**

Группа стали	Класс арматурной стали[3)]	Категория требований к трещиностойкости и предельно допустимая ширина раскрытия трещин $a_{crc}/(a_{crc2})$, мм, в зависимости от категории условий эксплуатации[1), 2)]			
		1	2		3
		При степени агрессивного воздействия среды			
		слабой		средней	сильной
I	A240, A300, A400, A500$_{(сг)}$ A550B, A600, Ат600К	– –	– –	3 0,15(0,1)	3 0,15(0,1)
	B-I, Bp-1 A400С$_{(тм)}$, A500С$_{(тм)}$, A500$_{(хд)}$, Ат600С	3 0,25 (0,2)	3 0,25 (0,2)	Допускается к применению при экспериментальном обосновании	
II	Ат800К, Ат1000К	3 0,25 (0,1)	3 0,1 (0,05)	2 0,1	2 0,05
	B-II, Bp-II, К7, К19	2 0,1	2 0,05	2 0,05	1
III	A800, A1000, Ат800, Ат1000	2 0,1	2 0,05	1	Не допускается к применению
	B-II, Bp-II, К7, К19 при диаметре проволок менее 3,5 мм	2 0,05	2 0,05	1	

[1)] Понятия категории требований к трещиностойкости, продолжительного и непродолжительного раскрытия трещин приведены в СП 28.13330.

[2)] Над чертой – категория требований к трещиностойкости; под чертой – допустимая ширина непродолжительного и продолжительного «в скобках» раскрытия трещин.

Обозначения см. в таблице 6.2.

- для железобетонных элементов стен следует определять значения горизонтальных прогибов и раскрытия трещин, при этом значение прогиба от воздействия постоянной и временной нагрузок для стен подземных сооружений не должно превышать 1/300, для стен рамп – 1/200H (H – расчетная высота стены) при предельном значении длительного раскрытия отдельных трещин до 0,3, кратковременного – до 0,4 мм.

При определении ширины непродолжительного раскрытия трещин допускается принимать ветровую нагрузку в размере 30 % нормативных значений, приведенных в СП 20.13330, за исключением конструкций, для которых ветровая нагрузка является определяющей (например, пилоны, ванты и др.).

Недопустимо образование продольных трещин от нормальных сжимающих напряжений в любых элементах конструкции.

Образование не силовых трещин, возникающих в условиях стесненной усадки бетона или в результате температурно-влажностных воздействий, должно быть минимизировано путем конструктивно-технологических мероприятий; ширина раскрытия поверхностных трещин не должна превышать значений регламентируемых СП 28.13330, СП 63.13330, СП 70.13330.

7 Требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций (вторичная защита)

7.1 Для предотвращения коррозионного разрушения бетона и железобетона конструкций подземных сооружений и коммуникаций, когда защита от коррозии не может быть обеспечена мерами первичной защиты, следует предусматривать применение вторичной защиты, заключающейся в нанесении на поверхность железобетонных конструкций защитного покрытия, ограничивающего или исключающего коррозионное разрушение конструкции при воздействии агрессивной среды.

7.2 Защиту поверхностей железобетонных конструкций следует назначать с учетом вида и особенностей защищаемых конструкций, технологии их изготовления, возведения, условий эксплуатации, в зависимости от вида и степени агрессивного воздействия среды, которую устанавливают по СП 28.13330.

7.3 Для защиты поверхностей железобетонных конструкций в зависимости от условий эксплуатации по среде следует предусматривать вторичную защиту, которую назначают в соответствии с 5.6.3 СП 28.13330 и ГОСТ 31384.

7.4 Выбор способа защиты должен быть осуществлен на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом заданного срока службы и минимума приведенных затрат, включающих в себя расходы на возобновление защиты, текущий и капитальный ремонты конструкций и другие, связанные с эксплуатацией затраты.

7.5 Защиту от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций должны осуществлять с учетом требований СП 112.13330 по пределу огнестойкости и пожарной опасности. Выбор антикоррозионных материалов должны осуществлять с учетом их пожарно-технических характеристик (пожарной опасности) и совместимости с огнезащитными материалами.

7.6 Защиту от коррозии поверхностей железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций следует назначать, исходя из условия возможности возобновления защитных покрытий. Для железобетонных конструкций, вскрытие и ремонт которых в процессе эксплуатации практически исключен, необходимо применять материалы, обеспечивающие защиту конструкций на весь период эксплуатации.

7.7 В проектно-технической документации на железобетонные конструкции, для которых предусматривают вторичную защиту от коррозии, следует указывать требования:

- к защищаемой поверхности бетона (шероховатость, прочность, чистота, допускаемая влажность в момент нанесения покрытия и т.д.);
- к форме защищаемого конструктивного элемента и к твердости его поверхностного слоя с определением допустимого раскрытия трещин;
- к материалам защитного покрытия с учетом возможного их взаимодействия с материалом конструкции;
- к системам защитных покрытий;
- к совместной работе материала конструкций и защитного покрытия в условиях переменных температур;
- к нанесению систем защитных покрытий;
- к контролю качества систем защитных покрытий, периодичности осмотра состояния конструкций и восстановлению их защиты;

- к установке технических устройств для инструментального мониторинга за скоростью коррозии;

- к безопасности и охране окружающей среды.

Рабочие чертежи антикоррозионной защиты бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.513.

7.8 В соответствии с СП 28.13330 установлены следующие нормируемые показатели для оценки поверхностного слоя бетона перед нанесением систем защитных покрытий:

- класс нормируемой шероховатости;
- предел прочности поверхностного слоя на сжатие;
- допускаемая щелочность;
- влажность поверхностного слоя;
- отсутствие повреждений и дефектов;
- отсутствие острых углов и ребер у поверхности;
- отсутствие на поверхности загрязнений (масляных пятен, пыли, цементного молочка и др.).

7.9 Подготовленная бетонная поверхность в зависимости от вида наносимого защитного покрытия должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице А.1 (приложение А).

Прочность поверхностного слоя на сжатие должна быть не менее 15 МПа для бетона и не менее 8 МПа для цементно-песчаного слоя.

Влажность бетона в поверхностном слое толщиной 20 мм должна быть:

- при применении материалов на органической основе – не более 4 % (на поверхности не должно быть пленочной влаги, поверхность бетона должна быть на ощупь воздушно-сухой);

- при применении материалов на водной основе – не более 10 %.

При применении материалов на цементной основе влажность бетона в поверхностном слое не нормируют.

7.10 Материалы для вторичной защиты изготавливают в соответствии с требованиями нормативной и технической документации на материал конкретного вида, по рецептурам и технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке.

Материалы, применяемые для защиты поверхностей железобетонных конструкций, поставляют с сопроводительными документами (паспортом или сертификатом), содержащими следующие сведения: наименование и марка материала, наименование фирмы поставщика, наименование технических условий и основные показатели качества, дата изготовления, сертификат соответствия.

7.11 Лакокрасочные материалы, применяемые для систем защитных покрытий в строительстве (краски, эмали, лаки, грунтовки, шпатлевки), должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52491 и их следует контролировать по основным нормируемым показателям: условной вязкости, массовой доле нелетучих веществ, времени высыхания, укрывистости, эластичности при изгибе, прочности при ударе, твердости и адгезии.

7.12 Мастичные материалы, применяемые для систем защитных и гидроизоляционных покрытий, должны соответствовать требованиям ГОСТ 30693 и их следует контролировать по основным нормируемым показателям: динамической вязкости, пределу прочности при разрыве, относительному удлинению при разрыве,

времени отверждения (жизнеспособности), гибкости, водонепроницаемости, адгезии, биостойкости.

7.13 Рулонные материалы, применяемые для защитных и гидроизоляционных покрытий, должны соответствовать требованиям ГОСТ 30547 и их качество необходимо контролировать по основным нормируемым показателям: прочности на разрыв, относительному удлинению при разрыве, гибкости, температуроустойчивости, водопоглощению, водонепроницаемости.

7.14 Системы покрытий в соответствии с их защитными свойствами подразделяют на четыре группы. Требования к выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации конструкций приведены в таблице А.2 (приложение А), защитные свойства групп покрытий повышаются от первой к четвертой.

7.15 Железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций в зависимости от условий эксплуатации подразделяют на три категории (категории условий эксплуатации), в соответствии с которыми назначают группу защитных покрытий.

Принадлежность элементов конструкции к категории условий эксплуатации и группы защитных покрытий приведены в таблице А.3 (приложение А).

7.16 Критериями пригодности защитных покрытий и систем, предназначенных для антикоррозионной защиты поверхностей железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций, являются:

- стойкость в среде эксплуатации и в окружающей среде;
- стойкость к щелочной среде бетона;
- повышенная адгезия с бетоном и сцепление между отдельными слоями системы защитных покрытий;
- высокая водонепроницаемость;
- низкая проницаемость для углекислого газа (CO_2);
- отсутствие охрупчивания при низких температурах;
- положительные результаты опытного нанесения защитного покрытия на натурный фрагмент строительных конструкций;
- максимальный срок службы системы защитного покрытия.

7.17 Значения показателей качества систем защитных покрытий бетона должны быть установлены в нормативных или технических документах на конкретную систему защиты, а также в проектной документации на конкретные объекты и могут подвергаться проверочным испытаниям в аккредитованных лабораториях в соответствии с ГОСТ 31383.

Значение прочности сцепления систем защитных покрытий с поверхностью бетона должно быть не менее 1,5 МПа.

Для конструкций, деформации которых сопровождаются раскрытием трещин, следует предусматривать трещиностойкие системы покрытий, выдерживающие без разрушения ширину раскрытия трещины в бетоне не менее 0,3 мм.

7.18 Виды лакокрасочных тонкослойных систем покрытий (толщиной до 250 мкм), предназначенных для антикоррозионной защиты поверхностей железобетонных конструкций, приведены в таблице Б.1 (приложение Б).

Виды лакокрасочных толстослойных, комбинированных, пропиточно-кольматирующих систем защитных покрытий приведены в таблице Б.2 (приложение Б).

7.19 Наружные боковые поверхности железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций, а также ограждающих конструкций подвальных

помещений (стен, полов), подвергающихся воздействию агрессивных грунтовых вод, защищают, как правило, мастичными, оклеечными или облицовочными покрытиями.

Боковые поверхности подземных сооружений и коммуникаций бетонных и железобетонных конструкций, контактирующих с агрессивной грунтовой водой или грунтом, следует защищать с учетом возможного повышения уровня грунтовых вод и их агрессивности в процессе эксплуатации сооружения.

Требования к изоляции различных типов приведены в ГОСТ 31384, таблица Д.3 (приложение Д), виды и варианты защитных покрытий и пропиток фундаментов – в таблице В.1 (приложение В) настоящего свода правил.

7.20 Для защиты бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций наряду с защитными покрытиями следует предусматривать устройство гидроизоляции, стойкой к воздействию агрессивной среды.

Примеры гидроизоляционных битумных и битумно-полимерных материалов, наплавляемых и приклеиваемых на мастиках, приведены в таблице Г.1 (приложение Г), гидроизоляционных мастик – в таблице Г.2.

7.21 Критериями пригодности гидроизоляционных материалов и систем для железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций являются:

- обеспечение необходимой водонепроницаемости;
- восприятие постоянного и периодического гидростатического давления в заданных пределах;
- сохранение гидроизоляционных свойств в зоне периодического намокания-высыхания;
- сохранение гидроизоляционных свойств при удлинении в местах раскрытия трещин на поверхности изолируемых конструкций;
- сохранение гидроизоляционных свойств при удлинении в деформационных швах между изолируемыми конструкциями;
- сохранение гидроизоляционных свойств при восприятии постоянного и временного давления от воздействия конструкций;
- устойчивость к смещающим нагрузкам и воздействиям;
- возможность сохранять свои свойства в заданном температурном диапазоне;
- устойчивость к воздействию агрессивной среды (воды, грунта);
- долговечность с учетом расчетного срока эксплуатации подземного сооружения;
- морозостойкость;
- биологическая стойкость;
- химическая совместимость с другими типами применяемых средств защиты, материалами изолируемых конструкций.

Гидроизоляцию следует проектировать в виде неразрывного замкнутого контура.

7.22 Работы по нанесению систем защитных и гидроизоляционных покрытий на поверхность железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций следует выполнять после окончания всех предшествующих строительно-монтажных работ, в процессе проведения которых защитное покрытие может быть повреждено.

Нанесение систем защитных и гидроизоляционных покрытий проводят согласно техническим условиям на материалы и системы покрытий и технологическому регламенту на конкретный объект, разработанным и утвержденным в установленном порядке.

7.23 Для обеспечения качества систем защитных покрытий при выполнении работ по вторичной защите должен быть организован многоступенчатый контроль со

стороны соответствующих служб и исполнителей работ. Виды и порядок проведения контроля приведены в таблице Д.2 (приложение Д).

Критерии оценки качества защитных покрытий и методы проверки показателей качества приведены в таблице Д.1 (приложение Д).

7.24 Контроль качества должны осуществлять на всех этапах подготовки и выполнения работ по антикоррозионной защите с составлением соответствующих подтверждающих документов утвержденной формы. При выполнении работ по антикоррозионной защите в условиях строительно-монтажной площадки подлежат контролю все этапы подготовки окрашиваемой поверхности под нанесение защитных материалов, климатические условия при проведении работ, минимальная, максимальная, средняя толщина системы покрытия и число измерений на конструкции, время сушки покрытия и т.п. с занесением необходимых показателей в журнал проведения антикоррозионных работ, форма которого приведена в таблице Д.3.

7.25 После завершения всех работ по нанесению вторичной защиты следует проводить освидетельствование и приемку систем защитных и гидроизоляционных покрытий в целом с оформлением соответствующего акта, форма которого приведена в приложении Д.

7.26 По завершении работ по нанесению вторичной защиты следует проводить установку технических устройств для инструментального мониторинга скорости коррозии, их освидетельствование и приемку.

8 Защита от коррозии поверхностей стальной арматуры, закладных деталей и связей

8.1 Защита поверхностей ненапрягаемой и напрягаемой арматуры должна предусматриваться на предэксплуатационный период (временная защита) и на весь эксплуатационный срок (постоянная защита).

Выбор способа постоянной или временной защиты должен быть строго обоснован для каждого конкретного случая.

8.2 Временную защиту применяют, как правило, для напрягаемой арматуры, предназначенной для натяжения на бетон, и рассчитывают на период от момента изготовления до момента инъецирования канала с арматурным элементом. Наиболее эффективными являются три направления временной защиты:

- обработка поверхности арматурных элементов специальными водорастворимыми жировыми ингибированными смазками, образующими мономолекулярную пленку, удаляемую водой или водощелочными растворами непосредственно перед инъецированием. Смазку наносят на арматуру на предприятии-изготовителе или у поставщика. Срок действия защиты до 1 года;

- деаэрация каналов с напряженной арматурой, выполняемая путем заполнения герметизированных каналов инертным газом, например, азотом. Срок действия такой защиты составляет 3–4 месяца, с возможным его продлением путем дополнительной поддувки инертного газа;

- заполнение каналов с напрягаемой арматурой (до или после натяжения) летучим ингибитором (жидким или порошкообразным на носителе).

8.3 Постоянную защиту осуществляют, как правило, покрытиями, наносимыми на поверхность стержневой арматуры, отдельных проволок или канатов на предприятии-изготовителе арматуры, заводе спецконструкций или на строительной площадке.

При соблюдении требований первичной защиты самозаанкеривающаяся в бетоне арматура достаточно надежно защищена и не требует выполнения поверхностной защиты. Для усиления мер защиты или при ее недостаточности возможно применение защиты поверхностей стальных элементов.

Основные требования, которым должна соответствовать постоянная защита арматуры и элементов стальных закладных деталей следующие:

- обеспечение надежной защиты от коррозии арматурной стали на весь срок ее работы при сохранении физико-механических свойств арматуры;
- равномерность покрытия по длине и сечению;
- хорошая адгезия к поверхности стали при обеспечении надлежащего сцепления самозаанкеривающейся арматуры с бетоном;
- обеспечение непроницаемости для жидкости и газа в течение всего срока защиты;
- термостойкость в диапазоне температур плюс 50 °С – минус 50 °С;
- эластичность и трещиностойкость покрытия, обеспечивающая возможность вытяжки при натяжении, перегиба арматуры при установке в проектное положение в конструкции, а также для намотки в бухту диаметром не более 2,0 м;
- абразивная стойкость покрытия напрягаемой арматуры, обеспечивающая ее сохранность при заводке в каналы и натяжении.

Протекторную защиту стальной арматуры, имеющей сцепление с бетоном, обеспечивают нанесением на ее поверхность слоя цинка (толщиной 50–60 мкм) методом горячего цинкования.

Барьерную защиту осуществляют порошковыми полимерными покрытиями (ППП), наносимыми в электростатической камере с полимеризацией при температуре около 200 °С. Для арматуры, имеющей сцепление с бетоном, применяют полимерные покрытия на основе эпоксидной смолы, а для арматуры, не имеющей сцепления с бетоном, – на основе полиэтилена.

8.4 Закладные детали железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций предназначены для стыковки конструкций между собой, организации температурно-деформационных швов, крепления элементов обустройства, как правило, выполняют в виде стержневых (заанкериваемых или забуриваемых в бетон) и листовых элементов, закладных и забуриваемых метизов (болтов, шпилек, гаек).

8.5 Закладные детали и соединительные элементы, эксплуатирующиеся на открытом воздухе, предпочтительно изготавливать из коррозионно-стойких видов сталей.

8.6 Все необетонируемые стальные закладные детали при любых условиях эксплуатации по среде, а также детали, располагающиеся в обетонируемых стыках, узлах сопряжений и деформационных швах, подвергающихся воздействиям агрессивных сред, подлежат защите от коррозии.

8.7 Необходимость защиты стальных закладных деталей и соединительных элементов, а также выбор методов защиты от коррозии определяют условиями воздействия окружающей среды, в которой функционируют элементы связей в процессе эксплуатации железобетонных конструкций.

8.8 Толщины стальных элементов закладных деталей и связей (лист, полоса, профиль), подвергающихся коррозионным воздействиям, должны быть не менее 8 мм, а арматурных стержней – не менее 12 мм.

8.9 Закладные детали и соединительные элементы из обычных сталей без защитных покрытий должны быть защищены слоем бетона. Бетон должен иметь марку по водонепроницаемости не ниже, чем в стыкуемых конструкциях.

8.10 Защиту от коррозии поверхностей необетонируемых стальных закладных деталей и соединительных элементов сборных и монолитных железобетонных конструкций, эксплуатирующихся на открытом воздухе, которые подвержены воздействию атмосферных осадков и агрессивных газов осуществляют:

- цинковыми покрытиями, наносимыми методами горячего или холодного цинкования или газотермического напыления;
- комбинированными покрытиями (лакокрасочными по металлизированному слою).

Примечания

1 Холодное цинкование представляет собой защиту от коррозии цинконаполненными композициями, наносимыми на поверхность металла методами, используемыми для лакокрасочных материалов: способами пневматического или безвоздушного распыления, окунанием, кистью, валиком.

2 Возможно применение отсутствующих в СП 28.13330 современных отечественных и зарубежных лакокрасочных материалов для защиты стали при надлежащем обосновании их стойкости к атмосферным воздействиям городской среды и совместимости с рекомендованными металлическими защитными покрытиями.

8.11 Защиту от коррозии поверхностей необетонируемых стальных закладных деталей и соединительных элементов сборных и монолитных железобетонных конструкций в зависимости от их назначения и условий эксплуатации следует проводить по СП 28.13330.

8.12 Закладные детали и соединительные элементы, выходящие наружу, предназначенные только для монтажа конструкций, допускается не защищать от коррозии при лакокрасочном покрытии поверхностей.

Лакокрасочное покрытие допускается не наносить на участки закладных деталей и соединительных элементов, обращенные друг к другу плоскими поверхностями (типа листовых накладок), если их сваривают герметично по всему контуру.

8.13 Покрытия, наносимые гальваническим методом, методами горячего, холодного цинкования и газотермическим напылением должны быть толщиной не менее 30 мкм, 50 мкм, 60 мкм, 100 мкм соответственно.

8.14 Участки защитных покрытий, нарушенные при монтаже и сварке, а также сварной шов, должны быть защищены повторно путем нанесения на поверхности тех же самых или равноценных составов покрытий требуемой толщины.

9 Защита от коррозии элементов конструкций в узлах сопряжений и деформационных швах

9.1 Систему защиты конструкций в узлах сопряжения и их герметизацию выбирают в зависимости от вида (типа) стыка. При разработке системы защиты следует рассматривать, как минимум, три основных вида соединений элементов конструкции:

- узлы сопряжения (стыки) элементов сборных конструкций;
- швы сопряжения элементов монолитных конструкций и «холодные» швы бетонирования;
- сопряжения элементов сборных и монолитных конструкций, обустраиваемые в виде деформационных швов, температурно-усадочных и осадочных.

Конструкцию системы защиты выполняют в виде уплотнения зазора между сопрягаемыми элементами конструкции и его изоляции с целью исключения попадания агрессивных веществ в тело конструкции и внутрь защищаемого пространства.

9.1.1 В конструктивных решениях по уплотнению и защите стыковых соединений необходимо учитывать два важных момента:

- стыковое соединение должно обладать необходимой эластичностью, так как в любом соединении реализуется определенная часть деформаций сооружения;
- стыковое соединение должно иметь, как минимум, две ступени защиты, так как ремонтопригодность этих узлов невысокая.

9.1.2 Для защиты узлов сопряжений (стыков) элементов сборных конструкций (балок и ригелей, подпорных стенок, плит покрытий, лотков, и т.п.) могут быть применены следующие способы и приемы изоляции и уплотнения:

- заполнение зазора узла сопряжения безусадочным или расширяющимся составом на минеральном вяжущем;
- изоляция узла сопряжения (стыкового соединения) на поверхности конструкции эластичным материалом на минеральном вяжущем с дополнительным армированным защитным покрытием;
- изоляция узла сопряжения (стыкового соединения) эластичной полимерной гидроизоляционной лентой, монтируемой на поверхности конструкции с помощью специального клеевого состава;
- уплотнение зазора узла сопряжения специальным пенополиуретановым составом, нагнетаемым в уплотняемый зазор через устанавливаемые инъекционные устройства;
- установка в зазор узлов сопряжения специальных уплотняющих прокладок.

9.1.3 Основой системы защиты узлов сопряжения (стыков) сборных конструкций является обязательное заполнение зазора между сборными элементами раствором на минеральном вяжущем, с последующим уплотнением (чеканкой). Заполнение зазора выполняют на всю его глубину.

9.1.4 Для заполнения зазоров между сборными железобетонными элементами могут быть применены безусадочные или расширяющиеся полимерцементные материалы, обладающие адгезией к поверхности бетона не менее 1,5 Н/мм^2.

Перед нанесением полимерцементного материала, для улучшения его адгезии к бетону, сопрягаемые поверхности стыкуемых элементов рекомендуется обработать праймером или связующим составом.

9.1.5 Заполнение зазоров между сборными элементами можно выполнять специальными инъекционными составами на цементной основе с высокими показателями текучести (не ниже П3), быстрыми сроками схватывания и высокими прочностными характеристиками (не ниже В25), а также обладающими способностью к расширению или отсутствием усадки при твердении.

9.1.6 Для дополнительного уплотнения зазора между сборными железобетонными элементами целесообразно применять пенополиуретановые составы. Эти составы, благодаря низкой исходной вязкости и значительному увеличению в объеме при полимеризации, обладают очень высокой проникающей способностью при уплотнении зазоров, скрытых полостей и других неплотностей.

В отвержденном виде пенополиуретановые материалы имеют достаточную механическую прочность, высокую химическую стойкость. Отдельные виды материалов обладают эластичностью после отверждения.

9.1.7 Для нагнетания с целью уплотнения зазоров можно применять как однокомпонентные, так и двухкомпонентные составы. Пенополиуретановые составы нагнетают в уплотняемый зазор через систему линейных инъекторов или через одиночные инъекторы-пакеры.

9.1.8 Линейные инъекторы, представляющие собой протяженную систему из основной инъекционной трубки с полупроницаемой оболочкой и подающих трубок, устанавливают в зазор между элементами обделки при его заполнении составами на минеральном вяжущем.

Нагнетание выполняют после набора бетоном обделки необходимой прочности. Инъектируемый состав нагнетают в уплотняемый зазор через подающие трубки. После отверждения проинъектированного пенополиуретанового состава подающие трубки должны быть удалены и оставшиеся отверстия заполнены соответствующим составом.

9.1.9 При уплотнении зазоров инъектированием пенополиуретановых составов через инъецирующие пакеры, вначале бурят отверстия для монтажа пакеров. Отверстия бурят под углом 30° – 45° к поверхности конструкции диаметром, соответствующим диаметру устанавливаемого пакера. Отверстия располагают на расстоянии 1/2 толщины бетонной конструкции от уплотняемого зазора. Глубина отверстия составляет не более 2/3 толщины конструкции с обязательным условием подсечения уплотняемого зазора.

В пробуренные отверстия устанавливают пакеры, через которые выполняют инъектирование пенополиуретановых составов для уплотнения стыковых соединений.

После полимеризации проинъектированного пенополиуретанового состава пакеры должны быть демонтированы, а оставшиеся отверстия заполнены соответствующим составом.

9.1.10 Изоляцию узла сопряжения (стыкового соединения) на поверхности конструкции следует выполнять эластичным полимерцементным материалом. Двухслойное гидроизоляционное покрытие из подобного материала толщиной 2–2,5 мм способно воспринимать деформации конструкции до 0,5 мм. При армировании гидроизоляционного покрытия специальной щелочестойкой полимерной сеткой значение воспринимаемых деформаций увеличивается в 2–2,5 раза. Применяемый для этих целей эластичный гидроизоляционный полимерцементный материал должен обладать относительным удлинением не менее 30 % и адгезией к бетону не ниже 1,0 Н/мм^2. Требуемые характеристики достигают применением специальных материалов на минеральном вяжущем, для приготовления которых применяют не воду, а специальную жидкость затворения.

Такая изолирующая система, обустроенная на поверхности железобетонной конструкции, устойчива к давлению воды 1–1,5 атм.

9.1.11 При изоляции стыковых соединений сборных конструкций, где необходима устойчивость к бóльшему давлению воды, следует применять гидроизоляционные ленты.

Применяемые для этих целей гидроизоляционные ленты изготавливают из полимерных материалов, преимущественно из пластифицированного поливинилхлорида. Их толщина 1–2 мм и относительное удлинение до 400 %.

Ленты монтируют на поверхность бетона с помощью клеевого состава на эпоксидной или другой основе. При такой системе изоляции стыковое соединение устойчиво к давлению воды > 7 атм, а его деформативность зависит от ширины неприклеенного участка ленты и ее эластомерных характеристик.

9.1.12 В особых случаях, когда на торцах стыкуемых элементов сборных конструкций есть специальные углубления и когда при монтаже стыкуемые элементы

конструкции подлежат обжатию, можно применять специальные водонабухающие или эластичные уплотнительные прокладки.

Прокладки устанавливают в углубления перед сборкой элементов конструкции и после их обжатия при монтаже уплотняют стыковое соединение.

9.1.13 В конструкциях из монолитного железобетона защите и уплотнению подлежат «холодные» швы бетонирования, швы сопряжения в стыковых соединениях между элементами, например, «колонна-ригель», «стенка-стенка», «колонна или стенка-плита основания» и т.п.

9.1.14 Систему защиты «холодных» швов бетонирования и швов сопряжения выполняют в виде уплотнения швов в теле бетонной конструкции и дополнительной изоляции швов на поверхности. Для реализации этого решения могут быть применены следующие способы:

- расшивка швов и их чеканка (уплотнение) составами на минеральной основе;
- уплотнение швов пенополиуретановыми составами;
- установка уплотняющих прокладок и гидротехнических шпонок;
- изоляция швов на поверхности эластичными составами на минеральном вяжущем с дополнительным армированием;
- изоляция швов на поверхности гидроизоляционными лентами.

9.1.15 Расшивку швов выполняют на глубину и в ширину минимум 20 мм. Профиль расшитой полости должен быть ровным, без наплывов по краям и не V-образной формы. По возможности, профиль расшитой полости должен быть выполнен в виде «ласточкиного хвоста».

Расшитая полость подлежит заполнению безусадочными или расширяющимися материалами и композициями на цементной основе. Требования к этим материалам приведены выше.

9.1.16 Уплотнение швов с помощью пенополиуретановых составов проводят через систему линейных инъекторов или пакеров, аналогично уплотнению зазоров стыковых соединений сборных конструкций. Единственным отличием является то, что при применении системы линейных инъекторов, их устанавливают не в зазор между сборными элементами, а монтируют непосредственно на сопрягаемую торцевую поверхность конструкции перед укладкой бетона стыкуемой части сооружения.

9.1.17 Уплотнение швов монолитных конструкций может быть выполнено за счет установки уплотнительных прокладок и гидротехнических шпонок.

В качестве уплотнительных прокладок следует использовать расширяющиеся водоупорные прокладки. При выборе водоупорной прокладки нужного типа следует учитывать:

- размеры сооружения;
- ожидаемую (возможную) ширину раскрытия шва;
- возможные осадки и деформации конструкций;
- прогнозируемые давление воды и уровень грунтовых вод;
- химическую агрессивность воды.

Монтаж прокладок при их установке между сопрягаемыми элементами осуществляют с помощью специального клея или сетки и дюбелей.

Прокладки такого типа за счет расширения при сорбировании воды и, соответственно, увеличения в объеме, способны уплотнять швы шириной до 5 мм при воздействии гидростатического давления воды до 5 атм. Для обеспечения этих требований, расширяющиеся водоупорные прокладки должны увеличиваться в объеме

не менее чем на 150 %. При этом минимальная толщина защитного слоя бетона над прокладкой должна быть не менее 80 мм.

9.1.18 Помимо прокладок, для уплотнения швов могут быть применены гидроизоляционные (гидротехнические) шпонки различных типов.

Гидроизоляционные шпонки для уплотнения подобных швов в монолитных конструкциях изготавливают в виде профилированной ленты переменной или одинаковой толщины, с анкерными элементами, а в ряде случаев и специальный элемент в центральной части шпонки. Анкерные элементы шпонок могут быть расположены как с обеих сторон, так и с одной стороны шпонки.

При двухстороннем расположении анкерных элементов шпонку в процессе монтажа устанавливают в тело бетона и фиксируют к арматурному каркасу. Шпонку с односторонним расположением анкерных элементов монтируют на поверхности бетонной конструкции и перед бетонированием фиксируют к элементам опалубки.

Возможные деформации конструкции, реализующиеся в швах, воспринимаются или специальным центральным элементом шпонки, или за счет высоких эластомерных характеристик материала шпонки.

Гидроизоляционные шпонки изготавливают из резины, как правило, на основе ЭПДМ или на полимерной основе из пластифицированного поливинилхлорида. Материалы обоих видов обладают высокими эксплуатационными характеристиками и обеспечивают надежную изоляцию швов.

Место установки шпонки назначают в конструкторской документации с соблюдением обязательного требования по созданию неразрывного контура шпонки на всем протяжении отдельного шва конструкции.

Для стыковки отдельных отрезков шпонок или изготовления фасонных элементов можно применять специальные клеи или вулканизацию. Фасонные элементы шпонок (угловые, Т-образные и т.п.) рекомендуется применять заводского изготовления, что повышает качество системы уплотнения швов.

9.1.19 Изоляция швов на поверхности конструкции, как в случае применения эластичных составов на минеральном вяжущем, так и в случае применения гидроизоляционных лент, аналогична способам для конструкций из сборных элементов.

9.2 В деформационных швах в качестве компенсаторов рекомендуется использовать оцинкованную, нержавеющую или гуммированную сталь.

9.2.1 Систему защиты деформационных швов выбирают в зависимости от назначения шва и ожидаемого значения деформации, реализующейся в рассматриваемом шве. Основными причинами проявления деформаций в сооружении являются нагрузки и воздействия (виды и классификация их изложены в СП 20.13330), колебания температуры и усадка бетона.

9.2.2 В зависимости от значения и сочетания однократных нагрузок с учетом температурно-усадочных воздействий назначают исходные параметры деформационного шва.

9.2.3 В зависимости от интенсивности воздействия на элементы конструкции многократных нагрузок и с учетом необратимых изменений в конструкции от однократных воздействий подбирают эксплуатационные параметры деформационного шва.

9.2.4 Применительно к конкретным условиям рассматриваемого сооружения выполняют расчеты с определением основных параметров деформационного шва – расстояния между деформационными швами и значения зазора самого шва. Расчетные

формулы, порядок и условия выполнения расчетов должны быть приведены в соответствующей документации.

9.2.5 Без проведения расчетов, в первом приближении, максимальное расстояние между деформационными швами следует выбирать по таблице 9.1.

Таблица 9.1 – **Максимальные расстояния между деформационными швами**

Вид сооружения или конструкции	Расстояние между деформационными швами, м, в конструкциях	
	подвергающихся атмосферному воздействию	не подвергающихся воздействию атмосферы или подземных вод
Сборные конструкции из бетона	30	40
Сборные железобетонные плоские конструкции	30	50
Монолитные конструкции из неармированного бетона	10	20
Монолитные конструкции из железобетона	20	30
Монолитные железобетонные плоские конструкции и предварительно напряженные объемные конструкции из плоских элементов	25	40
Подпорные стенки: - неармированные - армированные	 9 18	 12 24
Парапетные стенки: - неармированные - армированные	3 6	
Бетонная подготовка: - неармированная - армированная	1,5–6 3–9	

Указанные в таблице 9.1 значения являются максимально допустимыми расстояниями между деформационными швами, воспринимающими циклические воздействия от изменения температуры. В случае, когда конструкция подвержена иным нежелательным воздействиям, указанные расстояния должны быть уменьшены, а возможные деформации учтены при расчете параметров шва.

9.2.6 Значение основного элемента деформационного шва – зазора шва, зависит главным образом от расстояния между деформационными швами и поэтому, в первом приближении без проведения расчетов, можно пользоваться данными таблицы 9.2, где минимальное значение зазора деформационного шва выражено в виде отношения к расстоянию между деформационными швами.

При выборе значения зазора деформационного шва следует придерживаться требования, что он должен как минимум в четыре раза превышать прогнозируемую деформацию. С учетом этого требования различают деформационные швы малых перемещений – до 25 % и больших перемещений – > 25 % значения зазора шва.

В зависимости от места расположения уплотнительных элементов в полости шва их подразделяют на контурные (расположенные на поверхности конструкции) и мидельные – расположенные в средней части шва по толщине конструкции.

Таблица 9.2 – **Ширина деформационных швов для бетонных и железобетонных конструкций**

Тип конструкции	Элемент конструкции	Минимальное значение зазора шва по отношению к расстоянию между швами
Железобетонные и бетонные	Стены, конструкция покрытия с теплоизоляцией	1/1500
	Конструкция покрытия без теплоизоляции	1/1000
	Подземные сооружения	1/1000
Бетонная подготовка	Бетон лотков, коллекторов	1/300

9.2.7 В качестве уплотнителей деформационных швов следует использовать:

- герметики – для контурного уплотнения деформационных швов малых перемещений;
- гидроизоляционные ленты – для контурного уплотнения деформационных швов любых перемещений;
- гидроизоляционные шпонки и профили – для контурного и мидельного уплотнений деформационных швов любых перемещений;
- компрессионные уплотнители.

Эксплуатационные характеристики герметиков весьма ограничены и поэтому подобные материалы могут применять только в узких швах с размером зазора до 25 мм. Допустимая деформация сооружения, которую могут воспринимать отдельные виды герметиков, приведена в таблице 9.3.

9.2.8 Максимально допустимые деформации герметика должны быть не менее максимальных перемещений шва.

Таблица 9.3 – **Допустимые значения растяжения/сжатия для некоторых видов герметиков для заполнения швов**

Вид герметика для заполнения швов	Допустимые значения растяжения/сжатия, % от ширины шва	Примечание
Мастики (полибутилены, полиизобутилены)	3	Неотверждаемые в своей массе
Термопласты: - горячего отверждения (битумы) - холодного отверждения (резино-битумы, бутил-каучук)	 5 7	 Отверждение при охлаждении. Отверждение при испарении растворителя или разрушении эмульсий под воздействием воздуха
Термореактопласты (винилацетаты, полисульфиды, эпоксиды, полиуретаны)	25	Химическое отверждение
Силиконы	25–50	Вулканизация на воздухе

Улучшение условий работы герметиков при уплотнении деформационных швов может быть достигнуто выполнением так называемых Т-образных швов или обеспечением наиболее целесообразного значения коэффициента формы шва. При выполнении Т-образного шва должно быть обеспечено условие, когда длина деформирующегося элемента, выполненного из герметика, должна быть много больше изолируемого зазора шва.

9.2.9 Коэффициент формы деформационного шва определяют отношением глубины герметика в шве к его ширине, т.е. к значению зазора деформационного шва. Когда коэффициент формы для герметика в шве равен или меньше единицы, обеспечены наилучшие условия реализации его эластомерных характеристик.

Наилучшие условия эксплуатации с минимальными значениями напряженно-деформационного состояния уплотнительного материала достигают при предельном значении коэффициента формы, стремящемся к нулю. При таком состоянии реализуются предельные деформативные и упруго-пластические свойства уплотнительного материала. Конструктивно возможность обеспечить такие условия уплотнения зазора может быть достигнута, например, при условии предельного уменьшения толщины уплотнительного материала, когда значение этой величины стремится к нулю. Такой вариант уплотнения деформационного шва можно рассматривать как обустройство уплотнения зазора шва тонкими мембранами, например, гидроизоляционными лентами различного рода.

9.2.10 В системе уплотнения лента может быть смонтирована как по внешнему контуру зазора шва, так и с его внутренней стороны. В общей системе защиты конструкции лента может стыковаться с наружной гидроизоляционной мембраной, образуя с ней неразрывный замкнутый контур, либо располагаться под контуром наружной гидроизоляционной мембраны конструкции. В зазоре шва находится только тонкая полоса ленты, обеспечивающая наименьший, наилучший коэффициент формы. Кроме того, ленту можно смонтировать в зазоре шва с формированием петли-компенсатора, что существенно повышает надежность системы уплотнения шва, так как вначале при деформациях конструкции выбирают «слабину» ленты, и только после полного растяжения ленты, при значительных перемещениях, начинают реализовывать деформативные (упруго-эластичные) характеристики материала ленты.

9.2.11 При конструктивном решении и обустройстве уплотнения швов с помощью гидроизоляционных лент с петлей-компенсатором длина петли должна составлять $\approx 1/3$ ширины ленты, а оставшиеся 2/3 ширины ленты применяют для монтажа на сопрягаемые элементы конструкции, по 1/3 на каждую сторону.

9.2.12 Одним из наилучших вариантов уплотнения зазоров деформационных швов является вариант с применением гидротехнических шпонок.

Гидротехнические шпонки для деформационных швов, как правило, в своей центральной части, имеют специальный элемент или сочетание нескольких элементов, которые после установки шпонки располагаются в зазоре шва и воспринимают все возможные деформации, которые в нем реализуются. Форма этого деформирующегося элемента может быть самой различной – круглой, овальной, квадратной, в виде симметричного многоугольника, U-образной и т.п.

Способность к восприятию деформаций в шве в основном зависит от конфигурации и геометрических размеров центрального элемента гидротехнической шпонки. Поэтому тип шпонки для конкретного деформационного шва выбирают по соответствию технических характеристик шпонки эксплуатационным нагрузкам и воздействиям для конкретного шва.

Материалы, из которых изготавливают гидротехнические шпонки для деформационных швов, места их расположения в конструкции, способ установки и анкеровки аналогичны гидротехническим шпонкам для холодных швов и приведены выше.

9.2.13 Еще одним способом уплотнения деформационных швов является установка компрессионных уплотнителей.

Компрессионные уплотнители – готовые изделия из эластомерных материалов, как правило, из резины или поливинилхлорида, аналогичных материалам гидротехнических шпонок. В сечении профиль этих изделий близок к квадрату или прямоугольнику и разделен внутренними тонкими перегородками на отдельные изолированные секции.

Для обеспечения эффективного уплотнения зазора деформационного шва, на боковых поверхностях компрессионного уплотнителя должно поддерживаться достаточное контактное давление. Это достигается при условии постоянной работы уплотнителей с определенной степенью сжатия.

Компрессионные уплотнители должны быть сжатыми на 15 % при максимальном раскрытии деформационного шва. При максимальном сжатии деформационного шва, компрессионные уплотнители не должны сжиматься более чем на 50 % своей номинальной ширины. Исходя из этих условий, подбирают типоразмер устанавливаемого компрессионного уплотнителя. Допустимые деформации компрессионных уплотнителей составляют 35 % – 40 % ширины уплотнителя в несжатом состоянии, т.е. его номинальной ширины.

Для обеспечения бóльшей деформативности при тех же размерах зазора шва и соответственно установленного компрессионного уплотнителя можно воспользоваться модифицированной конструкцией. Модифицированную конструкцию компрессионного шва изготавливают в виде трубчатого или коробчатого профиля. В отличие от обычных уплотнителей этого типа число внутренних секций уменьшено до 1 или 2. Кроме того, такие уплотнители имеют сильно развитые, профилированные боковые поверхности. За счет этого увеличивается их сцепление с боковыми поверхностями деформационного шва. Деформационная способность модифицированных компрессионных уплотнителей достигает ± 50 % номинальной ширины.

В процессе установки компрессионные уплотнители боковыми поверхностями вклеивают в зазор деформационного шва. Для этого следует применять клеевые составы, в том числе на основе эпоксидных смол, обладающие адгезией к бетону не ниже 3 МПа.

9.2.14 Разработка системы защиты конструкций и их элементов в узлах сопряжения представляет достаточно сложную проблему, от правильного решения которой в большинстве случаев зависит надежность коррозионной защиты всего сооружения и его длительная безотказная работа. Выполнение таких разработок должно осуществляться специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии.

10 Защита от коррозии бетона и железобетона при ремонтно-восстановительных работах и реконструкции

10.1 Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций при ремонтно-восстановительных работах и реконструкции, как и любых других строительных конструкций зданий и сооружений,

основывается на системном подходе к оценке состояния сооружения в целом и на индивидуальном подходе к оценке состояния каждого элемента сооружения, в отдельности. Выбор способа ремонта элементов сооружения зависит от их состояния, возраста, условий работы, скорости протекания коррозионных процессов и ряда других факторов.

Причинами преждевременных разрушений железобетонных конструкций может быть: несоответствие изначально выполненных строительных работ проектным требованиям; непредвиденное изменение условий эксплуатации конструкций по окружающей среде и нагрузкам; отсутствие постоянного инструментального мониторинга за скоростью коррозии; нарушение правил планово-предупредительных ремонтов, недоучет совместного агрессивного воздействия на несущий слой естественного основания и бетон конструкций процесса замораживания – оттаивания и коррозионного воздействия раствора солей, грунтовых вод, газов и т.д.

Мероприятия по ремонту, восстановлению и защите от коррозии реконструируемых или эксплуатируемых подземных сооружений и коммуникаций выполняют в следующем порядке:

а) проведение диагностики состояния отдельных конструкций и сооружения в целом, при которой устанавливают:

- характер и степень коррозионных поражений;
- причины преждевременных повреждений;
- оценивают пригодность к ремонту или восстановлению;

б) оценивание степени агрессивного воздействия среды эксплуатации до ремонта и при последующей эксплуатации;

в) с учетом характера агрессивных воздействий проводят:

- разработку обоснованных решений по выбору технологии производства ремонтных работ и выбор материалов;
- уточнение сроков реализации принятых решений, а также необходимость повторного обследования;
- восстановление свойств и сечений стальной арматуры, бетона, геометрических размеров конструкций в составе сооружения;
- защиту от коррозии поверхностей конструкций или их элементов;

г) разработка и реализация мер по максимально возможному снижению степени агрессивного воздействия среды для дальнейшей эксплуатации конструкций после их ремонта и восстановления;

д) разработка и реализация мероприятий по инструментальному мониторингу за скоростью коррозии.

10.2 Особенности диагностики состояния конструкций, эксплуатирующихся при воздействии агрессивных сред, в отличие от общих правил обследований и диагностики, заключаются в дополнительном наборе определяемых показателей, в применяемых методах установления причин повреждений и методах испытаний, в оценке состояния конструкций и методов прогноза развития коррозионных процессов.

При наличии коррозионных повреждений обследование конструкций сооружения и диагностика состояния отдельных конструкций должны выполнять специализированные организации и фирмы, имеющие соответствующие допуски.

Коррозионное обследование является неотъемлемой частью комплексного обследования, на основании которого проводят оценку состояния конструкций и сооружения в целом.

Обследование и диагностика коррозионного состояния конструкций предусматривают следующие основные этапы:

- изучение имеющейся проектной документации по сооружению;
- оценка степени агрессивности среды эксплуатации;
- анализ результатов инструментального мониторинга скорости коррозии;
- визуальный осмотр;
- инструментальные определения на месте;
- лабораторные исследования (по отобранным пробам материалов – бетона, арматуры, новообразований в теле бетона и на поверхностях конструкций, защитных покрытий);
- оценка состояния конструкций по результатам обследования.

Визуальное и инструментальное коррозионное обследование и лабораторные исследования выполняют в соответствии с действующими стандартами и документами рекомендательного характера. Наиболее часто востребованные методы определения и испытания коррозионной стойкости бетонов, арматуры и защитных покрытий приведены в ГОСТ 31383.

10.3 Основными показателями повреждений коррозионного происхождения при визуальном осмотре являются:

- высолы на поверхностях бетона;
- изменение окраски бетона;
- наличие пятен ржавчины;
- наличие и характер трещин на поверхностях конструкций – хаотично расположенных, продольных (вдоль расположения арматуры), поперечных и наклонных;
- отслоение защитных слоев бетона, обнажение и выпучивание арматурных стержней, ржавчина на их поверхностях, разрывы стальной арматуры;
- наличие сколов, шелушение поверхностей бетона, оголение заполнителя, потеря первоначальных геометрических очертаний сечений элементов конструкций;
- увеличение прогибов конструкций;
- коррозионные повреждения поверхностей закладных деталей;
- изменения окраски и потеря блеска защитных покрытий, отслоение от поверхности бетона, образование пузырей и т.п.

При визуальном обследовании проводят классификацию и описание дефектов.

10.4 Инструментальными определениями на месте, выполняемыми главным образом неразрушающими методами контроля, оценивают:

- наличие агрессивных компонентов в воздушной среде сооружения (например, в тоннелях и переходах, в застойных местах, межбалочных пространствах путепроводов) и в атмосфере наружного воздуха;
- изменение геометрических очертаний конструкций, прогибы элементов;
- ширину раскрытия трещин, их направленность и протяженность, сплошность тела бетона;
- толщину защитного слоя бетона;
- толщину карбонизированного слоя и щелочность бетона;
- прочность, водонепроницаемость, воздухонепроницаемость и влажность бетона;
- количество поступающей воды и паров сквозь тело бетона;
- электросопротивление бетона и электродный потенциал арматуры в бетоне;
- глубину и характер коррозионных поражений арматуры;

- качество заполнения инъецируемым раствором каналов с напрягаемой арматурой;

- усилие натяжения напрягаемой арматуры.

10.5 Лабораторные исследования выполняют на отобранных пробах, и они заключаются в следующем:

- уточнении состава бетона (вид цемента и заполнителей, их ориентировочное соотношение в объеме, число пор, водонепроницаемость бетона по показателю водопоглощения по массе (по кускам бетона, взятого из конструкций или по выбуренным кернам) – при отсутствии первоначальных сведений;

- определении прочности и морозостойкости бетона по выбуренным кернам;

- определении физико-механических свойств поврежденных арматурных элементов, отобранных из конструкций (сопротивление разрыву, относительное удлинение при растяжении, сопротивление при изгибе);

- определении наличия и концентрации хлоридов, сульфатов и других активных к бетону и стали агрессивных компонентов (в бетоне, в пограничном слое между бетоном и арматурой, в составе ржавчины);

- определении щелочности бетона (значение pH);

- проведении химических анализов фильтрующих грунтовых вод;

- проведении химических анализов продуктов новообразований;

- определении наличия и вида грибковых и бактериальных поражений.

10.6 Диагностическое обследование, как правило, включает в себя два этапа: предварительное (визуальное) обследование и детальное. Выполнение только визуального обследования обычно дает заниженные результаты по объемам ремонтных работ. В этой связи при невозможности выполнения детального обследования сооружения для корректировки объемов ремонтных работ в расчеты рекомендуют вводить повышающий коэффициент, равный: для конструкций простого профиля – 2,0 и для конструкций сложного профиля – 2,2.

На основании анализа результатов комплексного обследования, включающего в себя материалы коррозионных обследований, проводят оценку (в том числе и расчетную) состояния отдельных конструкций и сооружения в целом, прогноз долговечности без учета и с учетом ремонтных работ, составляют проект ремонтно-восстановительных работ (а в случае необходимости проект усиления) или реконструкции сооружения.

10.7 Выбор мер защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций при ремонтно-восстановительных работах или при реконструкции проводят в зависимости от степени и характера коррозионных повреждений, установленных по результатам обследования и диагностики их состояния.

При эксплуатации сооружений и коммуникаций повреждения возникают, как правило, вследствие нескольких причин, поэтому проектное решение по созданию системы антикоррозионной защиты осуществляют путем комплексного подхода, основанного на системе методов защиты, инструментальном мониторинге за скоростью коррозии, адаптированных применительно к конкретным элементам сооружения и условиям их эксплуатации.

10.8 Наиболее характерные коррозионные повреждения элементов конструкций подземных сооружений и коммуникаций приведены в таблице 10.1.

Защита от коррозии при ремонтно-восстановительных работах или при реконструкции отличается от защиты новых конструкций, хотя при ремонте зачастую применяют те же защитные материалы, что и для вновь возводимых конструкций.

Таблица 10.1 – **Характерные коррозионные повреждения элементов конструкций**

Категория условий эксплуатации (по 5.1.5)	Наиболее часто встречающиеся повреждения	Возможные причины коррозионных повреждений
2	Коррозия арматуры и стальных элементов	Недостаточность защитных свойств бетона вследствие повышенной проницаемости: при воздействии агрессивных газов, попеременном увлажнении и высушивании бетона на открытом воздухе. Наличие трещин в бетоне усадочного и силового происхождения. Результат воздействий – коррозия арматуры различной степени, появление продольных трещин, отслоение защитного слоя бетона
3	Коррозия арматуры и бетона	То же, что и выше, усугубляемое морозными воздействиями на насыщенный водой или растворами противогололедных реагентов бетон. Результат физико-химического воздействия – химическая агрессия, коррозия вследствие карбонизации, размораживание, сопровождающееся понижением прочности, растрескиванием, шелушением и выкрашиванием бетона с поверхностей конструкций, коррозия арматуры различной степени.

10.9 В основной перечень ремонтных работ при наличии коррозионных повреждений входят следующие:

- подготовка поверхностей с удалением продуктов коррозии и нарушенных участков защитных покрытий (у арматуры, стальных элементов, бетона);
- восстановление площади сечений ненапрягаемых арматурных стержней (если есть такая необходимость);
- защита поверхностей арматуры и стальных элементов составами протекторного или ингибирующего действия, не снижающими сцепления арматуры с бетоном, восстановление защитного слоя бетона с обеспечением его защитных свойств по отношению к арматуре;
- восстановление геометрических размеров конструкций путем заделки нарушенных участков бетоном или раствором с обеспечением совместной работы нового бетона со старым;
- восстановление конструкций путем инъецирования раствора в трещины;
- нанесение (при необходимости) защитных покрытий на поверхности бетона и стали;
- установка технических устройств для мониторинга скорости коррозии.

10.10 Бетоны для ремонтно-восстановительных работ должны соответствовать требуемым нормам по защите от коррозии по водонепроницаемости, морозостойкости, коррозионной и биологической стойкости и надежной адгезии нового ремонтного бетона к старому. При этом прочность восстанавливаемого бетона должна быть не ниже прочности конструкций.

В случаях, когда по результатам обследований устанавливают несоответствие исходных свойств бетона восстанавливаемых конструкций проектным требованиям (марке по водонепроницаемости и морозостойкости, коррозионной стойкости или биостойкости и т.п.), необходимо прибегать к мерам поверхностной защиты конструкций после их восстановления.

10.11 Для ремонта поврежденного бетона рекомендуют различные материалы – тяжелые и мелкозернистые бетоны, растворы, ремонтные сухие смеси и составы на основе цемента с добавками различного рода. Выбор ремонтного материала зависит от вида и размеров повреждений, назначения элемента и условий эксплуатации.

К использованию в качестве поверхностной защиты конструкций после их восстановления могут быть рекомендованы материалы, представленные в ГОСТ 31384, приложение Е, в том числе: алкидно-уретановые; органосиликатные; кремнийорганические; каучуковые; полисилоксановые; полиуретановые; перхлорвиниловые и поливинилхлоридные; сополимеро-винилхлоридные; хлорсульфированные полиэтиленовые; эпоксидные; эпоксидно-каучуковые; водно-дисперсионные полиакриловые; водно-дисперсионные полиакриловые фосфатные; водно-дисперсионные эпоксидно-акриловые; водно-дисперсионные эпоксидно-каучуковые; водно-дисперсионные полиуретановые, цементно-полимерные композиции и другие сертифицированные материалы.

10.12 При ремонтно-восстановительных работах для повышения стойкости стальных элементов в состав ремонтного бетона вводят добавки ингибиторов смешанного (анодно-катодного) действия.

10.13 При коррозионных повреждениях арматуры, в результате которых снижаются сечения и изменяются физико-механические характеристики арматурного элемента, необходимо восстановление путем удаления поврежденных участков с заменой их на новые или усиление конструкции другими путями, в том числе листовыми материалами методом внешнего армирования (стеклопластик, углепластик, металл) по специально разработанным проектам.

10.14 Важными факторами, определяющими качество восстанавливаемой системы антикоррозионной защиты, являются совместимость применяемых материалов и составов со «старым» бетоном.

Совместимость материалов характеризуется, как равновесие по физическим (соответствие прочностных характеристик на сжатие, растяжение, сдвиг, модуль упругости, коэффициент температурного расширения и т.д.), химическим и электрохимическим свойствам и размерам, достигнутое между материалом, применяемым для ремонта, и основой.

Общие требования по физической совместимости ремонтных материалов со «старым» бетоном приведены в таблице 10.2.

На практике очень трудно добиться полного соответствия физических свойств ремонтных составов со «старым» бетоном. Если среднее значение параметров (материалы для ремонта, бетон) отличается по значению не более ±10 %, то можно считать их совместимыми.

Химическая совместимость материалов для ремонта и «старого» бетона основывается на соответствии их свойств по показателю pH, отсутствию в них химических веществ, вступающих во взаимодействие с составляющими цементного камня, заполнителей, стальной арматуры и пр.

Таблица 10.2 – **Требования по совместимости ремонтных составов с бетоном**

Свойства материалов	Примерное соотношение между свойствами ремонтных материалов А и «старым» бетоном В
Деформации усадки	А – не вызывающие появления усадочных трещин
Коэффициент температурного расширения	$A \approx B$
Модуль упругости	$A \approx B$
Прочность на растяжение	$A \geq B$
Адгезия	С отрывом по старому бетону
Непроницаемость	$A > B$
Обозначение: «≈» – близкие значения параметров бетонов.	

11 Требования техники безопасности и охраны окружающей среды

11.1 При проведении работ по вторичной защите бетонных и железобетонных конструкций необходимо соблюдать требования техники безопасности и пожарной безопасности, изложенные в СП 49.13330, СП 112.13330, ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.3.016.

11.2 Производственные помещения, в которых проводят работы, связанные с приготовлением и применением лакокрасочных, мастичных, гидроизоляционных и других материалов должны быть снабжены приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021 и противопожарными средствами в соответствии с ГОСТ 12.3.005.

11.3 Общие санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в ГОСТ 12.1.005. Требования к допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны распространяются на рабочие места независимо от их расположения (в производственных помещениях, на открытых площадках, и т.п.).

11.4 Производственный персонал, работающий с защитными материалами, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.103, средствами индивидуальной защиты органов дыхания по ГОСТ 12.4.034, прорезиненными фартуками по ГОСТ 12.4.029, защитными очками по ГОСТ 12.4.253, средствами защиты рук по ГОСТ 12.4.068.

11.5 При работе с защитными материалами следует соблюдать меры предосторожности. При ро́зливе материалов обезвреживание проводят засыпкой песком и заливкой дезактивирующим раствором, с последующим выносом остатков в специально отведенное место. При попадании материалов на кожные покровы и слизистые оболочки, загрязненные участки следует тщательно промыть водой с мылом.

11.6 Тара, в которой находятся лакокрасочные материалы и растворители, должна иметь наклейки или бирки с точным наименованием и обозначением материалов. Тара должна быть в исправном состоянии и должна быть оснащена плотно закрывающимися крышками.

11.7 Средства тушения пожара по ГОСТ 12.4.009 – песок, кошма, химическая пена из стационарных установок или огнетушителей, углекислотные огнетушители, инертные газы. Любые остатки продукта после тушения следует в обязательном порядке дегазировать.

11.8 Лица, работающие с применением защитных материалов, должны проходить вводный и периодический инструктаж по правилам техники безопасности, а также

предварительный при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры [1].

11.9 Мероприятия по охране окружающей среды должны осуществляться в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01, ГОСТ 17.2.3.02.

11.10 Контроль за соблюдением предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ), утвержденных в установленном порядке, и периодичность контроля устанавливают по согласованию с местными органами санитарного надзора [2].

11.11 Отходы, образующиеся в процессе нанесения покрытий, должны быть собраны в специальные емкости для утилизации на спецполигоне в установленном порядке.

Утилизацию и обезвреживание отходов должны проводить в соответствии с [3].

Приложение А
(обязательное)

Требования к защите конструкций

Таблица А.1 – **Требования к подготовленной бетонной поверхности**

Категория бетонной поверхности	Область применения	Значение показателя качества поверхности, подготовленной под защитные покрытия				
		Шероховатость: расстояние между выступами и впадинами, мм	Суммарная площадь отдельных раковин и углублений на 1 м^2, %, при глубине раковин до, мм		Поверхностная пористость, %	Щелочность поверхности, pH, не менее
			2	3		
А1	Поверхность, подготовленная под лакокрасочные покрытия	0,3–0,6	≤ 0,2	–	≤ 5	7
А2	Поверхность, подготовленная под мастичные, шпатлевочные и наливные покрытия на основе синтетических смол	1,2–2,5	–	≤ 0,2	≤ 20	7
А3	Поверхность, подготовленная под оклеечные покрытия	0,3–0,6	–	≤ 0,2	≤ 10	7

Таблица А.2 – **Требования к выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации конструкций**

Среда	Степень агрессивного воздействия среды	Группа покрытий					
		Лакокрасочные толстослойные, комбинированные	Пропиточно-кольматирующие на полимерной и цементной основе	Оклеечные	Обмазочные		Облицовочные
					мастичные	полимер-цементные	
Газообразная, твердая	Слабоагрессивная	–	II	–	–	–	–
	Среднеагрессивная	III	III	–	–	–	–
	Сильноагрессивная	IV	IV	–	–	–	–
Жидкая	Слабоагрессивная	II	II	II	II	II	II
	Среднеагрессивная	III	III	III–IV	III	III	III
	Сильноагрессивная	IV	–	IV	IV	IV	IV

Таблица А.3 – **Принадлежность элементов конструкций к категориям условий эксплуатации и группы покрытий**

Вид сооружения	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации	Группа защитных покрытий
Путепроводы	Опоры	На открытом воздухе	2	III
		В зоне контакта с жидкой средой	3	IV
	Ригели, пролетные строения		2	III
	Плита проезжей части		3	IV
	Подпорные стенки	На открытом воздухе	2	III
		В зоне контакта с жидкой средой	3	IV
	Лестничные сходы		3	IV
Тоннели метрополитена, автодорожные, железнодорожные, гидротехнические	Стены, перекрытия, колонны	Внутри протяженных тоннелей	1	II
		На участках, примыкающих к портальной части:		
		- на открытом воздухе	2	III
		- в зоне контакта с жидкой средой	3	IV
	Плита проезжей и пешеходной части	Внутри протяженных тоннелей	2	III
		На участках, примыкающих к портальной части	3	IV
Подземные переходы (пешеходные сооружения тоннельного типа)	Стенки, лестничные сходы	Внутри протяженных переходов	1	II
		На участках, примыкающих к портальной части:		
		- на открытом воздухе	2	III
		- в зоне контакта с жидкой средой	3	IV
	Ригели, плита покрытия	Внутри протяженных переходов	1	II
		На участках, примыкающих к выходам	2	III
Подземные гаражи и автостоянки	Стены, перекрытия, колонны, фундаменты	Под жилищно-гражданскими зданиями	2	III
Подземные торговые учреждения, кафе, кинозалы	Стены, перекрытия, колонны, фундаменты	Внутри протяженных тоннелей	1	II

Окончание таблицы А.3

Вид сооружения	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации	Группа защитных покрытий
Коллекторы коммуникационного назначения	Элементы ограждения	Подземная прокладка и обслуживание телефонных и оптоволоконных линий связи	2	III
Коллекторы и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций	Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций (стены, перекрытия, поддоны)	На открытом воздухе В зоне контакта с жидкой средой	2 3	III IV
Коллекторы для подземной прокладки водопроводных, тепловых и канализационных сетей	Элементы ограждения (стены, покрытия, основания)	Коммуникационные коллекторы под зданиями, сооружениями и автодорогами	2	III

Примечания

1 За зону контакта с жидкой средой принимают участки конструкций, располагающиеся на высоте до 1,5 м от горизонтальной поверхности проезжей или пешеходной части.

2 К протяженным тоннелям и подземным переходам относят сооружения длиной более 60 м и 30 м соответственно.

3 За участки тоннелей, примыкающих к портальной части, и участки подземных переходов, примыкающих к выходам, принимают части сооружений протяженностью не менее 20 м и 10 м соответственно.

Таблица А.4 – **Характеристики некоторых специальных материалов защитного действия**

Назначение	Марка материала	Основной тип действия	Основные свойства
Биозащита	Катамин АБ	Биоцидное	Наносят на поверхность бетона, кирпича. Предотвращает и подавляет рост грибков и бактерий
	Картоцид-компаунд	Комплексный антисептик, сочетающий фунгицидные, инсектицидные, бактерицидные и альгицидные свойства	Смешивают с водой в любых соотношениях и наносят на защищаемый объект любым из известных способов (кистью, пульверизатором, пропиткой, вымачиванием и т.п.)

Окончание таблицы А.4

Назначение	Марка материала	Основной тип действия	Основные свойства
Составы для защиты стали	Преобразователь ржавчины ИФХАН-58пр	Преобразователь ржавчины	Наносят на поверхность стальной арматуры, преобразует ржавчину
	Краска ЦИНОЛ	Защитное протекторное	Наносят на поверхности стальных закладных деталей и соединительных элементов. Защищает от коррозии
	Краска Цинотан	Защитное протекторное	Наносят на поверхности стальных закладных деталей и соединительных элементов. Защищает от коррозии
	ЗПСМ-праймер	Грунтовка – преобразователь ржавчины	Наносят на поверхность стальной арматуры, преобразует ржавчину
	ЗПСМ-М-грунт	Защитное	Наносят на поверхности металлических изделий различного назначения, защищает арматуру от коррозии в средне- и сильноагрессивной средах, в том числе хлорсодержащих (при нормальных температурно-влажностных условиях)

Приложение Б
(справочное)

Лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии

Таблица Б.1 – **Лакокрасочные тонкослойные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии**

Характеристика лакокрасочного материала по типу пленкообразующего	Группа покрытия	Индекс, характеризующий стойкость	Условие применения покрытий на конструкциях из железобетона
Алкидно-уретановые	II, III	а, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа АУ
Органосиликатные	II, III	а, п,	Наносят по грунтовкам на основе разбавленной краски
Кремнийорганические	III	а, п, т	
Каучуковые	III	а, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа КЧ
Полисилоксановые	III, IV	а, п, х	Наносят по грунтовкам на основе разбавленной краски
Полиуретановые	III, IV	а, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа УР
Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные	III, IV	а, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа ХВ
Сополимеро-винилхлоридные	III, IV		Наносят по грунтовкам лаками типа ХС
Хлорсульфированные полиэтиленовые	III, IV	а, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа ХП
Эпоксидные	III, IV	а, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа ЭП или по грунтовкам на основе разбавленной краски
Эпоксидно-каучуковые	III, IV		Наносят по грунтовкам лаками или по грунтовкам на основе разбавленной краски
Водно-дисперсионные полиакриловые	II, III	а, п	Наносят по водно-дисперсионным грунтовкам или по грунтовкам на основе разбавленной краски
Водно-дисперсионные полиакриловые фосфатные	II, III	а, п, т	
Водно-дисперсионные эпоксидно-акриловые	III, IV	а, п, х	
Водно-дисперсионные эпоксидно-каучуковые	III, IV		
Водно-дисперсионные полиуретановые	III, IV		
Обозначения: а – на открытом воздухе; п – в помещениях; х – химически стойкие, тр – трещиностойкие, т – термостойкие.			

Таблица Б.2 – **Лакокрасочные толстослойные, комбинированные, пропиточно-кольматирующие системы защитных покрытий и область их применения**

Вид защиты	Характеристика материала	Группа условий эксплуатации	Толщина системы покрытия, мм	Основной тип действия	Основные свойства
Лакокрасочные толстослойные и комбинированные системы покрытий	Полиуретановые	III, IV	0,3–2,0	Защитное, гидроизолирующее	Наносят на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред карбонизации, воздействия солей, в том числе хлоридов. Повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость бетона к морозным воздействиям. Покрытия трещиностойкие, допускается раскрытие трещин в бетоне
	Каучуковые				
	Эпоксидно-каучуковые				
	Хлорсульфированные полиэтиленовые				
	На основе полимочевины				
Полимер-цементные системы покрытий	Материалы на цементно-полимерной основе	III, IV	2,0–4,0	Защитное, гидроизолирующее	Наносят на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред карбонизации, воздействия солей, в т.ч. хлоридов. Повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость бетона к морозным воздействиям. Покрытия трещиностойкие, допускается раскрытие трещин в бетоне

Окончание таблицы Б.2

Вид защиты	Характеристика материала	Группа условий эксплуатации	Толщина системы покрытия, мм	Основной тип действия	Основные свойства
Пропиточно-кольматирующие системы покрытий проникающего действия	Материалы на полимерной основе	II	–	Гидрофобизирующее, защитное	Наносят на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона
		II, III	–	Защитное, уплотняющее, гидроизолирующее	Наносят на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, карбонизации, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям
	Материалы на цементно-полимерной основе	II, III	1,0–5,0	Гидроизолирующее, кольматирующее, уплотняющее	Наносят на поверхность бетона независимо от направления давления воды (прямое или обратное) по отношению к поверхности нанесения. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия большинства агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне. Обладает эффектом «самозалечивания» трещин в бетоне с раскрытием не более 0,4 мм
Гидропломбы	Материалы на цементно-полимерной основе	–	–	Тампонирующее, гидроизолирующее	Наносят на поверхность бетона и дефектные места. Быстрое устранение напорных течей

Таблица В.1 – **Системы защиты фундаментов**

Конструкция	Группа покрытия при степени агрессивного воздействия среды					
	Группа покрытия	Слабая степень	Группа покрытия	Средняя степень	Группа покрытия	Сильная степень
Массивные фундаменты толщиной более 0,5 м	II	Битумные покрытия холодные и горячие Битумно-латексные[1)] покрытия и мастики Битумно-полимерные покрытия и мастики	II	Битумные покрытия холодные и горячие Битумно-латексные[1)] мастики Битумно-полимерные покрытия и мастики	III	Полимерные покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена То же, на основе полиизоцианатов Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой Полимеррастворы на основе термореактивных синтетических смол
			III	Асфальтовые[1)] мастики холодные и горячие		
Тонкостенные конструкции и фундаменты толщиной менее 0,5 м	II	Битумно-латексные[1)] мастики Битумные покрытия горячие Битумно-полимерные покрытия и мастики	III	Асфальтовые[1)] мастики холодные и горячие Полимерные покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена То же, на основе полиизоцианатов Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой Полимеррастворы на основе термореактивных синтетических смол	III	Полимерные покрытия эпоксидные
					IV	Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой Оклеечные полимерные рулонные материалы Полимерные покрытия, армированные стеклотканью

Окончание таблицы В.1

Конструкция	Группа покрытия при степени агрессивного воздействия среды					
	Группа покрытия	Слабая степень	Группа покрытия	Средняя степень	Группа покрытия	Сильная степень
Сваи забивные	II	Битумные покрытия холодные и горячие	III	Полимерные покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена То же, на основе полиизоцианатов	IV	Полимерные покрытия эпоксидные Пропитка на глубину не менее 5 мм: стирольно-инденовыми смолами; полиизоцианатом; пиропластом

[1] При защите вертикальных поверхностей необходимо устройство защитной стенки.

Примечание – Необходимость гидроизоляции подземных бетонных и железобетонных конструкций определяют по проекту. Гидроизоляционные покрытия одновременно могут служить средством защиты конструкций от коррозии, если они обладают необходимой химической стойкостью в агрессивных средах.

Таблица Г.1 – **Характеристики и физико-механические свойства битумных и битумно-полимерных материалов, наплавляемых и приклеиваемых на мастиках**

Наименование материала, обозначение нормативного документа	Толщина, мм	Масса вяжущего общая/ снизу, г/ м^2	Основа	Тип полимер-ного моди-фикатора	Физико-механические свойства материалов				Срок службы, лет
					Тепло-стойкость, °С	Водопогло-щение через 24 ч выдержки	Темпера-тура жидкости, °С	Гибкость на брусе *R*, мм/°С	
Бикропласт	3–5	3500–5000/ 2000	СТх ПЭ	АПП	120	1,0	–	15/–15	15–20
Бикрост	3–4	2500–4000/ 1500	СТк СТх ПЭ, К	–	80	0,5	–25	0	10–12
Бикроэласт	3–4,5	3750–4750/ 2000	СТк СТх ПЭ	СБС	85	0,5	–25	25/–25	15–20
Битурол М	1,2–1,6	–	АР	–	70	1,0	–	5/–35	15
Бризол	–	1500/–	б/о	–	80	2,5	–10	20/–5	10
Бутерол	3–4,5	3700	ОБ	–	85	0,5	0	–	–
Гидрокрон	–	–	СТк СТх ПЭ	–	90 70 –	–	–	25/–5	–
Гидроизол, ГОСТ 7415	–	2500/2000	АБ	–	80	6	–15	20/–5	10
Гидростекло-изол	–	2500/1500	СТк	–	60	1,5	–5	0	15
Изол, ГОСТ 10296	–	–	б/о	–	80	4	–25	10/–15	–
Изолен	1–2	–	–	–	–	1	–	–	20
Изопласт	3–5	Не нормируют/ 2000	СТк СТх ПЭ	АПП	120	1,0	–25	10/–15	20

Продолжение таблицы Г.1

Наименование материала, обозначение нормативного документа	Толщина, мм	Масса вяжущего общая/ снизу, г/ м^2	Основа	Тип полимерного модификатора	Физико-механические свойства материалов				Срок службы, лет
					Теплостойкость, °С	Водо-поглощение через 24 ч выдержки	Температура жидкости, °С	Гибкость на брусе R, мм/°С	
Изоэласт	4,5–6	Не нормируют/ 2000	СТк СТх ПЭ	СБС	90	1,0	–40	50/–30	20–25
Мостопласт	4–6	2500/6000	ПЭ	Вестопласт	150	–	–40	20/–25	25
Рубитэкс	3,2–4,5	6000/2000	СТк ПЭ	СБС	70–90	1,0	–15	0	18–20
Стеклогидроизол	3	3000–4000	СТк СТх	– –	80	–	–	–	–
Стеклоизол	3–3,5	3500– 4000/–	СТк ПЭ	– –	80–85	2,0	–5	0	10–15
Стеклокром	3	–	СТх	–	74	1,0	–10	15/0	10–12
Стеклорубероид, ГОСТ 15879	2,5–3	2100– 2900/–	СТх	–	70	1,2	–15	15/0	10
Термофлекс	–	3200/2000	СТх	СБС	90	0,5	–20	25/–15	10–15
Техноэласт	–	–	ПЭ	СБС	100	1,0	–25	10/–25	–
Унифлекс Вент	–	–	СТк СТх ПЭ	СБС	100	–	–	50/–15	–
Филизол	2,5–3,5	3250/2200	СТк СТх ПЭ	СБС	80	1,5	–30	25/–15	15
Филизол-Супер	4–5,5	4500/5000	СТк ПЭ	СБС корнфлекс	80	1,5	–20	20/–15	20
Экофлекс	3–5	5500/1500	СТх ПЭ	АПП + спец. доп.	120	1,0	–25	10/–10 25/–5	20

Окончание таблицы Г.1

Наименование материала, обозначение нормативного документа	Толщина, мм	Масса вяжущего общая/ снизу, г/ м^2	Основа	Тип полимерного модификатора	Физико-механические свойства материалов				Срок службы, лет
					Теплостойкость, °С	Водо-поглощение через 24 ч выдержки	Температура жидкости, °С	Гибкость на брусе *R*, мм/°С	
Элабит К, П	3–3,5	3200/2000	СТк	СБС	80	1,5	–20	25/–15	20
Эластобит	3	2500/–	СТк ПЭ	СБС	75	0,1	–15	20/0	20
Эластокрон ТМ (раньше назывался Полифлэкс)	–	–	СТх СТк ПЭ	СБС	90	0,4	2	5/–25	–

Сокращения: АПП – атактический полипропилен; АБ – асбестовая бумага; АР – армированная резина; К – картон; ОБ – окисленный битум; ПЭ – полиэфирное нетканое полотно; СБС – бутадиен-стирольный термоэластопласт; СТк – стеклоткань или стеклополотно; СТх – стеклохолст; б/о – без основы.

Таблица Г.2 – **Характеристики и физико-технические свойства гидроизоляционных мастик**

Наименование мастики, обозначение нормативного документа	Температура размягчения по методу КиШ, °С	Водопоглощение за 24 ч	Теплостойкость в течение 5 ч, °С	Условная прочность при разрыве, МПа	Относительное удлинение, %	Прочность сцепления с бетоном/металлом, МПа
Битумно-бутилкаучуковая холодная МББК-70 (80),	–	0,5	2	0,5	0,4–8	–
Битумно-резиновая изоляционная, МБР-65 (75,90,100), ГОСТ 15836	65–100	0,2	90	0,6	150–400	0,5–0,7/–
Битумно-резиновая (горячая) МБР-Г-55, 60, 65, 70, 75, 85,100, ГОСТ 2889	65–110	1	55–100	0,4–0,5	40	0,3/0,15
Битумно-латексно-кукерсольиая холодная БКЛ-К-65(75)	65–75	5	70	0,6	600	0,3/–
БИТУРЭЛ, БИТУРЭЛ ЭКСТРА, БИТУРЭЛ СУПЕР	100	1,5	120	1	200–500	1,5/0,8–1,5
Битумная холодная МБС-Х-70 (84, 100) и МБК-Х-75, ГОСТ 6617	65–75	0,5	70–80	0,5	40	0,5/0,3
Битумно-бутилкаучуковая горячая МББГ; МББП-65 (70, 80)	75–85	1	65–80	0,6	300	0,6/0,4
Битумно-наиритовая БНК марки ПМ	90	0,5	100–200	0,8–1	650–400	1–2/–
АРНИС (битумно-полимерная эмульсионная)	80–100	5	100	0,4	800	0,5/0,4
Битумная полипропиленовая горячая (в горячем виде) ВИТАЛЕН	80–95	0,5	75–90	0,8	200–700	0,25–0,35
Битумно-каучуковая БКМ-200 (однокомпонентная, холодная)	75–95	0,4	150	–15	0,5	–/0,5
Битумно-полимерная МБНП	50–70	–	–	–	–	–
Битумно-каучуковая РЕБАКС-М	80–95	0,4	100	0,7	1300	0,5/–
Бутилкаучуковая МБК (холодная)	75–85	1–2	90–100	0,7	300	0,4/0,22

Окончание таблицы Г.2

Наименование мастики, обозначение нормативного документа	Температура размягчения по методу КиШ, °С	Водопоглощение за 24 ч	Теплостойкость в течение 5 ч, °С	Условная прочность при разрыве, МПа	Относительное удлинение, %	Прочность сцепления с бетоном/металлом, МПа
Бутилкаучуковая цветная УНИКС (холодная)	90–130	0,5	130	0,8	600	0,6/0,5
БУТИСЛАН-К	70–90	2–1	80–90	1	300	0,1/–
Битумно-полимерная эмульсионная БЭЛАМ	80	5	85–95	0,4	800	0,5/0,4
ИЗОЛ, МРБ-Г(Х)-Т10, ГОСТ 10296 (без растворителя – горячая, с растворителем – холодная)	100–165	–	70–140	–	–	–
Бутилкаучуковая ГИКРОМ (холодная, двухкомпонентная)	90–120	0,5	120–140	1	600–1200	0,6/0,5
ГИДРОФОР (двухкомпонентная), для подземных сооружений	65–85	0,7	70	1	150	0,75/–
Двухкомпонентная полимерная (холодная) ГЕРМОКРОВ-1	–	2	–	0,6–0,7	30–50	0,4/–
Битумно-полимерная мастика ИЖОРА	80–95	0,2	75–90	–	65	0,2/0,8
ВЕНТА холодная битумно-бутилкаучуковая	90–110	–	100–120	0,4–1,2	400–900	0,5/0,5
Битумно-полимерная мастика СЛАВЯНКА	–	–	110	1	700	–/60
Мастика пленкообразующая НЕОПЛЕН	–	–	–	1,5–2	550	0,3/0,3
ПОЛУР двухкомпонентная	65	0,8–2	–	7/–	200–400	0,9/0,6
РУНАКРОМ-3 защитная холодная	110	0,2	–	0,6	150	0,8/–
Эпоксидно-каменноугольная ЭКМ-100	–	0,1	100	1,0	–	0,4
Мастика битумно-полимерная горячая ЭВРИКА	105	1	–	0,1	1100	0,15–0,8/–

Приложение Д
(обязательное)

Контроль качества защитных покрытий

Таблица Д.1 – **Методы проверки показателей качества защитных покрытий**

Вид защитного покрытия	Показатель качества	Метод проверки	Характеристика покрытия
Лакокрасочное	Внешний вид	Визуальный осмотр	Не допускаются механические повреждения, потеки, пузыри, включения, растрескивания, покрытия типа «апельсиновая корка», непрокрашенные участки, другие дефекты, характерные для лакокрасочного покрытия и влияющие на его защитные свойства. Окончательное покрытие должно соответствовать V классу (ГОСТ 9.032)
	Толщина	На металлической поверхности толщиномером электромагнитного типа, на бетонной поверхности специальным толщиномером для неметаллических подложек, микрометром на образцах из фольги, окрашенных одновременно с окрашиваемой поверхностью в соответствии с ГОСТ 31993	Отклонения по толщине должны находиться в пределах ±10 %
	Сплошность	На бетонной поверхности визуальным осмотром в соответствии с ГОСТ Р 9.414	Не допускаются трещины, потеки, бугры, открытые поры, посторонние включения и механические повреждения
	Адгезия	На бетонной поверхности методом отрыва в соответствии с ГОСТ 28574	Не менее 1,5 МПа
Мастичное	Внешний вид	Визуальный осмотр	Не допускаются трещины, потеки, бугры, открытые поры, посторонние включения и механические повреждения
	Сплошность		
	Сцепление с защищаемой поверхностью	Простукивание стальным молоточком	Не должно быть изменения звука
	Полнота отверждения	Прочерчивание линий на поверхности покрытия металлическим шпателем или мастерком	Должны оставаться полосы светлого цвета

Окончание таблицы Д.1

Вид защитного покрытия	Показатель качества	Метод проверки	Характеристика покрытия
Оклеечное	Внешний вид	Визуальный осмотр	Не допускаются механические повреждения и пропуски в швах (герметизация швов)
	Сплошность		
	Сцепление с защищаемой поверхностью	Простукивание поверхности деревянным молоточком	Не должно быть изменения звука
Облицовочное	Полнота заполнения и размеры швов	Визуально. Металлическим щупом, металлической линейкой	Не допускаются пустоты, трещины, сколы, посторонние включения, 10 % швов могут иметь размер, на 1 мм больше конструктивного
	Ровность облицовочного покрытия	Двухметровой рейкой	Отклонение поверхности облицовки от плоскости не должно превышать: 4 мм – при укладке штучных кислотоупорных изделий толщиной более 50 мм; 2 мм – при укладке штучных кислотоупорных изделий толщиной до 50 мм

Таблица Д.2 – **Виды и порядок проведения контроля качества защитных покрытий**

Вид контроля	Порядок проведения контроля	Ответственные	Периодичность контроля
Входной	Проверка сертификатов и других документов, подтверждающих качество поставляемых материалов и изделий. Визуальный контроль материалов и условий хранения	Производители работ	По мере поступлений материалов и изделий
Операционный	Проверка соответствия требованиям проекта и нормативных документов технических параметров, регламентированных при выполнении работ	Производители работ	Постоянно в процессе выполнения работ
Приемочный	Проверка качества выполненного конструктивного элемента или этапа работ, включая скрытые работы	Уполномоченные представители авторского надзора, подрядчика и технического надзора	По завершении конструктивного элемента или этапа работ

Журнал
проведения антикоррозионных работ

Наименование объекта _____

_____

Основание для выполнения работ _____

_____

Производитель работ _____

_____

Ведение журнала Начато_____

Закончено_____

Журнал закрыт, работы завершены_____

М.П. _____ _____ _____

(должность) *(подпись)* *(инициалы, фамилия)*

«_____» _____ _____г.

1-я и последующие страницы

Таблица Д.3

Дата (число, месяц, год), смена	Наименование работ и применяемых материалов (пооперационно)	Объем работ, $м^2$	Температура во время выполнения работ, °С		Применяемые материалы			Число нанесенных слоев и их толщина, мкм	Температура, °С, и продолжительность сушки отдельных слоев покрытия, ч	Инициалы и фамилия бригадира (специалиста), выполнявшего защитное покрытие	Дата и номер акта освидетельствования выполненных работ	Примечание
			на поверхности материала	окружающего воздуха на расстоянии не более 1 м от поверхности	Обозначение нормативного документа на продукцию	номер						
						паспорта качества	протокола входного контроля					

3-я страница обложки

В журнале пронумеровано,
прошнуровано и опечатано
печатью_____

_____

_____страниц

«____» _____ _____г.

Ответственный

_____

(инициалы, фамилия)

АКТ
освидетельствования антикоррозионных работ

№_____ от «_____» _____ 20____ г.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:
Наименование организации, должность, инициалы, фамилия

Авторского надзора _____
Технического надзора заказчика _____
Генерального подрядчика _____
Субподрядных (монтажных) организаций _____

произвели осмотр работ, выполненных _____
(наименование и адрес объекта)
_____
и составили настоящий акт о нижеследующем:

1 К освидетельствованию представлены следующие работы _____
_____
(наименование антикоррозионных работ)

2 Работы выполнены по проектной документации _____
_____
_____

3 При выполнении работ применены _____
(наименование строительных материалов, изделий)
_____
(со ссылкой на сертификаты или другие документы, подтверждающие качество)
_____
_____

4 Предъявлены документы, подтверждающие соответствие работ предъявляемым к ним требованиям: _____
_____
(результаты обследований, лабораторных или иных испытаний выполненных работ, проведенных в процессе
_____
строительного контроля)
_____
_____

5 Объем выполненных работ _____
6 Общая площадь обработанной поверхности составила _____ $м^2$
(наименование, физический объем)

7 Даты: начала работ «____»_____ 20___ г.
окончания работ «____» _____20___г.

8 Работы выполнены в соответствии с _____

(наименование статьи, пункты технического регламента

_____

(норм и правил), иных нормативных правовых актов, разделы проектной документации)

_____

9 Разрешается производство последующих работ по _____

_____

(наименование работ, конструкций подземных сооружений, коммуникаций, участков сетей инженерно-

_____

технического обеспечения)

_____

Дополнительные сведения _____

_____

_____

Акт составлен в_____экземплярах.

Приложения:

_____

_____

_____

ПРЕДСТАВИТЕЛИ: Авторского надзора _____

(подписи, инициалы, фамилии) Технического надзора заказчика_____

Генерального подрядчика _____

Субподрядных (монтажных) организаций _____

Библиография

[1] Приказ Минздравсоцразвития России от 16 августа 2004 года № 83 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения этих осмотров (обследований)»

[2] ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

[3] ГН 2.1.6.1339-03, ГН 2.1.6.2309-07 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

УДК 69+691:620.197:006.854

ОКС 91.080.40

Ключевые слова: бетон, железобетон, арматура, подземные сооружения, коммуникации, коррозия, защита от коррозии, классификация агрессивных сред, степень агрессивного воздействия, воды: грунтовые, сточные; требования к защите, первичная защита, вторичная защита, охрана окружающей среды, безопасность

Издание официальное

Свод правил

СП 229.1325800.2014

Железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций. Защита от коррозии

Подготовлено к изданию ФАУ «ФЦС»
Тел.: (495) 133-01-57

Формат 60×84⅛. Тираж 100 экз. Заказ № 1065.

Отпечатано в ООО «Аналитик»
г. Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18, корп. 3

gost.e-ecolog.ru