
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СВОД ПРАВИЛ

СП _____

**Защита бетонных и железобетонных конструкций
подземных сооружений и коммуникаций от
коррозии**

Настоящий стандарт не подлежит применению до его утверждения

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения и разработки национальных стандартов - ГОСТ Р 1.0 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Сведения о Своде правил

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью ООО «Интерстройсервис ИНК», Государственным унитарным предприятием города Москвы «Научно-исследовательский институт московского строительства «НИИМосстрой» (ГУП «НИИМосстрой»), Обществом с ограниченной ответственностью ООО «Научно-инженерный Центр «Стройнаука», Закрытым акционерным обществом «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона» (ЗАО «КТБЖБ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Департаментом градостроительной политики города Москвы

4 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

Настоящий Свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

СВОД ПРАВИЛ

Защита бетонных и железобетонных конструкций, подземных сооружений и коммуникаций от коррозии

Protection of concrete and reinforced concrete structures, underground structures and communications corrosion

Дата введения _____

1 Область применения

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

Подземные сооружения и коммуникаций проектируются и возводятся из бетонов на цементных вяжущих в соответствии с требованиями: СП 22.13330, СП 25.13330, СП 31.13330, СП 32.13330, СП 34.13330, СП 35.13330, СП 44.13330, СП 50.13330, СП 56.13330, СП 63.13330, СП 74.13330, СП 78.13330, СП 87.13330, СП 88.13330, СП 101.13330, СП 120.13330, СП 122.13330, СП 129.13330, СП 131.13330.

Свод правил содержит материалы, детализирующие отдельные положения норм по защите от коррозии бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций при новом строительстве, а также ряд положений, связанных с эксплуатацией, ремонтом и реконструкцией 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

Перечень нормативных документов, ссылки на которые использованы в настоящем Своде правил, приведен в Приложении А.

3 Термины и определения

В настоящем Своде правил использованы термины и определения по ГОСТ 17.1.1.01, ГОСТ 19179, ГОСТ 25150, ГОСТ 31384, СП 28.13330, а также термины с соответствующими определениями, приведенными в приложении Б.

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 Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций осуществляется мерами первичной и вторичной защиты.

Первичная защита предусматривает сочетание определенных требований, предъявляемых непосредственно к материалам, из которых изготавливается конструкция, и к самой конструкции. Реализация этих требований в процессе проектирования и изготовления конструкций максимально гарантирует длительную эксплуатационную пригодность. Первичная защита выполняется на весь период эксплуатации.

Вторичная защита предусматривает мероприятия по инструментальному мониторингу скорости коррозии, защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций со стороны непосредственного воздействия агрессивной среды, имеет ограниченный срок службы и должна возобновляться 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;
- 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 относят:

а) установка технических устройств для постоянного инструментального мониторинга за скоростью коррозии;

б) защита поверхностей конструкций:

- лакокрасочными покрытиями, в том числе толстослойными (мастичными);
- оклеечной изоляцией
- окрасочной битумной гидроизоляцией;
- обмазочными и штукатурными покрытиями;
- облицовка штучными или блочными изделиями;
- уплотняющей пропиткой поверхностного слоя химически стойкими материалами;
- обработкой гидрофобизирующими составами;
- пластмассовой или металлической гидроизоляцией и т.п.

Вторичная защита применяется 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;
- наличие 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 Оценка степени агрессивных воздействий среды на элементы подземных сооружений и коммуникаций производится с учетом климатических характеристик района строительства в соответствии с СП 131.13330.2011, СП 63.13330.2010, СП 50.13330.2010 и вида агрессивной среды. Согласно СП 131.13330.2011 ряд районов России относятся к «нормальной зоне» влажности. Однако для конструкций подземных сооружений и коммуникаций, эксплуатирующихся в контакте с грунтами и грунтовыми водами, условия по влажности, как правило, соответствуют «влажной» зоне.

4.7 В соответствии с гидрохимическим составом грунты, подземные и сточные воды могут иметь различные виды и степени агрессивности к бетону, стали и другим металлам. Агрессивность может быть углекислой, общекислотной, сульфатной, магниальной 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 по ГОСТ 31384 подразделяют на классы, которые определяются по отношению к конкретному, не защищенному от коррозии бетону и железобетону. Классы сред с указанием их индексов по возрастанию их агрессивности следует принимать по табл.4.1. При среде эксплуатации с химической агрессивностью необходимо учитывать данные табл. 4.2

4.9 При воздействии на железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций нескольких различных агрессивных сред необходимо определить 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 архитектурные и конструктивные решения, а также расположение машин и оборудования в помещениях должны 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 выполняется по соответствующим нормативным документам с ужесточением некоторых требований, касающихся значению толщины защитного слоя бетона, категория требований к трещиностойкости, доступной ширины непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин и т.п.

Классификация сред эксплуатации конструкций подземных сооружений и коммуникаций

Индекс	Среда эксплуатации	Примеры конструкций
1	2	3
1 Среда без признаков агрессии		
ХО	Для бетона без арматуры и закладных деталей: все среды, кроме воздействия замораживания-оттаивания, истирания или химической агрессии. Для железобетона: сухая	Конструкции внутри подземных торгово-развлекательных помещений с сухим режимом эксплуатации (магазины, кафе, кинозалы).
2 Коррозия арматуры вследствие карбонизации		
XC1	Сухая среда и постоянно влажная	Конструкции коммуникационных коллекторов. Бетон в контакте с водоносными грунтами.
XC2	Влажная и кратковременно сухая среда	Поверхности бетона, длительно смачиваемые водой. Фундаменты.
XC3	• Влажная среда	Конструкции внутри подземных тоннелей, автостоянок, гаражей, на которые часто или постоянно воздействует наружный воздух без увлажнения атмосферными осадками.
XC4	Переменное увлажнение и высушивание	Ограждающие конструкции, подвергающиеся воздействию грунтовых вод (стена в грунте).

1	2	3
3 Коррозия вследствие действия хлоридов (кроме морской воды)		
В случае, когда бетон, содержащий стальную арматуру или закладные детали, подвергается действию хлоридов, включая соли, применяемые как антиобледенители, агрессивная среда классифицируется по следующим показателям:		
XD1	Среда с умеренной влажностью	Конструкции подземных тоннелей, автостоянок, гаражей, подвергающиеся воздействию аэрозоля выхлопных газов автотранспорта.
XD3	Переменное увлажнение и высушивание	Конструкции подземных тоннелей, пешеходных переходов, подвергающиеся обрызгиванию растворами противогололедных реагентов. Покрытие дорог и пешеходных переходов.
4. Коррозия бетона, вызванная попеременным замораживанием и оттаиванием, в присутствии или без солей противобледенителей		
При действии на насыщенный водой бетон переменного замораживания и оттаивания, агрессивная среда классифицируется по следующим признакам:		
XF1	Увлажнение водой, не содержащей антиобледенители	Конструкции тоннелей, пешеходных переходов, коллекторов сточных вод на входе при действии дождя и мороза.

Продолжение табл 4.1

1	2	3
XF2	Увлажнение водой, содержащей антиобледенители.	То же, подвергающиеся обрызгиванию на входе растворами антиобледенителей и замораживанию.
XF3	Водонасыщение без антиобледенителей	Горизонтальные поверхности бетона, подверженные действию дождя и мороза. Конструкции в переменной зоне пресной воды.
XF4	Водонасыщение растворами солей антиобледенителей	Дорожные покрытия, обрабатываемые противогололёдными реагентами. Нижние части поверхности колонн, пилонов, ступени лестниц и др. Элементов тоннелей, переходов в зоне контактов с основаниями
5 Химическая и биологическая агрессия		
При действии химических агентов из почвы, подземных вод, коррозионная среда классифицируется по следующим признакам		

1	2	3
XA1	Незначительное содержание агрессивных агентов - слабая степень агрессивности среды.	Открытые резервуары очистных сооружений.
XA2	То же, умеренное содержание агрессивных агентов - средняя степень агрессивности среды.	Конструкции в агрессивных грунтах
XA3	То же, высокое содержание агрессивных агентов - сильная степень агрессивности среды по табл. 5.3- 5.7	Водоочистные сооружения с химическими агрессивными стоками.
6 Коррозия бетона вследствие реакции щелочей с кремнезёмом заполнителей		
В зависимости от влажности среда классифицируется по следующим признакам		
WO	Бетон находится в процессе эксплуатации 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%

1	2	3
WF	Бетон, который в процессе эксплуатации часть или длительно увлажняется.	Поверхности конструкции, не защищённые 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 противогололёдных солей и дополнительно высоким динамическим нагрузкам (например, бетон перекрытий многоэтажных автостоянок, гаражей).
<p>Примечание. Агрессивное воздействие должно быть изучено в случае:</p> <ul style="list-style-type: none"> - превышения предела содержания химических агентов по табл.4.2; - действия химических агентов, не указанных в табл.4.2; - химического загрязнения почвы и воды; - высокая скорость (более 1м/с) течения воды, содержащей химические агенты по табл.4.2 		

Классификация сред эксплуатации с химической агрессией

Агрессивный агент	Среды		
	ХА1	ХА2	ХА3
SO ₄ ⁻² , мг/л в воде	> 200 < 600	> 600 < 3000	>3000 <6000
рН	<6,5 > 5,5	> 5,5 > 4,5	>4,5 >4,0
CO ₂ , мг/л агрессивный	> 15 < 40	> 40 < 100	> 100 до насыщения
NH ₄ ⁺ , МГ/Л	>15 < 30	> 30 < 60	> 60 < 100
Mg ²⁺ , мг/л	>300 <1000	> 1000 < 3000	> 3000 до насыщения
Грунты			
SO ₄ ⁻² , мг/л ¹⁾	> 2000 < 3000 ³⁾	> 3000 ³⁾ < 12000	> 12000 < 24000
Кислотность, мг/кг	> 200	не встречаются	

¹⁾ Для глинистых грунтов и проницаемостью ниже 10⁻⁵ м/с может быть применен более низкий класс.

²⁾ Метод испытания предписывает использовать кислотную (HCl) вытяжку SO₄²⁻, вместо этого может быть использована водная вытяжка, если имеется опыт применения бетона в данном месте.

³⁾ При опасности накопления сульфат-ионов в бетоне при попеременном высыхании-увлажнении или капиллярном подсосе значение 3000 мг/л следует заменить на 2000 мг/л.

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 определить 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 принимать по ГОСТ 31384 и СП 28.13330.

5.1.4 Степень агрессивного воздействия среды определяется 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 оценивается 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 имеющих 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 стен, опоры эстакад и путепроводов, стен тоннелей (на участках, примыкающих к портальной части), большая 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 применять по табл. 5.1

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

5.1.6 Агрессивность воздействия среды эксплуатации как по отношению к бетону, так и по отношению к стальной арматуре, во многом определяется 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 табл. 5.2 с привязкой к категориям условий эксплуатации по среде. Минимальные марки бетона по водонепроницаемости при данной оценке находятся в интервале W4 - W8. Требуемые значения минимальных марок бетона по водонепроницаемости рассматриваются в разделе «Требования к материалам и конструкциям».

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

5.1.7 В случаях, когда части одной конструкции эксплуатируются 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, выше лежащие 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.

Таблица 5.1

Принадлежность элементов конструкций к категории условий эксплуатации

Сооружение	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации
1	2	3	4
Защитные сооружения гражданской обороны.	Опоры	В зоне контакта с грунтовыми водами	3
	Ригели, пролетные строения		2
	Плита ограждающие конструкции и плиты перекрытий, элементы водоотвода		3
	Подпорные стенки		3
Подземные сооружения промышленных предприятий	Опоры	На открытом воздухе	2
		В зоне контакта с жидкой средой ²⁾	3
	Ригели, пролетные строения		2
	Плита проезжей части		3
	Подпорные стенки	На открытом воздухе	2
		В зоне контакта с жидкой средой ²⁾	3
Лестничные сходы		3	
Транспортные тоннели, включая метрополитены	Стены, перекрытия, колонны	Внутри протяженных тоннелей ³⁾	1
		На участках, примыкающих к порталной части: - на открытом воздухе	2
		- в зоне контакта с жидкой средой ²⁾	3
	Плита проезжей части	Внутри протяженных тоннелей ³⁾	2
		На участках, примыкающих к порталной части ⁴⁾	3
Подземные переходы (пешеходные сооружения тоннельного типа)	Стенки, лестничные сходы	Внутри протяженных переходов ³⁾	1
		На участках, примыкающих к выходам: - на открытом воздухе	2
		- в зоне контакта с жидкой средой ²⁾	3
	Ригели, плита покрытия	Внутри протяженных переходов ³⁾	1
		На участках, примыкающих к выходам	2
Подземные автостоянки и гаражи	Стены	Под жилищно-гражданскими зданиями	2
	Перекрытия		
	Колонны ригели		

Сооружение	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации
1	2	3	4
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	3
		В зоне контакта с агрессивной средой	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 коллектора под зданиями, сооружениями и автодорогами.	2

Примечания

¹⁾ За зону переменного уровня грунтовых вод для опор тоннелей принимается участок опоры, располагающийся от 0,5 м ниже уровня промерзания грунта.

²⁾ За зону контакта с жидкой средой принимаются участки конструкций, располагающиеся на высоте до 1,5 м от горизонтальной поверхности проезжей или пешеходной части.

³⁾ К протяженным тоннелям и подземным переходам относятся сооружения длиной соответственно более 60 м и 30 м.

⁴⁾ За участки тоннелей, примыкающих к порталной части и подземных переходов, примыкающих к входам и выходам, принимаются части сооружений, протяженностью не менее 20 м и 10 м соответственно.

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 порталной части, воздействие среды - среднеагрессивное.

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

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.

5.2.2 Классификация агрессивности грунтов приведена в табл.5.3. Показатели агрессивности по содержанию сульфатов в таблице приведены для бетона марки по водонепроницаемости W4.

В случае наличия в грунтовых водах химической агрессии класс среды эксплуатации должен определять с учетом требования табл. 5.4

При изменении показателей агрессивности грунтов, отличающихся от данных табл. 5.3 марки бетона по водонепроницаемости должны назначаться с учетом требований, приведенных в таблицах 5.4- 5.7

Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на стальную арматуру железобетонных конструкций указана в табл. 5.8.

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

5.2.3 Перед началом проектирования отдельных железобетонных конструкций и конструктивных элементов следует определить 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.

Таблица 5.3.

Классификация агрессивности грунтов

Зона влажности (по СП 131.13330.2011)	Показатель агрессивности, мг на 1 кг грунта				Степень агрессивного воздействия грунта ³⁾ на бетонные и железобетонные конструкции
	Сульфатов ²⁾ в пересчете на SO ₄ ²⁻ для бетонов на			Хлоридов ¹⁾ в пересчете на Cl для бетонов на	
	портланд-цементе по ГОСТ 10178	портландцементе по ГОСТ 10178 с содержанием C ₃ S не более 65%, C ₃ A не более 7%, C ₃ A + C ₄ AF не более 22% и шлакопортланд-цементе	сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266	портландцементе, шлакопортландцементе по ГОСТ 10178 и сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266	
Сухая	Св. 500 до 1000	Св. 3000 до 4000	Св. 6000 до 12000	Св. 400 до 750	Слабоагрессивная
	Св. 1000 до 1500	Св. 4000 до 5000	Св. 12 000 до 15 000	Св. 750 до 7500	Среднеагрессивная
	Св. 1500	Св. 5000	Св. 15 000	Св. 7500	Сильноагрессивная
Нормальная и влажная	Св. 250 до 500	Св. 1500 до 3000	Св. 3000 до 6000	Св. 250 до 500	Слабоагрессивная
	Св. 500 до 1000	Св. 3000 до 4000	Св. 6000 до 8000	Св. 500 до 5000	Среднеагрессивная
	Св. 1000	Св. 4000	Св. 8000	Св. 5000	Сильноагрессивная

Примечание:

¹⁾ Показатели агрессивности по содержанию хлоридов приведены только для железобетонных конструкций из бетона марки по водонепроницаемости W4 – W6. При одновременном содержании сульфатов их количество пересчитывается на содержание хлоридов умножением на 0,25 и суммируется с содержанием хлоридов.

²⁾ Показатели агрессивности по содержанию сульфатов приведены для бетона марки по водонепроницаемости W4. При оценке степени агрессивного воздействия на бетон марки по водонепроницаемости свыше W4 показатели следует принимать по табл.5.4.

³⁾ При наличии грунтовой воды оценка агрессивности среды проводится в зависимости от химического состава грунтовой воды по табл.5.5, 5.6 и 5.7

Таблица 5.4

Степень агрессивного воздействия сульфатов в грунтах на бетоны марок по водонепроницаемости W4-W20

Цемент	Показатель агрессивности грунта с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/кг					Степень агрессивного воздействия грунта на бетон
	W4	W6	W8	W10-W14	W16-W20	
Портландцемент по ГОСТ 10178	500—1000	1000—1500	1500—2000	2000—3000	3000—4000	Слабоагрессивная
	1000—1500	1500—2000	2000—3000	3000—4000	4000—5000	Среднеагрессивная
	Св. 1500	Св. 2000	Св. 3000	Св. 4000	Св. 5000	Сильноагрессивная
Портландцемент по ГОСТ 10178 с содержанием в клинкере C_3S — не более 65 %, C_3A — не более 7 %, $\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF}$ — не более 22% и шлакопортландцемент	3000—4000	4000—5000	5000—8000	8000—10000	10000—12000	Слабоагрессивная
	4000—5000	5000—8000	8000—10000	10000—12000	12000—15000	Среднеагрессивная
	Св. 5000	Св. 8000	Св. 10000	Св. 12000	Св. 15000	Сильноагрессивная
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266	6000—8000	8000—10000	10000—12000	12000—15000	15000—20000	Слабоагрессивная
	8000—10000	10000—12000	12000—15000	15000—20000	20000—24000	Среднеагрессивная
	Св. 10000	Св. 12000	Св. 15000	Св. 20000	Св. 24000	Сильноагрессивная

Таблица 5.5

Степень агрессивного воздействия жидких неорганических сред на бетон

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности грунтовой воды для сооружений, расположенных в грунтах с K_f свыше 0,1 м/сут, и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости				Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	W10-W12	
Бикарбонатная щелочность, мг-экв/дм ³ (град) ³⁾	Св. 0 до 1,05	—	—	—	Слабоагрессивная
Водородный показатель рН ⁴⁾	Св. 5,0 до 6,5	Св. 4,0 до 5,0	Св. 3,5 до 4,0	Св. 3,0 до 3,5	Слабоагрессивная
	Св. 4,0 до 5,0	Св. 3,5 до 4,0	Св. 3,0 до 3,5	Св. 2,5 до 3,0	Среднеагрессивная
	Св. 0 до 4,0	Св. 0 до 3,5	Св. 0 до 3,0	Св. 0 до 2,0	Сильноагрессивная
Содержание агрессивной углекислоты, мг/дм ³	Св. 10 до 40	Св. 40 ⁵⁾	—	—	Слабоагрессивная
	Св. 40 ⁵⁾	—	—	—	Среднеагрессивная
Содержание агнезийных солей, мг/дм ³ , в пересчете на ион Mg ²⁺	Св. 1000 до 2000	Св. 2000 до 3000	Св. 3000 до 4000	Св. 4000 до 5000	Слабоагрессивная
	Св. 2000 до 3000	Св. 3000 до 4000	Св. 4000 до 5000	Св. 5000 до 6000	Среднеагрессивная
	Св. 3000	Св. 4000	Св. 5000	Св. 6000	Сильноагрессивная
Содержание аммонийных солей, мг/дм ³ , в пересчете на ион NH ₄ ⁺	Св. 100 до 500	Св. 500 до 800	Св. 800 до 1000	б)	Слабоагрессивная
	Св. 500 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1500	б)	Среднеагрессивная
	Св. 800	Св. 1000	Св. 1500	б)	Сильноагрессивная
Содержание едких щелочей, мг/дм ³ в пересчете на ионы Na ⁺ и K ⁺	Св. 50000 до	Св. 60000 до	Св. 80000 до 100000	б)	Слабоагрессивная
	Св. 60000 до	Св. 80000 до	Св. 100000 до	б)	Среднеагрессивная
	Св. 80000	Св. 100000	Св. 150000	б)	Сильноагрессивная
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов ²⁾ , нитратов и др. солей, мг/дм ³ , при наличии испаряющих поверхностей	Св. 10000 до 20000	Св. 20000 до 50000	Св. 50000 до 60000	б)	Слабоагрессивная
	Св. 20000 до	Св. 50000 до	Св. 60000 до 70000	б)	Среднеагрессивная
	Св. 50000	Св. 60000	Св. 70000	б)	Сильноагрессивная

- 1) При оценке степени агрессивного воздействия среды в условиях эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, значения показателей данной таблицы должны быть умножены на 1,3.
- 2) Содержание сульфатов в зависимости от вида и минералогического состава цемента не должно превышать пределов, указанных в таблицах 5.4 и 5.6.
- 3) При любом значении бикарбонатной щелочности среда неагрессивна по отношению к бетону с маркой по водонепроницаемости W6 и более, а также W4 при коэффициенте фильтрации грунта K , ниже 0,1 м/сут.
- 4) Оценка агрессивного воздействия среды по водородному показателю рН не распространяется на растворы органических кислот высоких концентраций и углекислоту.
- 5) При превышении значений показателей агрессивности, указанных в таблице, степень агрессивного воздействия среды по данному показателю не возрастает.
- 6) Критические концентрации устанавливаются специальным исследованием.

Таблица 5.6

Степень агрессивного воздействия жидких сульфатных сред для бетонов марок по водонепроницаемости W8-W20

Цемент	Показатель агрессивности грунтовой воды с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/дм ³ , для сооружений, расположенных в грунтах с K_f св. 0,1 м/сут, и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости			Степень агрессивного воздействия жидкой среды на бетон
	W8	W10-W14	W16-W20	
Портландцемент по ГОСТ 10178	425 – 850	850 – 1250	1250 - 2500	Слабоагрессивная
	850—1700	1250—2500	2500—5000	Среднеагрессивная
	Свыше 1700	Свыше 2500	Свыше 5000	Сильноагрессивная
Портландцемент по ГОСТ 10178 с содержанием в клинкере C_3S - не более 65 %, C_3A - не более 7 %, $\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF}$ — не более 22 % и шлакопортландцемент	2550—5100	5100—8000	8000—9000	Слабоагрессивная
	5100—6800	8000—9000	9000—10000	Среднеагрессивная
	Свыше 6800	Свыше 9000	Свыше 10000	Сильноагрессивная
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266	5100—10200	10200—12000	12000—15000	Слабоагрессивная
	10200—13600	12000—15000	15000—20000	Среднеагрессивная
	Свыше 13600	Свыше 15000	Свыше 20000	Сильноагрессивная

¹⁾ При оценке степени агрессивности среды в условиях эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, показатели данной таблицы должны быть умножены на 1,3.

Таблица 5.7

Степень агрессивного воздействия жидких сульфатных сред, содержащих бикарбонаты

Цемент	Показатель агрессивности грунтовой воды с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/дм ³ , для сооружений, расположенных в грунтах с K_f 0,1 м/сут, и для напорных сооружений при содержании ионов HCO_3^- , мг-экв/л			Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон марки по водо ²⁾ непроницаемости W_4
	св. 0,0 до 3,0	св. 3,0 до 6,0	св. 6,0 до 1200	
Портландцемент по ГОСТ 10178	Св. 250 до 500	Св. 500 до 1000	Св. 1000	Слабоагрессивная
	Св. 500 до 1000	Св. 1000 до 1200	Св. 1200 до 1500	Среднеагрессивная
	Св. 1000	Св. 1200	Св. 1500	Сильноагрессивная
Портландцемент по ГОСТ 10178 с содержанием в клинкере C_3S — не более 65 %, C_3A — не более 7 %, $\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF}$ — не более 22% и шлакопортландцемент	Св. 1500 до 3000	Св. 3000 до 4000	Св. 4000 до 5000	Слабоагрессивная
	Св. 3000 до 4000	Св. 4000 до 5000	Св. 5000 до 6000	Среднеагрессивная
	Св. 4000	Св. 5000	Св. 6000	Сильноагрессивная
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266	Св. 6000 до 8000	Св. 6000 до 8000	Св. 8000 до 12000	Слабоагрессивная
	Св. 6000 до 8000	Св. 8000 до 12 000	Св. 12 000 до 15 000	Среднеагрессивная
	Св. 8000	Св. 12000	Св. 15000	Сильноагрессивная

¹⁾ При оценке степени агрессивности среды в условиях эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, показатели данной таблицы должны быть умножены на 1,3.

²⁾ При оценке степени агрессивности среды для бетона марки по водонепроницаемости W_6 показатели данной таблицы должны быть умножены на 1,3, для бетона марки по водонепроницаемости W_8 — на 1,7.

Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на арматуру железобетонных конструкций

Содержание хлоридов в пересчете на Cl^- , мг/дм ³ ²⁾	Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на арматуру железобетонных конструкций при	
	постоянном погружении	периодическом смачивании ¹⁾
До 500	Неагрессивная	Слабоагрессивная
Св. 500 до 5000	Неагрессивная	Среднеагрессивная
Св. 5000	Слабоагрессивная	Сильноагрессивная

¹⁾ Понятие периодического смачивания охватывает зоны переменного горизонта жидкой среды и капиллярного подсоса.

²⁾ При одновременном содержании в жидкой среде сульфатов и хлоридов количество сульфатов пересчитывается на содержание хлоридов умножением на 0,25 и суммируется с содержанием хлоридов.

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

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 приземной 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 таблице 5.10 Наиболее загрязненным по всем показателям является, талый сток, который по значению показателя 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 различные производства, поверхностный сток с отдельных территорий по составу примесей может заметно отличаться от стока с других участков и общего стока, что должно учитываться 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 ХПК и 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.

Таблица 5.10

Примерные значения концентраций в дождевом и талом стоках для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий

Тип участка	Дождевой сток			Талый сток		
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	БПК, мгО ₂ /дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	БПК, мгО ₂ /дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий (центральная часть города с административными зданиями, торговыми и учебными центрами)	400	30	8	2000	50	20
Современная жилая застройка	650	40	12	2500	70	20
Магистральные улицы с интенсивным движением транспорта	1000	60	20	3000	85	25
Территории, прилегающие к промышленным предприятиям	2000	65	18	4000	110	25
Кровли зданий и сооружений	<20	<10	0,01-0,7	<20	<10	0,01-0,7
Территории с преобладанием индивидуальной жилой застройки; газоны и зеленые насаждения	300	40	<1	1500	70	<1

6 Требования к материалам и конструкциям. (первичная защита)

Первичная защита реализуется посредством выполнения требований технологического и расчетно-конструктивного характера.

Первичная защита предусматривает сочетание определенных требований, предъявляемых непосредственно к материалам, из которых изготавливаются конструкции, и к самим конструкциям. Реализация этих требований в процессе проектирования и изготовления конструкций подземных сооружений и коммуникаций максимально гарантирует длительную эксплуатационную пригодность. Первичная защита выполняется 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 изготавливаться 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 категории условий эксплуатации, должен обеспечиваться мерами 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 техкальциевого алюмината не более 8 %. Массовая доля щелочных оксидов ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) в пересчете на Na_2O ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$) не должна превышать 0,6%.

Рекомендуемые виды цемента для бетонов в зависимости от класса сред эксплуатации приведены в табл.6.1

Допускается также применение цемента (вяжущих) низкой водопотребности (ВНВ) с содержанием минеральных добавок не более 10%- 15%, цемента в сочетании с добавками органических композиций серии «МБ» и «ЭМБЭЛИТ», напрягающих и безусадочных цемента и других вяжущих, приготовленных на цементной основе. При этом необходимо соответствие этих материалов утвержденным документам на них и наличие данных по обеспечению коррозионной стойкости и морозостойкости бетонов на указанных вяжущих и стойкости арматуры в этих бетонах. Более подробные сведения о бетонах с повышенными эксплуатационными свойствами приведены в настоящих СП.

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.

Рекомендуемые виды цемента для бетонов в агрессивных средах

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

¹⁾ Допускается в сульфатных средах

²⁾ Рекомендуется в подводной и внутренней зоне массивных конструкций

³⁾ Рекомендуется в сульфатных средах

Условные обозначения: ++ рекомендуется, + допускается, - не допускается, и – требуется испытание.

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, если они однородны и не содержат 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, имеющих водородный показатель 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 использовать 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 составлять более 5 % массы цемента. При большем 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 28.13330.2012

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;
- подвергающихся электрокоррозии.

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, используемых 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 Воду для затворения бетонной смеси и увлажнения твердеющего бетона следует применять в соответствии с 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 отвечать требованиям ГОСТ 26633, соответствующим 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 средами, должна приниматься не ниже значений, приведенных в таблицах 5.4- 5.7.

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

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

6.1.3.2 Марка бетона по морозостойкости назначается в зависимости от жесткости режимов эксплуатации по среде, с учетом среднемесячной температуры наиболее холодного месяца. Минимальные значения марок бетона по морозостойкости железобетонных конструкций толщиной до 0,5 м приведены в ГОСТ 31384.

Марка бетона по морозостойкости массивных бетонных конструкций (толщиной более 0,5 м) 1 и 2 категорий условий эксплуатации принимается 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 (3 категория условий эксплуатации), следует изготавливать с обязательным 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.

6.1.3.4 Химические добавки, вводимые в состав бетонных смесей, должны быть не токсичны и не вызывать загрязнений окружающей среды

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, большей частью технологического характера.

6.1.4.1 Такие бетоны могут быть получены при применении поликомпонентных модификаторов серии «МБ», к которым относятся:

- Модификатор бетона МБ- 01 (ТУ 5743-073-46854090-98),
- Модификатор бетона МБ- С (ТУ 5743-073-46854090-98),
- Модификатор бетона «Эмбэлит» (ТУ 5870-176-46854090-04).

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 - уноса (для МБ- С), термообработанным каолином, гипсом или их смесью с кислой золой-уноса и микрокремнеземом (для Эмбэлит), а органическая часть - суперпластификатором С-3 или его смесью с регуляторами твердения.

В соответствии с техническими условиями разные типы модификаторов подразделяются 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 т.ч. с высокой ранней прочностью при нормальном хранении - до 40 МПа в возрасте 1 суток.

Применение модификаторов «МБ» в бетонах на обычных портландцементе М400 или М500 и обычных заполнителях из твердых пород обеспечивают 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 марку бетона 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 реакционноспособным кремнеземом заполнителя; при дозировке модификатора в количестве до 20 % от 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 использования компонентов расширяющего действия (каолин и гипс) в составе модификатора. Снижение деформаций усадки особенно важно для мелкозернистых бетонов, для конструкций и сооружений большой протяженности (коллектора, тоннели, пешеходные переходы и т. д.), а повышение усадочной трещиностойкости - для сооружений повышенной непроницаемости, таких как тубинги, 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 Эмбэлит улучшает перекачиваемость и стабильность консистенции бетонных смесей во времени.

При возведении массивных конструкций применение 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 процессы приема, хранения и подачи материала укладываются в обычные схемы, существующие на заводах для цемента.

6.2 Требования к стальной арматуре

6.2.1 В железобетонных конструкциях подземных сооружений и коммуникаций применяются отечественные арматурные стали по ГОСТ 380. ГОСТ 3067. ГОСТ 3068. ГОСТ 3090. ГОСТ 5781. ГОСТ 73-18, ГОСТ 7675. ГОСТ 7676. ГОСТ 10884. ГОСТ 13840. СТО АСЧМ 7. Допускается применение зарубежной арматуры по EN 10138.

6.2.2 Железобетонные конструкции подземных сооружений и коммуникаций армируются:

- стержневой, проволочной и канатной стальной арматурой самоанкеривающейся 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 подразделяются 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 3,5мм и более и канаты из проволоки диаметром 3,5мм 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 3,5мм и канаты из проволоки диаметром менее 3,5мм.

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 табл.6.2

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 40ч. В агрессивных средах для армирования конструкций рекомендуется применять неметаллическую композитную арматуру, отвечающую требованиям нормативно-технической документации на нее.

Таблица 6.2

Условия применения различных групп арматурных сталей

Группа стали	Класс арматурной стали ¹⁾	Категория условий эксплуатации
I	A240, A300, A400, A500C _(гк) , A550B, A600, Ат600К, В-I, Вр-I	1, 2, 3
	A400C _(тм) , A500C _(тм) , A500C _(хд) , Ат600С	1, 2 ²⁾ , 3 ²⁾
II	Ат800К, Ат1000К В-II, Вр-II, К7, К19	1, 2, 3
III	A800, A1000, 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 арматура свариваемая (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.

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 удаляемой мягкой тканью.

Условия хранения напрягаемой арматуры, поставляемой без консервации и упаковки, следующие:

- 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 месяцев, а в напряженном состоянии до антикоррозионной защиты для стержневой арматуры, проволоки, арматурных канатов из параллельных проволок - не более 30 суток; для канатов (К-7, К-19) при диаметре проволок $\geq 3,5$ мм - не более 15 суток.

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 арматурная сталь перед установкой в конструкцию проверяется на соответствие требованиям ГОСТов по следующим показателям - временное сопротивление при разрыве (σ_B), условный предел текучести ($\sigma_{0,2}$), относительное удлинение при разрыве (ϵ), число перегибов (n), а при наличии требований стандарта - на стойкость против коррозионного растрескивания и усталостную прочность (при расчете конструкций или отдельных элементов на выносливость).

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

6.3 Требования к конструкциям.

6.3.1 Расчет железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций выполняется по соответствующим нормативным документам (п.2.1) с ужесточением некоторых требований, касающихся толщине защитного слоя бетона, категории требований к трещиностойкости, допустимой толщине 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.

Защита стальных элементов железобетонных конструкций от коррозии обеспечивается главным образом бетоном защитного слоя. Сохранность стальной арматуры железобетонных конструкций в цементном бетоне в значительной степени обусловлена толщиной защитного слоя бетона и его непроницаемостью. Толщина защитного слоя бетона определяется наименьшим расстоянием от поверхности конструкции до поверхности ближайшего арматурного элемента.

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

6.3.1.2 Минимально допустимые значения защитных слоев бетона до арматуры, кроме предварительно напряженной арматуры, располагаемой в открытых и закрытых каналах железобетонных конструкций, приведены в табл.6.3

Минимальные значения толщины защитного слоя бетона (a_c) при марках бетона по водонепроницаемости (W) для бетонных и железобетонных конструкций

Таблица 6.3

Категория условий эксплуатации (по 15)	Степень агрессивного воздействия среды	а _{зс} (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/W 8	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.

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

Для каналов диаметром 11 см защитный слой назначается не менее 50 мм. При диаметрах каналов свыше 11 см принимаемая толщина защитного слоя проверяется расчетом на силовые воздействия и давление раствора при инъецировании канала.

В конструкциях из монолитного бетона толщина защитных слоев увеличивается на 5 мм.

При применении самоанкеривающейся 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.

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

Ингибиторы коррозии стали в бетоне применяются:

- в тонкостенных железобетонных конструкциях при малой толщине защитного слоя, когда имеется опасность полной его карбонизации,
- при использовании вяжущих с пониженными защитными свойствами,
- при воздействии хлоридных сред.

Для стальной арматуры, не склонной к коррозии под напряжением можно рекомендовать 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.

6.3.1.4 Напрягаемая арматура сборных железобетонных конструкций с натяжением на бетон, как правило, располагается в закрытых каналах, образуемых преимущественно извлекаемыми каналообразователями из полимерных материалов.

6.3.1.5 При устройстве каналов с неизвлекаемыми каналообразователями рекомендуется применять неоцинкованные гибкие стальные рукава и гофрированные

трубы из полимерных материалов (полиэтилен высокой плотности, полипропилен). Исключение оцинкованных каналобразователей вызвано опасностью наводороживания напрягаемой арматуры при контакте стали с цинковой поверхностью каналобразователей в результате образования коррозионных макропар, в которых стальная арматура служит катодом.

Неизвлекаемые каналобразователи 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.

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

Внутреннюю поверхность стальных каналобразователей на время хранения и транспортирования рекомендуется защищать от коррозии с последующим удалением защитного состава. В качестве защиты может применяться водорастворимая смазка типа СОЖ, удаляемая перед инъектированием, или другие материалы ингибирующего действия.

6.3.1.7 При расчете по предельным состояниям второй группы категорию требований к трещиностойкости и предельно допустимой ширине непродолжительного ($a_{сгс1}$) и продолжительного ($a_{сгс2}$) раскрытия трещин следует принимать:

- для элементов железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивной среде по СП 28.13330 с учетом требований, приведенных в табл. 6.5.
- для элементов железобетонных конструкций мостов и труб по данным СП 35.13330

6.3.1.8 При определении ширины непродолжительного раскрытия трещин допускается ветровую нагрузку принимать в размере 30 % от 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

6.3.1.9 Образование несилловых 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 ГОСТ 13015 и установленных стандартами или техническими условиями на конструкции конкретных видов.

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 $a_{cr}/(a_{СГС2})$, мм в зависимости от категории условий эксплуатации ²⁾					
		1		2		3	
		при степени агрессивного воздействия среды					
		слабой		слабой		средней	
I	A240, A300, A400, A500 _(сг) A550B, A600, Ат600К	-	-	$\frac{3}{0,15(0,1)}$	$\frac{3}{0,15(0,1)}$		
	B-I, Вр-1 A400C _(тм) , A500C _(тм) , A500 _(хд) , Ат600С	$\frac{3}{0,25(0,2)}$	$\frac{3}{0,25(0,2)}$	Допускается к применению при экспериментальном обосновании			
II	Ат800К Ат1000К	$\frac{3}{0Д5(0,1)}$	$\frac{3}{0,1(0,05)}$	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{2}{0,05}$		
	B- II, Вр-II, К7, К19	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{2}{0,05}$	$\frac{2}{0,05}$	1		
III	A800, A1000, Ат800, Ат1000	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{2}{0,05}$	1	Не допускается к применению		
	B-II, Вр-II, К7, К19 при диаметре проволок менее 3,5 мм	$\frac{2}{0,05}$	$\frac{2}{0,05}$	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.

3) См. примечания к табл. 6.2

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 установке технических устройств для постоянного инструментального мониторинга скорости коррозии и нанесении защитного покрытия на поверхность железобетонных конструкций, ограничивающего или исключаящего 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, которая устанавливается по СП 28.13330.

7.3 Для защиты поверхностей железобетонных конструкций в зависимости от условий эксплуатации по среде следует предусматривать вторичную защиту, которая в соответствии с СП 28.13330, ГОСТ 31384 и EN 1504 подразделяется на группы:

- 1) лакокрасочные покрытия - при действии газообразных и твердых сред (аэрозолей);
- 2) лакокрасочные толстослойные (мастичные) покрытия - при действии жидких сред, при непосредственном контакте покрытия с твердой агрессивной средой;
- 3) оклеечные покрытия - при действии жидких сред, в грунтах, в качестве непроницаемого подслоя в облицовочных покрытиях;
- 4) облицовочные покрытия, в том числе из полимербетонов, - при действии жидких сред, в грунтах, в качестве защиты от механических повреждений оклеечного покрытия;
- 5) пропитку (уплотняющую) химически стойкими материалами - при действии жидких сред, в грунтах;
- 6) гидрофобизацию - при периодическом увлажнении водой или атмосферными осадками, образовании конденсата, в качестве обработки поверхности до нанесения грунтовочного слоя под лакокрасочные покрытия;
- 7) биоцидные материалы - при воздействии бактерий, выделяющих кислоты, и грибов.

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

7.5 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.

7.6 В нормативно-технической документации на железобетонные конструкции, для которых предусматривается вторичная защита от коррозии, следует указывать:

- 1) требования к защищаемой поверхности бетона (шероховатость, прочность, чистота, допускаемая влажность в момент нанесения покрытия и т.д.);

- 2) требования к форме защищаемого конструктивного элемента и к твердости его поверхностного слоя с определением допустимого раскрытия трещин;
- 3) требования к материалам защитного покрытия с учетом возможного их взаимодействия с материалом конструкции;
- 4) требования к системам защитных покрытий;
- 5) требования к совместной работе материала конструкций и защитного покрытия в условиях переменных температур;
- 6) требования к нанесению систем защитных покрытий;
- 7) требования к контролю качества систем защитных покрытий, периодичности осмотра состояния конструкций и восстановлению их защиты.
- 8) требования к установке технических устройств для инструментального мониторинга за скоростью коррозии.
- 9) требования безопасности и охраны окружающей среды.

7.7 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.)

7.8 Подготовленная бетонная поверхность в зависимости от вида наносимого защитного покрытия должна соответствовать требованиям СНиП 3.04.03, приведённым в приложении В, таблица В.1.

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 не более 4 % (на поверхности не должно быть пленочной влаги, поверхность бетона должна быть на ощупь воздушно-сухой) при применении материалов на органической основе, не более 10% при применении материалов на водной основе. При применении материалов на цементной основе влажность бетона в поверхностном слое не нормируется.

7.9 Материалы для вторичной защиты должны изготавливаться в соответствии с требованиями нормативной и технической документации на конкретный материал, по рецептурам и технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке.

Материалы, применяемые для защиты поверхностей железобетонных конструкций должны поставляться с сопроводительными документами (паспорт или сертификат) содержащими следующие сведения: наименование и марку материала, наименование фирмы поставщика, наименование ТУ и основные показатели качества, дату изготовления, сертификат соответствия.

7.10 Лакокрасочные материалы, применяемые для систем защитных покрытий в строительстве (краски, эмали, лаки, грунтовки, шпатлевки) должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52491 и контролироваться по следующим основным нормируемым показателям: условная вязкость, массовая доля нелетучих веществ, время высыхания, укрывистость, эластичность при изгибе, прочность при ударе, твердость, адгезия.

7.11 Мастичные материалы применяемые для систем защитных и гидроизоляционных покрытий должны соответствовать требованиям ГОСТ 4.222, ГОСТ 30693 и контролироваться по следующим основным нормируемым показателям: динамическая вязкость, предел прочности при разрыве, относительное удлинение при разрыве, время отверждения (жизнеспособность), гибкость, водонепроницаемость, адгезия, биостойкость.

7.12 Рулонные материалы, применяемые для защитных и гидроизоляционных покрытий должны соответствовать требованиям ГОСТ 30547 и контролироваться по следующим основным нормируемым показателям : прочность на разрыв, относительное удлинение при разрыве, гибкость, температуроустойчивость, водопоглощение, водонепроницаемость.

7.13 Системы покрытий в соответствии с их защитными свойствами подразделяются на четыре группы. Требования к выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации конструкций приведены в приложении В, таблица В.2, защитные свойства групп покрытий повышаются от первой к четвертой.

7.14 Железобетонные конструкций подземных сооружений и коммуникаций в зависимости от условий эксплуатации подразделяются на три категории (категории условий эксплуатации), в соответствии с которыми назначается группа защитных покрытий.

Принадлежность элементов конструкций к категории условий эксплуатации и группы защитных покрытий приведены в приложении В, таблица В.3.

7.15 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 натуральный фрагмент строительных конструкций;
- максимальный срок службы системы защитного покрытия.

7.16 Значения показателей качества систем защитных покрытий на бетоне 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.

Величина прочности сцепления систем защитных покрытий с поверхностью бетона должна быть не менее 1,0 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.

7.17 Виды лакокрасочных тонкослойных систем покрытий (толщиной до 250 мкм), предназначенных для антикоррозионной защиты поверхностей железобетонных конструкций, приведены в приложении В, таблица В.4.

Виды лакокрасочных толстослойных, комбинированных, пропиточно-кольматирующих систем защитных покрытий, приведены в приложении Г, таблица Г.1.

7.18 Наружные боковые поверхности железобетонных конструкций подземных сооружений 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 приложении Д, таблица Д.1, виды и варианты защитных покрытий и пропиток фундаментов, таблица Д.2.

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

Виды гидроизоляционных битумных и битумно-полимерных материалов, наплаваемых и приклеиваемых на мастиках, приведены в приложении Е, таблица Е.1, виды гидроизоляционных мастик в таблица Е.2,

7.20 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 (вода, грунт);
- долговечность с учетом расчетного срока эксплуатации подземного сооружения;
- морозостойкость;
- биологическая стойкость;
- химическая совместимость с другими типами используемых средств защиты, материалами изолируемых конструкций.

Гидроизоляцию следует проектировать в виде неразрывного замкнутого контура.

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

Нанесение систем защитных и гидроизоляционных покрытий производят согласно Техническим условиям на материалы и системы покрытий и Технологическому регламенту на конкретный объект, разработанным и утвержденным в установленном порядке.

7.22 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 приложении Ж, таблица Ж.2

Критерии оценки качества защитных покрытий в соответствии с требованиями СНиП 3.04.03 и методы проверки показателей качества приведены в приложении Ж, таблица Ж.1.

7.23 Контроль качества должен осуществляться 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 строительного-монтажной площадки подлежат контролю все этапы подготовки окрашиваемой поверхности под нанесение защитных материалов, климатические условия при производстве работ, минимальная, максимальная, средняя толщина системы покрытия и количество измерений на конструкции, время сушки покрытия и т.п. с занесением необходимых показателей в журнал производства антикоррозионных работ, форма которого приведена в приложении Ж, таблица Ж.3.

7.24 После завершения всех работ по нанесению вторичной защиты следует производить освидетельствование и приемку систем защитных и гидроизоляционных покрытий в целом с оформлением соответствующего акта, форма которого приведена в приложении Ж, таблица Ж.4.

7.25. По завершении работ по нанесению вторичной защиты следует производить 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 может 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 Временная защита применяется, главным образом, для напрягаемой арматуры, предназначенной для натяжения на бетон и рассчитана 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. Смазка наносится на арматуру заводом-изготовителем или поставщиком. 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 Постоянная защита осуществляется, как правило, покрытиями, наносимыми на поверхность стержневой арматуры, отдельных проволок или канатов на заводе-изготовителе арматуры, заводе спецконструкций или на строительной площадке.

При соблюдении требований первичной защиты самоанкеривающаяся 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 отвечать 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 самоанкеривающейся арматуры с бетоном;
- обеспечение непроницаемости для жидкости и газа в течение всего срока защиты;
- термостойкость в диапазоне температур $+50\text{ }^{\circ}\text{C} \div -50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 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.

Протекторная защита стальной арматуры, имеющей сцепление с бетоном, обеспечивается нанесением на поверхность слоя цинка (толщиной 50 - 60 мкм) методом горячего цинкования.

Барьерная защита осуществляется порошковыми полимерными покрытиями (ППП), наносимыми в электростатической камере с полимеризацией при температуре около $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 предназначаются для стыковки конструкций между собой, организации температурно-деформационных швов, крепления элементов обустройства, как правило решаются 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 коррозионностойких 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 Толщины стальных элементов закладных деталей и связей (лист, полоса, профиль), подвергающихся коррозионным воздействиям, следует принимать не менее 8 мм, а арматурных стержней - не менее 12 мм.

8.8 Закладные детали и соединительные элементы, находящиеся в обетонируемых стыках и узлах сопряжений конструкций должны иметь защитный слой бетона и марку бетона по водонепроницаемости не ниже, чем в стыкуемых конструкциях.

8.9 Защита 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 осуществляется:

- цинковыми покрытиями, наносимыми методами горячего или холодного¹⁾ цинкования или газотермического напыления;
- комбинированными покрытиями (лакокрасочными²⁾ 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.

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

8.11 В обетонируемых стыках и узлах сопряжений конструкций закладные детали и соединительные элементы из обычных сталей без защитных покрытий должны иметь защитный слой бетона и марку бетона по водонепроницаемости не ниже, чем в стыкуемых конструкциях.

8.12 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 производить по СП 28.13330.

8.13 Защиту от коррозии закладных деталей и соединительных элементов, предназначенных только для монтажа конструкций, допускается не производить при условии последующего окрашивания поверхностей, выходящих наружу.

Допускается не наносить защитные покрытия на участки закладных деталей и соединительных элементов, обращенные друг к другу плоскими поверхностями (типа листовых накладок), свариваемыми герметично по всему контуру.

8.14 Минимальные толщины покрытий, наносимых гальваническим методом, методами горячего, холодного цинкования и газотермического напыления должны быть не менее 30мкм, 50мкм, 60мкм, 100мкм соответственно.

8.15 Участки защитных покрытий, нарушенные при монтаже и сварке, а также сварной шов, должны быть защищены 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 Система защиты конструкций в узлах сопряжения и их герметизация решается 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, устраиваемые в виде деформационных (температурно-усадочных) швов.

Конструкция системы защиты выполняется 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, т.к. в любом соединении реализуется определенная часть деформаций сооружения;
- стыковое соединение должно иметь, как минимум, две ступени защиты, т.к. ремонтпригодность 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 использованы следующие способы и приемы изоляции и уплотнения:

1. *Заполнение зазора узла сопряжения безусадочным или расширяющимся составом на минеральном вяжущем.*

2. *Изоляция узла сопряжения (стыкового соединения) на поверхности конструкции эластичным материалом на минеральном вяжущем с дополнительным армированным защитным покрытием.*

3. *Изоляция узла сопряжения (стыкового соединения) эластичной полимерной гидроизоляционной лентой, монтируемой на поверхности конструкции с помощью специального клеевого состава.*

4. *Уплотнение зазора узла сопряжения специальным пенополиуретановым составом, нагнетаемым в уплотняемый зазор через устанавливаемые инъекционные устройства.*

5. *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 выполняется на всю его глубину.

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

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 может выполняться специальными инъекционными составами на цементной основе с высокими показателями текучести (не ниже ПЗ), 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 использовать 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 могут применяться как однокомпонентные, так и двухкомпонентные составы. Пенополиуретановые составы нагнетают в уплотняемый зазор через систему линейных иньекторов или через одиночные иньекторы-пакеры.

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

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

9.1.9 При уплотнении зазоров иньектированием пенополиуретановых составов через иньецирующие 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 $\approx 1/2$ 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 иньектирование пенополиуретановых составов для уплотнения стыковых соединений.

После полимеризации проиньектированного 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 величина 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/мм². Требуемые характеристики достигаются использованием специальных материалов на минеральном вяжущем, для приготовления которых используется не вода, а специальная жидкость затворения.

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

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

Используемые для этих целей гидроизоляционные ленты изготавливают из полимерных материалов, преимущественно из пластифицированного поливинилхлорида. Они имеют толщину 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 несклеенного участка ленты и ее эластомерных характеристик.

9.1.12 В особых случаях, когда на торцах стыкуемых элементов сборных конструкций имеются специальные углубления и когда при монтаже стыкуемые элементы конструкции подлежат обжатию, могут применяться 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 Система защиты «холодных» швов бетонирования и швов сопряжения выполняется в виде уплотнения швов в теле бетонной конструкции и дополнительной изоляции швов на поверхности. Для реализации этого решения могут быть применены следующие способы:

1. Расшивка швов и их чеканка (уплотнение) составами на минеральной основе.
2. Уплотнение швов пенополиуретановыми составами.
3. Установка уплотняющих прокладок и гидротехнических шпонок.
4. Изоляция швов на поверхности эластичными составами на минеральном вяжущем с дополнительным армированием.
5. 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. При 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 производят через систему линейных иньекторов или пакеры, аналогично уплотнению зазоров стыковых соединений сборных конструкций. Единственным отличием является то, что при использовании системы линейных иньекторов, 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. Для выбора нужного типа водоупорной прокладки следует учитывать:

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

- химическую агрессивность воды.

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

Такого типа прокладки 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 использованы самые различные типы гидроизоляционных (гидротехнических) шпонок.

Гидроизоляционные шпонки для уплотнения подобных швов в монолитных конструкциях изготавливают в виде профилированной ленты переменной или одинаковой толщины, имеющей анкерные элементы, а в ряде случаев и специальный элемент в центральной части шпонки. Анкерные элементы шпонок могут располагаться 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 изготавливаются из резины, обычно на основе ЭПДМ или на полимерной основе, из пластифицированного поливинилхлорида. Оба вида материалов обладают высокими эксплуатационными характеристиками и обеспечивают надежную изоляцию швов.

Место установки шпонки назначается 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 могут использоваться специальные клеи или вулканизация. Фасонные элементы шпонок (угловые, Т-образные и т.п.) рекомендуется использовать заводского изготовления, что повышает качество системы уплотнения швов.

9.1.10 Изоляция швов на поверхности конструкции, как в случае использования 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 применение оцинкованной, нержавеющей или гуммированной стали.

9.2.1 Система защиты деформационных швов выбирается в зависимости от назначения шва и ожидаемой величины деформации, реализующейся в рассматриваемом шве. Основными причинами проявления деформаций в сооружении являются нагрузки и воздействия (виды и классификация которых изложены в СП 20.13330), колебания температур и усадка бетона.

9.2.2 В зависимости от величины и сочетания однократных нагрузок с учетом температурно-усадочных воздействий назначаются 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 подбираются эксплуатационные параметры деформационного шва.

9.2.4 Применительно к конкретным условиям рассматриваемого сооружения выполняются расчеты с определением основных параметров деформационного шва - расстояние между деформационными швами и величина 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 назначать согласно данным табл.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 атмосферному воздействию или подземных
1. Сборные конструкции из бетона	30	40
2. Сборные железобетонные плоские конструкции	30	50
3. Монолитные конструкции из неармированного бетона	10	20
5. Монолитные конструкции из железобетона	20	30
6. Монолитные железобетонные плоские конструкции и предварительно напряженные объемные конструкции из плоских элементов	25	40
7. Подпорные стенки:		
- неармированные	9	12
- армированные	18	24
8. Парапетные стенки:		
- неармированные	3	
- армированные	6	
9. Бетонная подготовка:		
- неармированная	от 1,5 до 6	
- армированная	от 3 до 9	

Указанные в табл. величины 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 Величина 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 табл.9.2, где минимальная величина зазора деформационного шва выражена в виде отношения к расстоянию между деформационными швами.

Таблица 9.2

Ширина деформационных швов для бетонных и железобетонных конструкций

Тип конструкции	Элементы конструкции	Мин. величина 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

При назначении величины 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 % от величины 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.

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 уплотнения деформационных швов любых перемещений;
- компрессионные уплотнители.

Эксплуатационные характеристики герметиков весьма ограничены и поэтому подобные материалы могут использоваться только в узких швах с величиной зазора до 25 мм. Допустимая деформация сооружения, которую могут воспринимать отдельные виды герметиков приведена в табл.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
1. Мастики (полибутилены, полиизобутилены)	3	Неотверждаемые в своей массе
2. 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
3. Терморектопласты (винилацетаты, полисульфиды, эпоксины, полиуретаны)	25	Химическое отверждение
4. Силиконы	25 - 50	Вулканизация на воздухе

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

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, чем изолируемый зазор шва.

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

Наилучшие условия эксплуатации с минимальными значениями напряженно-деформационного состояния уплотнительного материала достигаются при предельном значении коэффициента формы стремящемся к нулю. При таком состоянии

реализуются предельные деформативные и упругопластические свойства уплотнительного материала. Конструктивно возможность обеспечить такие условия уплотнения зазора может быть достигнута, например, при условии предельного уменьшения толщины уплотнительного материала, когда эта величина стремится к нулю. Такой вариант уплотнения деформационного шва можно рассматривать как обустройство уплотнения зазора шва тонкими мембранами, например, различного рода гидроизоляционными лентами.

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 выбирается «слабина» ленты, и только после полного растяжения ленты, при значительных перемещениях, начинают реализовываться деформативные (упругоэластичные) 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 используются 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 использованием гидротехнических шпонок.

Гидротехнические шпонки для деформационных швов, обычно 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 назначается по соответствию технических характеристик шпонки эксплуатационным нагрузкам и воздействиям для данного шва.

Материалы, из которых изготавливаются 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, чаще всего 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 оставаться сжатыми на 15 % при максимальном раскрытии деформационного шва. При максимальном сжатии деформационного шва, компрессионные уплотнители не должны сжиматься более чем на 50 % от своей номинальной ширины. Исходя из этих условий, подбирается типоразмер устанавливаемого компрессионного уплотнителя. Допустимые деформации компрессионных уплотнителей составляют 35 - 40 % от ширины уплотнителя в несжатом состоянии, т.е. его номинальной ширины.

Для обеспечения большей деформативности при тех же размерах зазора шва и соответственно установленного компрессионного уплотнителя можно воспользоваться модифицированной конструкцией. Модифицированная конструкция компрессионного шва изготавливается в виде трубчатого или коробчатого профиля. В отличие от обычных уплотнителей этого типа количество 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 % от номинальной ширины.

В процессе установки компрессионные уплотнители боковыми поверхностями клеиваются в зазор деформационного шва. Для этого следует использовать 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 самостоятельно. 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 являться: 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 и т.д.

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

а) производится диагностика состояния отдельных конструкций и сооружения в целом, при которой устанавливаются:

- характер и степень коррозионных поражений;
- причины преждевременных повреждений;
- оценка пригодности к ремонту или восстановлению;

б) оценивается степень агрессивного воздействия среды эксплуатации до ремонта и при последующей эксплуатации;

в) с учетом характера агрессивных воздействий производится:

- разработка обоснованных решений по выбору технологии производства ремонтных работ и выбор материалов;

- уточнение сроков реализаций принятых решений, а также необходимость повторного обследования;

- восстановление свойств и сечений стальной арматуры, бетона, геометрических размеров конструкций в составе сооружения;

- защита от коррозии поверхностей конструкций или их элементов;

г) разрабатываются и реализуются меры по максимально возможному снижению степени агрессивного воздействия среды для дальнейшей эксплуатации конструкций после их ремонта и восстановления.

д) разрабатываются и реализуются мероприятия инструментальному мониторингу за скоростью коррозии

Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации устанавливается по СП 28.13330.

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 выполняться специализированными организациями и фирмами, имеющие соответствующие допуски.

Коррозионное обследование является неотъемлемой частью комплексного обследования, на основании которого производится оценка 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 отобраным 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 выполняются в соответствии с действующими стандартами и документами рекомендательного характера. Некоторые наиболее часто востребованные методы определений и контроля для диагностических исследований и применяемые для этого приборы приведены в Приложении Г.

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 производится классификация и описание дефектов.

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

- 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;
- ширина раскрытия трещин, их направленность и протяженность, сплошность тела бетона;
- толщина защитного слоя бетона;
- толщина карбонизированного слоя и щелочность бетона;
- прочность, водонепроницаемость, воздухопроницаемость и влажность бетона;
- количество поступающей воды и паров сквозь тело бетона;
- электросопротивление бетона и электродный потенциал арматуры в бетоне;
- глубина и характер коррозионных поражений арматуры;
- качество заполнения инъецируемым раствором каналов с напрягаемой арматурой;
- усилие натяжения напрягаемой арматуры.

10.5 Лабораторные исследования выполняются на отобранных пробах и заключаются в следующем:

- при отсутствии первоначальных сведений уточняется состав бетона (вид цемента и заполнителей, их ориентировочное соотношение в объеме, количество пор, водонепроницаемость бетона по показателю водопоглощения по массе (по кускам бетона взятого из конструкций или по выбуренным кернам);
- прочность и морозостойкость бетона по выбуренным кернам;
- физико-механические свойства поврежденных арматурных элементов, отобранных из конструкций (сопротивление разрыву, относительное удлинение при растяжении, сопротивление при изгибе);
- наличие и концентрация хлоридов, сульфатов и других активных к бетону и стали агрессивных компонентов (в бетоне, в пограничном слое между бетоном и арматурой, в составе ржавчины);

- щелочность бетона (значение рН);
- химический анализ фильтрующих грунтовых вод;
- химические анализы продуктов новообразований;
- наличие и вид грибковых и бактериальных поражений.

10.6 Диагностическое обследование, как правило, включает два этапа: предварительное обследование и детальное обследование. Выполнение только визуального обследования обычно дает заниженные результаты по объемам ремонтных работ. В этой связи при невозможности выполнения detailного обследования сооружения, для корректировки объемов ремонтных работ в расчетах рекомендуется 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, производится оценка (в том числе и расчетная) состояния отдельных конструкций и сооружения в целом, прогноз долговечности без учета и с учетом ремонтных работ, составляется 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 производится 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 осуществляется путем комплексного подхода, основанного на системе методов защиты, инструментального мониторинга 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 табл. 10.1.

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

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 имеется 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;
- залечивание трещин;
- нанесение (при необходимости) защитных покрытий на поверхности бетона и стали.

- установка технических устройств для мониторинга скорости коррозии.

Таблица 10.1

Среда эксплуатации (индекс) по СП 28.13330	Наиболее часто встречающиеся повреждения	Возможные причины коррозионных повреждений
1	2	3
XC, XD	Коррозия арматуры и стальных элементов	<p>1. Недостаточность защитных свойств бетона вследствие повышенной проницаемости: при воздействии агрессивных сред, попеременном увлажнении и высушивании, сильном водонасыщении..</p> <p>2. Наличие трещин в бетоне температурно-усадочного и силового происхождения.</p> <p>Результат воздействий - коррозия арматуры различной степени, появление продольных трещин, отслоение защитного слоя бетона.</p>
XC, XD, XF, XA, WF, WA	Коррозия арматуры и бетона	<p>То же, что и выше, усугубляемое морозными воздействиями на насыщенный водой или растворами противогололедных реагентов бетон.</p> <p>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.</p>

10.10 Бетоны для ремонтно-восстановительных работ должны отвечать 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 устанавливается 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 рекомендуются различные материалы - тяжелые и мелкозернистые бетоны, растворы, ремонтные сухие смеси и составы на основе цемента с различного рода добавками. Выбор ремонтного материала зависит от вида и размеров повреждений, назначения элемента и условий эксплуатации.

В качестве ремонтных составов могут быть рекомендованы материалы, представленные в СП 28.13330, в том числе:

- пентафалевые; нитроцеллюлозные; 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 и др. сертифицированные материалы.

10.12 При ремонтно-восстановительных работах для повышения стойкости стальных элементов в состав ремонтного бетона вводятся добавки ингибиторы 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, используемым для ремонта, и основой.

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

На практике очень трудно добиться полного соответствия физических свойств ремонтных составов со «старым» бетоном. Если среднее значение параметров (материалы для ремонта, бетон) отличаются по величине не более $\pm 10\%$, 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

Свойство 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	$A > B$

* символ « \approx » обозначает близкие величины 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, СНиП 12-04 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», ГОСТ 12.3.005 «ССТБ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.016 «ССТБ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».

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 стандарте 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 Р 12.4.013, средствами защиты рук по ГОСТ 12.4.068.

11.5 При работе с защитными материалами следует соблюдать меры предосторожности. При разливе материалов обезвреживание производить засыпкой песком и заливкой дезактивирующим раствором, с последующим выносом остатков в специально отведенное место. При попадании материалов на кожные покровы и слизистые оболочки следует тщательно промыть загрязненные участки 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 находиться в исправном состоянии и должна быть оснащена плотно закрывающимися крышками.

11.7 Средства тушения пожара согласно 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, связанные 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 согласно Приказу Минздрава РФ № 83 от 16.08.04.

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 устанавливаются по согласованию с местными органами санитарного надзора и должны соответствовать требованиям ГН 2.1.6.1339, ГН 2.1.6.1338.

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

Утилизация и обезвреживание отходов должна проводиться в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322.

Нормативные ссылки

- ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения
- ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»
- ГОСТ 2.114-95 Единая система конструкторской документации. Технические условия.
- ГОСТ 4.222-83 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Номенклатуры показателей.
- ГОСТ 9.032-74 Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.
- ГОСТ 9.407-84 Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида.
- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- ГОСТ 12.3.005-75 ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.3.016-87 ССБТ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности.
- ГОСТ Р 12.4.013-97 ССБТ. Очки защитные. Общие технические требования.
- ГОСТ 12.4.021-75 Системы вентиляционные. Общие требования.
- ГОСТ 12.4.029-76 ССБТ. Фартуки специальные. Технические условия.
- ГОСТ 12.4.034-2001 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.
- ГОСТ 12.4.068-79 ССБТ. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования.
- ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная. Средства защиты рук и ног.
- ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
- ГОСТ 17.2.3.01 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
- ГОСТ 17.2.3.02 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
- ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы Почвы. Общие требования к отбору проб.
- ГОСТ 25.513-83 СПДС. Антикоррозионная защита зданий и сооружений. Рабочие чертежи.
- ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.
- ГОСТ 8020-90* Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев, канализационных, водопроводных и газопроводных сетей. Технические условия.
- ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
- ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний.
- ГОСТ 13015-2003 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования.
- ГОСТ Р 21.1101-2009 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
- ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.
- ГОСТ 6482-88 Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия.

ГОСТ 12586.0-83 Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Технические условия.

ГОСТ 12586.1-83 Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Конструкции и размеры.

ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения.

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 20054-82 Трубы бетонные безнапорные. Технические условия.

ГОСТ 22000-86 Трубы бетонные и железобетонные. Типы и основные параметры.

ГОСТ 25150-82 Канализация. Термины и определения.

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 26819-86 Трубы железобетонные напорные со стальным сердечником. Технические условия.

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора составов.

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

ГОСТ 28575-90 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Испытание паропроницаемости защитных покрытий.

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

ГОСТ 30693-2000 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Общие 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 Р 51694-2000 Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия.

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

ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

ИСО 8502 Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и подобных покрытий. Оценка чистоты поверхности.

ИСО 8502-3 Оценка запыленности стальных поверхностей, подготовленных для нанесения краски (метод липкой ленты).

СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления

СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах»

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

СП 21.13330.2010 «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 25.13330.2010 «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 30.13330.2010 «СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий».

СП 31.13330.2010 «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 32-105-2004. Метрополитены.

СП 34.13330.2010 «СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги».

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

СП 41.13330.2010 «СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений».

СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

СП 43.13330.2010 «СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий».

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

СП 46.13330.2010 «СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы».

СП 47.13330.2010 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства»

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 здания».

СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.

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

СП 63.13330.2010 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.»

СП 72.13330.2011 «СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии».

СП 78.13330.2011 «СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги».

СП 79.13330.2011 «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 103.13330.2011. «СНиП 2.06.14-86. Защита горных выработок от подземных и поверхностных воды.

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

СП 118.13330.2011 «СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения».

СП 120.13330.2011 «СНиП 32-02-2003. Метрополитены».

СП 122.13330.2011 «СНиП 32-04-97. Тоннели железнодорожные и автодорожные».

СП 124.13330.2011 «СНиП 41-02-2003. Тепловые сети».

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

СП 131.13330.2011 «СНиП 23-01-99. Строительная климатология».

СанПин 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды.

СанПиН 2.1.7.1322 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию

отходов производства и потребления.

СТО НОСТРОЙ 17-2011. Сооружение тоннелей тоннелепроходческими механизированными комплексами с использованием высокоточной обделки

СТО НОСТРОЙ 14-2012 Освоение подземного пространства коллекторы и тоннели канализационные. Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ / ОАО «Институт по изысканиям и проектированию инженерных сооружений «Мосинжпроект». – М.:2012.

СТО ГК «Транстрой»-003 Положение о технологическом регламенте

СТО-ГК «Транстрой»-017-2007 Бетонные железобетонные конструкции транспортных сооружений. Защита от коррозии

МДС 11-21.2009. Методика определения точного местоположения и глубины залегания, а также разрывов подземных коммуникаций (силовых, сигнальных кабелей, трубопроводов газо-, водоснабжения и др.), предотвращающих их повреждения при проведении земляных работ. ОАО «ЦПП», 2009 г.

ПБ 03-428-02. Правила безопасности при строительстве подземных сооружений.

РД 07-226-98. Инструкция по производству геодезическо-маркшейдерских работ при строительстве коммунальных тоннелей и инженерных коммуникаций подземным способом.

ГН 2.1.6.1338- 03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере воздуха населенных мест.

ГН 2.1.6.1339 -03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосфере воздуха населенных мест».

СанПиН 2.1.7.1322 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления

EN 1504 Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций

EN 1504-1 Термины и определения

EN 1504-9 Общие принципы использования материалов и систем

ИСО 8502 Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и подобных покрытий. Оценка чистоты поверхности

ИСО 8502-3 Оценка запыленности стальных поверхностей, подготовленных для нанесения краски (метод липкой ленты)

Основные термины и определения

В настоящем СП применены термины в соответствии с ГОСТ 31384 А.1. Бассейн канализования- часть территории городского или сельского поселения, ограниченная линиями водораздела, с которой сточные воды передаются в канализационный коллектор или тоннель.

Б.2. Блок обделки – криволинейный элемент (сегмент) в составе кольца обделки.

Б.3. Воздействие окружающей среды – несиловое воздействие на бетон в конструкции или сооружении, вызванное атмосферными или иными проявлениями, приводящими к изменению структуры бетона или состояния арматуры.

Б.4. Воздействие агрессивное (коррозионное) – воздействие агрессивной среды, вызывающее коррозию бетона, арматуры или железобетона.

Б.5. Грунт – горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Б.6. Грунтовые воды- подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта. 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.

Б.7. Гидрофобизация бетона – обработка поверхностного слоя бетона гидрофобизирующими веществами, уменьшающими смачивание поверхности и капиллярное всасывание воды бетоном.

Б.8. Долговечность при эксплуатации – свойство строительных конструкций, зданий и сооружений противостоять химическим, физическим и другим воздействиям в течение длительных сроков без ухудшения проектных характеристик.

Б.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.

Б.10. Защита от коррозии (антикоррозионная защита) – способы и средства, предотвращающие или уменьшающие коррозию бетонных и железобетонных конструкций, арматуры, закладных деталей, связей.

Б.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.

Б.12. Камеры, колодцы на инженерных коммуникациях и сооружениях – подземные сооружения объемом от 0,2 куб.м и более, расположенные на трассах подземных инженерных коммуникаций и сооружений и предназначенные для осмотра, ремонта, контроля за работой подземных инженерных коммуникаций и сооружений.

Б.13. Канал – подземное закрытое горизонтальное или наклонное протяженное непроходное сооружение высотой до 1700 мм, предназначенное для размещения коммуникаций (инженерных сетей, электрокабелей, воздухопроводов, лотков для стока жидкостей и др.).

Б.14. Канализационный коллектор – трубопровод внутренним диаметром от 1,0 до 2,0 м, служащий для сбора и отвода бытовых, промышленных вод.

Б.15. 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.

Б.16. Канализация – отведение бытовых, промышленных, дождевых и общесплавных сточных вод.

Б.17. Коммуникационный коллектор – тоннель, предназначенный для прокладки в нем тепловых сетей, водопроводов, канализации, воздухопроводов, силовых электрических кабелей напряжением до и выше 1000 В, кабелей связи, контрольных кабелей и прочих коммуникаций.

Б.18. Коэффициент наполнения сточных вод в канализационном коллекторе или тоннеле – отношение глубины воды в коллекторе или тоннеле к его диаметру.

Б.19. Коэффициент неравномерности расхода сточных вод – отношение максимального расхода к среднесуточному расходу сточных вод.

Б.20. Насосная станция – сооружение, включающее подземный резервуар, отделение с насосными агрегатами, а также надземный павильон.

Б.21. Обделка канализационного коллектора или тоннеля – несущая постоянная конструкция, закрепляющая выработку подземного сооружения и образующая их внутреннюю поверхность.

Б.22. Обработка поверхности защитная – физическая, химическая или электрохимическая обработка, повышающая коррозионную стойкость поверхностного слоя строительного материала в изделии или конструкции.

Б.23. Подземные инженерные коммуникации – коммуникации, которые расположены в подземном пространстве, включающие в себя: водосточные, водопроводные, канализационные коллекторы; силовые кабели; кабели связи; контрольные кабели; канализации; теплопроводы; водопроводы; водостоки и другие подземные инженерные коммуникации.

Б.24. 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.

Б.25. 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).

Б.26. Покрытие защитное бетона или арматуры – покрытие, создаваемое на поверхности бетона или арматуры для защиты от коррозии.

Б.27. Покрытие защитное лакокрасочное – покрытие на поверхности строительного изделия или конструкции из отвержденного лакокрасочного материала, состоящее из одного или нескольких слоев, адгезионно связанных с защищаемой поверхностью.

Б.28. Покрытие проникающего действия – покрытие, которое наносится на поверхность бетона, проникает в бетон и в результате полимеризации или

кристаллизации составляющих его компонентов повышает водонепроницаемость бетона.

Б.29. Пропитка защитная – заполнение пор поверхностного слоя бетона строительной конструкции или изделия материалами, стойкими к воздействию агрессивной среды.

Б.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 20мм.

Б.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 20мм.

Б.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 10мм.

Б.33. Сохранность подземных инженерных коммуникаций и сооружений – состояние целостности и защищенности подземных инженерных коммуникаций и сооружений, обеспечивающее их функционирование.

Б.34. Среда эксплуатации – сумма химических, биологических и физических воздействий, которым подвергается бетон и арматура в процессе эксплуатации и которые не учитываются как нагрузка на конструкцию в строительном расчете.

Б.35. Срок эксплуатации – период, в течение которого качество бетона в конструкции отвечает проектным требованиям при выполнении правил эксплуатации здания или сооружения.

Б.36. Система лакокрасочного защитного покрытия – система, состоящая из двух или нескольких слоев лакокрасочного покрытия, защитная способность которой является результатом сочетания свойств всех слоев.

Б.37. Слой внешний лакокрасочного защитного покрытия – слой в системе лакокрасочного защитного покрытия, непосредственно соприкасающийся с коррозионной средой.

Б.38. Слой грунтовочный лакокрасочного защитного покрытия – слой в системе лакокрасочного защитного покрытия, наносимый непосредственно на защищаемую поверхность и обеспечивающий адгезию защитного покрытия с защищаемым материалом.

Б.39. Тоннель (коллектор) – подземное закрытое горизонтальное или наклонное протяженное проходное сооружение высотой 1800мм и более, предназначенное для размещения оборудования, коммуникаций, проезда транспорта и прохода людей.

Б.40. Шахтный ствол – вертикальная выработка для обслуживания закрытой проходки коллектора или тоннеля (монтажа или демонтажа проходческого комплекса, выдачи грунта, транспортировки строительных конструкций и материалов).

Б.41. Поверхностные (дождевые, ливневые, талые) сточные воды – сточные воды, которые образуются в процессе выпадения дождей и таяния снега.

Б.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.

Б.43. Взвешенные вещества – показатель, характеризующий количество примесей, которое задерживается на бумажном фильтре при фильтровании пробы.

Б.44. Защита от коррозии первичная – достигаемая посредством выбора исходных компонентов, изменения состава или структуры строительного материала до изготовления или в процессе изготовления конструкции.

Б.45. Защита от коррозии специальная – реализуемая изменением условий эксплуатации, уменьшением степени агрессивного воздействия среды, электрохимическими (катодная, протекторная защита) и другими специальными методами.

Б.46. Защитный слой бетона – слой бетона от наружной поверхности железобетонной конструкции до ближайшей поверхности арматуры, защищающей арматуру от коррозии.

Б.47. Карбонизация бетона – процесс взаимодействия цементного камня с углекислым газом, снижение щелочности и жидкой фазы бетона.

Б.48. Мониторинг при эксплуатации – процесс инструментальных наблюдений за состоянием конструкций в период эксплуатации.

Требования к защите конструкций

Таблица В.1 - Требования к подготовленной бетонной поверхности

№	Показатели	Значение показателей качества поверхности, подготовленной под защитные покрытия			
		Лакокрасочные	Мастичные, шпатлевочные и наливные на основе синтетических смол	Оклеечные	Облицовочные
1	Шероховатость: класс шероховатости	3-III	2-III	3-III	Устанавливается в зависимости от свойств подслоя покрытия
2	Суммарная площадь отдельных раковин и углублений на 1 м ² , %, при глубине раковин: - до 2 мм - до 3 мм	До 0,2 —	До 0,2 —	До 0,2 —	— —
3	Поверхностная пористость, %	До 5	До 20	До 10	—
4	Щелочность поверхности рН, не менее	7	7	7	—

Таблица В.2 - Требования к выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации конструкций

Среда	Степень агрессивного воздействия среды	Группы покрытий				
		Лакокрасочные толстослойные, комбинированные	Пропиточно-кольматирующие на полимерной и цементной основе	Оклеечные	Обмазочные (мастичные)	Облицовочные
Газообразная, твердая	Слабоагрессивная	—	II	—	—	—
	Среднеагрессивная	III	III	—	—	—
	Сильноагрессивная	IV	IV	—	—	—
Жидкая	Слабоагрессивная	II	II	II	II	II
	Среднеагрессивная	III	III	III-IV	III	III
	Сильноагрессивная	IV	—	IV	IV	IV

Таблица В.3 - Принадлежность элементов конструкций к категориям условий эксплуатации и группы покрытий

Сооружение	Конструкции сооружения и их составные части	Местоположение участков	Категория условий эксплуатации	Группы покрытий	
1	2	3	4	5	
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 и автодорожные	Стены, перекрытия, колонны	Внутри протяженных тоннелей	1	II	
		На участках, примыкающих к порталной части: - На открытом воздухе - В зоне контакта с жидкой средой	2 3	III IV	
	Плита проезжей и пешеходной части	Внутри протяженных тоннелей	2	III	
		На участках, примыкающих к порталной части	3	IV	
Подземные переходы (пешеходные сооружения тоннельного типа)	Стенки, лестничные сходы	Внутри протяженных переходов	1	II	
		На участках, примыкающих к порталной части: - На открытом воздухе - В зоне контакта с жидкой средой	2 3	III 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	

1	2	3	4	5
Коллектора коммуникационного назначения	Элементы ограждения	Подземная прокладка и обслуживание телефонных и оптоволоконных линий связи	2	III
Коллектора и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций	Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций	На открытом воздухе В зоне контакта с жидкой средой	3	IV
Коллектора для подземной прокладки водопроводных, тепловых и канализационных сетей	Элементы ограждения	Коммуникационные коллектора под зданиями, сооружениями и автодорогами	2	III

Примечание:

1. За зону контакта с жидкой средой принимаются участки конструкций, располагающиеся на высоте до 1,5 м от горизонтальной поверхности проезжей или пешеходной части.
2. К протяженным тоннелям и подземным переходам относятся сооружения длиной соответственно более 60 м и 30 м.
3. За участки тоннели, примыкающих к порталной части и подземных переходов, примыкающих к выходам, принимаются части сооружений, протяженностью не менее 20 м и 10 м соответственно.

Таблица В.4 – Характеристики некоторых специальных материалов защитного действия

Назначение	Марка материала	Нормативный документ	Основной тип действия	Основные свойства
Биозащита	Катамин АБ	ТУ 9392-003-48482528-99	Биоцидное	Наносится на поверхность бетона, кирпича. Предотвращает и подавляет рост грибов и бактерий
	Картоцид-компаунд	ТУ 2386-037-05784466-2005	Комплексный антисептик, сочетающий фунгицидные, инсектицидные, бактерицидные и альгицидные свойства	Смешивается с водой в любых соотношениях и наносится на защищаемый объект любым из известных способов (кистью, пульверизатором, пропиткой, вымачиванием и т.п.).
Составы для защиты стали	Преобразователь ржавчины ИФХАН-58пр	ТУ 37-110-58-98	Преобразователь ржавчины	Наносится на поверхность стальной арматуры, преобразует ржавчину
	Краска ЦИНОЛ	ТУ 2313-012-12288779-99	Защитное протекторное	Наносится на поверхности стальных закладных деталей и соединительных элементов. Защищает от коррозии
	Краска Цинотан	ТУ 2313-017-12288779-2003	Защитное протекторное	Наносится на поверхности стальных закладных деталей и соединительных элементов. Защищает от коррозии
	ЗПСМ-праймер	ТУ 2216-035-52591105-2004	Грунтовка – преобразователь ржавчины	Наносится на поверхность стальной арматуры, преобразует ржавчину
	ЗПСМ-М-грунт	ТУ 2313-002-52591105-00	Защитное	Наносится на поверхности металлических изделий различного назначения, защищает арматуры от коррозии средне- и сильноагрессивной средах, в т.ч. хлорсодержащих (при нормальных температурно-влажностных условиях)

Лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии.

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

Характеристика лакокрасочного материала по типу плёнкообразующего	Группа покрытий	Марка материала	Нормативный документ	Индекс*, характеризующий стойкость	Условия применения покрытий на конструкциях из железобетона
1	2	3	4	5	6
Органосиликатные	II	ОС-12-03	ТУ 84-725-78	а, ан, п	Наносится по грунтовке на основе разбавленной краски
Кремнийорганические жидкости	I	ГКЖ-10, ГКЖ-11 ГКЖ-11У 136-41	ТУ 6-02-696-76 ТУ 6-05-116877 21-009-94 ГОСТ 10834-76	а	Глубинная (поверхностная) пропитка
	I	Эмцефоб ВМ	ТУ 2229-069-51552155-2009	а, ан, п	
Кремнийорганические	III	Эмаль КО-174 Эмаль КО-168	ТУ 6-02-576-87 ТУ 6-02-900-74	а, ан, п а, ан, п	Наносится по грунтовке на основе разбавленной краски
Перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида	IV	Эмаль ХВ-785	ГОСТ 7313-75	а, ан, п,х	Наносятся по грунтовке лаками ХВ-784, ХС-76, ХС-724
	IV	Эмаль ХС-710	ГОСТ 9355-81	а, ан, п,х	
	IV	Эмаль ХС-759	ГОСТ 23494-79	а, ан, п,х	
	III	Эмаль ХВ-1120	ТУ 6-10-1277-77	а, ан, п.	
Каучуковые	III	Материал ПРИМ ПРОМКОР	ТУ 2458-007-53945212-03	а, ан, п,х,тр	Наносится по грунтовке лаком ПРИМ ЛАК
Полисилоксановые	III, IV	Армакот С101	ТУ 2312-009-23354769-2008	а, ан, п,х	Наносится по грунтовке на основе разбавленной краски

1	2	3	4	5	6
Хлорсульфи- рованный полиэтилен	III, IV	Лак ХП-734	ТУ6-00-05763458-82-89	а, ан, п, х, тр	Наносится по грунтовке лаком ХП-734
Эпоксидные	III, IV	Гамма-ВЭП	ТУ 2316-013-27524984-2000	а, ан, п, х	Наносится по грунтовке на основе разбавленной краски
	III, IV	Эмаль «Виникор-62»	ТУ 2312-001-31962750-99	а, ан, п, х	Наносится по лаку «Виникор-63»
	III, IV	Эдмок	ТУ 2252-005-72023828-2004	а, ан, п, х	—
Эпоксидно- каучуковые	III	ЗПСМ-Б	ТУ 2313-003-52591105-00	а, ан, п, х	Наносится по ЗПСМ-гидрофоб-1, ЗПСМ-Б-грунт
	III, IV	ЗПСМ-Б-2	ТУ 2313-028-52591105-2003	а, ан, п, х	Наносится по ЗПСМ-гидрофоб-1, ЗПСМ-Б-грунт
	III, IV	ЗАС-3	ТУ 6-05-11687721-026-97	а, ан, п, х	Наносится по ЗАС -1
	III	Эмаль СБЭ-111 «Унипол» марка В	ТУ 2312-001-59846005-03	а, ан, п, х	Наносится по грунтовке на основе разбавленной эмали
Уретановые	II, III	Эмаль ПОЛИТОН УР	ТУ 2312-029-122288779-2002	а, ан, п, х	Наносятся по грунтовке ФЕРРОТАН-ПРО
		Эмаль ФЕРРОТАН	ТУ 2312-039-12288779-2003	а, ан, п	
Водно- дисперсионные акриловые	II, III	ВД-АК-1Ф, ВД-КЧ-1Ф «Полифан»	ТУ 2316-001-34895698-96	а, ан, п	Наносится по грунтовке «Полифан» или по грунтовке на основе разбавленной краски
	II, III	ВД-АК-1505 ВД-АК-1505КС	ТУ 2316-006-56869885-2006 ТУ 2316-009-56869885-2008	а, ан, п	—
	II, III	ВД-АК «Гамма-Элан»	ТУ 2316-012-027524984-2001	а, ан, п	—

1	2	3	4	5	6
Водно-дисперсионные акриловые	II, III	Бетонфлэйр ВС	ТУ 2316-067-51552155-2009	а, ан, п	Наносится по грунтовке Бетонфлэйр ВГ
	II, III	Нафуфилл БС	ТУ 2316-068-51552155-2009	а, ан, п	Наносится по грунтовке Бетонфлэйр Унипраймер
	II, III	ЭмцеКолор-флекс С	ТУ 2316-065-51552155-2009	а, ан, п	Наносится по грунтовке ЭмцеКолор-флекс С
Водно-дисперсионные эпоксидно-акриловые	III, IV	ЗПСМ-ВД	ТУ 2316-049-52591105-2008	а, ан, п,х	Наносится по грунтовке на основе разбавленного состава ЗПСМ-ВД
	III, IV	КО-174МВ	ТУ 5775-014-11687721-2005	а, ан, п,х	Наносится по грунтовке ЗАС-1В
Водно-дисперсионные эпоксидно-каучуковые	III, IV	ЗАС-3В	ТУ 5775-023-05808020-2006	а, ан, п,х	Наносится по грунтовке ЗАС-1В
Водно-дисперсионные полиуретановые	III, IV	Эмцефоб Наноперм П	ТУ 2312-070-51552155-2009	а, ан, п, х	-
* Значение индексов означает стойкость покрытия: а - на открытом воздухе; ан – то же, под навесом; п – в помещениях; х- химически стойкие, тр –трещиностойкие.					

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

Вид покрытия	Наименование, номер технических условий	Группа покрытий	Толщина системы покрытия, мм	Основной тип действия	Основные свойства
1	2	3	4	5	6
Лакокрасочные толстослойные	Композиция «ВУК» ТУ 2252-003-72023828-2004	III	0,25-0,4	Защитное гидроизолирующее	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость бетона к морозным воздействиям. Покрытия трещиностойкие, допускается раскрытие трещин в бетоне.
	Материал «ПРИМ ПРОМКОР» ТУ 2458-007-53945212-03	III	0,3-0,35		
	Эмаль СБЭ-111 «Унипол» марка Гидроизоляция ТУ 2312-001-59846005-03	III	0,4 – 0,45		
	Материал «Колфлекс» ТУ 5775-016-17423242-2008	III, IV	1,0-2,0		
	Состав ТФ-1 ТУ 5770-004-70017137-03	III, IV	1,0-2,0		
Лакокрасочные комбинированные системы покрытий	«Консолид»+ «ВУК» ТУ 2252-001-72023828-2004 ТУ 2252-003-72023828-2004	III, IV	0,3-0,4	Защитное, гидроизолирующее	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям
	«ЗАС-1» + «ЗАС-3» ТУ 6-05-11687721-026-97	III, IV	0,2-0,25		
	«ЗПСМ-гидрофоб-1» + «ЗПСМ-Б-грунт»+«ЗПСМ-Б-2» ТУ 2229-010-52591105-2002 ТУ 2313-006-52591105-00 ТУ 2313-028-52591105-2003	III, IV	0,2-0,25		

1	2	3	4	5	6
Лакокрасочные комбинированные системы покрытий	Грунт ФЕРРОТАН ПРО + композиция ФЕРРОТАН + эмаль ПОЛИТОН УР ТУ 2312-042-12288779-2004 ТУ 2312-039-12288779-2003 ТУ 2312-029-12288779-2002	III	0,25	Защитное, гидроизолирующее	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям
	Грунт ФЕРРОТАН ПРО + композиция ФЕРРОТАН + эмаль ПОЛИТОН УР (УФ) ТУ 2312-042-12288779-2004 ТУ 2312-039-12288779-2003 ТУ 2312-029-12288779-2002	III	0,25	Защитное, атмосферостойкое	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям. Атмосферостойкие, стойкие к УФ-излучению.
	Грунт Эмлак Праймер 42+ Состав Эмакоут 5335+ Эмаль Эмакот ТУ 2312-082-31953544-2008 ТУ 2312-034-31953544-2005 ТУ 2312-029-31953544-2005	III	0,25		
	Грунт Праймер 41+ Эмакоут 1320 ТУ 2313-081-31953544-2008 ТУ 2313-081-31953544-2008	III	0,2		
Пропиточно-кольматирующие на полимерной основе	«ЗПСМ-гидрофоб-1» ТУ 2229-010-52591105-2002	II	–	Гидрофобизирующее	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона
	«ЗПСМ-гидрофоб-1» + «ЗПСМ-Б-грунт» ТУ 2229-010-52591105-2002 ТУ 2313-006-52591105-00	II	–		

1	2	3	4	5	6
Пропиточно-кольматирующие на полимерной основе	ВХВД-65 ТУ 6-01-1170-78 (с изменениями 1 -4)	II	–	Защитное	Пропитка выполняется в электрополе. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия растворов ряда солей
	Композиция «Консолид» ТУ 2252-001-72023828-2004	III	–	Защитное, уплотняющее, гидроизолирующее	Наносится на поверхность бетона Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям
	Состав ВВМ-М ТУ 2310-001-43233022-02	II	–	Гидрофобизирующее, защитное	Наносятся на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия растворов ряда солей, повышает сохранность арматуры в бетоне, стойкость бетона к морозным воздействиям
	Состав Аквастоп –М ТУ 2229-066-00209013-2009	II	–		
Пропиточно-кольматирующие на цементно-полимерной основе проникающего действия	Кальмафлекс ТУ 5716-001-18332866-03	II, III	3-5	Кольматирующее, уплотняющее	Наносится 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
	Кальматрон ТУ 5716-008-54282519-2003	II, III	3-5		
	Пенетрон ТУ 5745-207-46854090-2005	II, III	0,8-1,0	Гидроизолирующее, уплотняющее	
	Акватрон ТУ 5745-080-07508005-2000	II	2-4	Кольматирующее, уплотняющее	Наносится на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона, защищает поверхность бетона от воздействия некоторых агрессивных сред
	Гидротэкс ТУ 5716-001-02717961-93	II	1-3		Наносится на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона

1	2	3	4	5	6
Полимер-цементные	Гидро-S ТУ 5734-093-46854090-99	II	5-10	Гидроизолирующее	Наносится на поверхность бетона. Предотвращает попадание влаги в тело бетона
	<u>Idrosilex Pronto</u> ТУ 5745-005-70452241-2007	II	2-3		
	ОСНОВИТ Дуоскрин Т-62 ТУ 5745-01-63723768-2010	II	3-4		
	ОСНОВИТ Хардскрин Т-63 ТУ 5745-01-63723768-2010	II	3-4		
	КТ трон -7 ТУ 5745-030-27705993-200	II	2-4		
	КТ трон -10 ТУ 5745-035-27705993-2007	II, III	1,5-2		
	Центрификс Ф92 ТУ 5745-047-51552155-2008	III, IV	2 - 4	Защитное, эластичное, гидроизолирующее	Наносятся на поверхность бетона. Высоко-эластичные. Предотвращают попадание влаги в тело бетона, защищают поверхность бетона от большинства жидких агрессивных сред, карбонизации, воздействия солей, в т.ч. хлоридов. Повышают сохранность арматуры в бетоне, стойкость к морозным воздействиям
	Центрификс - эластик ТУ 5745-047-51552155-2008	III, IV	2 - 4		
	<u>Mapelastic</u> ТУ 5745-005-70452241-2007	III, IV	1,5-2		

1	2	3	4	5	6
Гидропломбы	Гидроплаг ТУ 5745-011-00284345-99	II	—	Тампонирующее, гидроизолирующее	Наносится на поверхность бетона и дефектные места. Быстрое устранение напорных течей
	Пенеплаг ТУ 5745-207-46854090-2005	II	—		
	Ватерплаг ТУ 5745-207-46854090-2005	II	—		
	Пенекрит ТУ 5745-207-46854090-2005	II	—	Тампонирующее, гидроизолирующее	Наносится на поверхность бетона и дефектные места. Гидроизоляция трещин, стыков, сопряжений и т.д.
	ОСНОВИТ Акваскрин Т-61 ТУ 5745-01-63723768-2010	II	—		

Системы изоляции конструкций

Таблица Д.1 – Требования к изоляции различных типов

Требования к изоляции	Изоляция												
	торкрет-штукатурка		битумная			битумно-полимерная			асфальтовая			полимерная	
	на цементе	с полим. добавками	окрасочная	пропиточная	оклеечная	окрасочная	пропиточная	оклеечная	холодная	горячая	горячая литая	окрасочная	оклеечная
По величине напора													
противокапиллярная	-	-	++	-	-	++	-	-	+	=	-	-	-
Нормальная (напор до 10 м)	+	+	+ ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	=	+ ²⁾	=
Усиленная (напор более 10 м)	+	++	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
при работе на отрыв	+	++		+	О, анк.	-	+	О, анк.	++	-	О, анк.	++	++
По условиям производства работ													
строительная площадка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
зимние условия	О,с	О,с	О,с	+	О,с	О,с	О,с	О,с	О,с	О,с	++		О,с
По химической агрессивности воды-среды													
выщелачивающая	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+		-	=
общекислотная	-	-	+	+	+	+	+	+		++ ,с	++	++	++
углекислотная	+	+	+	+	+	+	+	+	О,с	+	+	+	+
магнезиальная	-	+	+	+	+	+	+	+	О,с	+	+	+	+
сульфатная	-	+	+	+	+	+	+	+	О,с	+	+	+	+
нефтехимическая	О, окр	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
Примечания													
¹ Покрытие выдерживает напор до 3 м.													
² Покрытие выдерживает напор до 5 м.													
Обозначения: ++ - имеет безусловное преимущество; + - рекомендуется; - - не рекомендуется; = - возможно при экономическом обосновании; О – требуются дополнительные мероприятия; с – со специальным подбором состава; окр. – с дополнительной окраской поверхности; анк. – с анкерровкой.													

Таблица Д.2 – Системы защиты фундаментов

Конструкции	Защитное покрытие при степени агрессивного воздействия среды					
	группа покрытий	слабая	группа покрытий	средняя	группа покрытий	сильная
1	2	3	4	5	6	7
Массивные фундаменты толщиной св. 0,5 м	II	Битумные покрытия холодные и горячие	II	Битумные покрытия холодные и горячие	III	Полимерные покрытия на основе лака ХП-734
	II	Битумно-латексные * покрытия и мастики	II	Битумно-латексные* мастики	III	То же, на основе полиизоцианата К
	II	Битумно-полимерные покрытия и мастики	II	Битумно-полимерные покрытия и мастики	III	Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой
			III	Асфальтовые* мастики холодные и горячие	III	Полимеррастворы на основе термореактивных синтетических смол
Тонкостенные конструкции и фундаменты толщиной менее 0,5 м	II	Битумно-латексные* мастики	III	Асфальтовые* мастики холодные и горячие	IV	Полимерные покрытия эпоксидные
	II	Битумные покрытия горячие	III	Полимерные покрытия на основе лака ХП-734	III	Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой
	II	Битумно-полимерные покрытия и мастики	III	То же, на основе полиизоцианата К	IV	Оклеечные полимерные рулонные материалы
			III	Оклеечные битумные рулонные материалы с защитной стенкой	IV	Полимерные покрытия, армированные стеклотканью
			III	Полимеррастворы на основе термореактивных синтетических смол		

1	2	3	4	5	6	7
Сваи забивные	II	Битумные покрытия холодные и горячие	III	Полимерные покрытия на основе лака ХП-734	IV	Полимерные покрытия эпоксидные
				То же, на основе полиизоцианата К	IV	Пропитка на глубину не менее 5 мм:
					IV	стирольно-инденовыми смолами
					IV	полиизоцианатом К
					IV	пиропластом

* - При защите вертикальных поверхностей необходимо устройство защитной стенки.

П р и м е ч а н и е. Необходимость гидроизоляции от увлажнения неагрессивными водами подземных бетонных и железобетонных конструкций определяется по специальным нормативным документам.

Гидроизоляционные покрытия могут одновременно служить средством защиты конструкций от коррозии, если они обладают необходимой химической стойкостью в агрессивных средах.

Характеристики и физико-механические свойства гидроизоляционных материалов и мастик

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

№ п/п	Наименование, ГОСТ, ТУ	Толщина, мм	Масса вяжущего общая/снизу, г/ м ²	основа	Тип полимерного модификатора	Физико-механические свойства материалов					Срок службы, лет
						Теплостойкость °С	Прочность на разрыв, МПа/Н/ 50 мм	Водопоглощение через 24 ч выдержки	Температура жидкости, °С	Гибкость на брусе, R, мм/°С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Бикропласт ТУ 5774-001-00287852-96	3-5	3500-5000/2000	СТх ПЭ	АПП	120	-/735-600	1,0	—	15/-15	15-20
2	Бикрост ТУ 5774-042-00288739-99	3-4	2500-4000/1500	СТк СТх ПЭ, К	—	80	-/830	0,5	- 25	0	10-12
3	Бикроэласт ТУ 5774-019 - 17925162-2003	3-4,5	3750-4750/2000	СТк СТх ПЭ	СБС	85	-/491	0,5	- 25	25/-25	15-20
4	Битурол М ТУ 5774-007-02069622-99	1,2-1,6	—	АР	—	70	-/300	1,0	—	5/-35	15
5	Бризол ГОСТ 17176-78	—	1500/-	б/о	—	80	-/70	2,5	- 10	20/-5	10
6	Бугерол ТУ 400-2-424-88	3-4,5	3700	окисл. битум	—	85	-/250	0,5	0	—	
7	Гидрокрон ТУ 5774-002-47403411-2003			Стк Сх ПЭ	—	90 70	>600Н >294Н >350Н			25/-5	
8	Гидроизол ГОСТ 7415-86	—	2500/2000	Асбестовая бумага	—	80	-/350	6	-15	20/-5	10
9	Гидростеклоизол ТУ 5774-010-05108038-99	—	2500/1500	СТк	—	60	-/350	1,5	- 5	0	15
10	Изол ГОСТ 10296-89		—	б/о	—	80	0,6/-	4	- 25	10/-15	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Изолен ТУ 5774-001- 04678851-95	1-2					7/-	1			20
12	Изопласт ТУ 5774-005- 05766480-96	3-5	Не норм./ 2000	СТк СТх ПЭ	АПП	120	-/600	1,0	- 25	10/-15	20
13	Изоэласт ТУ 5774-007- 05766480-96	4,5-6	Не норм./ 2000	СТк СТх ПЭ	СБС	90	-/360-600	1,0	- 40	50/-30	20-25
14	Мостопласт ТУ 5774-025- 01393697-99	4-6	2500/6000	ПЭ	Вестопласт	-150	-/1000		-40	20/-25	25
15	Рубитэкс ТУ 5774-003- 00289973-2002	3,2-4,5	6000/2000	СТк ПЭ	СБС	70-90	-/490	1,0	-15	0	18-20
16	Стеклогидроизол ТУ 5774-001- 41644330-98	3	3000-4000	СТк СТх		80	-/735	-	-	-	
17	Стеклоизол ТУ 5774-001- 18059264-02	3-3,5	3500- 4000/-	СТк ПЭ		80-85	-/800	2,0	- 5	0	10-15
18	Стеклокром ТУ 5774-011- 00289973-2008	3	-	СТх	-	74	-/900	1,0	- 10	15/0	10-12
19	Стеклорубероид ГОСТ 15879-70	2,5-3	2100- 2900/-	СТх	-	70	3/300	1,2	- 15	15/0	10
20	Термофлекс ТУ 5774- 00284718-96		3200/2000	СТх СТх	СБС	90	3,2/687	0,5	- 20	25/-15	10-15
21	Техноэласт ТУ 5774-003- 00287852-99		-	ПЭ	СБС	100	-/670	1,0	- 25	10/-25	
22	Унифлекс Вент ТУ 5774-001 - 17925162-99			СТк СТх ПЭ	СБС	100	-/780			50/-15	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	Филизол ТУ 5774-002- 04001232-94	2,5-3,5	3250/2200	СТк СТх ПЭ	СБС	80	-/294-490	1,5	- 30	25/-15	15
24	Филизол-Супер ТУ 5774-020- 05108038-2005	4-5,5	4500/5000	СТк ПЭ	СБС корнфлекс	80	-/490	1,5	- 20	20/-15	20
25	Экофлекс ТУ 5774-002- 00287852-98	3-5	5500/1500	СТх ПЭ	АПП + спец доп.	120	-/360-780	1,0	- 25	10/-10 25/-5	20
26	Элабит К, П ТУ 5770-528- 00284718-94	3-3,5	3200/2000	СТк	СБС	80	-/786	1,5	- 20	25/-15	20
27	Эластобит ТУ 5774-010- 00289973-2005	3	2500/-	ЗТк ПЭ	СБС	75	25/750	0,1	- 15	20/0	20
28	Эластокрон ТМ (раньше назывался Полифлэкс) ТУ 5774-001 - 47403411 -00			ХС СТк ПЭ	СБС	90	-9/350-600	0,4	2	5/-25	

Принятые в таблице сокращения:

А - асфальт; АК - асбестокартон; АПП - атактический полипропилен; АР - армированная резина; АФ - алюминиевая фольга; В- битум; БК - битумный каучук; В - войлок; ДА - дисперсно-армирующее волокно; ДТ - джутовая ткань; К - картон; МФ - медная фольга; ННВ - неорганическое нетканое волокно; НПЭ - нетканый полиэтилен; ОД - окисленный асфальт; ОБ -окисленный битум; ОВ - органический войлок; П - пластик; ППЭ - пряденый полиэтилен; ПФ - пластмассовая фольга; ПЭ - полиэфирное нетканое полотно; РА - резиноасфальт; РАФ - рифленая алюминиевая фольга, РБ - резинобитумный материал; СБС - бутадиен-стирольный термоэластопласт; СВ — стекловолокно; СКЕПТ - синтетический этилен-пропилен-диеновый каучук; СН - стеклонить; СПЭ - стекловолокнистый полиэтилен; СТк - стеклоткань или стеклополотно; СТКК СТх - стеклохолст; ТБВ - ткань из базальтовых волокон; Ц-целлюлоза; б/о - без основы

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

№ п/п	Наименование мастики (ТУ, ГОСТ)	Температура размягчения по методу КиШ, °С	Водопоглощение за 24 ч, %/г/см»	Теплостойкость в течение 5ч, °С	Усадка %	Гибкость на стержне d=10 мм; °С/условная вязкость, с	Условная прочность при разрыве, МПа	относительное удлинение, %	Хрупкость по Фраасу, °С/массовая доля сухого вещества	Прочность сцепления с бетоном/металлом, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Битумно-бутилкаучуковая холодная МБК-70(80), ТУ 38-108-045-90		75-95	2	70-80	-/130	0,5	0,4-,8	300-400	
2	Битумно-резиновая изоляционная, МБР-65 (75,90,100) ГОСТ 15836-79.	65-100	0,2	90	-/20-80	-13/-	0,6	150-400		0,5-0,7/-
3	Битумно-резиновая (горячая) МБР-Г-55, 60, 65, 70, 75, 85,100 ГОСТ 2889-90	65-110	1	55-100		-10/40	0,4-0,5	40		0,3/0,15
4	Битумно-латексно-кукерсоляная холодная БКЛ-К-65(75) ТУ 38-1093-85	65-75	5	70	-/150	- 10	0,6	600	-30/-	0,3/-
5	БИТУРЭЛ, БИТУРЭЛ ЭКСТРА, БИТУРЭЛ СУПЕР ТУ 5774-001-17187505-95	100	1,5	120		- 50	1	200-500	-/30	1,5/0,8-1,5
6	Битумная холодная МБС-Х-70 (84, 100) и МБК-Х*75, ГОСТ6617-76	65-75	0,5	70-80	-/50-80	-15/20	0,5	40		0,5/0,3
7	Битумно-бутилкаучуковая горячая МББГ; МББП-65 (70, 80) ТУ 21-27-40-83	75-85	1	65-80	-/200	-15...-20	0,6	300		0,6/0,4

Продолжение табл Е 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	Битумно-наиритовая БНК марки ПМ ТУ 44-3-225-77	90	0,5	100-200	0,5/ 14-30	-30	0,8-1	650-400		1-2/-
9	АРНИС (битумно-полимерная эмульсионная) ТУ 5770-002-23463180-93	80-100	5	100	-/14-21	- 30	0,4	800	-/50-55	0,5/0,4
10	Битумная полипропиленовая горячая (в горячем виде) ВИТАЛЕН ТУ 21-27-125-89	80-95	0,5	75-90	-/40-60	- 15	0,8	200-700	-45/-	0,25- 0,35
11	Битумно-каучуковая БКМ-200 (одноком- понентная, холодная) ТУ 2384-008-43238275-97	75-95	0,4	150		-/200 Пас	- 15	0,5	900	-/0,5
12	Битумно-полимерная МБНП ТУ 21-1115-54-91	50-70	-	-	-/14-21	-	-		-/50	
13	Битумно-каучуковая РЕБАКС-М ТУ 5775-011-13238275-97	80-95	0,4	100	-/150	- 20	0,7	1300	-/50	0,5/-
14	Бутилкаучуковая МБК (холодная) ТУ 12-27-90-83	75-85	1-2	90-100	-/300	- 20	0,7	300	-	0,4/ 0,22
15	Бутилкаучуковая цветная УНИКС (холодная) ТУ 5770-003-23463180-94	90-130	0,5	130	-/200-300	- 40	0,8	600	-/27	0,6/ 0,5
16	БУТИСЛАН-К ТУ 5775-002-41099447-95	70-90	2-1	80-90	1,5/-	- 25	1	300	-/25-30	0,1/-
17	Битумно-полимерная эмульсионная БЭЛАМ ТУ 5770-001-23463180-93	80	5	85-95	-/14-21	- 20	0,4	800		0,5/ 0,4
18	ИЗОЛ, МРБ-Г(Х)-Т10 ГОСТ 10296-79 (без растворителя -горячая, с растворителем - холодная) ТУ 21-27-37-89	100-165		70-140		-10/-15			-/-25	

Продолжение табл Е 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	Бутилкаучуковая ГИКРОМ (холодная, двухкомпонентная) ТУ 5770-004-23463180-94	90-120	0,5	120-140	-/300	- 40	1	600-1200	-/48	0,6/ 0,5
20	ГИДРОФОР (двухкомпонентная), ТУ 38-403-692-91, ТУ 5775-006- 51055362-2003 Для подземных сооружений ТУ 5775-024-17187505-95	65-85	0,7	70	0,5%	- 50	1	150		0,75/-
21	Двухкомпонентная полимерная (холодная) ГЕРМОКРОВ-1 ТУ 5775-017-1718-7505-97		2			35	0,6-0,7	30-50		0,4/-
22	Битумно-полимерная мастика ИЖОРА ТУ 5775-002-11149403-97	80-95	0,2	75-90	–	- 15		65	30-60/-	0,2/ 0,8
23	ВЕНТА холодная битумно- бутилкаучуковая ТУ 21-37-39-82	90-110		100-120	0,8	- 65	0,4-1,2	400-900		0,5/ 0,5
24	Битумно-полимерная мастика СЛАВЯНКА ТУ 5775-003-11149403			110		- 50	1	700		-/60
25	Мастика пленкообразующая НЕОПЛЕН ТУ 2252-002-20645302-95	–	–	–	-/150-200	–	1,5-2	550	-/30-40	0,3/ 0,3
26	ПОЛУР двухкомпонентная ТУ 5772-011-17187505-97	65	0,8-2			-50	7/-	200-400		0,9/ 0,6
27	РУНАКРОМ-3 защитная холодная ТУ 5775-002-13199776-00	110	0,2		-/90	- 65	0,6	150	-/14-18	0,8/-
28	Эпоксидно-каменно-угольная ЭКМ-100 ТУ 21-27-42-77	–	0,1	100	–	–	1,0	–	–	0,4
29	Мастика битумно-полимерная горячая ЭВРИКА ТУ 5775-610-17925162-2003	105	1				0,1	1100	–	0,15-0,8/-

Контроль качества защитных покрытий.

Таблица Ж.1 – Методы проверки показателей качества защитных покрытий

Вид защитного покрытия	Показатели качества	Методы проверки	Характеристика покрытия
1	2	3	4
Лакокрасочное	Внешний вид	Визуальный осмотр	Не допускаются механические повреждения, потеки, пузыри, включения, растрескивания, покрытия типа «апельсиновая корка», не покрашенные 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 или микрометром на образцах из фольги, окрашенных одновременно с окрашиваемой поверхностью в соответствии с ГОСТ Р 51694	Отклонения по толщине должны находиться в пределах $\pm 10\%$ (СНиП 3.04.03)
	Сплошность	На бетонной поверхности визуальным осмотром В соответствии с ГОСТ 9.407	
	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	Визуальный осмотр	
	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

1	2	3	4
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 Ж.2 – Виды и порядок проведения контроля качества защитных покрытий

№ пп	Вид контроля	Порядок проведения контроля	Ответственные	Периодичность контроля
1	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
2	Операционный	Проверка соответствия требованиям проекта и нормативных документов технических параметров, регламентированных при выполнении работ	Производители работ	Постоянно в процессе выполнения работ
3	Приемочный	Проверка качества выполненного конструктивного элемента или этапа работ, включая скрытые работы	Уполномоченные представители авторского надзора, Подрядчика и Технадзора	По завершении конструктивного элемента или этапа работ

Журнал производства антикоррозионных работ

Наименование объекта _____

Основание для выполнения работ _____

Производитель работ _____

Начало работ _____ Окончание работ _____

В журнале пронумеровано _____

Подпись администрации организации выдавшей журнал _____

Дата (число, месяц, год), смена	Наименование работ и применяемых материалов (пооперационно)	Объём работ, м ²	Температура во время выполнения работ, °С		Применяемые материалы			Число нанесённых слоёв и их толщина, мкм	Температура, °С, и продолжи- тельность сушки отдельных слоёв покрытия, час	Фамилия и инициалы бригадира (специалиста), выполнявшего защитное покрытие	Дата и номер акта освидетельств ования выполненных работ	Примечание
			на поверхности материала	окружающего воздуха на расстоянии не более 1 м от поверхности	Наименование, ГОСТ, ОСТ, ТУ	номер						
						паспорта качества	протокола входного контроля					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Журнал закрыт, работы завершены начальник участка _____

(подпись, дата)

В этой книге пронумеровано и прошнуровано _____ страниц

М.П. _____

(должность)

(подпись)

(ФИО)

« ____ » _____ год

АКТ № _____
от « _____ » _____ 20____ г.
приемки защитного покрытия

выполненного по объекту _____
(наименование и место расположения объекта)

Комиссия в составе представителей:
строительно-монтажной организации _____
(наименование организации, должность, фамилия, инициалы)

заказчика _____
(наименование организации, должность, фамилия, инициалы)

генерального подрядчика _____
(наименование организации, должность, фамилия, инициалы)

составила настоящий акт о нижеследующем:

1. Работа выполнена по проекту _____

(описание выполненного защитного покрытия)

2. Объем выполненных работ _____

3. Общая площадь обработанной поверхности составила _____ м²
(наименование, физический объем)

4. Дата начала работ « _____ » _____ 20____ г.

5. Дата окончания « _____ » _____ 20____ г.

Выявлены дефекты системы защитных покрытий _____
(наименование дефектов системы покрытий)

Дефекты устранены _____
(указать каким образом)

Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Качество выполненных работ _____

Представители:
строительно-монтажной организации _____

заказчика _____

генерального
подрядчика _____

Основные показатели и приборы для диагностических исследований

1. **Влажность и температуры воздуха, влажности бетона** оцениваются приборами типа HYDROMETTE UNI 2 фирмы GANN.

В комплекте с UNI 2 используются различные электроды и пробники:

- MB 35 - для измерения поверхностной влажности бетона, в том числе и перед нанесением покрытий с диапазоном от 2 до 8 %;

- B50 - для измерения глубинной влажности бетона (до 120 мм) и влажности под покрытием;

- IR 40 - для измерения температуры поверхности от -20 до +199 °С, с разрешающей способностью - 0,1 °С;

- RF-N28 - для измерения относительной влажности и температуры воздуха с диапазонами от 7 ÷ 98 % и -10 ÷ +80 °С.

Для измерения влажности строительных материалов (песок, бетон, кирпич и др.) используются приборы - измеритель влажности материалов ВИМС-1, измеритель влажности стройматериалов ВЛАГОМЕР-МГ4, выпускаемые СКБ СТРОЙПРИБОР по разработке НПП «Карат».

2. **Наличия агрессивных веществ в газовой фазе** определяются с помощью газоанализатора и комплекта соответствующих индикаторов. Оценку агрессивности среды следует выполнять согласно СП 28.13330-2012.

3. **Анализ грунтовых вод**, на содержание Cl, SO²⁻₄, агрессивной углекислоты и pH (Приложение 1 к ГОСТ 9015-74*) на строительной площадке производят с помощью компактной переносной лаборатории - Aguamerck (Германия).

4. **Защитный слой бетона** в местах с обнаженной арматурой измеряется с помощью стандартного измерительного оборудования.

Определение величины защитного слоя бетона, без вскрытия арматуры следует выполнять электромагнитным методом в соответствии с ГОСТ 22904-78 при помощи прибора типа PROFOMETER-4 фирмы PROCEQ) (Швейцария), обладающего разрешающей способностью по глубине - 300 мм. Этот прибор одновременно позволяет определить диаметр арматуры в конструкции.

Используются также отечественные приборы - измеритель защитного слоя ПОИСК-2.3/2.4 (рабочий диапазон защитного слоя - до 130 мм) и измеритель параметров армирования ИПА-МГ4, выпускаемые СКБ СТРОЙПРИБОР по разработке НПП «Карат».

Для дистанционного определения скорости разрушения защитного слоя бетона используется измеритель скорости коррозии железобетона ИСКЖ-2, разработанный в ООО «Гидроспецпроект».

5. **Трещины в конструкциях** фиксируются по ширине раскрытия, глубине, протяженности и направленности.

Для определения размеров трещин могут применяться различные механические и оптические приспособления, трещиномеры, реперы, маяки, увеличительные стекла и т.д.:

- прибор универсальный ультразвуковой ПУЛЬСАР-1,0, диапазон измерения времени 10 - 2000 мкс (НПП «Карат»);

- увеличительные стекла типа F+C с разрешающей способностью от 0,05 до 15 мм и точностью измерения - 0,05 мм;

- измеритель ширины раскрытия трещин W9193 с разрешающей способностью от 0,05 до 5 мм и точностью измерения 0,05 мм;

- деформометр R3413 для определения величины линейных деформаций и усадок, с точностью измерения 0,001 мм и измерительной базой от 200 до 1400 мм.

6. **Проницаемость бетона** в натуральных условиях оценивается с помощью приборов типа TORRENT фирмы PROCEQ (Швейцария) или российского прибора АГАМА-2Р.

7. **Водопоглощения бетона** по массе в % производится в соответствии с ГОСТ 12730-78 и ГОСТ 12730.3-78 при допущении отклонений от требований ГОСТ 12730-78 в части наименьшего объема образцов, с погрешностью до 0,1 %. Качественный бетон не должен иметь водопоглощение более 5,7 %.

8. **Глубина карбонизации бетона** определяется колориметрическим методом: сколы на конструкции или выбуренные из тела бетона керны раскалываются и свежесформованная поверхность скола бетона смачивается 0,1 %-ным спиртовым раствором фенолфталеина. При увлажнении бетона с $\text{pH} \geq 8,3$ раствором фенолфталеина на нем появляется малиновое окрашивание, при $\text{pH} < 8,2$ бетон сохраняет свой первоначальный цвет и это указывает, что он подвергся карбонизации и не предохраняет арматуру от коррозии.

9. **Коррозионное состояние арматуры** в бетоне при отсутствии визуальных проявлений производится методом измерения потенциала стали в бетоне при помощи приборов типа CANIN и RESI фирмы PROCEQ.

Критерием служит величина электродного потенциала стали в бетоне по отношению к насыщенному медно-сульфатному электроду. Общие принципы оценки коррозии арматурной стали в бетоне указывают, что показания электродного потенциала Cu/CuSO_4 могут рассматриваться следующим образом:

- Показания потенциал $< -0,200$ В - существует 90 % вероятности отсутствия коррозии.
- Показания потенциал от $-0,200$ В до $-0,350$ В - возрастающая вероятность коррозии.
- Показание потенциал более отрицательное, чем $-0,350$ В - существует 90 % вероятность коррозии металла.

Интерпретация данных о значениях электродного потенциала в конструкциях при появлении затруднений в случаях различной структуры, засоленности, влажности и температуры бетона должна корректироваться другими методами. При оценке результатов измерений электродного потенциала необходимо дополнительно оценивать состояние арматуры проверять их значение с помощью других неразрушающих методов, например, электромагнитных, а также с помощью контрольного вскрытия арматурного каркаса.

В местах вскрытия арматуры определяется толщина защитного слоя бетона, глубина карбонизации, наличие ионов Cl^- . В этих же местах производится отбор проб бетона для лабораторного определения влажности, водопоглощения и т.д.

Состояние напрягаемой арматуры (проволоки или прядей) оценивается по образцам, взятым из исследуемого арматурного элемента по методам [ГОСТ 10884](#) или EN 10138.

10. **Наличие в бетоне ионов Cl^-** при проведении обследования на строительной площадке определяется на поперечном изломе бетона в местах вскрытия арматуры с помощью 1 % раствора нитрата серебра (AgNO_3). При наличии в бетоне хлоридов более 0,5 % от веса цемента бетон конструкции среднего качества становится потенциально опасным, возникает опасность коррозии для арматурного каркаса. В предварительно напряженных конструкциях допустимое величина содержание хлоридов составляет $\approx 0,1$ %.

11. **Прочность на сжатие** определяется различными методами.

К методам неразрушающего контроля относятся:

- **Механические методы** (пластической деформации - молотки Кашкарова, Физделя; склерометрическим методом - в соответствии с [ГОСТ 22690-88](#) с использованием молотков Шмидта, производимых фирмой PROCEQ или ОМШ-1, работа которых основана на принципе упругого отскока; скалыванием ребра конструкции и отрывом со скалыванием приборами ГПНС-4, ГПНВ-5 по [ГОСТ 22690-88](#), приборами - измеритель прочности ИПС-МГ4, ИПС-МГ4+ фирмы СКБ Стройприбор, ОНИКС-2.4 НПП Карат.

Склерометрические и ультразвуковые измерения позволяют определить поверхностную твердость бетона и получить данные по прочности бетона по корреляционным зависимостям «прочность бетона - скорость ультразвуковой волны - величина упругого отскока».

- *Ультразвуковые методы*, реализуемые с помощью серийных приборов типа УКБ, УК-14П, УК-10ПМС и TICO фирмы PROCEQ (Швейцария).

Массовые измерения скорости продольных волн следует проводить с использованием малогабаритных переносных приборов УК-14П и TICO с цифровым видом индикации. Ультразвуковые измерения позволяют: выполнить измерение прочностных и упругих характеристик бетона, оценку однородности бетона, выявить степень и глубину ослабления его поверхностных слоев.

Ультразвуковые измерения необходимо проводить совместно со склерометрическими испытаниями по сплошной сетке с шагом, соответствующим детальности контроля (обычно по сетке 0,5 - 2 м).

Исследования бетона по выбуренным из конструкций кернам осуществляются на стационарных гидравлических прессах.

Выбуривание производится при помощи установок алмазного кернового бурения, например, типа DD-100 или DD-250 фирмы HILTI. Прессовые испытания образцов бетона проводятся на гидравлических прессах по [ГОСТ 28570-90](#) с учетом [ГОСТ 18105-86](#). По результатам прямых испытаний бетона устанавливается его фактическая прочность и определяется средний поправочный коэффициент для построения тарировочных зависимостей.

12. **Когезионная прочность** поверхностных слоев бетона или прочность бетона на растяжение, а также **адгезия** любого вида **покрытий и ремонтных составов** к бетону определяется с помощью прибора DINA.

Методика проведения испытаний включает следующие операции:

- монтаж круглого штампа Ø 50 мм на обследуемом участке конструкции (высота штампа из стали - 20 мм, из алюминия - 30 мм) клеевым составом на основе эпоксидных смол (адгезия клеевого состава к бетону не ниже 3,0 Н/мм²);

- бурение кольцевого пропила вокруг штампа алмазной коронкой, глубина бурения принимается на 10 - 20 мм больше, чем толщина контролируемого слоя;

- установка прибора, захват головки штампа и нагружение образца до отрыва.

В зависимости от возможной прочности поверхностных слоев можно применять приборы с различной величиной разрывного усилия: от 5 до 50 кН. Одним из важных условий выполнения испытаний является соблюдение перпендикулярности прилагаемой нагрузки к плоскости штампа.

Достаточным считается выполнение пяти испытаний, если погрешность результатов менее 10 %, а для покрытий - если результаты превышают значение 1,7 Н/мм. При меньших значениях адгезии покрытий количество испытаний должно быть удвоено. Кроме того, при проведении испытаний следует учитывать расположение поверхности конструкции с нанесенным покрытием - горизонтальное, вертикальное, потолочное, введением соответствующих поправочных коэффициентов: 1; 0,75; 0,5.

13. Остаточная **морозостойкость** бетона оценивается по выбуренным из конструкций кернам по методам ГОСТ 10060.

Содержание

1. Область применения
2. Нормативные ссылки
3. Термины и определения
4. Общие положения
5. Классификация агрессивных сред и степень агрессивного воздействия
 - 5.1 Общие положения
 - 5.2 Классификация и степень агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод на бетон и арматуру строительных конструкций
 - 5.3 Качественная характеристика поверхностного стока вод с селитебных территории.
6. Требования к материалам и конструкциям (первичная защита)
 - Технологические требования к бетону и его составляющим
 - Требование к стальной арматуре
 - Расчетно-конструкционные требования
7. Требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и конструкций (вторичная защита)
8. Защита от коррозии поверхностей стальной арматуры, закладных деталей и связей
9. Защита от коррозии элементов конструкций в узлах сопряжений и деформационных швах
10. Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций при реконструкции и ремонтно-восстановительных работах
11. Требования безопасности
 - Приложение. А (обязательное) Нормативные документы.
 - Приложение. Б (обязательное) Основные термины и определения.
 - Приложение. В (обязательное) Требования к защите конструкций.
 - Приложение. Г (справочное) Лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии.
 - Приложение. Д (обязательное) Системы изоляции конструкций
 - Приложение. Е (справочное) Характеристики и физико-механические свойства гидроизоляционных материалов и мастик.
 - Приложение. Ж Контроль качества защитных покрытий.
 - Приложение З (справочное) Основные показатели и приборы для диагностических исследований

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

Руководитель темы,
Генеральный директор
ООО «Интерстройсервис ИНК»
д-р эконом.наук

В.В.Аладьин

ГУП «НИИМосстрой»
Руководитель Исследовательского
Центра по строительству,
проектированию, технологии
возведения подземных сооружений
канд. техн. наук

Б.В.Ляпидевский

Зам.руководителя ИЦ

А.В.Безруков

ООО Научно-инженерный центр
«СТРОЙНАУКА»

Генеральный директор ООО НИЦ
«СТРОЙНАУКА», канд.техн.наук

В.И.Савин

Технический директор
ООО НИЦ «СТРОЙНАУКА»,
проф., д-р техн.наук

В.Ф.Степанова

ЗАО «КТБЖБ»

Генеральный директор

С.А. Филимон

**Сводка замечаний и предложений от организаций и предприятий по проекту Свода правил
«Защита бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций от коррозии.
Технические условия»**

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
1	2	3	4
Содержание Раздел 6	ООО «Мосинжпроект»	В разделе «Содержание» привести стили текста к единому.	Принято.
Раздел 2		В разделе «Требования к материалам и конструкциям. (первичная защита)» дать нумерацию таблице «Категория требований к трещиностойкости и допустимая ширина раскрытия трещин».	Принято.
-		Раздел «Нормативные ссылки» сформирован без учета положений статьи 13 Федерального закона «О техническом регулировании». Раздел следует дополнить ссылкой на ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» Ввиду большого объема данных, изложенных в данном проекте при проектировании антикоррозионных композиций для строительства подземных сооружений и коммуникаций, рекомендуется принять за основу данный проект при разработке соответствующего свода правил.	Принято. Будет учтено в окончательной редакции утверждаемого нормативного документа.

Продолжение сводки отзывов.

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
-	<p>ОАО «ТРАНСИНЖСТРОЙ » БЮРО КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. От 23.04.2013 Номер 256540-4/157</p>	<p>1. Учитывая, что объем документа для Национального стандарта большой, желательно перевести его в Свод Правил (СП) с тем, чтобы при редактировании для издания не потерять необходимую, полезную информацию для проектировщиков и производителей.</p>	<p>Принято. Форма и содержание нормативного документа будет согласована с Минрегеоном РФ.</p>
Раздел 1	<p>ООО «Гидроспецпроект»</p>	<p>Третий абзац сформулировать в редакции: «Свод правил содержит материалы, детализирующие отдельные положения норм антикоррозийной защиты бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций, подверженных коррозии в зависимости от качественных характеристик грунта, грунтовых вод, поверхностных сточных вод, канализационных стоков, просачиваемой жидкой фазы при наличии гидростатического напора, при действии агрессивной газовой среды, попеременного замораживания, оттаивания и других следствий эксплуатации».</p>	<p>Принято</p>

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 4, п.4.2	ООО «Гидроспецпроект»	П 4.2, третий абзац сформулировать в редакции: «Вторичная защита предусматривает мероприятия по инструментальному мониторингу скорости коррозии, защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций со стороны непосредственного воздействия агрессивной среды, имеет ограниченный срок службы и должна возобновляться по истечении последнего».	Принято
Раздел 4, п.4.4		П 4.4, первый абзац, начало абзаца сформулировать в редакции: «4.4 К мерам вторичной защиты поверхностей конструкций от коррозии относятся: - установка технических устройств для постоянного инструментального мониторинга за скоростью коррозии; защита поверхностей конструкций», далее по тексту.	Принято
Раздел 4, п.4.5		П 4.5 дополнить абзацем 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.	Принято

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 4, п.4.12	ООО «Гидроспецпроект»	П 4.12 сформулировать в редакции: «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».	Принято
Раздел 4, п.4.13		П 4.13 дополнить абзацем б) установку технических устройств для постоянного инструментального мониторинга скорости коррозии.	Принято
Раздел 4, п.4.15		П 4.15 сформулировать в редакции: «В многоярусных паркингах, административно-бытовых комплексах необходимо предусматривать технические этажи и проходные коридоры (тоннели) для инженерного оборудования и установок, позволяющие проводить периодический контроль 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».	Принято

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика								
Раздел 5	ООО «Гидроспецпроект»	<p>Таблицу 5.1 после строки</p> <table border="1" data-bbox="732 427 1630 614"> <tr> <td data-bbox="732 427 999 614"><i>Коллекторы и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i></td> <td data-bbox="1005 427 1283 614"><i>Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i></td> <td data-bbox="1290 427 1585 614"><i>На открытом воздухе. В зоне контакта с агрессивной средой</i></td> <td data-bbox="1592 427 1630 614"><i>3 1</i></td> </tr> </table> <p>дополнить строкой</p> <table border="1" data-bbox="732 651 1630 869"> <tr> <td data-bbox="732 651 999 869"><i>Коллекторы и тоннели хозяйственно-бытовой и промышленной канализации</i></td> <td data-bbox="1005 651 1339 869"><i>Обделка коллектора (тоннеля), стены, перекрытия, колодцы, ограждения, шахтные стволы</i></td> <td data-bbox="1346 651 1585 869"><i>Внутри зоны контакта с агрессивной средой</i></td> <td data-bbox="1592 651 1630 869"><i>1</i></td> </tr> </table>	<i>Коллекторы и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i>	<i>Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i>	<i>На открытом воздухе. В зоне контакта с агрессивной средой</i>	<i>3 1</i>	<i>Коллекторы и тоннели хозяйственно-бытовой и промышленной канализации</i>	<i>Обделка коллектора (тоннеля), стены, перекрытия, колодцы, ограждения, шахтные стволы</i>	<i>Внутри зоны контакта с агрессивной средой</i>	<i>1</i>	Принято
<i>Коллекторы и элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i>	<i>Элементы для отвода сточных вод и прокладки коммуникаций</i>	<i>На открытом воздухе. В зоне контакта с агрессивной средой</i>	<i>3 1</i>								
<i>Коллекторы и тоннели хозяйственно-бытовой и промышленной канализации</i>	<i>Обделка коллектора (тоннеля), стены, перекрытия, колодцы, ограждения, шахтные стволы</i>	<i>Внутри зоны контакта с агрессивной средой</i>	<i>1</i>								
Раздел 7, п.7.1		<p>П 7.1 сформулировать в редакции:</p> <p>«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 установке технических устройств для постоянного инструментального мониторинга скорости коррозии и нанесении защитного покрытия на поверхность железобетонных конструкций, ограничивающего или исключаящего коррозионное разрушение конструкции при воздействии агрессивной среды».</p>	Принято								

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 7, п.7.6	ООО «Гидроспецпроект»	<p>П 7.6 сформулировать в редакции: «7.6 В нормативно-технической документации на железобетонные конструкции, для которых предусматривается вторичная защита от коррозии, следует указывать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) требования к защищаемой поверхности бетона (шероховатость, прочность, чистота, допустимая влажность в момент нанесения покрытия и т.д.); 2) требования к форме защищаемого конструктивного элемента и к твердости его поверхностного слоя с определением допустимого раскрытия трещин; 3) требования к материалам защитного покрытия с учетом возможного их взаимодействия с материалом конструкции; 4) требования к системам защитных покрытий; 5) требования к совместной работе материала конструкций и защитного покрытия в условиях переменных температур; 6) требования к нанесению систем защитных покрытий; 7) требования к контролю качества систем защитных покрытий, периодичности осмотра состояния конструкций и восстановлению их защиты. 8) требования к установке технических устройств для инструментального мониторинга за скоростью коррозии. 9) требования безопасности и охраны окружающей среды». 	Принято

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 7, п.7.25	ООО «Гидроспецпроект»	Дополнить раздел 7 п. 7.25 в редакции: «7.25 По завершении работ по нанесению вторичной защиты следует производить установку технических устройств для инструментального мониторинга скорости коррозии, их освидетельствование и приемку».	Принято
Раздел 10, п10.1		П 10.1, второй абзац сформулировать в редакции: «Причинами преждевременных разрушений железобетонных конструкций может являться: 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 и т.д.». П. 10.1 дополнить абзацем д) разрабатываются и реализуются мероприятия по инструментальному мониторингу за скоростью коррозии.	Принято

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 10, п10.2	ООО «Гидроспецпроект»	<p>П 10.2, четвёртый абзац сформулировать в редакции: «Обследование и диагностика коррозионного состояния конструкций предусматривают следующие основные этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 отобраным пробам материалов - бетона, арматуры, новообразований в теле бетона и на поверхностях конструкций, защитных покрытий); - оценка состояния конструкций по результатам обследования». 	Принято
Раздел 10, п10.7		<p>П 10.7, второй абзац сформулировать в редакции: «При эксплуатации сооружений и коммуникаций повреждения возникают, как правило, вследствие нескольких причин, поэтому проектное решение по созданию системы антикоррозионной защиты осуществляется путем комплексного подхода, основанного на системе методов защиты, инструментального мониторинга за скоростью коррозии, адаптированных применительно к конкретным элементам сооружения и условиям их эксплуатации».</p>	Принято

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 10, п10.8	ООО «Гидроспецпроект»	П 10.8, третий абзац дополнить строкой - установка технических устройств для мониторинга скорости коррозии.	Принято
Приложение Б		6. Приложение Б дополнить п. Б.48 в следующей редакции: Б.48. Мониторинг при эксплуатации – процесс инструментальных наблюдений за состоянием конструкций в период эксплуатации.	Принято
Приложение Г		7. П. 4 после третьего абзаца дополнить абзацем в следующей редакции: «Для дистанционного определения скорости разрушения защитного слоя бетона используется измеритель скорости коррозии железобетона ИСКЖ-2, разработанный в ООО «Гидроспецпроект».	Принято
-	Московский Государственный горный университет (МГГУ)	1. Замечания редакционного характера сделаны на полях научно-технического отчета	Принято
-		2. При проектировании и возведении подземных сооружений необходимо предусматривать возможность повышения уровня грунтовых вод и их агрессивности в процессе эксплуатации сооружения.	Принято
-		3. В СП необходимо более четко сформулировать требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций в зависимости от условий эксплуатации с учетом вида железобетонных конструкций, их массивности, технологии изготовления и возведения.	Отклонено. Данный вопрос рассмотрен в проекте

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
-	Московский Государственный горный университет (МГГУ)	4. По тексту проекта Свода правил целесообразно редакционно доработать пункты документа, отмеченные желтым цветом. При этом исключить недействующие нормативные документы, заменить их на действующие согласно Указателю нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации, 2012г.	Принято
-	Лаборатория бетона и железобетона ОАО НИЦ СМ ЦНИИС	1. По нашему мнению желательно привести в ГОСТ Р наиболее распространенные схемы конструкций решений подземных сооружений и коммуникаций.	Отклонено. Данный вопрос будет рассмотрен при подготовке документа к утверждению.
-		2. В СП необходимо провести требования по толщине защитного слоя бетона до арматуры, категории трещиностойкости, ширине раскрытия трещин и т.п. для железобетонных конструкций	Отклонено. Данный вопрос рассмотрен в проекте Свода правил.
		3. Редакционные замечания указаны по тексту	Принято
-	ООО «УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ «УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА- 620» От 22.04.2013	Отзыв положительный	-

Продолжение сводки отзывов

Структурный элемент Свода правил	Наименование организаций (номер письма, дата)	Замечания, предложения	Заключения разработчика
Раздел 9, п.9.1	ООО «Технический центр градостроительства архитектуры и проектирования»	Дополнить сопряжение элементов сборных и монолитных конструкций осадочными швами.	Принято
-		В проекте ГОСТ Р отсутствует требования по контролю качества защиты и методам испытаний с учетом современной технической базы.	На данном этапе отклонено. Будет откорректировано при включении в План нормативных документов Минрегиона России
Раздел 6.3, п. 6.3.1.5; Раздел 5, п. 5.1.6	ООО «Техническое бюро проектно-исследовательских работ в строительстве»	1. Имеются редакционные неточности, в тексте использованы термины, например «наводораживание» стр 36, «комплексная среда» табл. 5.4, содержание которых не раскрыто в Приложении Б.	Отклонено. Указанные термины имеются в нормативной документации.
Раздел 5		2. В проекте ГОСТ Р раздел 5 стр. 19 указано, что «при воздействии на конструкции подземных сооружений и инженерных коммуникаций нескольких агрессивных сред необходимо определить соответствующие зоны конкретных агрессивных воздействий и степени агрессивности в этих зонах» Эта позиция авторов недостаточно обоснована, поскольку защита принимается по наибольшей агрессивности среды, нет необходимости определять зоны воздействий.	Отклонено. В проекте Свода правил отмечается, что защита принимается по наибольшей агрессивности среды.

Продолжение сводки отзывов

Приложение В (Ж 3)	ООО «Научно-исследовательский центр технического сопровождения строительства»	1. Нет четкого понимания необходимости ведения журнала производства антикоррозионных работ-Приложение В табл. В.13	Отклонено. Необходимость ведения журнала производства антикоррозионных работ обязательно.
-		2. Редакционно: не все таблицы имеют надписи, по тексту есть пропуски и опечатки.	Принято
-		3. В проекте ГОСТ отсутствует раздел защиты конструкций подземных сооружений от электрокоррозии, что необходимо учесть при разработке второй редакции.	На данном этапе отклонено. Вопрос спорный. В данной редакции он не рассматривается.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ПРИМЕНЕНИЯ СВОДА ПРАВИЛ В ПРАКТИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Общая часть

Методические рекомендации по обучению специалистов применения свода правил в практике проектирования и строительства подготовлены разработчиками свода правил.

Практика применения ГОСТ **** «Защита бетонных и железобетонных конструкций, подземных сооружений и коммуникаций от коррозии. Технические условия» требует подготовки проектных и строительных организаций к переходу к новым условиям нормирования и исполнению защитных мероприятий, разъяснению сложных и спорных вопросов по порядку применения норм действующего свода правил.

В соответствии с Европейской системой квалификаций под результатами обучения понимается *набор знаний, умений, навыков или компетенций*, освоенных человеком, которые он может продемонстрировать по завершении обучения. Формулировка результатов обучения показывает, что обучающийся должен знать, понимать и делать по завершении обучения.

Обучение специалистов проводится по двум типам программ:

- **базовые программы (тип В - basic)** – предусматривают профессиональную переподготовку специалистов.

- **проектно-ориентированные программы (тип А - advanced)** - предусматривают профессиональную переподготовку специалистов в рамках укрупненной группы.

2. Рекомендации по формированию результатов обучения: знаний, умений и навыков по учебным курсам по направлениям в базовой программе

Настоящий раздел содержит описание конечных результатов обучения в виде навыков и знаний, которыми должны обладать специалисты, завершившие базовую программу подготовки, а также тематических блоков, изучение которых должно позволить достичь подготовки высококвалифицированных менеджеров при надлежащей методике и организации подготовки по программе.

Базовая программа должна обеспечить получение специалистами необходимых знаний, позволяющим осуществлять профессиональную деятельность. В настоящее время эта программа должна составлять около 20 - 30% времени, предусмотренном на обучение.

Таблица №1. Примерная структура базовой программы

Раздел образовательной программы	Количество аудиторных часов
1. Общая часть	15
2. Специализация	19

Базовая программа предусматривает подготовку специалистов среднего звена.

3. Рекомендации по формированию результатов обучения: знаний, умений и навыков по учебным курсам по направлениям в проектно-ориентированной программе

Проектно-ориентированные образовательные программы, помимо обучения (приобретения знаний, умений и навыков), должны быть направлены на развитие у специалистов компетенций (competence) – способностей применять приобретенные знания, умения и навыки в процессе разработки и реализации проектов развития направляющих организаций.

В процессе подготовки специалистов по проектно-ориентированным образовательным программам предусматривается использование **активных методов** обучения:

- *Анализ конкретных ситуаций* (case study) – изучение специалистами ситуаций, основанных на описании конкретного опыта принятия решений и организация коллективного анализа специалистами возникающих проблем и предпринимаемых действий.
- *Экспертные консультации и мастер-классы* – обмен опытом между самими специалистами, консультации с экспертами, приглашенными практикующими специалистами.

Наряду с активными методами в образовательной программе должны присутствовать традиционные *лекционно-семинарские занятия*. В том числе *экспертные лекции* – выступления широко известных и авторитетных бизнесменов, политиков и экспертов по новым, актуальным вопросам, которые сопровождаются дискуссией и могут трансформироваться в форму экспертных консультаций и мастер-классов.

Общая длительность проектно-ориентированной образовательной программы должна составлять не менее 25 аудиторных часов.

Объем часов по каждому из названных выше разделов должен быть следующим (см. Таблицу №2).

Таблица №2. Примерная структура образовательной программы

Раздел образовательной программы	Количество аудиторных часов
<i>I. Теоретическая подготовка</i> (освоение когнитивных компетенций)	10
<i>II. Профессиональная подготовка</i>	15

При формировании образовательной программы с региональной (отраслевой) ориентацией должны, в том числе, учитываться региональные особенности и специфика.

В учебном плане проектно-ориентированной образовательной программы рекомендуется обеспечить высокий удельный вес активных методов обучения.

Предусматриваются занятия в малых группах или индивидуальные занятия, которые должны занимать не менее половины всего времени работы в аудиториях.

4. КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Мониторинг обучения специалистов осуществляется по окончании каждого из этапов: после 1 этапа – промежуточная аттестация, после 2 – итоговая аттестация.

1 промежуточная аттестация.

Проводится по окончании 1 этапа обучения и предусматривает:

1. Тестирование по общей подготовке. Содержание тестов определяется из перечня приложения 1.
2. Оценку практических навыков. Формы, методы и содержание проведения этой части аттестации выбирает из перечня, рекомендованного в приложении 1.

2 итоговая аттестация.

Проводится по окончании 2 этапа обучения и предусматривает:

1. Тестирование по общей по профессиональной подготовке. Содержание тестов определяется из перечня приложения 2.
2. Оценку практических навыков. Формы, методы и содержание проведения этой части аттестации выбирается из перечня, рекомендованного в приложении 2.

5. ФОРМЫ ПОДГОТОВКИ

В соответствии с Положением о порядке и условиях финансирования профессиональной переподготовки специалистов, утвержденных приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.09.2000 г. №2571 (раздел II, п.6), образовательные программы могут реализовываться в следующих формах:

- с отрывом от работы
- без отрыва от работы
- с частичным отрывом от работы.

Образовательная программа с отрывом от работы осуществляется при ее общей длительности более 4-х месяцев (учитываются только аудиторные часы, время на самостоятельную подготовку выделяется сверх этого лимита).

Образовательная программа с частичным отрывом от работы предусматривает периодические очные учебные сессии (модули). Периоды между модулями устанавливаются образовательным учреждением самостоятельно. Эта форма обучения предусматривает значительный объем самостоятельной работы между модулями.

При реализации образовательных программ с частичным отрывом от работы не допускается разбиение модулей между этапами.

Образовательная программа без отрыва от работы осуществляется в вечернее время в течение всего учебного года.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММ

Учебно-методическое обеспечение программ должно содержать следующий комплект материалов:

- учебники и учебные пособия;
- деловые ситуации , практикумы, тренинги , тесты проверки знаний, разработанные с учетом компетентностного подхода;
- информационно-аналитические материалы по вопросам деятельности ведущих зарубежных и российских организаций (предприятий) (отчеты и документы фирм, публикации в периодической печати и т.п.);
- библиография.

7. ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЕ КАДРЫ

Реализация образовательных программ должна осуществляться с привлечением квалифицированных преподавателей, имеющих ученые степени и/или значительный практический опыт, научные публикации и (или) участвующих в консультационных проектах по профилю образовательных программ.

Преподаватели должны обладать педагогическим и научным стажем, высоким уровнем профессионализма. Наряду с этим, к учебному процессу целесообразно привлекать высококвалифицированных российских специалистов коммерческих и государственных организаций.

8. ДОКУМЕНТ ОБ ОКОНЧАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

По окончании обучения специалистам должен выдаваться документ государственного образца - *диплом о профессиональной переподготовке*. Запись в документе должна полностью соответствовать названию образовательной программы.

Диплом дает право заниматься профессиональной деятельностью в области избранного направления подготовки.

Рекомендуемый перечень тестов для промежуточной аттестации.

1. Термина и определения.
2. Понятие первичной и вторичной защиты.
3. Порядок проектирования защиты
4. Классификация агрессивных сред и степень агрессивного воздействия.
5. Степень агрессивного воздействия.
6. Классификация грунтов и грунтовых вод на бетон и арматуру строительных конструкций.
7. Степень агрессивности грунтов и грунтовых вод
8. Требование к материалам и конструкциям (первичная защита)
9. Технологические требования к бетону
10. Требования к составляющим бетона.
11. Требование к стальной арматуре.
12. Расчетно - конструкционные требования.
13. Требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и конструкций (вторичная защита)
14. Защита от коррозии поверхностей стальной арматуры, закладных деталей и связей.
15. Защита от коррозии элементов конструкций в узлах сопряжений и деформационных швах.
16. Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций при реконструкции и ремонтно-восстановительных работах.

Рекомендуемый перечень тестов для итоговой аттестации.

1. Классификация агрессивных сред и степень их агрессивного воздействия.
2. Принадлежность элементов конструкций к категории условий эксплуатации.
3. Степень агрессивного воздействия комплексной среды.
4. Классификация агрессивности грунтов.
5. Классификация сред эксплуатации с химической агрессией.
6. Степень агрессивного воздействия сульфатов в грунтах на бетоны марок по водонепроницаемости W4-W20.
7. Степень агрессивного воздействия жидких сульфатных сред для бетонов марок по водонепроницаемости W8-W20.
8. Степень агрессивного воздействия жидких сульфатных сред, содержащих бикарбонаты.
9. Степень агрессивного воздействия жидких неорганических сред на бетон.
10. Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на арматуру железобетонных конструкций.
11. Качественная характеристика поверхностного стока вод с селитебных территорий и площадок промпредприятий.
12. Примерные значения концентраций в дождевом и талом стоках для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий.
13. Требования к материалам и конструкциям. (первичная защита).
14. Рекомендуемые виды цемента для бетона в агрессивных средах.
15. Требования к стальной арматуре.
16. Условия применения различных групп арматурных сталей.
17. Требования к конструкциям.
18. Требования к защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений и коммуникаций (вторичная защита).
19. Защита от коррозии поверхностей стальной арматуры, закладных деталей и связей.
20. Защита от коррозии элементов конструкций в узлах сопряжений и деформационных швах.
21. Максимальные расстояния между деформационными швами.
22. Ширина деформационных швов для бетонных и железобетонных конструкций.
23. Допустимые значения растяжения/сжатия для некоторых видов герметиков для заполнения швов.
24. Защита от коррозии бетона и железобетона при ремонтно-восстановительных работах и реконструкции.
25. Требования техники безопасности и охраны окружающей среды.

Список

Организаций, приславших отзывы на проект Свода правил «Защита бетонных и железобетонных конструкций, подземных сооружений и коммуникаций от коррозии. Технические условия»

1. ОАО «Мосинжпроект»
2. ОАО «Трансинжстрой» БЮРО КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
3. ООО «Гидроспецпроект»
4. Московский Государственный горный университет (МГГУ)
5. Лаборатория бетона и железобетона ОАО НИЦ СМ ЦНИИС
6. ООО «Научно-исследовательский центр технического сопровождения строительства»
7. ООО «Технический центр градостроительства архитектуры и проектирования»
8. ООО «Техническое бюро проектно-изыскательских работ в строительстве»
9. ООО «Управление Промышленными Предприятиями «Управление Строительством»