МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**ГОСТ 32016— 2012**

# МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕМОНТА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## Общие требования

(EN 1504-1:2005, NEQ)
(EN 1504-9:2008, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

**Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Триада-Холдинг»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПРИНЯТ Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) (протокол от 18 декабря 2012 г. № 41 )

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа государственного управления строительством |
|---|---|---|
| Азербайджан | AZ | Госстрой |
| Армения | AM | Министерство градостроительства |
| Молдова | MD | Министерство строительства и регионального развития |
| Россия | RU | Министерство регионального развития |
| Таджикистан | TJ | Агентство по строительству |
| Узбекистан | UZ | Госархитектстрой |

4 Настоящий стандарт соответствует европейским региональным стандартам EN 1504-1:2005 Products and systems for the protection and repair of concrete structures — Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity — Part 1: Definitions (Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Определения, требования, контроль качества и оценка соответствия. Часть 1. Термины) в части терминов и их определений, EN 1504-9:2008 Products and systems for the protection and repair of concrete structures — Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity — Part 9: General principles for the use of products and systems (Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Определения, требования, контроль качества и оценка соответствия. Часть 9. Общие принципы использования материалов и систем) в части общих требований по ключевым этапам процесса защиты и ремонта бетонных конструкций: оценка технического состояния конструкций; выявление причин дефектов; принятие решений и варианты защиты и ремонта в рамках стратегии эксплуатации; выбор общих принципов защиты и ремонта; выбор методов, соответствующих общим принципам; определение свойств и выбор материалов и систем для реализации выбранных методов; разработка мероприятий по техническому обслуживанию конструкции после защиты и ремонта.

Перевод с английского языка (en).

Степень соответствия — неэквивалентная (NEQ)

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1973-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32016—2012 введен в действие непосредственно в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2014 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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*

© Стандартинформ, 2014

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Минимальные требования к операциям перед защитой и ремонтом . . . 4
4.1 Общие положения . . . 4
4.2 Охрана здоровья и техника безопасности . . . 4
4.3 Оценка дефектов и их причин . . . 4
5 Защита и ремонт в рамках стратегии управления эксплуатацией сооружения . . . 5
5.1 Общие положения . . . 5
5.2 Варианты стратегии управления эксплуатацией сооружения . . . 5
5.3 Факторы, влияющие на выбор стратегии управления эксплуатацией сооружения . . . 6
5.4 Выбор соответствующей стратегии управления эксплуатацией сооружения . . . 6
6 Требования к выбору принципов и методов защиты и ремонта . . . 6
6.1 Общие положения . . . 6
6.2 Принципы и методы защиты и ремонта . . . 6
7 Требования к материалам и системам для их соответствия принципам защиты и ремонта . . . 8
7.1 Общие положения . . . 8
7.2 Методы, которые не предусматривают использования тех или иных материалов и систем . . . 8
8 Требования к техническому обслуживанию после защиты и ремонта . . . 8
9 Техника безопасности, охрана здоровья и окружающей среды . . . 9
Приложение А (справочное) Пояснения к основному тексту стандарта . . . 10

## Введение

Настоящий стандарт определяет принципы защиты и ремонта бетонных и железобетонных конструкций, которые подверглись или могут подвергнуться разрушениям и повреждениям, и дает рекомендации по выбору материалов и систем, которые требуются для определенных целей применения.

Настоящий стандарт определяет следующие ключевые этапы процесса ремонтных работ:

- оценка технического состояния конструкции;
- выявление причин разрушения;
- принятие решений о вариантах защиты и ремонта;
- выбор соответствующего принципа защиты и ремонта;
- выбор методов;
- определение свойств материалов и систем;
- определение требований по техническому обслуживанию после защиты и ремонта.

Настоящий стандарт включает в себя приложение А, в котором приведены пояснения к основному тексту стандарта.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

# МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕМОНТА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## Общие требования

Products and systems for the protection and repair of concrete structures. General requirements

**Дата введения — 2014—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к защите и ремонту бетонных и железобетонных (далее — бетонные) конструкций.

Стандарт распространяется на все конструкции, открытые атмосферным воздействиям, а также подземные и подводные конструкции, как вновь возводимые, так и находящиеся в эксплуатации.

Настоящий стандарт содержит требования к:

а) необходимости обследования, проведению испытаний и оценки технического состояния до и после ремонта;

б) защите от причин возникновения дефектов и ремонту бетонных конструкций; к таким причинам могут относиться:

1) механические воздействия, например ударная нагрузка, перегрузка, деформация, вызываемые осадкой, взрывом, вибрацией и сейсмическим воздействием,

2) химические и биологические воздействия окружающей среды, например воздействие сульфатов, взаимодействие между щелочными составляющими цемента и заполнителями бетона,

3) физические воздействия, например замерзание и оттаивание, трещинообразование от температурных напряжений, миграция влаги, кристаллизация солей и эрозия,

4) повреждения от пожара,

5) коррозия арматуры, происходящая в результате физической утраты защитного слоя бетона, потери щелочности в защитном слое бетона вследствие его химической реакции с углекислым газом из атмосферы (карбонизации), загрязнения бетона хлоридами или другими химикатами, блуждающих токов, проходящих по арматуре или возбуждаемых в ней под действием находящегося рядом электрооборудования;

в) ремонту конструкций с дефектами, вызванными ошибками проектирования, технических условий или строительных работ или использованием неподходящих материалов;

г) обеспечению несущей способности путем замены или добавления замоноличенной или внешней арматуры, заполнения трещин и пустот внутри элементов или между элементами, чтобы обеспечить сплошность конструкций, замены или добавления бетона или целых элементов;

д) гидроизоляции как неотъемлемой части защиты и ремонта;

е) принципам и методам защиты и ремонта (например, приведенным в таблице 1).

Пояснения к области применения настоящего стандарта приведены в приложении А.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12020—72 Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред

**Издание официальное**

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

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Общие термины**

3.1 **партия:** Количество материала, изготовленное за одну операцию или, при непрерывном производственном процессе, определенное (в тоннах) количество материала, которое должно быть предоставлено производителем, иметь одинаковый состав и быть изготовленным не более чем в течение одного дня.

3.2 **заявленные значения:** Значения различных показателей, заявленных и документально подтвержденных производителем для оценки соответствия продукции или проверки ее эксплуатационных качеств.

3.3 **испытания для оценки соответствия:** Испытания, заключающиеся в проверке отклонений от заявленных значений показателей по составу или свойству материала или системы с точки зрения их стабильности.

Примечание — Испытания проводятся для того, чтобы убедиться в том, что показатели испытуемого материала или системы соответствуют заявленным производителем в пределах допустимых отклонений.

3.4 **эксплуатационные качества:** Способность материала или системы обеспечивать эффективное и долговечное восстановление при ремонте или защиту конструкции без проявления неблагоприятных воздействий на эту конструкцию, другие конструкции, рабочих, пользователей, третьих лиц, окружающую среду.

3.5 **требования к эксплуатационным качествам:** Необходимые механические, физические и химические свойства материалов или систем, обеспечивающие долговечность и прочность как восстановленного при ремонте бетона, так и всей конструкции в целом.

3.6 **испытания эксплуатационных качеств:** Испытания, заключающиеся в проверке необходимых свойств материалов или системы с точки зрения оценки показателей эксплуатационных качеств при их применении и использовании.

Примечание — Испытания проводят для того, чтобы убедиться в том, что показатели эксплуатационных качеств материалов или систем соответствуют заявленным значениям.

3.7 **материал:** Компоненты, собранные по определенному рецепту в композит для ремонта или защиты бетонных конструкций.

3.8 **система:** Два или более материала, используемые вместе или по очереди при выполнении ремонта или защиты бетонных конструкций.

3.9 **технология:** Способы применения материала или системы с использованием специального оборудования или метода (например, инъектирование в трещины).

3.10 **дефект:** Неприемлемое состояние, которое может создаваться при строительстве или являться результатом разрушения или повреждения.

3.11 **расчетный срок службы:** Предполагаемый период нормальной эксплуатации при ожидаемых условиях использования бетонной конструкции.

3.12 **техническое обслуживание:** Неоднократно или непрерывно осуществляемые меры, которые обеспечивают ремонт и/или защиту.

3.13 **пассивное состояние:** Состояние, при котором стальная арматура в бетоне не подвергается спонтанной коррозии благодаря защитной оксидной пленке.

3.14 **защита:** Меры, которые направлены на то, чтобы предотвратить или уменьшить образование дефектов в конструкции.

3.15 **ремонт:** Меры, которые направлены на устранение дефектов в бетоне.

3.16 **срок службы:** Период, в течение которого реализуются запланированные эксплуатационные качества.

3.17 **основание:** Поверхность, на которую наносят материал или систему для защиты или ремонта.

**Основные виды материалов и систем**

3.18 **материалы и системы для анкерного закрепления:** Материалы и системы, которые используются:

- для закрепления арматуры в бетоне с целью обеспечения их совместной работы;
- для заполнения зазоров между стальными и бетонными элементами с целью обеспечения их полного контакта.

3.19 **материалы и системы для инъектирования:** Материалы и системы, которые при инъектировании в бетонные конструкции восстанавливают ее структурную целостность и/или прочность.

3.20 **материалы и системы для неконструкционной зоны ремонта:** Материалы и системы, которые при нанесении на поверхность бетона восстанавливают геометрию или внешний вид конструкции.

3.21 **материалы и системы для антикоррозионной защиты арматуры:** Материалы и системы, которые при нанесении на незащищенную арматуру обеспечивают ее защиту от коррозии.

3.22 **материалы и системы для конструкционного соединения:** Материалы и системы, которые при нанесении на бетон обеспечивают прочное сцепление к бетону последующих ремонтных материалов.

3.23 **материалы и системы для конструкционной зоны ремонта:** Материалы и системы, которые заменяют поврежденный бетон, восстанавливая структурную целостность и долговечность конструкции.

3.24 **материалы и системы для защиты поверхности бетона:** Материалы и системы, при применении которых повышается долговечность бетонных и железобетонных конструкций.

**Основные химические компоненты и типы защитных и ремонтных материалов и систем**

3.25 **добавки:** Мелкодисперсные неорганические материалы, которые добавляют в ремонтные материалы с целью улучшения определенных свойств или для придания дополнительных особых свойств; различают два типа добавок: практически инертные добавки (тип I); пуццолановые или скрытые гидравлические добавки (тип II).

3.26 **добавки для гидравлических вяжущих:** Материалы, которые добавляются вместе с гидравлическим вяжущим для придания ему особых свойств и которые не могут быть заменены другими добавками для бетона.

3.27 **добавки для реактивных полимеров:** Материалы, отличные от других добавок, которые придают ремонтным материалам особые свойства.

3.28 **добавки для бетона:** Материалы, добавляемые в процессе приготовления бетонной смеси в количествах, не превышающих 5 % массы цемента, с целью изменения свойств бетонной смеси и/или затвердевшего бетона.

3.29 **гидравлическое вяжущее:** Неорганический материал, вступающий с водой в реакцию гидратации, результатом которой является образование прочного твердого материала.

3.30 **гидравлические растворы или гидравлические бетоны:** Растворы и бетоны на основе гидравлического вяжущего, приготовленные с применением мелкого и крупного заполнителя определенного гранулометрического состава, могут содержать добавки для бетона, после смешивания с водой затвердевают вследствие реакции гидратации.

3.31 **полимерцементные растворы или бетоны:** Растворы и бетоны, модифицированные введением добавок полимеров, которые используются в количествах, достаточных для придания им особых свойств.

3.32 **полимерные растворы и полимерные бетоны:** Смеси, полученные в результате перемешивания, на основе полимерного вяжущего мелкого и крупного заполнителя определенного гранулометрического состава, затвердевание которых происходит вследствие реакции полимеризации.

3.33 **реактивные полимерные вяжущие:** Вяжущие, состоящие, как правило, из двух компонентов: основы в виде реактивного полимера и отвердителя или катализатора, отверждение которых проис-

ходит при температуре окружающей среды. Также могут быть использованы добавки для реактивных полимеров (см. 3.27).

## 4 Минимальные требования к операциям перед защитой и ремонтом

### 4.1 Общие положения

Настоящий раздел устанавливает минимально необходимые требования к операциям, которые должны проводиться для оценки технического состояния бетонной конструкции при подготовке основания для защиты и ремонта.

Пояснения к основному тексту приведены в приложении А.

### 4.2 Охрана здоровья и техника безопасности

При подготовке основания к защите и ремонту следует оценивать опасность от локального разрушения конструкции или падения обломков вследствие удаления поврежденного бетона, а также воздействия этих разрушений на несущую способность конструкции.

В случаях, если конструкция представляет опасность, необходимо принимать следующие меры безопасности: локальная защита или ремонт, установка временной крепи или других конструкций, частичный или полный снос конструкции. При этом следует учитывать дополнительные риски, которые могут возникать в результате самих ремонтных работ.

### 4.3 Оценка дефектов и их причин

Перед проведением работ по защите и ремонту следует определять техническое состояние конструкции, включая оценку дефектов и их причин, а также оценку способности конструкции выполнять свои функции.

Процесс определения технического состояния конструкции должен предусматривать следующие операции, но не ограничиваться только ими:

а) визуальное определение технического состояния бетонной конструкции;

б) проведение испытаний по определению показателей бетона и арматуры;

в) выполнение поверочного расчета несущей способности конструкции;

г) оценка условий окружающей среды, включая воздействие загрязнителей;

д) изучение истории эксплуатации бетонной конструкции, включая воздействия окружающей среды;

е) оценка условий эксплуатации (например, нагружение и другие виды воздействия);

ж) определение требований по дальнейшей эксплуатации.

Определению и оценке подлежат характер и причины дефектов, в том числе сочетание нескольких причин (см. рисунок 1).

Примечание — Дополнительная информация о воздействии проектных и строительных ошибок на долговечность сооружения приведена в А.4.3 приложения А.




Рисунок 1 — Распространенные причины разрушений конструкций

Дальнейшей оценке подлежат примерный объем и вероятная интенсивность прироста дефектов. Следует определять, когда бетонная конструкция или ее элемент больше не будут функционировать так, как предполагалось, без принятия мер по защите или ремонту (не считая мер технического обслуживания находящихся в эксплуатации систем).

Результаты проведенной оценки технического состояния должны быть действительными на все время составления проекта и выполнения работ по защите и ремонту. Если с течением времени или по каким-либо другим причинам возникают сомнения относительно того, действительна ли проведенная оценка, необходимо провести эту оценку повторно.

## 5 Защита и ремонт в рамках стратегии управления эксплуатацией сооружения

### 5.1 Общие положения

В настоящем разделе определяются варианты и факторы, которые следует учитывать при выборе стратегии управления эксплуатацией сооружения.

### 5.2 Варианты стратегии управления эксплуатацией сооружения

При определении мер по обеспечению требований долговечности конструкций следует рассматривать следующие варианты стратегии управления эксплуатацией сооружения:

а) в течение определенного периода времени не предпринимать никаких действий, кроме мониторинга конструкций;

б) провести поверочный расчет несущей способности конструкции и повторный анализ изменения ее технического состояния, возможно, приводящего к ухудшению функционирования конструкции;

в) предотвратить или уменьшить дальнейшее разрушение конструкции;

г) провести усиление или ремонт и защиту всей конструкции или ее части;

д) провести реконструкцию или замену всей конструкции или ее части;

е) утилизировать всю конструкцию или ее часть.

### 5.3 Факторы, влияющие на выбор стратегии управления эксплуатацией сооружения

При выборе стратегии управления эксплуатацией сооружения должны учитываться следующие факторы:

а) базовые:

1) предполагаемое использование и остаточный срок службы сооружения,

2) требуемые эксплуатационные качества конструкции.

Примечание — Например, огнестойкость, водостойкость и т. п.,

3) вероятная долговечность работ по защите и ремонту,

4) требуемая готовность сооружения к эксплуатации, допустимые перерывы в его эксплуатации и возможность дополнительных работ по защите, ремонту и мониторингу,

5) число и стоимость допустимых циклов ремонта в течение расчетного срока службы сооружения,

6) сравнительная стоимость альтернативных стратегий управления эксплуатацией в расчете на весь срок службы, включая будущее обследование и техническое обслуживание бетонных конструкций или дальнейшие циклы ремонта,

7) свойства и возможные методы подготовки имеющегося основания,

8) внешний вид конструкции после защиты и ремонта;

б) конструкционные:

1) воздействия в течение и после реализации стратегии,

2) виды воздействий и методы противодействия им;

в) охрана здоровья и техника безопасности:

1) последствия потери несущей способности (устойчивости) конструкций,

2) требования по охране здоровья и техники безопасности,

3) воздействие на владельцев или пользователей сооружения и на третьих лиц;

г) факторы окружающей среды:

1) условия воздействия окружающей среды на сооружение и возможность их локального изменения (проверка на соответствие требованиям ГОСТ 31384),

2) необходимость или возможность защиты всей конструкции или ее части от воздействий погодных условий, загрязнения, соляного тумана и т. п., включая защиту основания во время ремонтных работ.

### 5.4 Выбор соответствующей стратегии управления эксплуатацией сооружения

Выбор стратегии управления эксплуатацией для того или иного сооружения должен основываться на приведенной выше оценке требований владельца сооружения и на соответствующих положениях (например, требованиях техники безопасности), которые действуют на месте выполнения работ. Все работы по защите и ремонту бетонных конструкций, проводимые как часть стратегии, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Принцип или принципы защиты и ремонта бетонных конструкций должны выбираться в соответствии с разделом 6 настоящего стандарта, т. е.:

а) соответствовать типу, причине (или сочетанию причин) и объему дефектов;

б) соответствовать будущим условиям эксплуатации.

## 6 Требования к выбору принципов и методов защиты и ремонта

### 6.1 Общие положения

Настоящий раздел устанавливает принципы, которые по отдельности или в сочетании друг с другом должны применяться в методах при защите или ремонте бетонных конструкций.

### 6.2 Принципы и методы защиты и ремонта

#### 6.2.1 Общие положения

Принципы защиты и ремонта основаны на химических, электрохимических или физических процессах и явлениях, которые могут быть использованы для того, чтобы предотвратить или стабилизировать

разрушение бетона или электрохимическую коррозию на поверхности арматуры, а также для усиления конструкции.

Методы защиты и ремонта, которые, в свою очередь, основаны на этих принципах, представлены в таблице 1. Необходимо выбирать только те методы, которые соответствуют этим принципам, учитывая при этом возможные нежелательные последствия, к которым может привести использование того или иного метода или сочетания методов в конкретных условиях отдельно взятого ремонта.

Другие методы, не приведенные в настоящем стандарте, могут использоваться в случае, если имеются документально подтвержденные данные о том, что они соответствуют одному или нескольким принципам.

### 6.2.2 Принципы и методы, связанные с дефектами в бетоне

Принципы 1—6, представленные в таблице 1, относятся к дефектам бетонных конструкций, вызываемым следующими видами воздействия, которые могут проявляться как по отдельности, так и в сочетании друг с другом:

а) механическое воздействие: например, ударное воздействие, перегрузка, смещение и взрыв;

б) химическое и биологическое воздействие: например, воздействие сульфатов, взаимодействие между щелочными составляющими цемента и заполнителями в бетоне;

в) физическое воздействие: например, воздействие замораживания и оттаивания, трещинообразование от температурных напряжений, миграция влаги, кристаллизация солей и эрозия;

г) пожар.

### 6.2.3 Принципы и методы, связанные с коррозией арматуры

Принципы 7—11, представленные в таблице 1, относятся к коррозии арматуры, которая вызвана:

а) физической утратой защитного слоя бетона;

б) потерей щелочности в защитном слое бетона в результате его химической реакции обычно с углекислым газом из атмосферы (карбонизация);

в) загрязнением защитного слоя бетона коррозионно-активными веществами (обычно хлорид-ионами), которые были введены в бетонную смесь во время приготовления или которые проникли в бетон из окружающей среды;

г) блуждающими токами, проходящими по арматуре или возбуждаемыми в ней от воздействия находящегося поблизости электрооборудования.

В тех случаях, когда имеет место коррозия арматуры или существует опасность ее возникновения в будущем, необходимо выбрать один или несколько принципов защиты от коррозии и ремонта (см. принципы 7—11 по таблице 1).

Кроме того, при необходимости должен быть проведен ремонт бетона в соответствии с принципами 1—6 по таблице 1.

Таблица 1 — Принципы и методы защиты и ремонта бетонных конструкций

| Принцип | Методы, реализующие принцип |
|---|---|
| 1 Защита от проникания | Методы, связанные с дефектами в бетоне |
| | 1.1 Гидрофобизирующая пропитка<br>1.2 Пропитка<br>1.3 Покрытие<br>1.4 Бандаж устьев трещин<br>1.5 Заполнение трещин<br>1.6 Преобразование трещин в швы<br>1.7 Установка наружной облицовки*<br>1.8 Устройство мембран* |
| 2 Регулирование влагосодержания | 2.1 Гидрофобизирующая пропитка<br>2.2 Пропитка<br>2.3 Покрытие<br>2.4 Установка наружной облицовки<br>2.5 Электрохимическая обработка |
| 3 Восстановление бетона | 3.1 Нанесение вручную растворной смеси<br>3.2 Укладка (заливка) бетонной смеси<br>3.3 Нанесение брызг бетонной или растворной смеси<br>3.4 Замена элементов |

*Окончание таблицы 1*

| Принцип | Методы, реализующие принцип |
|---|---|
| 4 Усиление (упрочнение) конструкций | 4.1 Добавление или замена замоноличенных или наружных арматурных стержней<br>4.2 Добавление арматуры, закрепляемой в заранее сформированных или пробуренных каналах<br>4.3 Внешнее армирование приклеиванием из полос, холстов, сеток<br>4.4 Добавление бетона или раствора<br>4.5 Инъектирование в трещины, пустоты или полости<br>4.6 Заполнение трещин, пустот или полостей<br>4.7 Установка предварительно напряженной арматуры (с натяжением на бетон) |
| 5 Повышение физической стойкости | 5.1 Покрытие<br>5.2 Пропитка<br>5.3 Добавление раствора или бетона |
| 6 Стойкость к химикатам | 6.1 Покрытие<br>6.2 Пропитка<br>6.3 Добавление раствора или бетона |
| 7 Сохранение или восстановление пассивного состояния | 7.1 Увеличение защитного слоя за счет дополнительного раствора или бетона<br>7.2 Замена загрязненного или карбонизированного бетона<br>7.3 Электрохимическое восстановление щелочности карбонизированного бетона<br>7.4 Диффузионное восстановление щелочности карбонизированного бетона<br>7.5 Электрохимическое извлечение хлоридов |
| 8 Повышение электрического сопротивления | 8.1 Гидрофобизирующая пропитка<br>8.2 Пропитка |
| 9 Катодный контроль | 9.1 Ограничение содержания кислорода (на катоде) с помощью насыщения или покрытия поверхности |
| 10 Катодная защита | 10.1 Приложение электрического потенциала |
| 11 Контроль анодных участков | 11.1 Покрытие арматуры слоем активного типа<br>11.2 Покрытие арматуры слоем барьерного типа<br>11.3 Введение в бетон или нанесение на бетон ингибиторов коррозии |
| * Эти методы могут быть также применимы и к другим принципам. | |

## 7 Требования к материалам и системам для их соответствия принципам защиты и ремонта

### 7.1 Общие положения

Если соответствующие методы выбраны в соответствии с принципами, приведенными в разделе 6, подлежащие использованию материалы и системы отбирают по таблице 1. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы материалы и системы не вступали в неблагоприятные физические или химические взаимодействия друг с другом или с бетонными конструкциями.

Материалы, которые составляют часть системы для ремонтных работ, обычно не должны проходить испытания по отдельности, если только один или несколько из материалов не должны сами, отдельно от системы, соответствовать тем или иным требованиям к их эксплуатационным качествам.

### 7.2 Методы, которые не предусматривают использования тех или иных материалов и систем

В методах, перечисленных в таблице 1, не предусматривающих использования тех или иных материалов и систем, соответствующих конкретным разделам настоящего стандарта, для выбора материалов или систем должны быть установлены соответствующие числовые значения их показателей.

## 8 Требования к техническому обслуживанию после защиты и ремонта

Если не предусмотрено иного, то необходимо обеспечить:

а) проведение регистрации данных о выполненных работах по защите и ремонту бетонных конструкций, включая все результаты испытаний;

б) составление инструкции по обследованиям и техническому обслуживанию, которые должны быть проведены при эксплуатации в течение остаточного расчетного срока службы отремонтированной части бетонной конструкции.

## 9 Техника безопасности, охрана здоровья и окружающей среды

Требования к проведению защиты и ремонта конструкций должны соответствовать правилам техники безопасности, охраны здоровья и окружающей среды, пожарной безопасности.

В случаях, если существует противоречие между свойствами тех или иных материалов или систем и правилами охраны окружающей среды или пожарной безопасности, необходимо использовать альтернативные принципы или методы ремонта, которые позволяют избежать такого противоречия.

**Приложение А**
**(справочное)**

## Пояснения к основному тексту стандарта

В настоящем приложении приведена пояснительная информация к основному тексту.

В настоящем приложении также определены принципы защиты и ремонта бетонных конструкций, которые подверглись или могут подвергнуться повреждениям и разрушениям, и предлагаются рекомендации по принятию эффективных мер для снижения в будущем опасности значительного по объему непредвиденного разрушения, а также для технического обслуживания и ремонта конструкций. В настоящем приложении приводятся рекомендации по выбору материалов и систем, соответствующих целям планируемого использования бетонных конструкций.

### А.1 Область применения

Некоторые случаи применения настоящего стандарта требуют специальных знаний и расчета строительных конструкций. Примерами таких случаев, например, могут служить оценка технического состояния и ремонт конструкций из предварительно напряженного бетона, конструкций, пострадавших от пожара, повышение несущей способности конструкций за счет добавления замоноличенной или внешней арматуры.

В настоящем стандарте не рассматриваются неконструктивные строительные материалы, используемые в сочетании с бетоном конструкции, такие, например, как маяки, используемые при устройстве полов, и слои штукатурки. Вместе с тем рассматриваемые конструктивные материалы и системы могут применяться не только для защиты и ремонта бетонных конструкций, но и для других целей, например для улучшения внешнего вида конструкций.

Настоящее приложение не содержит подробных инструкций по проведению обследований, испытаний и оценки технического состояния конструкций как до, так и после ремонта. При проведении подобных мероприятий используют требования стандартов*, действующих на территории государства [см. раздел 1, перечисление а)].

В правильно спроектированных и возведенных бетонных конструкциях защитный слой бетона должен обеспечивать защиту арматуры от коррозии в нормальных условиях воздействия природной среды, в том числе в условиях морской среды и среды, в которой используются противогололедные соли. В случае более старых сооружений требования ранее действовавших стандартов могли быть недостаточными для нормальных условий воздействия на конструкцию. В частности, неверные проектирование, расчет или строительство, или использование неподходящих строительных материалов могут приводить к низкому качеству бетона в защитном слое, плохому качеству уплотнения и, следовательно, к недостаточной долговечности железобетона. Преждевременное разрушение могут вызывать и другие виды воздействия, в том числе пожары, механическое или химическое воздействие [см. раздел 1, перечисления б) и в)].

Для гидроизоляции вертикальных поверхностей обычно используют паропроницаемые материалы, для гидроизоляции горизонтальных поверхностей — водонепроницаемые и паронепроницаемые материалы, в зависимости от того, как планируется использовать конкретное сооружение [см. раздел 1, перечисление д)].

### А.2 Нормативные ссылки

См. раздел 2.

### А.3 Термины и определения

Термины, не являющиеся общепринятыми в области строительства, в настоящем приложении имеют специальное значение.

#### А.3.1 Пассивное состояние

Если арматуру окружает незагрязненный щелочной бетон, то его высокая щелочность приводит к образованию защитной оксидной пленки на поверхности стальной арматуры, что и является пассивным состоянием. Защитная пленка эффективно снижает риск коррозии арматуры до незначительного уровня.

Защита, обеспечиваемая оксидной пленкой, утрачивается, если происходит карбонизация бетона до глубины расположения арматуры или на глубине расположения арматуры присутствуют в достаточном количестве коррозионно-активные соли. Результатом является активная коррозия арматуры в присутствии влаги и кислорода, что может привести к растрескиванию и выкрашиванию защитного слоя.

В целях предотвращения утраты пассивного состояния арматуры или в случаях, если пассивное состояние уже утрачено, для предупреждения коррозии арматуры в соответствии с требованиями настоящего стандарта могут использоваться соответствующие материалы и системы.

---

* В Российской Федерации действуют стандарты ГОСТ Р 53778—2010 и ГОСТ Р 54523—2011.

**А.3.2 Срок службы**

Обычно ожидается, что новое бетонное сооружение или бетонное сооружение после проведения работ по защите и ремонту реализует свой срок службы без значительных по объему незапланированных разрушений и технического обслуживания.

**А.3.3 Основание**

Основание перед нанесением материалов и систем для защиты и ремонта обычно требует подготовки, очистки и проведения испытаний.

**А.4 Минимальные требования к операциям перед защитой и ремонтом**

**А.4.1 Общие положения**

Настоящий подраздел не является подробным руководством по проведению оценки качества конструктивной системы или оценки технического состояния бетонной конструкции. Для того чтобы помочь пользователям настоящего стандарта, на рисунке А.1 приведен пример этапов стандартного проекта по ремонту.

Прежде чем приступать к работам по защите и ремонту, необходимо завершить сбор данных, чтобы установить техническое состояние бетонной конструкции на данный момент, историю технического обслуживания и вероятное поведение конструкции в будущем. Указанные мероприятия проводят в рамках стратегии управления эксплуатацией сооружения (см. раздел 5).

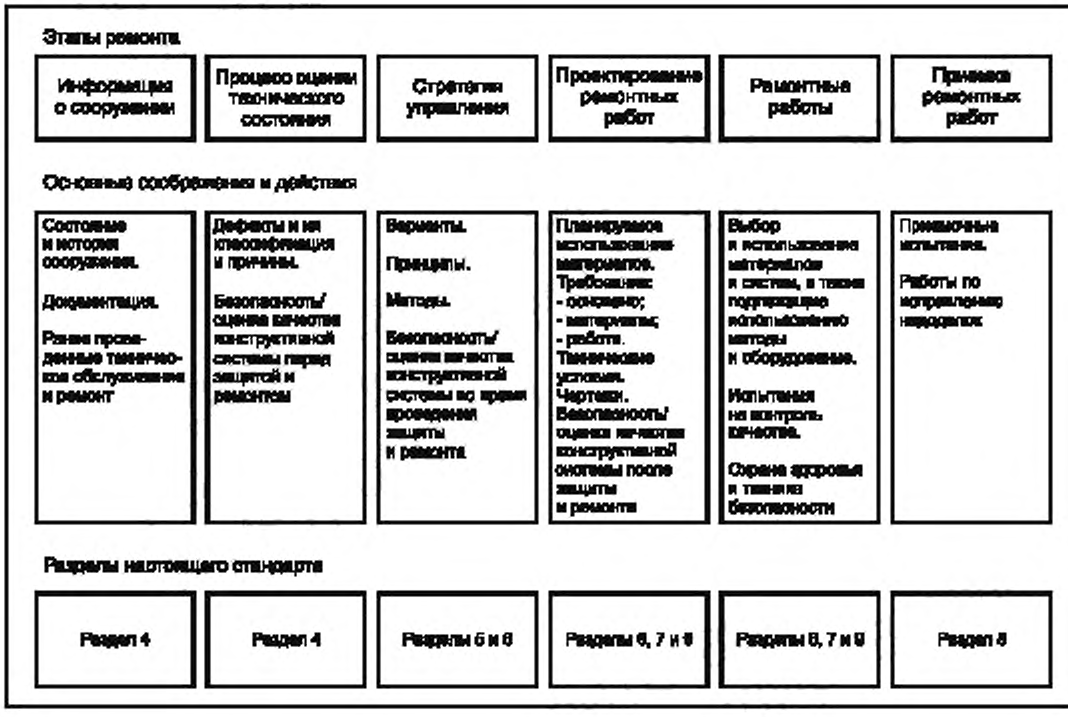


Рисунок А.1 — Пример этапов стандартного проекта по ремонту

**А.4.2 Охрана здоровья и техника безопасности**

Оценка технического состояния подвергающихся разрушению сооружений определяется национальными стандартами, нормативными документами и инструкциями и более подробно не рассматривается. Информацию о требованиях до, во время и после работ по защите и ремонту см. также в А.5.3.2 (конструкционные факторы) и А.5.3.3 (факторы безопасности и охраны здоровья).

В случаях, когда существует опасность для третьих лиц, в рамках работ по начальному обследованию следует удалить с бетона конструкции весь рыхлый и отслоившийся материал.

**А.4.3 Оценка дефектов и их причины**

**А.4.3.1 Общие положения**

В настоящем подразделе (А.4.3) приводится пояснительная информация по оценке дефектов и их причин и не дается подробных комментариев к отдельным пунктам в основном тексте.

**А.4.3.2 Дефекты и их причины**

Причинами дефектов в бетонных конструкциях могут быть неверные проектирование и расчет, технические условия, технический надзор, выполнение работ, а также некачественные материалы, в том числе:

- неверный расчет строительных конструкций;
- неверный подбор состава бетонной смеси, недостаточное перемешивание, недостаточное уплотнение;
- недостаточная толщина защитного слоя;
- недостаточная или дефектная гидроизоляция;
- загрязнение, низкокачественные или реакционно-способные заполнители;
- неправильное выдерживание.

В процессе эксплуатации могут проявиться и другие дефекты, включая результаты воздействия:

- коррозии арматуры;
- суровых климатических условий, атмосферного загрязнения, хлоридов, углекислого газа, коррозионно-активных химических веществ;
- смещения фундамента, подвергающихся ударной нагрузке деформационных швов, чрезмерного нагружения;
- повреждений от ударной нагрузки, расширяющих сил от пожаров;
- эрозии, агрессивных грунтовых вод, сейсмического воздействия;
- блуждающих токов.

Распространенные причины дефектов бетона и коррозии арматуры в краткой форме представлены на рисунке 1.

**А.4.3.3 Оценка технического состояния**

Перед началом ремонтных работ необходимо упорядочить и проанализировать всю ранее имевшуюся информацию о сооружении.

В случаях обнаружения дефектов следует провести дополнительные испытания и оценку состояния бетонной конструкции, чтобы установить причину и объем дефектов и спрогнозировать поведение конструкции в будущем.

Необходимо определить и документально подтвердить состояние бетона и арматуры и сохранить эти данные в системе управления эксплуатацией сооружения.

Оценка технического состояния предусматривает определение на месте работ толщины защитного слоя бетона поверх арматуры и глубины карбонизации, отбор бурением проб пыли для определения содержания и построения профиля концентрации хлорид-ионов, а также определение наличие других коррозионно-активных веществ и отбор образцов-кернов из толщи бетона для физического, химического и петрографического анализа. В случаях, если по результатам измерений было обнаружено повышенное содержание хлорид-ионов, может иметь место активная скрытая коррозия арматуры и могут потребоваться электрохимические испытания (например, методом измерения электродного потенциала).

Как правило, коррозия замоноличенной арматуры в конечном итоге приводит к растрескиванию и выкрашиванию защитного слоя бетона. Следует иметь в виду, что активная коррозия может происходить в течение длительного времени до того, как появятся трещины, а также что в определенных условиях коррозия может не вызывать увеличения объема и, следовательно, не приводить к трещинообразованию. В этом случае рекомендуется проводить электрохимические испытания, которые способны выявить арматуру, подвергшуюся активной коррозии, даже если ее внешние видимые признаки отсутствуют. Такие скрытые повреждения также должны учитываться в стратегии управления эксплуатацией сооружения (см. А.5).

Желательно, чтобы в оценку настоящего состояния бетонной конструкции и прогнозирование ее поведения в будущем включалось рассмотрение предыдущих испытаний, проводившихся с соответствующими интервалами, и информация об истории бетонного сооружения, например, строительстве, эксплуатации и управлению эксплуатацией (при наличии информации).

Оценку технического состояния бетонной конструкции обычно проводят до начала работ по их защите и ремонту. Оценка, проводившаяся ранее, может не отражать действительного технического состояния конструкции на момент начала проектирования ремонтных работ. В этом случае необходимо скорректировать эту оценку. В любом случае крайне важно оценить полный объем и причины дефектов.

Оценка технического состояния конструкций может проводиться в несколько этапов. Например, чтобы дать безотлагательную информацию о безопасности бетонной конструкции и степени риска для третьих лиц, может потребоваться предварительный этап, а более детальная оценка состояния может быть проведена непосредственно перед разработкой проекта.

Оценка дефектов, прогноз их развития в будущем и оценка технического состояния конструкций подлежат регистрации.

**А.4.3.4 Оценка качества конструктивной системы**

В рамках оценки качества конструктивной системы может потребоваться проверка показателей эксплуатационных качеств бетона (например, прочности при сжатии и модуля упругости) и арматуры (например, размера, типа, шага арматурных стержней и толщины защитного слоя бетона) путем проведения соответствующих испытаний. Может также потребоваться поверочный расчет остаточной несущей способности конструкции.

**А.4.3.5 Квалификация специалистов, проводящих оценку**

Оценку технического состояния конструкций и качества конструктивной системы часто проводят до начала ремонта, а иногда и до того, как будет выявлена какая-либо проблема. Оценка должна проводиться работниками, имеющими соответствующую квалификацию и знающими методы исследования, приемы расчета строительных конструкций, способы технического обслуживания и ремонта.

**А.5 Защита и ремонт в рамках стратегии управления эксплуатацией сооружения**

**А.5.1 Общие положения**

Стратегию управления эксплуатацией сооружения выбирают не только по техническим основаниям, но и на основе экономических, функциональных, экологических и других факторов и, что является наиболее важным, на основе требований к сооружению, предъявляемых заказчиком.

Расчетный срок службы ремонтируемой бетонной конструкции является ключевым показателем при проектировании системы защиты и ремонта (см. рисунок А.2).

**А.5.2 Варианты стратегии управления эксплуатацией сооружения**

Сохранение или восстановление безопасности является важнейшим требованием в стратегии управления эксплуатацией сооружения. Для выполнения этого требования могут быть использованы разные варианты управления эксплуатацией. Эти варианты оценивают по тому, насколько они эффективны в течение остаточного срока службы сооружения. Рассмотрение вариантов и последствий их применения обычно включает в себя анализ различных данных, например начальной стоимости, затрат на техническое обслуживание сооружения и возможной необходимости ввести ограничения на его использование. Каждый вариант, очевидно, предполагает разную степень разрушения бетонных конструкций сооружения в будущем.

При выборе вариантов для систем защиты и ремонта конструкции важным фактором является срок до проведения первого технического обслуживания и ремонта ее отдельных элементов конструкции, поскольку возможно, что они прослужат весь расчетный срок службы сооружения. Важными факторами являются доступ к месту работ, а также возможность восстановления и ремонтопригодность систем защиты и ремонта.

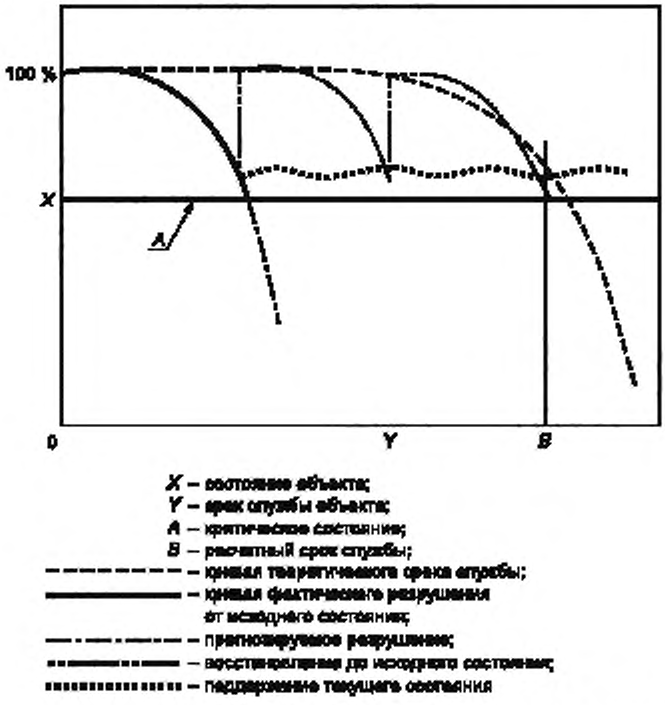


Рисунок А.2 — Стандартные циклы ремонта в течение срока службы объекта, подверженного разрушению

**А.5.3 Факторы, влияющие на выбор стратегии управления**

В настоящем подразделе перечисляются факторы, которые необходимо учитывать при вынесении на основе имеющейся информации оценки сравнительных затрат и достоинств возможных технических вариантов ремонта.

**А.5.3.1 Общие положения**

Правильно проводимые наблюдение и техническое обслуживание участков защиты и ремонта конструкции позволит достичь более длительного срока службы как этих участков, так и всего сооружения [см. 5.3, перечисление а)].

Характер и использование сооружения могут оказать важное влияние на выбор стратегии управления, принципы ремонта и подлежащие использованию оборудование и системы, в особенности шумо- и пылеобразование при подготовке основания, например офисные здания, больницы и т. д. [см. 5.3, перечисление б)].

В случае преждевременного разрушения срок службы сооружения можно продлить с помощью защиты и ремонта [см. 5.3, перечисление в)]. Однако разрушение — это прогрессирующий процесс и, возможно, необходимо будет сделать выбор между:

1) проведением защиты и ремонта бетонных конструкций, позволяющим продлить срок службы сооружения и достичь расчетного срока его службы;

2) проведением защиты и ремонта бетонных конструкций, позволяющим продлить срок службы сооружения на меньший срок, с учетом дополнительных затрат в будущем на его защиту и ремонт.

Свойства и возможные методы подготовки имеющегося основания могут оказать существенное влияние на окончательный внешний вид конструкции, прошедшей мероприятия по защите и ремонту [см. 5.3, перечисление г)].

**А.5.3.2 Конструкционные факторы**

Оценка качества конструктивной системы до ремонта может быть расширена, чтобы спрогнозировать результаты воздействия ремонтных работ на несущую способность конструкции как во время ремонта, так и после того, как работы будут завершены [см. 5.3, перечисление б)1)].

Особое внимание необходимо уделять тому, какой объем бетона и арматуры подлежит удалению из несущих конструктивных элементов, а также какое воздействие это окажет на несущую способность конструкции в будущем. Примером может служить удаление бетона из сжатых элементов, изменяющее пути нагружения так, что отремонтированные участки становятся ненесущими. Если это важно с конструктивной точки зрения, то в этом случае следует рассмотреть методы ремонта, которые сводят к минимуму удаление бетона, и/или использовать установку дополнительных опор, чтобы снять постоянную нагрузку во время ремонта [см. 5.3, перечисление б)2)].

**А.5.3.3 Факторы техники безопасности и охраны здоровья**

Важный этап в стратегии управления эксплуатацией сооружения состоит в том, чтобы до начала работ оценить, к каким конструктивным последствиям приводят разрушение и сам процесс ремонта [см. 5.3, перечисление в)1), а также 5.3, перечисление б)].

Материалы и методы, используемые в зависимости от выбранных принципов ремонта, потенциально способны оказать воздействие и на рабочий персонал, так же как на владельцев, пользователей или третьих лиц. К примерам относятся: материалы, в состав которых входят вредные или зловонные компоненты; генерация шума, образование пыли и вибрация; содержащиеся в воде или в воздухе обломки и частицы мусора от процессов подготовки; перемещение оборудования [см. 5.3, перечисление в)3)].

**А.5.4 Выбор соответствующей стратегии**

Стратегия управления эксплуатацией сооружения должна отражать требования заказчика к долговечности и расчетному сроку службы сооружения, а также варианты технического обслуживания и ремонта бетонных конструкций, на основе которых и должна разрабатываться эта стратегия.

Необходимо выявить исходные причины дефектов конструкции. В целом проведение защиты и ремонта дает возможность успешно справиться с причинами и последствиями возникновения дефектов конструкции. В некоторых случаях разрушению конструкции могут способствовать и другие проблемы (например, засорение дренажа в плите дорожного полотна моста, что приводит к загрязнению хлоридами элементов моста, расположенных в пространстве между опорными частями и обрезом фундамента); может будет необходимо решать эти проблемы по отдельности, прежде чем успешно провести ремонтные работы. В случае если устранить дефект невозможно (например, в условиях морской среды), то необходимо спроектировать защиту и ремонт, которые позволили бы как можно дольше сохранять стойкость бетона конструкции к воздействию установленной причины возникновения такого дефекта.

**А.6 Требования к выбору принципов и методов защиты и ремонта**

**А.6.1 Общие положения**

Выбор подходящих принципов — это наиболее важная часть разработки проекта ремонта. Подходящими могут оказаться несколько вариантов и окончательный выбор будет основываться на разных факторах (см. А.5.1).

Для всех выбранных принципов ремонта должны быть определены соответствующие методы. По возможности в технические условия на ремонт должны включаться соответствующие эксплуатационные требования к материалам и системам при планируемом их использовании. Может потребоваться консультация с производителями, с тем чтобы убедиться в том, что их материалы и системы соответствуют планируемым требованиям.

Для планируемого использования материалы и системы следует выбирать, учитывая состояние основания и оценку дефектов и их причин (см. 4.3).

**А.6.2 Принципы и методы защиты и ремонта**

Могут быть выбраны несколько методов защиты и ремонта бетонной конструкции в разных сочетаниях. Необходимо с особой тщательностью рассмотреть возможные виды отрицательного воздействия на конструкцию выбранных методов и последствия их взаимодействия.

К возможным видам отрицательного воздействия относятся:

а) система гидрофобизирующей пропитки, используемой для снижения содержания влаги в бетоне, что может повысить скорость карбонизации;

б) покрытие поверхности, которое может улавливать влагу, что приводит к нарушению адгезии или снижению морозостойкости;

в) предварительное напряжение с натяжением арматуры на бетон, которое может вызывать растягивающие напряжения в конструкции;

г) электрохимические методы, которые могут вызывать охрупчивание напрягаемой арматуры, реакцию щелочных составляющих цемента с восприимчивыми заполнителями бетона, снижение морозостойкости вследствие повышенного содержания влаги или коррозию соседних конструкций в подводных условиях.

Материалы и системы должны обладать совместимостью с исходным бетоном конструкции.

В тех случаях, когда имеет место коррозия арматуры или опасность ее возникновения, в дополнение к принципам 1—6 (см. 6.2.2 и таблицу 1) необходимо рассмотреть принципы 7—11 (см. 6.2.3 и таблицу 1), так как, если оставить это без внимания, расширяющее воздействие продуктов коррозии арматуры может в будущем вызвать повреждение бетона.

**А.6.2.1 Принципы и методы, связанные с дефектами бетона**

А.6.2.1.1 Общие положения

В А.6.2.1 приводится пояснительная информация к принципам ремонта 1—6 (см. 6.2.2 и таблицу 1) и не приводится подробных комментариев к отдельным подразделам основного текста настоящего стандарта.

А.6.2.1.2 Принцип 1 — защита от проникания (см. 6.2.2 и таблицу 1)

Защита от проникания посторонних веществ включает в себя меры по снижению пористости или проницаемости поверхностного слоя бетона, что достигается обработкой поверхности бетона (например, с использованием системы защиты поверхности) или герметизацией трещин (например, инъектированием в трещины, бандажом или уплотнением поверхности субстрата).

Ширина обычных трещин в несущих конструкциях укладывается в заданные пределы; трещины раскрываются и закрываются в ответ на деформации конструкции. Чрезмерное нагружение или недостаточный запас прочности конструкции могут привести к трещинам, превышающим заданные пределы.

Трещины в ограждающих конструкциях могут образоваться в бетоне по целому ряду причин, например от пластической усадки или осадки, воздействия тепловыделения при гидратации цемента, при воздействии циклов температурного расширения и сжатия. Эти трещины могут быть более широкими, чем трещины в несущих конструкциях и могут раскрываться и закрываться в ответ как на нагрузки, так и на воздействие факторов окружающей среды, таких как изменение температуры.

Трещины любой ширины могут вызывать разрушение бетона, и последствия этого необходимо учитывать. В тех случаях, когда существует опасность, что через трещины в бетон проникнут коррозионно-активные загрязнители, следует обратить внимание на защиту трещин, которые в данный момент не подвергаются загрязнению, герметизировав их в соответствии с методом 1.4 (см. таблицу 1).

Когда будут установлены причины образования трещины, диапазоны перемещений и результаты воздействия, и в том числе будет определено, является ли трещина активной (т. е. раскрывается и закрывается ли она в ответ на нагрузки или тепловое воздействие) или пассивной, можно будет выбрать варианты ремонта из методов 1.1—1.8 (см. таблицу 1). Некоторые системы защиты поверхности могут применяться в случае активных трещин в несущих конструкциях, но с помощью таких систем очень редко можно заделать трещины большой ширины в ограждающих конструкциях, для которых может потребоваться герметизация с помощью других методов.

Некоторые трещины в затвердевшем бетоне образуются в результате коррозии арматуры. Эти трещины часто оказываются первым визуальным признаком проявления коррозии. Трещины, вызванные коррозией, нельзя ремонтировать просто путем заполнения или герметизации. Ремонт конструкций с такими дефектами следует проводить с помощью методов, в которых используются принципы 7—11 (см. таблицу 1).

Следует отметить, что метод 1.8 (см. таблицу 1), использующий мембраны, может быть в равной мере применим к принципам 2, 6 и 8 (см. таблицу 1).

А.6.2.1.3 Принцип 2 — регулирование влажности (см. 6.2.2 и таблицу 1)

Регулирование влажности используется при ремонте бетона для борьбы с неблагоприятными условиями, в ходе такого регулирования бетону дают высохнуть, а также предотвращают увеличение его влажности. Неблагоприятные условия могут включать в себя реакцию взаимодействия между щелочными составляющими цемента и заполнителями в бетоне, а также воздействие сульфатов. Водонасыщенный бетон может также быть восприимчив к повреждениям от замораживания и оттаивания.

Системы защиты поверхности, наносимые на вертикальные поверхности стен и поверхности пола, должны обладать проницаемостью для водяного пара, чтобы давать возможность влаге уходить из бетона.

На поверхности потолка (например, плиты перекрытий на автостоянке) могут быть нанесены системы защиты поверхности, обладающие влагонепроницаемостью.

Системы защиты поверхности обычно не следует наносить на бетон с содержанием избыточной влаги; производители материалов должны дать рекомендации относительно приемлемых условий нанесения.

А.6.2.1.4 Принцип 3 — восстановление бетона (см. 6.2.2 и таблицу 1)

Восстановление бетона обычно проводят с использованием либо локального ремонта с нанесением материала вручную, либо с помощью укладки (заливки) бетонной или растворной смеси, или с помощью нанесения методом набрызга.

А.6.2.1.5 Принцип 4 — усиление (упрочнение) конструкций (см. 6.2.2 и таблицу 1)

При использовании указанного принципа важно учитывать напряжения в конструкции, связанные с ремонтом или исходным состоянием конструкции. Некоторые системы могут вызывать дополнительные напряжения в ремонтируемой конструкции, в результате чего происходят изменения в ее функционировании.

Хотя инъектирование или бандаж устья трещин не приводит к усилению конструкций, инъектирование может использоваться для восстановления того технического состояния, которое было у конструкции до ее растрескивания (например, если имело место временное чрезмерное нагружение).

А.6.2.1.6 Принцип 5 — повышение физической стойкости (см. 6.2.2 и таблицу 1)

Удаление поверхностного слоя бетона за счет физического воздействия, например ударного или абразивного, может отрицательно сказаться на значениях показателей эксплуатационных качеств или долговечности конструкции. Должны быть выявлены причины и, возможно, параллельно с использованием методов ремонта потребуется принять меры защиты по снижению результатов такого воздействия.

А.6.2.1.7 Принцип 6 — повышение стойкости к воздействию химических веществ (см. 6.2.2 и таблицу 1)

В тех случаях, когда на бетон воздействуют химические вещества, требуется определить эти вещества и, возможно, принять соответствующие меры профилактического характера, а также использовать методы ремонта.

Стойкость бетона к различным видам воздействия окружающей среды определяется по ГОСТ 31384.

Требования настоящего стандарта относятся к материалам и системам, способным обеспечить защиту бетона от воздействия химических веществ окружающей среды, приведены в ГОСТ 31384, а от сильного воздействия химических веществ — в ГОСТ 12020.

В определенных условиях грунт, водоочистные сооружения и бытовые сточные воды могут выделять под влиянием бактерий кислоты или сульфаты, что может способствовать их агрессивному воздействию на бетон и арматуру.

**А.6.2.2 Принципы и методы, относящиеся к коррозии арматуры**

А.6.2.2.1 Общие положения

В А.6.2.2 приведена пояснительная информация к принципам 7—11 (см. таблицу 1) и отсутствуют подробные комментарии к отдельным положениям в основном тексте.

Арматура может подвергаться опасности коррозии по самым разнообразным причинам, в том числе из-за низкокачественного или недостаточного защитного слоя бетона, загрязнения (например, хлоридами), продвижения фронта карбонизации и других видов физического, химического или электрохимического воздействий.

А.6.2.2.2 Карбонизация

В тех случаях, когда защиту арматуры обеспечивает остаточный защитный слой бетона, не подвергшийся карбонизации (об испытаниях на карбонизацию см. ГОСТ 31383), примерами методов, которые могут использоваться для снижения доступа углекислого газа к бетону, могут служить методы 1.2, 1.3 и 1.7 (см. таблицу 1).

Если арматура соприкасается с карбонизированным защитным слоем бетона, то ее пассивное состояние утрачивается и может начаться коррозия арматуры. В этой ситуации для борьбы с коррозией могут применяться различные методы, реализующие один или несколько принципов.

Помимо углекислого газа на бетон и арматуру в тех местах, где имеется сильное загрязнение, например в дымовых трубах, могут воздействовать и другие содержащиеся в воздухе кислотные загрязнители, такие, например, как сернистые газы.

А.6.2.2.3 Хлориды или другие коррозионно-активные загрязнители

Коррозия арматуры, вызванная загрязнением бетона хлорид-ионами, с большим трудом поддается обработке, чем коррозия, вызванная карбонизацией.

Наличие хлорид-ионов на глубине расположения арматуры разрушает пассивную пленку в некарбонизированном бетоне. В тех случаях, когда обнаруживается повышенное содержание хлорид-ионов, существует опасность коррозии арматуры. Концентрация хлорид-ионов, которая инициирует коррозию, в каждом случае может быть различной и зависит от многих факторов, в том числе от типа цемента, водоцементного отношения, источника хлоридов, щелочности бетона и условий воздействия внешней среды.

Также важен источник хлорид-ионов. Особенно важно, попали ли хлориды в бетон во время его приготовления или проникли в бетон после его отверждения. При одинаковом содержании хлорид-ионов хлориды, проникшие в бетон из внешнего источника, являются более агрессивными. Опасность коррозии может также повышаться за счет карбонизации бетона, имеющего сравнительно низкую концентрацию хлорид-ионов.

Традиционно в качестве порогового значения концентрации хлоридов, при превышении которого начинается коррозия арматуры, было принято 0,4 % по массе цемента. Более поздние исследования показали, что это значение может быть гораздо ниже, иногда менее 0,2 %, хотя в определенных условиях внешней среды допускаются и более высокие значения. Поэтому важно проводить проверку опасности коррозии в зависимости с фактически преобладающими условиями по каждому сооружению, и принимать каких-либо «безопасных» предельных значений не следует.

Коррозия арматуры может также вызываться помимо хлоридов другими галоидами или другими растворимыми в воде химическими веществами.

Обработка локальных участков бетона, загрязненных хлорид-ионами, может с успехом проводиться при локальном ремонте, при котором удаляется весь загрязненный бетон. Однако в тех случаях, когда загрязнение носит обширный характер, одна только обработка поврежденных участков не может обеспечить долгосрочного решения проблемы ремонта. Участки, отремонтированные с помощью нового раствора или бетона, могут вызвать начало коррозии на прилегающих участках загрязненного бетона (часто это называют «эффектом зачаточного анода» или «эффектом кольцевого анода»). В таких ситуациях для того, чтобы остановить коррозию, следует рассмотреть возможность применения дополнительных методов, например в соответствии с принципами 7—11 (см. 6.2.3 и таблицу 1).

А.6.2.2.4 Принцип 7 — сохранение или восстановление пассивного состояния (см. 6.2.3 и таблицу 1)

Методы, реализующие принцип 7 (см. таблицу 1), относятся к обработке или замене бетона, окружающего арматуру, с целью снизить опасность коррозии.

- метод 7.1 — увеличение толщины защитного слоя бетона с помощью дополнительного раствора или бетона (см. 6.2.3 и таблицу 1), используется в тех случаях, когда арматура находится в пассивном состоянии, допускается укладывать поверх карбонизированного бетона дополнительный слой раствора или бетона, чтобы обеспечить дополнительную защиту;

- метод 7.2 — замена загрязненного или карбонизированного бетона (см. 6.2.3 и таблицу 1), используется в тех случаях, когда защита арматуры утрачена в результате карбонизации или проникания хлорид-ионов, ремонт сооружения можно осуществить путем замены загрязненного или карбонизированного бетона на новый бетон или раствор. В соответствии с принципом 1 (см. таблицу 1) может потребоваться дополнительная защита в виде системы защиты поверхности. В том случае, если в бетоне остаются хлорид-ионы, существует опасность повторного загрязнения отремонтированного участка за счет их диффузии и образования на арматуре в окружающем бетоне зачаточных анодов. В таких ситуациях могут потребоваться другие методы ремонта;

- метод 7.3 — электрохимическое восстановление щелочности карбонизированного бетона (см. 6.2.3 и таблицу 1), используется, когда арматура находится в активном или пассивном состоянии, дополнительная защита может быть обеспечена с помощью электрохимического восстановления щелочности, при котором повышается щелочность карбонизированного бетона и обеспечивается пассивное состояние арматуры. Применение соответствующих покрытий способно продлить срок службы конструкции;

- метод 7.4 — диффузионное восстановление щелочности карбонизированного бетона (см. 6.2.3 и таблицу 1), носит ограниченный характер и предусматривает укладку высокощелочного раствора или бетона на поверхность карбонизированного бетона, что дает возможность бетону восстановить свою щелочность за счет диффузии ионов $OH^-$;

- метод 7.5 — электрохимическое извлечение хлоридов (см. 6.2.3 и таблицу 1), используется в тех случаях, когда вследствие поступления хлоридов арматура подвержена коррозии или еще находится в пассивном состоянии, дополнительная защита может быть выполнена путем применения электрохимического метода извлечения хлоридов, снижающего содержание хлорид-ионов в бетоне, что обеспечивает пассивное состояние арматуры.

А.6.2.2.5 Принцип 8 — повышение удельного сопротивления (см. 6.2.3 и таблицу 1)

В бетоне, находящемся внутри сухих зданий, коррозия редко является проблемой, даже если бетон подвергся карбонизации на уровне расположения арматуры. Это объясняется тем, что низкое содержание влаги в конструк-

циях, находящихся внутри зданий, обычно повышает удельное сопротивление бетона до такого уровня, при котором скорость коррозии оказывается незначительной.

В некоторых ситуациях удельное сопротивление бетона с внешней стороны конструкции можно понизить за счет применения наружной облицовки, гидрофобизирующей пропитки поверхности, пропитки с заполнением пор или покрытия поверхности в соответствии с принципами 1 и 2 (см. таблицу 1). Методы снижения скорости коррозии за счет ограничения содержания влаги, например с помощью ремонтной облицовки фасадов, ограничивается ситуациями, когда можно предотвратить поглощение бетоном воды из внешних источников. Нельзя также препятствовать выходу влаги из бетона.

Для бетона, загрязненного хлоридами, опасность коррозии является более значительной. Методы, которые повышают удельное сопротивление бетона, сами по себе могут оказаться недостаточными для того, чтобы уменьшить коррозию арматуры. В такой ситуации могут потребоваться дополнительные принципы ремонта.

А.6.2.2.6 Принцип 9 — катодный контроль (см. 6.2.3 и таблицу 1)

Принцип 9 — катодный контроль, основан на ограничении доступа кислорода ко всем потенциально катодным участкам, пока коррозионные элементы не будут подавлены и коррозия не сможет возникнуть из-за инертности катодов.

А.6.2.2.7 Принцип 10 — катодная защита (см. 6.2.3 и таблицу 1)

Катодная защита наиболее эффективна, когда имеют широкое распространение загрязнение хлоридами или карбонизация бетона, достигая глубины расположения арматуры, в результате чего повышается опасность коррозии арматуры.

Катодная защита методом подаваемого тока контролирует коррозию вне зависимости от уровня загрязненности бетона хлоридами и предполагает удаление только того бетона, который был физически поврежден коррозией арматуры. Эффективность защиты в долгосрочном плане зависит от правильно проводимого мониторинга и технического обслуживания бетонных конструкций.

Катодная защита эффективно обеспечивает долговременное предупреждение коррозии и противодействует образованию зачаточных анодов и последствиям загрязнения бетона.

Существует множество типов систем наружных анодов, используемых при катодной защите, некоторые из которых используют подаваемый ток от внешнего источника питания, в то время как другие — гальваническое воздействие (расходуемый анод).

А.6.2.2.8 Принцип 11 — контроль анодных участков (см. 6.2.3 и таблицу 1)

При обширном загрязнении бетона и невозможности его удаления по всей конструкции для защиты от коррозии рекомендуется использовать метод зачаточных анодов, позволяющий образовать в ходе локального ремонта на поверхности вскрытой арматуры участки покрытия, содержащие активные пигменты. Эти пигменты могут сыграть роль анодных ингибиторов или протекторов гальванического воздействия.

Другие виды покрытий могут образовывать на поверхности арматуры слои барьерного типа (изолирующие или непроницаемые). Эффективность этих покрытий обеспечивается при полном удалении следов коррозии арматуры, а покрытие должно полностью защищать арматуру и не иметь дефектов. При этом следует обеспечить надежное сцепление такого покрытия с наносимым на него ремонтным материалом или бетоном.

В другом варианте контроля могут использоваться ингибиторы коррозии, которые химически изменяют поверхность стали или образуют на ней пассивирующую пленку. Ингибиторы коррозии могут вводиться либо путем добавления их в материал или систему для ремонта бетона, либо нанесением на основание, после чего происходит их миграция на глубину расположения арматуры. Для эффективного воздействия ингибиторы, нанесенные на основание, должны проникать внутрь бетона до уровня расположения арматуры.

Следует отметить, что действие некоторых ингибиторов базируется на контроле как анодных, так и катодных участков арматуры в соответствии с принципом 9 (см. А.6.2.2.6).

В неблагоприятных условиях могут потребоваться дополнительные принципы ремонта.

### А.7 Требования к материалам и системам для их соответствия принципам защиты и ремонта

Каждая система для ремонта бетона должна проходить испытание, а ее свойства — сопоставляться с соответствующими требованиями к эксплуатационным качествам. При этом отдельные испытания для каждого из входящих в систему материалов и его оценивания в соотнесении с требованиями эксплуатационных качеств не проводят, если только эти материалы не могут использоваться по отдельности для соответствия этим требованиям.

Например, свойства системы защиты поверхности для плит перекрытий автостоянки могут включать в себя несколько материалов, таких как грунтовочное покрытие (праймер), упругий слой, герметизирующий слой и слой износа, причем каждый слой должен иметь толщину, указанную предприятием-производителем. Соответствие требованиям показателей эксплуатационных качеств определяют на системе по числовым значениям этих показателей, рекомендуемых производителем, что должно быть указано на упаковке материалов, используемых в данной системе.

При нанесении составов на бетон особого внимания требуют температурно-влажностные условия, поскольку большинство составов ремонтных материалов специально разрабатывалось для использования в заданном диапазоне внешних воздействий.

**А.8 Требования к техническому обслуживанию после защиты и ремонта**

После завершения работ по ремонту бетона должна быть введена в действие система мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту конструкций, чтобы обеспечить проведение этих мероприятий в будущем.

Некоторые участки бетона, подвергнувшегося мерам защиты или ремонта, могут иметь расчетный срок службы, который является коротким по сравнению со сроком службы остального бетона конструкции, например системы защиты поверхности, герметики и атмосферостойкие материалы. Если целостность конструкции зависит от эксплуатационных качеств таких материалов и систем, крайне важно, чтобы проводились их обследования, испытания, а при необходимости — регулярное восстановление и обновление.

Исходные данные для будущего ремонта должны включать в себя:

а) оценку остаточного срока службы бетонной конструкции;

б) определение каждого материала и системы в тех случаях, когда ожидается, что расчетный срок службы конструкции будет меньше ее остаточного срока службы;

в) дату проведения следующего обследования или испытаний каждого материала и системы;

г) метод, который должен использоваться при проведении обследования, в том числе как должны регистрироваться результаты и определяться даты проведения последующих обследований;

д) описание систем с непрерывной обработкой и мониторингом, например подобных используемым в системе катодной защиты методом подаваемого тока;

е) требуемые меры предосторожности или ограничения, например меры для поддержания системы поверхностного дренажа, максимального давления при промывке водой или запрет на использование противогололедных солей.

УДК 699.8:69.059:006.354 МКС 91.080.40 NEQ

Ключевые слова: эксплуатационные качества, материал, система, дефект, срок службы, техническое обслуживание, ремонт, добавки, бетонная конструкция, принципы и методы защиты и ремонта

Редактор *О.И. Каштанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 27.03.2014. Подписано в печать 10.04.2014. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,80. Тираж 94 экз. Зак. 1007.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru