



Ремонт и защита железобетона материалами Sika® в соответствии с Европейским стандартом EN 1504



Ремонт, защита от коррозии и неблагоприятного внешнего воздействия железобетонных конструкций

Содержание

Европейский стандарт EN 1504	3
Маркировка CE	3
Основные стадии технологии ремонта и защиты бетона	4 – 5
Основные причины разрушения бетона	6 – 7
Принципы ремонта и защиты бетона	8 – 11
Принципы и методы ремонта и защиты бетона	12 – 13
Принцип 1: Защита от проникновения (PI)	14 – 17
Принцип 2: Контроль влажности (MC)	18 – 19
Принцип 3: Восстановление бетона (CR)	20 – 23
Принцип 4: Структурное усиление (SS)	24 – 27
Принцип 5: Стойкость к физическому и механическому воздействию (PR)	28 – 29
Принцип 6: Химическая стойкость (RC)	30 – 31
Принцип 7: Сохранение или восстановление пассивирующих свойств бетона (RP)	32 – 33
Принцип 8: Повышение электрического сопротивления (IR)	34 – 35
Принцип 9: Катодный контроль (CC)	36 – 37
Принцип 10: Катодная защита (CP)	36 – 37
Принцип 11: Контроль Анодных зон (CA)	38 – 39
Схема контроля состояния и технологии ремонта и защиты бетона	40 – 41
Выбор метода ремонта бетона	42 – 43
Выбор методов защиты бетона и арматуры	44 – 45
Независимые испытания технологий и материалов компании Sika®	46 – 49
Примеры работ по ремонту и защите железобетона, выполненных материалами Sika®	50 – 51

Европейский стандарт EN 1504

Европейский стандарт EN 1504 состоит из 10 документов.

Эти документы регламентируют материалы по защите и ремонту бетонных конструкций, методы контроля качества ремонтных материалов и выполнение работ на строительном объекте.

EN 1504 – 1	Описание терминов и определений стандарта
EN 1504 – 2	Спецификации материалов/систем по защите поверхности
EN 1504 – 3	Спецификации по структурному и не структурному ремонту
EN 1504 – 4	Спецификации по структурному усилению
EN 1504 – 5	Спецификации по инъекциям в тело бетона
EN 1504 – 6	Спецификации по анкеровке прутьев стальной арматуры
EN 1504 – 7	Спецификации по защите от коррозии стальной арматуры
EN 1504 – 8	Описание процедуры контроля качества работ и сертифицирования компаний-изготовителей
EN 1504 – 9	Определение основных принципов по применению материалов и систем для ремонта и защиты бетона
EN 1504 – 10	Предоставление информации по применению материалов на объектах, контроль качества выполнения работ

Эти стандарты необходимы владельцам, инженерам-проектировщикам и строителям для успешного выполнения работ по ремонту и защите бетона всех типов бетонных сооружений.

Маркировка СЕ

Европейский стандарт EN 1504 вступил в полную силу с 1 января 2009 г. Существующие национальные стандарты, которые не согласуются со стандартом EN 1504 к концу 2008 года, были упразднены. Маркировка CE стала обязательной.

Все материалы, используемые для ремонта и защиты бетона, должны иметь маркировку CE в соответствии с соответствующим разделом стандарта EN 1504. Эта маркировка содержит следующую информацию (на примере ремонтного состава для структурного ремонта):

 01234	■ CE – Символ
Sika Schweiz AG Murtenstrasse 13, CH-3186 Düringen 08 01234-CPD-00234	■ Идентификационный номер
EN 1504-3 Concrete Repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement)	■ Название или идентификационный символ изготовителя ■ Год закрепления маркировки ■ Номер аттестационного сертификата
Compressive strength: class R3 Chloride ion content: $\leq 0,05\%$ Adhesive Bond: $\geq 1,5$ MPa Carbonation resistance: Passes Elastic modulus: 21 GPa Thermal compatibility part 1: $\geq 1,5$ MPa Capillary absorption: $\leq 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0,5}$ Dangerous substances: comply with 5.4 Reaction to fire: Euroclass A1	■ Номер Европейского стандарта ■ Описание материала
	■ Информация об основных характеристиках



Основные стадии технологии ремонта и защиты бетона в соответствии с европейским стандартом EN 1504

В соответствии с европейским стандартом EN 1504 для проведения качественного ремонта поврежденных или разрушенных бетонных конструкций и выполнения работ по защите бетона необходимо вначале провести профессиональное обследование текущего состояния конструкции, затем сделать подбор материалов и утвердить технологию их нанесения.

Данная брошюра призвана дать рекомендации по правильному подбору материалов и технологий по ремонту и защите бетонных конструкций, включая применение материалов и систем компании Sika®, в зависимости от выбранных методов и принципов ремонта.

1 Обследование состояния конструкции

Анализ разрушений или повреждений железобетонных конструкций должен производить только квалифицированный специалист.

Эта процедура всегда должна включать следующие аспекты:

- Оценка состояния конструкции, включая видимые, невидимые и потенциальные дефекты.
- Анализ воздействия на конструкцию неблагоприятных факторов в прошлом, настоящем и будущем.

2 Выяснение причин разрушения

Тщательно исследуя внешний вид конструкции, технологию строительства и условия эксплуатации на объекте, можно определить причины и области разрушения:

- Обнаружение дефектов, вызванных механическими, химическими или физическими воздействиями на бетон.
- Обнаружение повреждений бетона, вызванных коррозией арматуры.

3 Выбор технологии ремонта и защиты объекта

Для большинства объектов, нуждающихся в ремонте, существует много решений по выполнению высокоэффективных ремонтных работ и выбору методов защиты в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации.

Эти решения включают:

- Ничего не предпринимать (до определенного времени).
- Снизить функциональную нагрузку на сооружение.
- Предотвратить или уменьшить будущие повреждения до проведения ремонта или реконструкции.
- Усилить или отремонтировать все или отдельные компоненты сооружения.
- Сделать капитальный ремонт всего сооружения или отдельных его частей.
- Разобрать сооружение.

Важные факторы, влияющие на эти решения:

- Предполагаемый срок эксплуатации сооружения после ремонта.
- Требуемая долговечность и функциональность.
- Распределение нагрузки до, во время и после ремонта.
- Возможность производства ремонтных работ в будущем, включая свободный доступ при обслуживании.
- Стоимость альтернативных вариантов и возможных решений.
- Вероятность и последствия полного разрушения конструкции.
- Вероятность и последствия локальных разрушений (разрушение бетона, поступление воды и т. п.)

И окружающая среда:

- Необходимость защиты от солнца, дождя, мороза, ветра, солей и/или других агрессивных химических воздействий в период эксплуатации сооружения.
- Факторы воздействия на окружающую среду выбранной технологии проведения работ (особенно шум, пыль и время выполнения работ).
- Влияние на окружающую среду ремонтных работ выполняемых по

4 Выбор подходящих методов и принципов ремонта

Необходимо определить будущие требования к сооружению и подходящие принципы ремонта и защиты, затем подбираются наилучшие методы их осуществления.

Должно быть:

- Соответствие условиям на объекте и требованиям Принципа 3 по ремонту бетона.
- Соответствие будущим требованиям и действующим принципам, например: Метод 3.1. Нанесение ремонтного раствора вручную

Определение свойств подходящих материалов и систем:

Следуя выбранным принципам и методам по ремонту и защите, подбираются необходимые характеристики материалов в соответствии со стандартом EN 1504 (разделы 2 и 7), технологии нанесения материалов и систем, контроль качества работ на объекте (раздел 10).

Важно, чтобы все эти материалы имели стабильные характеристики в процессе эксплуатации на объекте, но и чтобы во время ремонтных работ не происходили химические или физические изменения с каждым из этих материалов или с основанием.

Работы должны производиться материалами и системами, которые соответствуют требованиям соответствующего раздела стандарта EN 1504, например: табл. 3 стандарта EN 1504-3, параграф 7: Совместимость по коэффициенту теплового расширения.

Условия нанесения и ограничения по использованию каждого типа материала также должны быть учтены, как подчеркнуто в разделе 10 стандарта EN 1504. В некоторых случаях для решения специфических задач могут понадобиться новейшие системы и технологии, не включенные в состав стандарта EN 1504 (например, для выполнения жестких требований по

5 Обслуживание сооружения в будущем

Следует определиться с проверками и работами по обслуживанию и поддержке работоспособности сооружения в течение всего срока эксплуатации.

Необходимо протоколировать все материалы, которые применялись при производстве работ на объекте, а по завершении данного проекта необходимо обозначить:

- Каков срок эксплуатации сооружения, и каким образом проявляется деградация материалов, например: появление мелового налета, ломкости, обесцвечивания или отслаивания?
- Каков интервал между полными обследованиями сооружения?
- Требуется ли периодический контроль коррозии металлических элементов конструкций?
- Кто ответственен за производство и финансирование работ по обслуживанию сооружения и периодичность этих работ?



Основные причины разрушения бетона

Оценка состояния объекта после обследования и лабораторных исследований

Дефекты и разрушения бетона

Механическое воздействие		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Ударное воздействие	Принципы 3,5	
Чрезмерная нагрузка	Принципы 3,4	
Транспортная нагрузка	Принципы 3,4	
Вибрации	Принципы 3,4	
Землетрясения		
Взрывы		

Химическое воздействие		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Разрушение заполнителя под воздействием щелочной среды бетона	Принципы 1,2,3	
Агрессивное химическое воздействие	Принципы 1,2,6	
Бактериологическое или другое биологическое воздействие	Принципы 1,2,6	
Выцветание / выщелачивание	Принципы 1,2	

Физическое воздействие		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Воздействие циклов замораживания - оттаивания	Принципы 1,2,3,5	
Температурные колебания	Принципы 1,3	
Давление от роста кристаллов солей	Принципы 1,2,3	
Усадка бетона	Принципы 1,4	
Эрозия	Принципы 3,5	
Абразивный износ	Принципы 3,5	



Разрушение бетона, вызванное коррозией арматуры

Химическое воздействие		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Углекислый газ воздуха реагирует с растворенной гидроокисью кальция в порах бетона. $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ Малорастворимая и сильнощелочная гидроокись кальция pH 12 – 13, превращается в нерастворимый карбонат кальция с меньшей щелочностью pH 9. Сталь защищенная (оксидная пленка) → сталь не защищенная.	Принципы 1,2,3,7,8,11	

Коррозия из-за воздействия сторонних веществ, например, хлоридов		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Хлориды ускоряют процесс коррозии и также являются причиной опасной питтинговой коррозии. При концентрации хлоридов в бетоне > 0,2–0,4% на поверхности арматуры происходит разрушение оксидной пленки, выполняющей защитную функцию металла. Хлориды в основном поступают из морской/солёной воды и/или солей, применяемых для борьбы с обледенением.	Принципы 1,2,3,7,8,9,11	

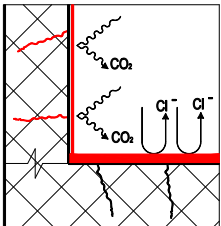
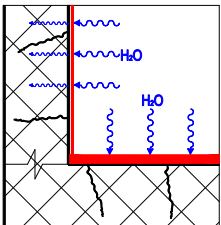
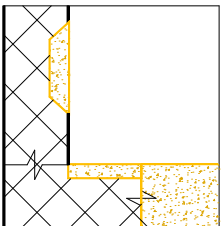
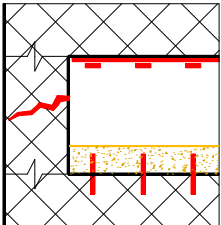
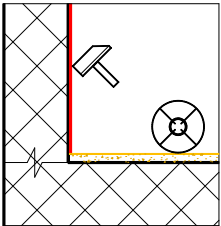
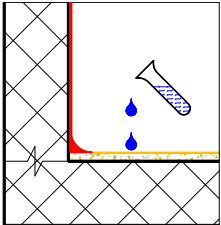
Электрохимическое воздействие		
Причина	Подходящий принцип для ремонта и защиты	
Металлы с различными электрическими потенциалами, контактирующие между собой в бетоне и продуктах коррозии. Коррозия также может вызываться блуждающими токами от электрических кабелей.	Нет специальных принципов на настоящий момент Для ремонта бетона применяйте Принципы 2,3,10	



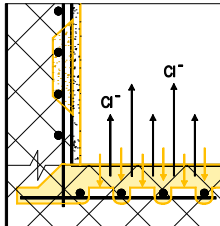
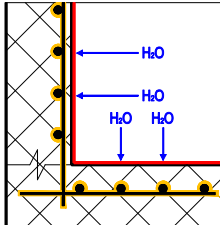
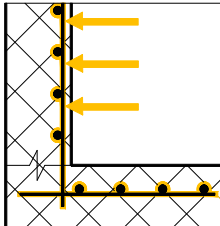
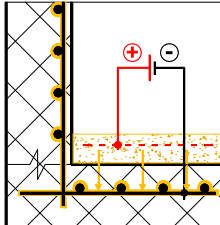
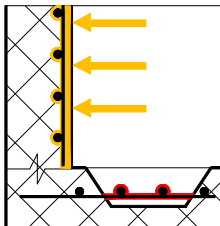
Принципы ремонта и защиты бетона

Ремонт и защита бетонных сооружений требует принятия достаточно сложных мер защиты. Применение основных принципов ремонта и защиты бетона в соответствии со стандартом EN 1504-9 помогает владельцам сооружений и профессиональным строителям полностью оценить ситуацию на разных стадиях ремонта и защиты бетона и принять правильные решения.

Принципы, касающиеся дефектов в бетоне

	Принцип 1 (PI) Защита от проникновения
	Принцип 2 (MC) Контроль влажности
	Принцип 3 (CR) Восстановление бетона
	Принцип 4 (SS) Структурное усиление
	Принцип 5 (PR) Стойкость к физическому и механическому воздействию
	Принцип 6 (RC) Химическая стойкость

Принципы защиты арматурной стали от коррозии

Принцип 7 (RP) Сохранение или восстановление пассивирующих свойств бетона	
Принцип 8 (IR) Повышение удельного электрического сопротивления	
Принцип 9 (CC) Катодный контроль	
Принцип 10 (CP) Катодная защита	
Принцип 11 (CA) Контроль анодных зон	



Принципы ремонта и защиты бетона

Know-How компании Sika®

Почему принципы?

За многие годы разные типы повреждений и их причины были хорошо изучены и разработаны наиболее надежные методы ремонта и защиты бетона. Все эти знания систематизированы и представлены в виде 11 Принципов стандарта EN 1504, раздел 9. Использование этих принципов позволит инженерам правильно ремонтировать и защищать потенциальные повреждения, которые могут возникнуть в сооружениях из железобетона. Принципы 1 – 6 определяют дефекты в теле бетона, Принципы 7 – 11 определяют повреждения, связанные с коррозией арматуры.

Страны Евросоюза полностью ввели в действие все части стандарта EN 1504 с 1 января 2009 г. Эти стандарты регламентируют работы по оценке и диагностике состояния конструкции, необходимые материалы и системы, включая их характеристики, альтернативные методы ремонта, а также контроль качества материалов и качество производства работ на объекте.

Применение Принципов стандарта EN 1504

Компания Sika® разработала удобную систему подхода к ремонту железобетонных конструкций для собственников сооружений, инженеров и строителей в правильном выборе Принципов ремонта, Методов и наиболее пригодных материалов вместе с их спецификациями и способами применения. Принципы стандарта EN 1504 разработаны для удовлетворения всех эксплуатационных характеристик сооружений. Использование этой схемы показано на страницах 42 – 45 этой брошюры.



Решения компании Sika® в соответствии со стандартом EN 1504

Компания Sika® - международный концерн, работающий в области строительной и специальной химии. Ремонт и защита бетонных сооружений является одним из основных направлений работы компании Sika®. Полный спектр продукции компании Sika® включает добавки в бетон, полимерные покрытия для промышленных полов, все типы решений проблем гидроизоляции, системы по конструкционному усилению, герметики, строительные клеи и другие материалы для ремонта и защиты железобетонных сооружений. Эти материалы и решения используются во всем мире. Поставки и техническое сопровождение материалов осуществляют через местные отделения компании Sika® и наших партнеров по строительству и продажам.

В течение последних 100 лет компания Sika® постоянно наращивает свой опыт по ремонту и защите бетона, собирая документальные подтверждения об использовании материалов и технологий с 1920-х годов. Компания Sika® выпускает ВСЕ необходимые материалы для качественного ремонта и защиты бетона в соответствии с Принципами и Методами, разработанными европейским стандартом EN 1504. Предлагаемые технологии включают в себя системы по ремонту дефектов и разрушений в бетоне, а также ремонту повреждений, вызванных коррозией стальной арматуры бетона. Материалы компании Sika® пригодны для общего ремонта всех типов конструкций бетона, предназначенных для различных условий эксплуатации во всех климатических зонах.



Принципы и методы ремонта и защиты бетона в соответствии со стандартом EN 1504-9

Таблицы 1 и 2 включают все Принципы и Методы ремонта в соответствии с разделом 9 стандарта EN 1504. Приведены характеристики состояние сооружения, диагноз основных причин разрушения, требования по ремонту и наиболее пригодные для этого случая Принципы и Методы ремонта и защиты бетона в соответствии со стандартом EN 1504.

Таблица 1. Принципы и Методы ремонта и защиты бетона в оценке дефектов бетона.

Принцип	Описание	Метод	Решение от компании Sika
Принцип 1 (PI)	Защита от проникновения. Уменьшение или обеспечение полной непроницаемости для агрессивных реагентов (воды, других жидкостей, пара, газа, химикатов и биологических воздействий) и других неблагоприятных факторов.	1.1. Гидрофобная пропитка.	Система гидрофобных пропиток SikaGard®
		1.2. Пропитка.	Sikafloor® CureHard-24
		1.3. Покрытие.	Система эластичных и жестких покрытий SikaGard® , система материалов для устройства полов Sikafloor®
		1.4. Герметизация и упрочнение трещин с помощью приклеиваемых лент.	Системы Sikadur® Combiflex® System и Sika® SealTape
		1.5. Заполнение трещин.	Системы материалов Sika® Injection и Sikadur®
		1.6. Преобразование трещин в швы.	Материалы Sikaflex® , Sikadur® Combiflex® System
		1.7. Фасадные системы.	SikaTack®-Panel System
		1.8. Укладка мембран.	Готовые рулонные мембраны Sikaplan® , жидкие мембраны Sikalastic®
Принцип 2 (MC)	Контроль за влажностью. Регулирование и контроль влажности бетона.	2.1. Гидрофобная пропитка.	Система гидрофобных пропиток SikaGard®
		2.2. Герметизация и пропитка.	Sikafloor® CureHard-24
		2.3. Покрытие.	Система эластичных и жестких покрытий SikaGard® , система материалов для устройства полов Sikafloor®
		2.4. Фасадные системы.	SikaTack®-Panel System
		2.5. Электрохимическая обработка.	В разработке
Принцип 3 (CR)	Восстановление бетона. Восстановление бетона в соответствии с его запроектированным профилем и функциональностью. Восстановление первоначальной структуры бетона заменой его части.	3.1. Цементно-песчаные растворы ручного нанесения.	Материалы серии Sika® MonoTop® , SikaTop® , SikaQuick® и SikaRep®
		3.2. Восстановление методом заливки.	Sika® MonoTop® , Sikacrete® SCC (самоуплотняющийся бетон)
		3.3. Торкрет бетон.	Материалы серии SikaCem® , Sikacrete®-Gunite® . Системы SikaRep® и Sika® MonoTop®
		3.4. Замена элементов.	Праймеры Sika® и бетонные технологии Sika®

Принцип 4 (SS)	Структурное усиление. Повышение или восстановление несущей способности элементов бетонной конструкции.	4.1. Добавление или замена внутренних или наружных усиливающих элементов арматуры.	Материалы серии Sikadur®
		4.2. Добавление усиливающих анкеров в готовые или предварительно просверленные отверстия.	
		4.3. Наклеивание усилительных ламелей.	
		4.4. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора.	Материалы серии Sika® AnchorFix® и Sikadur® Клеящие системы Sikadur® в сочетании с ламелями Sika® CarboDur® и холстами SikaWrap® Праймеры Sika® , ремонтные составы и бетонные технологии
		4.5. Инъектирование трещин и полостей.	
		4.6. Заполнение трещин полостей и дефектов.	Системы Sika® Injection
		4.7. Создание предварительного напряжения системы усиления.	Системы Sika® Injection Системы Sika® CarboStress и LEOBA SLC , подливочные материалы Sika® cable grout
Принцип 5 (PR)	Физическая устойчивость. Повышение стойкости к физическому или механическому воздействию.	5.1. Покрытия.	Полимерные материалы SikaGard® и системы Sikafloor® Sikafloor® CureHard-24 См. Методы 3.1, 3.2 и 3.3
		5.2. Пропитки.	
		5.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора.	
Принцип 6 (RC)	Химическая устойчивость. Повышение стойкости бетонной поверхности к разрушающим химическим воздействиям.	6.1. Покрытия.	Полимерные материалы и системы SikaGard® Sikafloor® Sikafloor® CureHard-24 См. Методы 3.1, 3.2 и 3.3
		6.2. Пропитки.	
		6.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора.	

Таблица 2. Принципы и Методы ремонта и защиты армированного бетона.

Принцип	Описание	Метод	Решение от компании Sika
Принцип 7 (RP)	Сохранение или восстановление пассивирующих свойств бетона. Созданий благоприятных химических условий для сохранения или восстановления оксидного защитного слоя на поверхности арматуры и пассивирующих свойств бетона.	7.1. Увеличение толщины защитного слоя бетона нанесением дополнительного слоя раствора или бетона.	Материалы серии Sika® MonoTop® , SikaTop® , SikaCem® Sikacrete® и SikaRep® , плюс Sika® EpoCem® См. Методы 3.2, 3.3, 3.4
		7.2. Удаление загрязненного или карбонизированного бетона.	
		7.3. Электрохимическое восстановление щелочности карбонизированного бетона.	Система материалов SikaGard® для последующих работ
		7.4. Восстановление щелочности карбонизированного бетона с помощью диффузии.	Система материалов SikaGard® для последующих работ
		7.5. Электрохимическое удаление хлоридов.	Система материалов SikaGard® для последующих работ
Принцип 8 (IR)	Повышение электрического сопротивления. Повышение удельного электрического сопротивления бетона.	8.1. Гидрофобная пропитка.	Система материалов SikaGard® для гидрофобизации поверхности Sikafloor® CureHard-24 См. Метод 1.3
		8.2. Пропитка и герметизация.	
		8.3. Покрытие.	
Принцип 9 (CC)	Катодная защита. Создание условий, при которых становится невозможно перемещение отрицательных зарядов по арматуре, поверхности и телу бетона.	9.1. Уменьшение концентрации кислорода (катодная область) пропиткой или нанесением покрытия на поверхность.	Sika® FerroGard® - добавки в бетон и наносимый на поверхность ингибитор коррозии. Полимерные материалы и системы SikaGard® Sikafloor®
Принцип 10 (CP)	Катодная защита.	10.1. Использование электростатического напряжения.	Цементно-песчаные растворы Sika®
Принцип 11 (CA)	Контроль анодных областей. Создание условий, при которых становится невозможно перемещение положительных зарядов по арматуре, поверхности и телу бетона.	11.1. Активные защитные покрытия арматуры.	SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® , Sika® MonoTop®-910 Sikadur®-32
		11.2. Барьерные защитные покрытия арматуры.	
		11.3. Применение ингибиторов коррозии на поверхности и/или в теле бетона.	Sika® FerroGard® - добавки в бетон и наносимый на поверхность ингибитор коррозии.



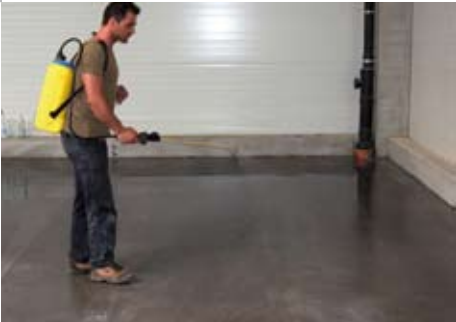
Стандарт EN 1504-9 Принцип 1: Защита от проникновения (PI)

Защита бетонной поверхности от проникновения жидкостей и газов

Очень большое число разрушений бетона вызвано проникновением вредных веществ в тело бетона, включая жидкости и газы. Принцип 1 (PI) служит для предотвращения подобных проникновений и включает Методы по уменьшению проницаемости тела бетона и пористости поверхности бетона различными материалами.

Выбор наиболее подходящего метода зависит от различных параметров, включая тип вредного вещества, качества существующего бетона и его поверхности, объекта, который подвергается ремонтным или защитным работам и стратегии по дальнейшему уходу за сооружением.

Компания Sika® производит полный спектр защитных и гидрофобных пропиток, а также специализированных покрытий для защиты бетона, выпускаемых в соответствии с Принципами и Методами стандарта EN 1504.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 1.1. Гидрофобная пропитка		Гидрофобная пропитка поверхности бетона используется для придания поверхности водоотталкивающих свойств. Поры и капилляры при этом не закрываются. На поверхности пор образуется тонкая гидрофобная «пленка». В результате пропитки уменьшается смачиваемость поверхности и проникновение через поры в тело бетона водой в жидком агрегатном состоянии, при этом сохраняется проницаемость поверхности бетона для паров воды, что является общепризнанным положительным фактором при строительстве.	Проникновение: Класс I: < 10 мм Класс II: ≥10 мм Капиллярная абсорбция: $w < 0.1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$ Класс скорости сушки	Серия SikaGard®-700 ■ Гидрофобные пропитки на основе силанов или силоксанов ■ Глубоко проникают в тело бетона, обладают водоотталкивающим эффектом SikaGard®-706 Thixo (Класс II) SikaGard®-705 L (Класс II) SikaGard®-704 S (Класс I) SikaGard®-700 S (Класс I)
Метод 1.2. Пропитка		Пропитка используется для обработки поверхности бетона для уменьшения поверхностной пористости и повышения прочности поверхности. Поры и капилляры при этом частично или полностью заполняются. Обычно на поверхности образуется не сплошная плёнка толщиной от 10 до 100 мкм. Эта обработка блокирует систему пор от проникновения агрессивных веществ.	Глубина проникновения: ≥5 мм Капиллярная абсорбция: $w < 0.1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$	Sikafloor® CureHard-24 ■ На основе силикатов натрия ■ Без цвета и запаха ■ Хорошее проникновение в тело бетона
Метод 1.3. Покрытие		Материалы для покрытия специально разработаны для улучшения свойств поверхности бетона и повышения стойкости к внешним воздействиям. Эластичные покрытия, обладающие способностью «перекрывать» трещины, могут надежно отремонтировать и герметизировать тонкие волосяные трещины с подвижками до 0,3 мм. Эти покрытия водонепроницаемы и устойчивы к карбонизации. Покрытия компенсируют температурные и динамические деформации в сооружениях, подверженных колебаниям температур, вибрациям, а также в сооружениях, где допущены ошибки при строительстве или проектировании швов.	Стойкость к карбонизации $S_d > 50 \text{ м}$ Капиллярная абсорбция: $w < 0.1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$ Проницаемость водяных паров: Класс I: $S_d < 5 \text{ м}$ Адгезия: Эластичные материалы: ≥0.8 МПа или ≥ 1,5 МПа (на сдвиг) Жесткие материалы: ≥1.0 МПа или ≥2.0 МПа (на сдвиг)	Жёсткие системы: SikaGard®-680 S ■ Акриловые смолы на основе растворителей ■ Водонепроницаемые Эластичные системы: SikaGard®-550 W Elastic ■ Водные дисперсии акриловых смол ■ Водонепроницаемые ■ Перекрывающие трещины SikaGard®-545 W Elastofill ■ Однокомпонентные акриловые смолы ■ Эластичные SikaGard® ElastoColor-675 W ■ Водная дисперсия акриловой смолы ■ Водонепроницаемая
Метод 1.4. Герметизация и упрочнение трещин с помощью приклеиваемых лент		Локально приклеиваемые ленты, защищающие бетон от проникновения агрессивных веществ.	Нет специфических требований	Sikadur®-Combiflex® System ■ Очень эластичный материал ■ Водонепроницаемый, стойкий к погодным условиям ■ Прекрасная адгезия Sika® SealTape-S ■ Высокая эластичность ■ Водонепроницаемость

* Продолжение таблицы см. на страницах 16 и 17



Стандарт EN 1504-9 Принцип 1: Защита от проникновения (PI)

Защита бетонной поверхности от проникновения жидкостей и газов (продолжение)

Все работы по защите бетона должны учитывать размеры и расположение трещин и швов в теле бетона. Это означает исследование состояния конструкций: определение причин появления трещин, оценка величины всех деформаций конструкции и их влияние на стабильность, долговечность и функционирование сооружения, а также оценка рисков появления новых трещин в результате ремонта швов и трещин.

Если трещина влияет на целостность и безопасность конструкции, то необходимо следовать Принципу 4 – Структурное усиление, Методы 4.5 и 4.6 на страницах 24 и 25.

Это решение всегда должны принимать инженеры-проектировщики.

Выбранные технологии обработки поверхности необходимо тщательно соблюдать.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 1.5. Заполнение трещин.		Трещины, через которые могут проникать агрессивные вещества должны быть заполнены и загерметизированы.	Классификация инъекционных материалов: F: жесткие (передают/распределяют усилия); D: эластичные; S: набухающие	Структурный ремонт трещин: Класс F: Sikadur® -52 Injection Sika® Injection-451 Sika® InjectoCem®-190 Эластичная гидроизоляция швов/трещин, каверн: Класс D: Sika® Injection-201/-203 Класс S: Sika® Injection-29/-304/-305
Метод 1.6. Преобразование трещин в швы.		При преобразовании трещин в швы, способные выдерживать деформации, ремонт трещин проводят таким образом, чтобы образовавшийся шов шел через всю глубину плиты и компенсировал подвижки плиты. Трещины (швы) необходимо вначале заполнить и загерметизировать, а затем сверху нанести подходящий эластичный или гибкий материал. Решение о возможности преобразования трещин в швы всегда должны принимать инженеры-проектировщики.	Нет специфических требований	Система герметиков Sikaflex® PU и AT : ■ Однокомпонентные полиуретаны ■ AT полимеры ■ Выдерживают большие подвижки швов ■ Высокая долговечность Sikadur®-Combiflex® System ■ Очень эластичный материал ■ Водонепроницаемый, стойкий к атмосферным воздействиям ■ Прекрасная адгезия
Метод 1.7. Фасадные системы.		Защита бетонной поверхности фасадов зданий. Системы покрытий для защиты бетонных фасадов зданий или аналогичных поверхностей защищают бетонную поверхность от воздействия неблагоприятных погодных факторов и агрессивных химических веществ.	Нет специфических требований	SikaTack®-Panel System ■ Для дискретного или «скрытого» крепления фасадных систем ■ Однокомпонентные полиуретаны
Метод 1.8. Укладка мембран.		Укладка готовых рулонных мембран или нанесение «жидких» мембран на бетонную поверхность полностью защищает поверхность от воздействия агрессивных веществ.	Нет специфических требований	Рулонные мембраны Sikaplan® ■ Полная гидроизоляция поверхности «Жидкие» мембраны Sikalastic® ■ Водонепроницаемы ■ Особенно удобны при сложном профиле поверхности.



Стандарт EN 1504-9 Принцип 2: Контроль влажности (МС)

Регулирование и контроль влажности бетона в заданных пределах.

Если существует риск реакции заполнителя в щелочной среде бетона, бетонную конструкцию необходимо защитить от проникновения воды.

Эта задача решается с помощью различных материалов: гидрофобными пропитками, нанесением поверхностных покрытий и электрохимической обработкой.

Уже много лет компания Sika® является одним из лидеров по защите бетона гидрофобными пропитками на основе глубоко проникающих силанов и силоксанов и долговечными защитными покрытиями на основе акриловых и других полимерных смол.

Некоторые из указанных решений протестированы на совместное применение с новейшими технологиями по электрохимической обработке.

Все эти системы от компании Sika® предназначенные для Метода «Контроль за влажностью» полностью соответствуют требованиям стандарта EN 1504.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 2.1. Гидрофобная пропитка.		Гидрофобная пропитка поверхности бетона используется для придания водоотталкивающих свойств. Поры и капилляры при этом не закрываются. На поверхности пор образуется тонкая гидрофобная «пленка». В результате пропитки уменьшается смачиваемость поверхности и проникновение через поры в тело бетона воды в жидком агрегатном состоянии, при этом сохраняется проницаемость поверхности бетона для паров воды, что является общепризнанным положительным фактором при строительстве.	Проникновение: Класс I: <10 мм Класс II: ≥10 мм Капиллярная абсорбция: w <0.1 кг/м² x √h Класс скорости сушки:	Серия SikaGard®-700 ■ Гидрофобные пропитки на основе силанов и/или силоксанов ■ Глубоко проникают в тело бетона, обладают водоотталкивающим эффектом SikaGard®-706 Thixo (Класс II) SikaGard®-705 L (Класс II) SikaGard®-704 S (Класс I) SikaGard®-700 S (Класс I)
Метод 2.2. Пропитка.		Пропитка используется для обработки поверхности бетона с целью уменьшения поверхностной пористости и повышения прочности поверхности. Поры и капилляры при этом частично или полностью заполняются. Обычно на поверхности образуется не сплошная плёнка толщиной от 10 до 100 мкм. Эта обработка блокирует систему пор от проникновения агрессивных веществ.	Глубина проникновения: ≥5 мм Капиллярная абсорбция: w <0.1 кг/м² x √h	Sikafloor®-CureHard-24 ■ На основе силикатов натрия ■ Без цвета и запаха ■ Хорошее проникновение в тело бетона
Метод 2.3. Покрытие.		Поверхностные покрытия это материалы, специально разработанные для улучшения свойств поверхности бетона, повышения стойкости к специфическим наружным воздействиям. Эластичные покрытия, обладающие способностью «перекрывать» трещины, могут надежно отремонтировать и герметизировать тонкие волосяные трещины с подвижками до 0,3 мм. Эти покрытия водонепроницаемы и устойчивы к карбонизации. Покрытия компенсируют температурные и динамические деформации в сооружениях, подверженных колебаниям температур, вибрациям, а также в сооружениях, где допущены ошибки при строительстве или проектировании швов.	Капиллярная абсорбция: w <0.1 кг/м² x √h Проницаемость водяных паров: Class I: S _d <5 м Адгезия: Эластичные материалы: ≥0.8 МПа или ≥1.5 МПа (на сдвиг) Жесткие материалы: ≥1.0 МПа или ≥2.0 МПа (на сдвиг)	Жёсткие системы: SikaGard®-680 S ■ Акриловые смолы на основе растворителей ■ Водонепроницаемые Эластичные системы: SikaGard®-550 W Elastic ■ Водная акриловая дисперсия ■ Водонепроницаемые, обладающие способностью перекрывать трещины SikaGard®-545 W Elastofill ■ Однокомпонентные акриловые смолы ■ Эластичные SikaGard® ElastoColor-675 W ■ Водная акриловая дисперсия ■ Водонепроницаемая
Метод 2.4. Фасадные системы.		Защита бетонной поверхности фасадов зданий. Системы покрытий для защиты бетонных фасадов зданий или аналогичных поверхностей защищают бетонную поверхность от воздействия неблагоприятных погодных факторов и агрессивных химических веществ.	Нет специальных требований	SikaTack®-Panel System ■ Для дискретного или «скрытого» крепления фасадных систем ■ Однокомпонентный полиуретан
Метод 2.5. Электрохимическая обработка		Приложение электростатической нагрузки к поверхности конструкции приводит к миграции паров воды в отрицательно заряженную катодную область..	Нет специальных требований	В разработке



Стандарт EN 1504-9 Принцип 3: Восстановление бетона (CR)

Замена и восстановление поврежденного бетона

Выбор наиболее эффективного метода замены и восстановления бетона зависит от следующих параметров:	Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
■ Степень повреждения (Метод 3.1. Ремонтные растворы для нанесения вручную более экономичен при ограниченной области повреждений). ■ Густое армирование (Метод 3.2. Использование «литых» растворных или бетонных смесей - обычно более предпочтительно при густом армировании). ■ Учёт особенностей объекта (Метод 3.3. «Сухой» метод торкретирования более предпочтителен при большой удаленности объекта от места подготовки смеси). ■ Контроль качества (Метод 3.3. «Мокрый» метод торкретирования облегчает контроль качества ремонтной смеси). ■ Воздействие на здоровье (Метод 3.3. «Мокрый» метод торкретирования создает меньше «пыли» и поэтому более предпочтителен).	Метод 3.1. Ремонтные растворы для нанесения вручную.		Ремонтные растворы ручного нанесения традиционно используют для восстановления небольших участков разрушенного бетона. Компания Sika® производит широкий ассортимент готовых сухих смесей для ремонта бетона универсальных и узкоспециализированных. В эту группу ремонтных смесей входят составы с малым удельным весом для потолочного нанесения и химически стойкие материалы для защиты от воздействия агрессивных газов и других химических веществ.	Структурный ремонт: Класс R4 Класс R3 Неструктурный ремонт: Класс R2 Класс R1	Класс R4: Серия материалов Sika® MonoTop®-412 ■ Высокотехнологичный ремонтный раствор ■ Чрезвычайно низкая усадка Класс R3: Серия материалов Sika® MonoTop®-352 ■ Чрезвычайно низкая усадка ■ Ремонтный раствор с низким удельным весом Класс R2: Серия материалов Sika® MonoTop®-211 RFG ■ Быстротвердевающий ремонтный раствор ■ Ингибитор коррозии (технология FerroGard)
	Метод 3.2. Использование «литых» растворных или бетонных смесей.		Типичный ремонт с помощью заливки новой бетонной смеси и/или с помощью «подливочных» или смесей «литой» консистенции применяется для замены больших участков бетонной поверхности, а также для ремонта парапетов бетонных мостов, стен балконов и т.п. Этот метод также очень эффективен при структурном ремонте опор, несущих балок, колонн, где могут встретиться трудности связанные со сложностью нанесения при густом армировании. Наиболее важным критерием успешного применения материалов этого типа является их высокая подвижность и удобоукладываемость, способность затекать в небольшие зазоры, что часто является особенно важным при густом армировании. Материалы этого типа можно заливать достаточно толстым слоем без риска температурной усадки. Эти материалы гарантируют полное заполнение необходимого объёма, не смотря на ограничивающие факторы и места заливки. Они твердеют с образованием плотной финишной поверхности без трещин.	Структурный ремонт: Класс R4 Класс R3	Класс R4: Sika® MonoTop®-438 R ■ Однокомпонентный ■ «Литая» консистенция ■ Быстрый набор прочности SikaGrout®-318 ■ Высокая конечная прочность ■ Расширяется во время пластической стадии смеси ■ Прекрасная удобоукладываемость Класс R3: Серия материалов Sikacrete® SCC ■ Самоуплотняющийся бетон

* Продолжение таблицы см. на страницах 22 и 23



Стандарт EN 1504-9 Принцип 3: Восстановление бетона (CR)

Замена и восстановление поврежденного бетона (продолжение)

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 3.3. Торкретирование.		Торкретирование традиционно используется для ремонта бетона особенно при больших объемах работ по замене бетона, нанесению дополнительной защитной бетонной оболочки, а также в местах, где тяжело подавать «литую» смесь или где неудобно наносить ремонтную смесь вручную. Сейчас, в дополнение к традиционному «сухому» способу торкретирования добавился «мокрый» способ. Он менее производителен, но имеет гораздо меньший «отскок» и производит намного меньше «пыли», чем традиционный «сухой» метод. Поэтому «мокрый» способ торкретирования более экономичен при малых объемах работ и на объектах с жесткими требованиями по охране окружающей среды. Наиболее важным фактором смесей для торкретирования является минимизация отскока и не оползание (тиксотропность) нанесенной смеси. Кроме того, важными факторами являются: возможность нанесения при воздействии динамической нагрузки, минимизация финишной обработки нанесенного слоя и минимальный уход за нанесенной смесью. Эти факторы особенно важны в труднодоступных местах.	Структурный ремонт: Класс R4 Класс R3	Класс R4: SikaCem® Gunit-133 ■ Высокотехнологичный ремонтный раствор ■ Минимальное количество пор, высокая стойкость к карбонизации ■ Для «сухого» торкретирования Система материалов Sika® MonoTop®-412 ■ Высокотехнологичный ремонтный раствор ■ Чрезвычайно низкая усадка ■ Может наноситься вручную или «мокрым» торкретированием Класс R3 Sikacrete®-103 Gunit ■ Однокомпонентная смесь ■ Содержит микрокремнезём ■ Смесь для «сухого» торкретирования Система материалов Sika® MonoTop®-352 ■ Чрезвычайно низкая усадка ■ Ремонтный раствор с низким удельным весом ■ Может наноситься вручную или «мокрым» торкретированием
Метод 3.4. Замена бетонных элементов.		В отдельных случаях более экономично заменить целую конструкцию или ее часть, чем выполнять дорогие ремонтные работы. Для того чтобы конструкция после замены работала как единое целое, необходимо использовать специальные клеевые составы.	Нет специальных требований	Система состоит из специальных клеевых составов Sika® и добавок к бетону Sika® Клеевые составы Sika®: SikaTop® Armatec®-110 EC ■ Высокотехнологичный эпоксидно-модифицированный подслои ■ Длительное открытое время Sikadur®-32 ■ Двухкомпонентный эпоксидный клей ■ Высокая прочность Бетонные технологии от компании Sika® Суперпластификаторы: серий Sika® ViscoCrete® и серии Sikament®



Стандарт EN 1504-9 Принцип 4: Структурное усиление (SS)

Повышение или восстановление несущей способности конструкций

Усиление конструкции независимо от причин, из-за которых это делают (изменение функционирования конструкции и/или увеличение нагрузки), требует проведение обследования конструкции квалифицированными инженерами-проектировщиками. Усиление конструкции можно выполнить разными способами: установкой системы внутреннего или наружного усиления, наклеивкой наружных ламелей или увеличением сечения конструкции.	Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Выбор подходящего метода усиления зависит от таких параметров, как стоимость, условий на объекте, возможность обслуживания и т.п. Компания Sika® является пионером в развитии большого числа новых материалов и технологий в области структурного усиления. В начале 60-х годов прошлого века для усиления применялись стальные полосы, которые приклеивались эпоксидным клеем. В 90-х годах компания Sika® начала работы по адаптации этих технологий под использование новых композитных полимерных систем на основе ламелей из углеродных волокон (Sika® Carbodur®). После этого компания Sika® стала распространять эту технологию на холсты (SikaWrap®), изготовленные из различных волокон полимерного типа (углеродных, стеклянных, арамидных и др.)	Метод 4.1. Добавка или замена внутренней или наружной арматуры.		Выбор внутренней или наружной арматуры подходящего сечения и конфигурации, а также мест расположения и крепления должны определяться инженерами-проектировщиками.	Прочность на сдвиг: ≥12 МПа	Для внутренних арматурных стержней: Sikadur®-30 ■ Конструкционный клей ■ Высокая механическая прочность ■ Прекрасная адгезия к основанию
	Метод 4.2. Усиление с помощью дополнительных арматурных стержней по готовым или предварительно просверленным отверстиям.		Места установки дополнительных арматурных стержней должны быть рассчитаны и подготовлены в соответствии со стандартом EN 1504, часть 6 и Европейского руководства European Technical Approval Guideline (ETAG-001). Установка стержней производится по рекомендациям этих стандартов. Подготовка отверстий под дополнительное армирование должна производиться в соответствии с требованиями стандарта EN 1504, часть 10, разделы 7.2.2 и 7.2.3.	Вытаскивание: ≤0.6 мм при нагрузке 75 кН Ползучесть при растягивающей нагрузке: ≤0.6 мм при постоянной нагрузке 50 кН за 3 месяца Содержание ионов хлора: ≤0.05%	Sika® AnchorFix®-1 ■ Быстросхватывающийся анкерочный состав на основе метакрилатов ■ Может применяться при низкой температуре (-10°C) Sika® AnchorFix®-2 ■ Есть сертификат ETA для структурного ремонта ■ Быстрое и надежное крепление дополнительных арматурных стержней в теле бетона Sika® AnchorFix®-3+ ■ Высокотехнологичный эпоксидный клей ■ Отсутствие усадки при наборе прочности
	Метод 4.3. Наклеивание ламелей для структурного усиления		Структурное усиление с помощью приклеиваемых наружных ламелей осуществляется в соответствии с действующими национальными рекомендациями и стандартом EN 1504-4. Открытая поверхность бетона, на которую будут наклеивать усиливающие ламели должна быть тщательно очищена и подготовлена. Все слабые места, дефекты или разрушенный бетон должны быть удалены, а это место отремонтировано в соответствии с рекомендациями стандарта EN 1504 часть 10, раздел 7.2.4 и раздел 8. Ремонт должен быть завершен до начала подготовки поверхности для наклеивания ламелей.	Прочность на сдвиг: ≥12 МПа Модуль упругости при сжатии: ≥2000 МПа Коэффициент линейного расширения: ≤ 0,1 мм / мК	Sikadur®-30 ■ Клей на основе эпоксидных смол, применяется для приклеивания ламелей из углепластика Sika® Carbodur®, а также полос из стали. Sikadur®-330 ■ Клей на основе эпоксидных смол для приклеивания холстов из углеволокна SikaWrap®
	Метод 4.4. Нанесение дополнительного слоя бетона или раствора		Эти методы и системы хорошо описаны в Принципе 3 «Восстановление бетона». Для гарантии необходимых свойств материалы для ремонта должны соответствовать требованиям стандарта EN 1504-3, класс 3 или 4.	Раствор / бетон: Класс R4 Класс R3 Адгезия: ≥6 МПа (на сдвиг)	Система состоит из адгезионных составов Sika® и ремонтных материалов Sika® Ремонтные материалы: Sika® MonoTop®-352/-412 Sikacrete®-08 SCC SikaCem®-143 Gunit SikaCem®-133 Gunit Адгезионные составы Sika®: Sikadur®-32 SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®

* Продолжение таблицы см. на страницах 26 и 27



Стандарт EN 1504-9 Принцип 4: Структурное усиление (SS)

Повышение или восстановление несущей способности конструкций (продолжение)

Инъектирование и герметизация трещин обычно не являются структурным упрочнением конструкции. Однако, при выполнении ремонтных работах или при возникновении временной перегрузки, инъектирование низковязких материалов на основе эпоксидных смол позволяет восстановить первоначальную прочность конструкции. Установка усиления из предварительно напряжённых композитных материалов позволяет вывести эту технологию на новый уровень. В этой технологии усиления используются легкие ламели из углепластика в сочетании с технологией ускоренного набора прочности клея за счет дополнительного электрического нагрева. Эти передовые технологии показывают, что компания Sika® является мировым лидером в области структурного упрочнения конструкций.	Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
	Метод 4.5. Инъектирование трещин, раковин и пустот.		Трещины должны быть очищены и подготовлены в соответствии с требованиями стандарта EN 1504, часть10, раздел 7.2.2. Затем подбирается наиболее пригодная система для заполнения трещины с целью получения монолитной структуры с существующим бетоном.	Классификация инъекционного материала: F: жесткие (перераспределяют нагрузку)	Инъекционный материал Sikadur®-52 ■ Двухкомпонентная эпоксидная смола ■ Низкая вязкость Sika® Injection-451 ■ Высокопрочная эпоксидная смола для структурного ремонта ■ Очень низкая вязкость Sika® InjectoCem®-190 ■ Двухкомпонентный состав на основе микроцемента ■ Защита от коррозии внутренней арматуры
	Метод 4.6. Заполнение трещин, раковин и пустот.		Если трещины или иные дефекты конструкции имеют достаточно широкое раскрытие, то их заполняют эпоксидным ремонтным раствором самотёком или с помощью специального оборудования.	Классификация инъекционного материала: F: жесткие (перераспределяют нагрузку)	Инъекционный материал Sikadur®-52 ■ Двухкомпонентная эпоксидная смола ■ Низкая вязкость Sika® Injection-451 ■ Высокопрочная эпоксидная смола для структурного ремонта ■ Очень низкая вязкость Sika® InjectoCem®-190 ■ Двухкомпонентный состав на основе микроцемента ■ Защита от коррозии внутренней арматуры Sikadur®-31 ■ Двухкомпонентный эпоксидный клей ■ Высокая прочность ■ Тиксотопность: не оползает с вертикальных или потолочных поверхностей
	Метод 4.7. Создание предварительного напряжения – устройство для создания предварительного напряжения		В методе создания предварительного напряжения к конструкции прикладывают усилие, которое деформирует её, создавая условия для более эффективной работы конструкции под нагрузкой. (Примечание: предварительное напряжение - сжимающие усилия прикладывают после набора бетоном прочности)	Нет специальных требований	Система для предварительного напряжения углепластика Sika® LE0BA SLC Системы Sika® CarboStress Традиционные приклеиваемые системы предварительного напряжения SikaGrout®-300 PT



Стандарт EN 1504-9 Принцип 5: Стойкость к физическому и механическому воздействию (PR)

Повышение стойкости бетона к физическому и механическому воздействию

Бетонные конструкции могут быть повреждены различным физическим или механическим воздействием:	Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
■ Увеличением механической нагрузки ■ Абразивным износом (например: на полах) ■ Эрозией от воздействия воды и водных растворов (например: дамбы или дренажные/сточные каналы) ■ Разрушение поверхности от воздействия циклов заморозания – оттаивания (пример: мосты) Компания Sika® производит все необходимые материалы для ремонта механических и физических разрушений бетонных конструкций всех типов в разных условиях окружающей среды и климатических зонах.	Метод 5.1. Покрытие.		Только активные покрытия способны создать дополнительную защиту бетона и увеличить его стойкость к физическим и механическим воздействиям.	Тест износостойкости (по Таберу): потеря массы <3000 мг	Класс II Sikafloor®-261/-263 SL ■ Высокая химическая и механическая стойкость ■ Прекрасная абразивная износостойкость ■ Отсутствие растворителей
	Метод 5.2. Пропитка.		Пропитка – это обработка бетона для снижения поверхностной пористости и повышение прочности поверхности. После пропитки поры и капилляры поверхности полностью или частично заполняются, образуется не сплошная тонкая плёнка, толщиной от 10 до 100 мкм. Некоторые пропитки реагируют с компонентами бетона, в результате чего повышается износостойкость и механическая стойкость поверхности.	Капиллярная абсорбция: $w < 0.1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$	Класс I: Sikafloor®-2530 W ■ Двухкомпонентная эпоксидная водная дисперсия ■ Хорошая химическая и механическая стойкость
	Метод 5.3. Нанесение дополнительных слоёв раствора или бетона.		Методы, которые можно использовать, а также системы, пригодные для этого, были определены в Принципе 3 «Восстановление бетона». Материалы для ремонта должны выполнять требования стандарта EN 1504-3, класс R4 или R3. В некоторых специфических случаях материалы также должны удовлетворять дополнительным требованиям (например, иметь стойкость к водной эрозии). Проектировщики должны определить эти дополнительные требования для каждого конкретного объекта.	Ударостойкость: Классы I - III	Sikafloor®-390 ■ Высокая химическая стойкость ■ Средняя способность к перекрыванию трещин
				Адгезия Эластичные материалы: $\geq 0.8 \text{ МПа}$ или $\geq 1.5 \text{ МПа}$ (на сдвиг)	Класс I: Sikafloor® CureHard-24 ■ На основе силикатов натрия ■ Без цвета и запаха ■ Хорошая проникающая способность
				Жесткие материалы: $\geq 1.0 \text{ МПа}$ или $\geq 2.0 \text{ МПа}$ (на сдвиг)	Класс R4: Sika® MonoTop®-412 ■ Чрезвычайно низкая усадка ■ Однокомпонентный ремонтный раствор
				Тест износостойкости (по Таберу): повышение износостойкости на 30% по сравнению с необработанной поверхностью	Sikafloor®-81/-82/-83 EpoCem ■ Эпоксидный, модифицированный, цементно-песчаный раствор ■ Высокая морозостойкость и стойкость к солям, используемым для борьбы с обледенением
				Глубина пропитки: >5 мм	Sika® Abraroc® ■ Высокая механическая прочность ■ Очень высокая абразивная износостойкость
				Капиллярная абсорбция: $w < 0,1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$	Класс R3: Sikacrete® SSC ■ Самоуплотняющийся бетон
				Ударостойкость: Классы I - III	
				Раствор/Бетон: Класс R4 Класс R3	



Стандарт EN 1504-9 Принцип 6: Химическая стойкость (RC)

Повышение химической стойкости бетона в условии химического воздействия

Требования к химической стойкости бетонных конструкций и их поверхности зависят от многих параметров, включающих природу и концентрацию химикатов, температуру, время воздействия и т.п. Для корректного выбора стратегии защиты каждой конкретной конструкции необходимо правильно оценить возможные риски.

В зависимости от длительности химического воздействия, природы и концентрации химических веществ компания Sika® предлагает различные системы защитных покрытий.

Компания Sika® производит полный спектр защитных покрытий для бетонов, работающих в самых разных химических условиях. Эти покрытия изготавливаются на основе различных полимерных смол и материалов: акриловых, эпоксидных, полиуретановых, силикатных, эпоксидно-уретановых, эпоксидно-цементных комбинаций и т.п.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 6.1. Покрытие.		Только высококачественные активные покрытия способны создать эффективную защиту бетона и увеличить его стойкость к химическим воздействиям.	Стойкость к сильному химическому воздействию: Классы I - III Величина адгезии: Эластичные материалы: ≥0,8 МПа или ≥1,5 МПа (на сдвиг) Жесткие материалы: ≥1,0 МПа или ≥2,0 МПа (на сдвиг)	Класс II: SikaGard®-63 N ■ Двухкомпонентная эпоксидная смола с высокой химической и механической стойкостью ■ Плотная структура поверхности Sikafloor®-390 ■ Высокая химическая стойкость ■ Средняя способность к перекрыванию трещин Класс I: Sikafloor®-261/-263 SL ■ Высокая химическая и механическая стойкость ■ Прекрасная абразивная износостойкость ■ Отсутствие растворителей
Метод 6.2. Пропитка.		Пропитка бетона используется для повышения прочности поверхности и снижения поверхностной пористости. После пропитки поры и капилляры поверхности полностью или частично заполняются, образуется не сплошная тонкая плёнка, толщиной от 10 до 100 мкм. В результате пропитки повышается химическая стойкость поверхности.	Стойкость к воздействию химикатов в течение 30 дней	Sikafloor® CureHard-24 ■ На основе силикатов натрия ■ Без цвета и запаха ■ Хорошая проникающая способность
Метод 6.3. Нанесение дополнительных слоёв раствора или бетона.		Методы и системы для этих видов ремонта определены в Принципе 3 «Восстановление бетона». Для обеспечения определенного уровня химической стойкости, материалы на основе цемента должны быть изготовлены с использованием специальных цементов и/или эпоксидных смол. Проектировщики должны определить эти дополнительные требования для каждого конкретного объекта.	Раствор/Бетон: Класс R4 Класс R3	Класс R4 SikaGard®-720 EpoCem® / Sikafloor®-81/-82/-83 EpoCem® ■ Эпоксидный, модифицированный, цементно-песчаный раствор ■ Хорошая химическая стойкость ■ Очень плотная структура и высокая водонепроницаемость



Стандарт EN 1504-9 Принцип 7: Сохранение или восстановление пассивирующих свойств бетона (RP)

Выравнивание и восстановление профиля бетонной поверхности

Коррозия стальной арматуры является результатом нескольких факторов: потери пассивирующих свойств бетона, наличия кислорода и достаточного количества влаги в среде, окружающей бетон.

При отсутствии хотя бы одного из этих факторов коррозия не возникает. В нормальных условиях стальная арматура защищена высокой щелочностью окружающего бетона. Высокощелочная среда создаёт защитный слой оксидов на поверхности стальной арматуры, который защищает сталь от коррозии.

Однако, при снижении щелочности из-за карбонизации бетона (при достижении фронта карбонизации арматуры) эта оксидный слой может быть поврежден. Оксидный слой разрушается также при воздействии хлоридов. В обоих этих случаях прекращают свое действие и защитные свойства бетона. Для восстановления (или сохранения) этих защитных свойств применяются различные методы.

Выбор наиболее подходящего метода зависит от причины потери защитных свойств бетона (снижения щелочности) из-за карбонизации, воздействия хлоридов, степени повреждения, специфических условий на объекте, стратегии по ремонту и защите, возможностям по уходу в будущем, стоимости и др.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 7.1. Увеличение толщины защитного слоя бетона или раствора.		Если толщина защитного слоя бетона недостаточна, то нанесение дополнительного слоя бетона или раствора позволит снизить негативное химическое воздействие (от карбонизации или воздействия хлоридов) на арматуру.	Стойкость к карбонизации: Класс R4 или R3 Прочность на сжатие: Класс R4 или R3 Величина адгезии: Класс R4 или R3	Класс R4 Ремонтные материалы: Sika® MonoTop®-412 Sikacrete®-103 Gunit SikaTop®-121/122 Sikafloor®-82 EpoCem® Класс R3 Ремонтные материалы: Sika® MonoTop®-352
Метод 7.2. Замена загрязнённого или подверженного карбонизации бетона.		Замену загрязнённого или подверженного карбонизации бетона осуществляют удалением повреждённого бетона и укладкой нового слоя бетона поверх арматуры, в результате – сталь арматуры снова оказывается защищённой высокой щелочностью бетона.	Стойкость к карбонизации: Класс R4 или R3 Прочность на сжатие: Класс R4 или R3 Величина адгезии: Класс R4 или R3	Класс R4 Ремонтные материалы: Sika® MonoTop®-412 Sikacrete®-103 Gunit Класс R3Ремонтные материалы: Sika® MonoTop®-352 Бетонные технологии Sika® для качественной замены бетона Sika® ViscoCrete® Sikament®
Метод 7.3. Электрохимическое восстановление нормальной щелочности бетона, подверженного карбонизации.		Восстановление щелочности бетонной конструкции электрохимической обработкой состоит в создании электрического тока между внутренней арматурой и наружной анодной сетки, помещенной в электролитический резервуар, который временно размещают на поверхности бетона. Этот метод не препятствует поступлению углекислого газа в тело бетона, поэтому для надёжной и длительной защиты его комбинируют с защитными покрытиями, предотвращающими процесс карбонизации и проникновения хлоридов.	Нет специальных требований	Для последующей обработки: SikaGard®-720 EpoCem® Для последующей обработки: SikaGard®-680 S
Метод 7.4. Восстановление нормальной щелочности бетона, подверженного карбонизации, методами диффузии.		Этот метод ещё недостаточно апробирован. Он требует нанесение очень щелочного покрытия поверх бетона, подверженного карбонизации. Восстановление щелочности бетона происходит за счет медленной диффузии щелочей в зону повреждения. Этот процесс протекает очень медленно и плохо контролирует диффузию материала. После обработки на поверхность рекомендуется нанести защитное покрытие для предотвращения появления карбонизации в будущем.	Нет специальных требований	Для последующей обработки: SikaGard®-720 EpoCem® Для последующей обработки: SikaGard®-680 S
Метод 7.5. Удаление хлоридов электрохимическими методами.		Процесс по электрохимическому удалению хлоридов по своей природе похож на метод катодной защиты. Сущность процесса состоит в создании электрического тока между внутренней арматурой и наружной анодной сеткой, располагаемой на поверхности бетона. В результате процесса ионы хлора мигрируют к аноду и удаляются из бетона. После завершения процесса, бетонную поверхность необходимо защитить подходящей обработкой для предотвращения карбонизации.	Нет специальных требований	Для последующей обработки: проникающая гидрофобная пропитка SikaGard®-705 L или SikaGard®-706 Thixo плюс защитное покрытие SikaGard®-680 S



Стандарт EN 1504-9 Принцип 8: Повышение электрического сопротивления (IR)

Повышение электрического сопротивления бетона для уменьшения коррозии

Принцип 8 основан на повышении электрического сопротивления бетона, которое напрямую связано с уровнем влажности пористой структуры бетона. Чем выше электрическое сопротивление, тем ниже уровень влажности пор бетона.

Это означает, что армированный бетон с высоким сопротивлением в меньшей степени подвержен коррозии.

Принцип 8 основан на повышении электрического сопротивления бетона, поэтому используют почти те же методы ремонта, что и в Принципе 2 (МС) контроль за влажностью.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 8.1. Гидрофобная пропитка.		Гидрофобная пропитка поверхности бетона используется для придания водоотталкивающих свойств. Поры и капилляры при этом не закрываются. На поверхности пор образуется тонкая гидрофобная «пленка». В результате пропитки уменьшается смачиваемость поверхности и проникновение воды в жидком состоянии через поры в тело бетона, при этом сохраняется проницаемость поверхности бетона для паров воды, что является общепризнанным положительным фактором при строительстве.	Проникновение: Класс I: < 10 мм Класс II: ≥10 мм Коэффициент скорости высыхания: Класс I: > 30% Класс II: <10% Поглощение воды и стойкость к щелочам: Степень поглощения: <7,5% Щелочной раствор: <10%	Серия SikaGard®-700 ■ Основана на силановых гидрофобных пропитках ■ Глубоко проникает в тело бетона, обладает водоотталкивающим эффектом SikaGard®-706 Thixo (Класс II) SikaGard®-705 L (Класс II)
Метод 8.2. Пропитка.		Пропитка используется для обработки поверхности бетона для уменьшения поверхностной пористости и повышения прочности поверхности (поры и капилляры полностью или частично заполняются). После пропитки на поверхности образуется не сплошная тонкая плёнка, толщиной от 10 до 100 мкм. Эта обработка блокирует систему пор от проникновения агрессивных веществ и повышает химическую стойкость поверхности.	Глубина проникновения: ≥ 5 мм Капиллярная абсорбция: $w < 0,1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$	Sikafloor® CureHard-24 ■ На основе силикатов натрия ■ Без цвета и запаха ■ Хорошее проникновение в тело бетона
Метод 8.3. Покрытие		Покрытия разработаны для улучшения свойств поверхности бетона, повышения стойкости к специфическим наружным воздействиям. Эластичные покрытия позволяют надежно отремонтировать и загерметизировать тонкие волосяные трещины с суммарными подвижками до 0,3 мм. Покрытия водонепроницаемы, защищают бетон от карбонизации и компенсируют температурные и динамические деформации в сооружениях, подверженных колебаниям температур, вибрациям в сооружениях, где допущены ошибки при строительстве или проектировании швов.	Капиллярная абсорбция: $w < 0,1 \text{ кг/м}^2 \times \sqrt{h}$ Проницаемость водяных паров: Класс I: $d < 5 \text{ м}$ Адгезия: Эластичные материалы: ≥0,8 МПа или ≥1,5 МПа (на сдвиг) Жесткие материалы: ≥1,0 МПа или ≥2,0 МПа (на сдвиг)	Эластичные системы: SikaGard®-550 W Elastic ■ Водные акриловые дисперсии ■ Водонепроницаемые, способные перекрывать трещины Жёсткие системы: SikaGard®-680 S ■ Акриловые смолы на основе растворителей ■ Водонепроницаемые SikaGard® Wallcoat T ■ Двухкомпонентная эпоксидная смола ■ Влагопреграда



Стандарт EN 1504-9 Принцип 9: Катодный контроль (CC)

Предотвращение коррозии стальной арматуры

Принцип 9 основан на предотвращении доступа кислорода во все потенциальные катодные области для предотвращения коррозии.

Для уменьшения количества кислорода на стальную поверхность наносят покрытия.

Другим способом является нанесение ингибитора коррозии, который образует защитную плёнку и блокирует доступ кислорода к стальной поверхности. Этот метод эффективен для ингибиторов, способных мигрировать и формировать защитные слои, препятствующие проникновению кислорода.

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 9.1. Ограничение содержание кислорода (на катоде) пропиткой поверхности, нанесением на сталь покрытий или плёнкообразующего ингибитора.		Создание условий, при которых любые потенциальные катодные области арматуры поверхности и тела бетона становятся не способны к анодной реакции. Ингибиторы (добавляемые в бетонную смесь как добавки или наносимые на поверхность твёрдого бетона для пропитки) формируют плёнку на поверхности арматуры и препятствуют доступу кислорода.	Глубина проникновения ингибиторов, наносимых на поверхность: >100 ppm (частей на миллион) на уровне арматуры	Ингибиторы коррозии Sika® FerroGard®-901 (добавка в бетонную смесь) Sika® FerroGard®-903 (наносится на поверхность) ■ Ингибиторы на основе аминных спиртов ■ Долговечная защита ■ Экономичное увеличение срока эксплуатации железобетонных конструкций

Стандарт EN 1504-9 Принцип 10: Катодная защита (CP)

Предотвращение коррозии стальной арматуры

Принцип 10 относится к методам катодной защиты. Для катодной защиты конструкции используют электрохимические системы, которые позволяют снизить электрохимический потенциал на арматуре железобетонной конструкции до уровня, когда скорость растворения оксидного слоя арматуры становится минимальной. Сущность метода состоит в создании постоянного электрического тока между телом бетона и арматурой стали и позволяет ликвидировать анодную часть реакции коррозии. Постоянные токи в конструкции создают с помощью внешнего источника или за счет формирования гальванической пары арматуры с металлами, имеющими более низкий электродный потенциал (гальванический анод, например цинк).

Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
Метод 10.1. Создание электрического потенциала.		Метод катодной защиты создает в бетонной конструкции индуцированные токи, текущие от наружного источника по электролиту к вспомогательному аноду (например, металлической сетке, находящейся сверху и соединенной с арматурой). Эти вспомогательные аноды обычно замонтированы в раствор для защиты от разрушения. Для эффективной работы системы строительный раствор должен иметь достаточно низкое электрическое сопротивление, позволяющее протекать электрическому току.	Электрическое сопротивление раствора должно соответствовать местными рекомендациям	Растворы для крепления сетки: раствор, наносимый торкретированием: Sika® MonoTop®-412 N ■ Невысокая степень усадки ■ Оптимальное удельное сопротивление Выравнивающий раствор: Sikafloor® Level-25 ■ Самовыравнивающийся ■ Оптимальное удельное сопротивление



Стандарт EN 1504-9 Принцип 11: Контроль анодных зон (CA)

Предотвращение коррозии стальной арматуры

Контроль анодных зон, в соответствии с Принципом 11, помогает предотвратить коррозию, вызванную миграцией отрицательно заряженных ионов. Разрушение (отслоение) бетона из-за коррозии арматуры в среде сильно загрязненной хлоридами, сульфатами в первую очередь начинается там, где защитный слой бетона меньше, поэтому важно защитить отремонтированные области от проникновения агрессивных веществ (углекислого газа, сульфатов и хлоридов). Защитный слой раствора можно наносить непосредственно на арматуру после её качественной очистки. Эта защита предотвращает растворение стали за счет блуждающих токов, возникающих в анодных областях бетона. Дополнительно, в качестве защиты от формирования положительно заряженных (анодных) зон, окружающих отремонтированные области, наносится ингибитор коррозии. Этот ингибитор, проникая в тело бетона, доходит до арматуры и образует барьер, защищающий её от миграции положительных зарядов с анодных областей бетона. Примечание: Ингибиторы коррозии двойного действия Sika® FerroGard® также защищают и катодную область.	Методы	Фото	Описание	Основные критерии	Материалы Sika® (примеры)
	Метод 11.1. Нанесение активного покрытия на арматуру.		Эти покрытия содержат активные пигменты, которые также являются ингибиторами коррозии и дополнительно защищают арматуру и повышают щелочную среду бетона. При нанесении покрытий требуется точное соблюдение инструкций, однако, эти покрытия менее чувствительны к дефектам, чем барьерные покрытия.	Соответствует стандарту EN 1504-7	На основе цемента: Sika® MonoTop®-910 ■ Однокомпонентный материал, защищающий от коррозии ■ Хорошая стойкость к проникновению воды и хлоридов Цементы, модифицированные эпоксидными смолами: SikaTop® Armattec®-110 EpoCem® ■ Высокая плотность- Устойчивы к воздействию окружающей среды ■ Прекрасная адгезия к стали и бетону
	Метод 11.2. Нанесение барьерного покрытия на арматуру.		Покрyтия данной группы полностью изолируют арматуру от кислорода и воды. Они требуют более качественной подготовки поверхности при нанесении. Эти покрытия эффективно работают только при условии, что они полностью покрывают стальную арматуру, без пропусков и дефектов, однако на объектах часто это достаточно трудно выполнить. Кроме того также недопустимо отслоение ремонтного материала от арматуры в процессе эксплуатации.	Соответствует стандарту EN 1504-7	На основе эпоксидных смол: Sikadur®-32 ■ Низкая чувствительность к влажности ■ Очень плотная структура, непроницаема для хлоридов
	Метод 11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или введение их в бетонную смесь в качестве добавки.		При нанесении ингибиторов коррозии на поверхность бетона, они мигрируют в тело бетона и создают защитный слой вокруг арматуры. Эти ингибиторы коррозии также могут быть добавлены в ремонтную бетонную смесь в качестве добавки.	Глубина проникновения ингибиторов, наносимых на поверхность: >100 ррт (частей на миллион) на уровне арматуры	Ингибиторы коррозии Sika® FerroGard®-901 (добавка в бетонную смесь) Sika® FerroGard®-903 (наносится на поверхность) ■ Ингибитор на основе аминных спиртов ■ Долговечная защита ■ Экономичное удлинение срока эксплуатации железобетонных конструкций



Схема контроля состояния и технологии ремонта и защиты бетона в соответствии с рекомендациями стандарта EN 1504

Схема технологии ремонта и защиты бетона материалами и системами Sika®

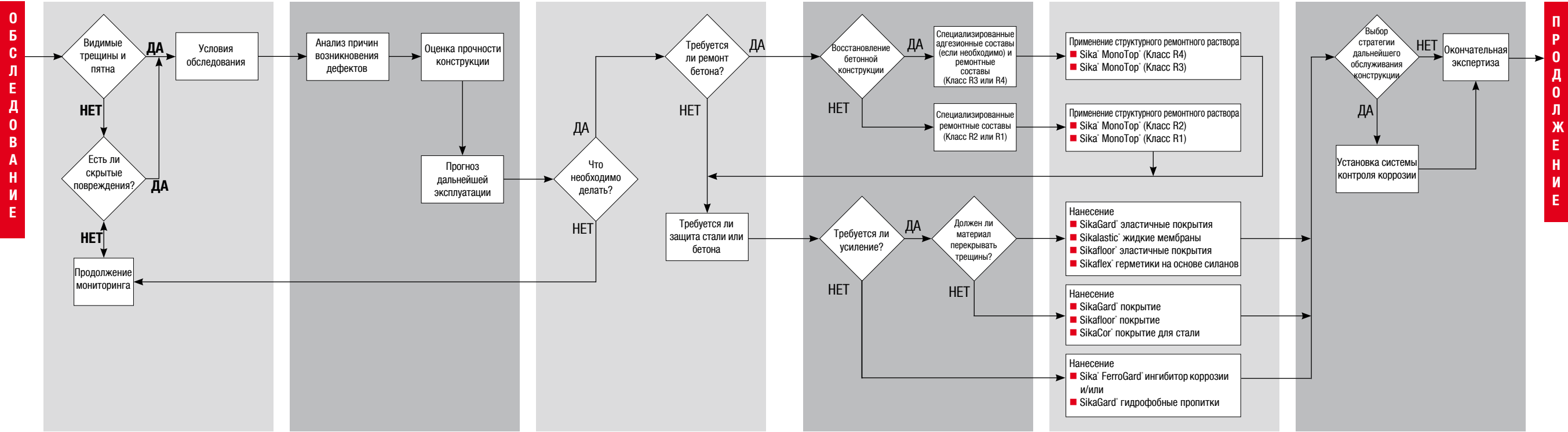


Схема ремонта и защиты бетона в соответствии со стандартом EN 1504 часть 9

Информация о конструкции	Программа обследования	Руководство по выполнению ремонта	Проектирование ремонтных работ	Ремонтные работы	Приёмка ремонтных работ
- История конструкции - Обзор документации - Условия эксплуатации EN 1504-9, Правило 4, Доп. А	- Диагностика дефектов - Анализ результатов обследования - Выявление основных проблем - Оценка прочностных характеристик конструкции EN 1504-9, Правило 4, Доп. А	- Выбор общей стратегии ремонта - Выбор Принципов ремонта - Выбор методов ремонта - Безопасность и охрана здоровья EN 1504-9, Правила 5 и 6, Доп. А	- Схема выполнения работ - Подготовка основания - Материалы - Нанесение - Спецификации - Чертежи EN 1504 Части 2 – 7 и EN 1504-9 Правила 6, 7 и 9	- Окончательный выбор материалов - Выбор оборудования - Инструкция по безопасности материалов и технологии нанесения - Контроль и гарантия качества EN 1504-9, Правила 9 и 10 и EN 1504-10	- Предварительное обследование - Заключительное обследование - Подготовка документации по завершению работ - Подготовка стратегии по уходу и дальнейшей эксплуатации конструкции EN 1504-9 Правило 8 и EN 1504-10

Ссылки на страницы в этой брошюре

См. более детально на странице 4	См. более детально на странице 6/7	См. более детально на страницах 42 – 45	См. более детально на страницах 12 – 39	См. более детально на страницах 46 – 47	См. более детально на странице 5
----------------------------------	------------------------------------	---	---	---	----------------------------------



Выбор метода ремонта бетона

В нижеприведенной таблице приведены наиболее часто встречающиеся дефекты бетонных конструкций и их возможные методы ремонта. **Данные в таблице приведены только для информации и не являются обязательными рекомендациями.** При выборе определённого метода ремонта необходимо учитывать специфические особенности каждого конкретного объекта. Числа, приведенные в данной таблице, обозначают тот или иной Принцип или Метод стандарта EN 1504-9.

Разрушения/повреждения в бетоне

Дефекты бетона/повреждения	Слабые повреждения	Средние повреждения	Сильные повреждения
Трещины в бетоне	1.5. Заполнение трещин	1.5. Заполнение трещин 1.6. Преобразование трещин в швы	4.5. Инъектирование трещин, полостей, щелей 4.6. Заполнение трещин, полостей, щелей
Растрескивание бетона за счет механических воздействий (ударов)	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения 3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием	3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием
Структурные повреждения из-за повышенных нагрузок или после землетрясений	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения и 4.4. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения и 4.1. Добавление или замена внутренней или наружной арматуры 3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения и 4.2. Дополнительное армирование конструкций	3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием и 4.3. Приклеивание ламелей для усиления 3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами и 4.7. Преднапряженное усиление конструкций 3.4. Замена бетонных элементов
Повреждения из-за температурных колебаний (замораживания/оттаивания)	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения 5.1. Покрытие (на цементной основе)	5.1. Покрытие (на цементной основе) 5.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора.	5.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора.
Разрушения в результате химического воздействия	6.1. Покрытие (на цементной основе)	6.1. Покрытие (на цементной основе) 6.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора	6.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора 3.2 Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием

Слабые повреждения:

Средние повреждения:

Сильные повреждения:

локальные дефекты, не влияющие на несущую способность

сильные местные повреждения, оказывают небольшое влияние на несущую способность

большие поврежденные участки, сильно влияющие на несущую способность

Разрушения, вызванные коррозией арматуры

Дефекты бетона/повреждения	Слабые повреждения	Средние повреждения	Сильные повреждения
Отслаивания бетона из-за карбонизации	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения 3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием	3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами и 4.1. Добавление или замена внутренней или наружной арматуры 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием 4.2. Дополнительное армирование конструкций 7.2. Замена загрязненного или карбонизированного бетона
Коррозия арматуры в результате воздействия хлоридов	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения 3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием г	3.4. Замена бетонных элементов 7.2. Замена загрязненного или карбонизированного бетона и 4.1. Добавление или замена внутренней или наружной арматуры 7.2. Замена загрязненного или карбонизированного бетона и 4.3. Приклеивание ламелей для усиления
Блуждающие токи	3.1. Ремонтная смесь ручного нанесения 3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами	3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием	3.2. Репрофилирование поверхности бетона ремонтными составами и 4.2. Дополнительное армирование конструкций 3.3. Нанесение строительных растворов и бетонов торкретированием и 4.1. Добавление или замена внутренней или наружной арматуры



Выбор методов защиты бетона и арматуры

Выбор защиты бетонных конструкций и стальной арматуры, прежде всего, зависит от типа конструкции, условий окружающей среды, эксплуатации и способов поддержания конструкции в технически исправном состоянии.

Предложения по защите конструкции должны быть адаптированы к местным условиям.

Отклонения всегда вероятны и всегда должны привязываться к каждому конкретному объекту.

Числа, приведенные в данной таблице, обозначают тот или иной Принцип или Метод стандарта EN 1504-9.

Защита бетона

Требования по защите	Слабый уровень	Средний уровень	Сильный уровень
Трещины в бетоне	1.1. Гидрофобная пропитка 1.3. Покрытие	1.1. Гидрофобная пропитка 1.3. Покрытие (эластичное)	1.1. Гидрофобная пропитка и 1.3. Покрытие (эластичное) 1.8 . Укладка рулонной мембраны или нанесение жидкой мембраны
Механические удары	5.2. Пропитка	5.1. Покрытие	5.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора
Повышение морозостойкости	2.1. Гидрофобная пропитка 2.2. Пропитка	5.2. Пропитка 2.3. Покрытие	1.1. Гидрофобная пропитка и 5.1. Покрытие 5.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора
Реакция заполнителя со щелочью бетона	2.1. Гидрофобная пропитка 2.3. Покрытие	2.1. Гидрофобная пропитка 2.3. Покрытие (эластичное)	2.1. Гидрофобная пропитка и 2.3. Покрытие (эластичное) 1.8. Укладка рулонной мембраны или нанесение жидкой мембраны
Химическое воздействие	6.2. Пропитка	6.3. Нанесение дополнительных слоёв бетона или раствора	6.1. Покрытие (активное)

Слабый уровень:

Средний уровень:

Сильный уровень:

лёгкие дефекты бетона

средние дефекты бетона

глубокие повреждения бетона

и/или кратковременная защита

и/или защита на средний промежуток времени

и/или долговременная защита

Защита арматуры

Требования по защите	Слабый уровень	Средний уровень	Сильный уровень
Карбонизация	11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или введение их в бетонную смесь в качестве добавки	1.3. Покрытие 7.3. Электрохимическое восстановление нормальной щелочности карбонизированного бетона 7.4. Восстановление нормальной щелочности карбонизированного бетона при помощи диффузии	11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или введение их в бетонную смесь в качестве добавки и 1.3. Покрытие 7.3. Электрохимическое восстановление нормальной щелочности карбонизированного бетона и 1.3. Покрытие
Воздействие хлоридов	1.1. Гидрофобная пропитка 1.2. Пропитка	11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или введение их в бетонную смесь в качестве добавки и 1.1. Гидрофобная пропитка 11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или введение их в бетонную смесь в качестве добавки и 1.3. Покрытие	7.5. Электрохимическое удаление хлоридов и 1.3. Покрытие 7.5. Электрохимическое удаление хлоридов и 11.2. Барьерное покрытие арматуры 10.1. Приложение электрического потенциала
Блуждающие токи	Если разрыв электрической цепи невозможен, то 2.2. Пропитка	Если разрыв электрической цепи невозможен, то 2.5. Электрохимическая обработка и 2.3. Покрытие	Если разрыв электрической цепи невозможен, то 10.1. Приложение электрического потенциала



Независимые испытания технологий и материалов компании Sika®

Испытания в соответствии с требованиями стандарта EN 1504

Компания Sika® применяет специфические внутренние и независимые испытания, подтверждающие критерии оценки всех своих материалов и систем для ремонта и защиты бетона, которые полностью соответствуют требованиям соответствующих частей и разделов Европейского стандарта EN 1504 (части 2 – 7). Критерии испытаний материалов и систем Sika для ремонта и защиты бетона следующие:

Защита арматуры

- Адгезия к стали и бетону
- Защита от коррозии
- Проницаемость воды
- Проницаемость водяных паров
- Проницаемость углекислого газа

Выравнивание профиля поверхности и заполнение поверхностных пор

- Величина адгезии
- Проницаемость углекислого газа
- Проницаемость и абсорбция воды

Замена поврежденного бетона

- Величина адгезии
- Прочность на сжатие и изгиб
- Проницаемость воды
- Модуль упругости (жесткость)
- Трещиностойкость
- Совместимость по температурному расширению

Герметизация пор и покрытия – предотвращение проникновения агрессивных веществ

Гидроизоляция гидрофобными пропитками

- Проницающая способность
- Водоотталкивающие свойства
- Проницаемость водяного пара
- Морозостойкость

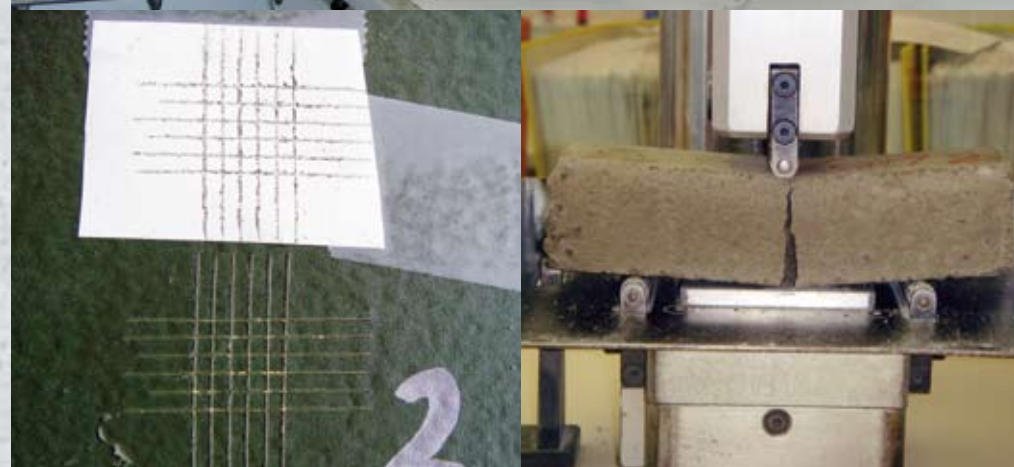
Покрyтия для защиты от карбонизации

- Прочность сцепления
- Адгезия по методу решетчатого надреза
- Проницаемость углекислого газа
- Проницаемость водяных паров
- Стойкость к ультрафиолетовому излучению
- Стойкость к щелочам
- Морозостойкость
- Негорючесть
- Простота очистки

Покрyтия, препятствующие карбонизации и обладающие способностью перекрывать трещины

Перечисленные ранее свойства покрытий, защищающих от карбонизации, плюс:

- Способность перекрывать трещины
 - При статических нагрузках
 - При динамических нагрузках
 - При низких температурах (-20°C/-4°F)



Текущая оценка

Требования к материалам и системам

Существуют функциональные и технологические требования, которые должны выполняться отдельными материалами, входящими в состав системы, но в тоже время и система материалов должна функционировать как единое целое.

Практические требования при нанесении материалов

Помимо характеристик материалов, использованных в конструкции и набравших свои характеристики, немаловажным фактором являются определённые свойства материалов при их укладке, такие как удобоукладываемость. Компания Sika® гарантирует, что эти свойства соответствуют руководству стандарта EN 1504 Часть 10, кроме того Компания дополнительно гарантирует, что все материалы Sika® были предварительно опробованы на объектах во всех климатических зонах, существующих в мире.

Например:

Ремонтные растворы Sika® должны быть пригодны для нанесения различной толщиной на разных площадях и объёмах ремонтных работ, причём, нанесение должно быть произведено минимальным количеством слоёв. Ремонтные растворы должны в кратчайшие сроки набрать устойчивость к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Равнозначные покрытия SikaGard® должны иметь близкие по значениям характеристики вязкости, тиксотропии при разных температурах для получения «мокрой» и «сухой» пленки заданной толщины. Причем, покрытия SikaGard® должны быть получены при минимальном числе слоёв с одинаковой укрывистостью и высокой скоростью набора устойчивости к неблагоприятным воздействиям среды.

Гарантии качества материалов / Контроль качества



Все материалы и системы соответствуют требованиям стандартов по гарантии качества и контролю качества при производстве

материалов. Компания Sika® производит свои материалы по всему миру в строгом соответствии с требованиями стандарта ISO 9001. Компания Sika® публикует подробные технические описания материалов и руководства по их применению на сайте Компании. Методы контроля качества и результаты испытаний материалов доступны на сайте, техническая поддержка поможет в осуществлении контроля работ по ремонту и защите бетона на объекте.

Дополнительные независимые испытания свойств и долговечности материалов и систем Sika®

Ремонт бетона

“Baenziger Block”- образцы для испытания строительных растворов

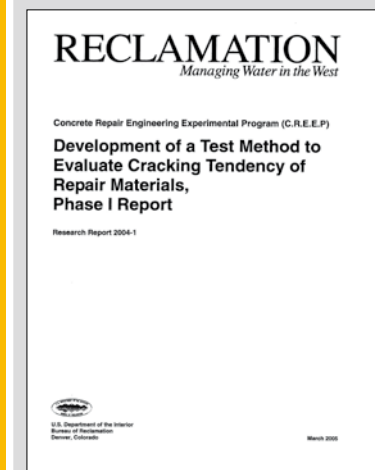


Новейшая система испытаний ремонтных растворов от компании Sika®

«Baenziger Blocks» - предназначены для испытаний ремонтных растворов бетона и позволяет проводить прямые сравнения и замерять характеристики материалов, используя технологии изготовления материалов и условия их нанесения применяемые во всем мире.

Эта новейшая разработка компании Sika® позволяет:

- Проводить испытания материалов по всему миру
- Проверять работу материалов на горизонтальных, вертикальных и потолочных поверхностях
- Испытания на реальных объектах



- Дополнительные лабораторные испытания кернов
- Исследование усадки и процессов трещинообразования

В настоящее время образцы для испытаний строительных растворов утверждены в качестве оптимального метода оценки свойств ремонтных материалов Департаментом США по программе CREE.

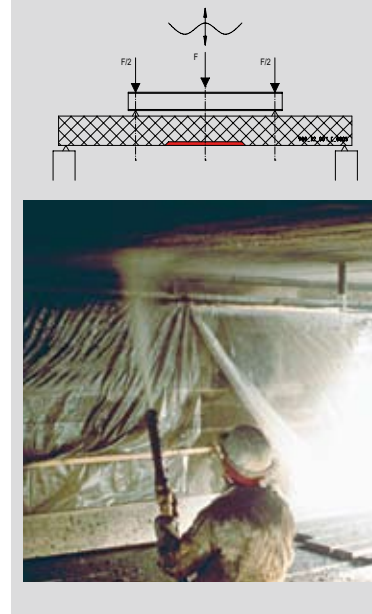
Реальные объекты – независимые испытания завершённых проектов

В 1997 г ведущими мировыми институтами и независимыми экспертами по испытаниям были проведены глобальные международные обследования отремонтированных объектов.

В эти обследования были вовлечены более двадцати крупнейших строительных объектов в Норвегии, Дании, Германии, Швейцарии, Великобритании. Все эти объекты были отремонтированы и защищены с помощью материалов и систем Sika® в период с 1977 по 1986 годы. Все эти объекты были обследованы ведущими специалистами. После ремонта каждого из этих объектов прошло от 10 до 20 лет. Эти обследования подтвердили прекрасное состояние объектов отремонтированных и защищенных

Испытания материалов под динамической нагрузкой

Установка для испытаний свойств ремонтных материалов в условиях воздействия динамической нагрузки.



материалами Sika® и свидетельствуют о лидирующей роли компании Sika® в развитии современных системных подходов к ремонту и защите бетона.

Результаты этих обследований находятся в документе «Quality and Durability in Concrete Repair and Protection» (Качество и долговечность при ремонте и защите бетона).

Защита бетона

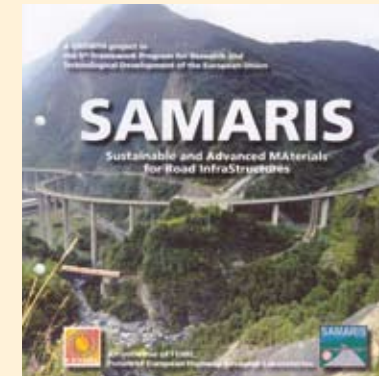
Испытание ингибиторов коррозии

В 1997 г компания Sika® впервые представила ингибиторы коррозии, которые наносились на поверхность бетона.

После этого миллионы квадратных метров железобетона были защищены от коррозии во всём мире. Материал Sika® FerroGard®-903 работает в соответствии с Принципами 9 (Катодный контроль) и 11 (Анодный контроль). Проведенные многочисленные исследования подтвердили эффективность данной технологии защиты от коррозии.

Последний международный отчёт, его можно найти в ведущих институтах мира, например, в университете Кейптауна (Южная Африка). В этом отчете показана высокая эффективность материала Sika® FerroGard®-903 в бетонах, подверженных карбонизации.

Британский центр строительных исследований BRE (Building Research Establishment) показал эффективность материала Sika® FerroGard®-903 в конструкциях, работающих в условиях высокой концентрации хлора. Программа по исследованию Sika® FerroGard®-903



в рамках данного проекта длилась более 2,5 лет (BRE 224-346A).

В 2002 году стартовал Европейский проект SAMARIS, который является частью исследовательского проекта Европейского Сообщества: Новые материалы и достижения для дорожной инфраструктуры (Sustainable and Advanced Materials for Road Infra-Structure).

В проекте проводятся испытания новейших технологий по обслуживанию конструкций из железобетона.

Все перечисленные отчёты и проекты содержат заключение о том, что материал Sika® FerroGard®-903 является экономичным методом по защите от коррозии.

Ускоренные испытания на стойкость к атмосферным воздействиям



■ Материалы SikaGard® для защиты от карбонизации испытывают на проницаемость паров воды и углекислого газа (по показателям диффузии) по ускоренной методике для этого свеженанесённые покрытия подвергают воздействию ускоренных климатических

Дополнительные испытания гидрофобной пропитки

В дополнение к Европейскому стандарту EN 1504-2, характеристики по прониканию гидрофобных пропиток в бетон измеряют по перемещению концентрационного профиля воды в теле бетона (например, в бетонном керне, расстояние от поверхности в мм). Таким образом, можно различить максимальную глубину проникновения пропитки и эффективность работы материала. Глубину проникновения (фактическое количество активного ингредиента) определяют в лаборатории при помощи FT-IR анализа. Эти значения отражают минимальное содержание гидрофобных частиц и могут быть использованы при оценке качества на объекте.



испытаний в течение 10 000 часов (это соответствует 15 годам естественных испытаний). Только такой метод лабораторных испытаний может дать информацию о поведении материала в течение длительного времени.

■ Материалы и системы SikaGard®, способные перекрывать трещины, испытываются на стойкость по механическим характеристикам при низких температурах (до -20°C).

■ Покрытия SikaGard® сохраняют свои свойства в течение длительного времени, в то время как другие, так называемые «защитные» покрытия, перестают обеспечивать какую-нибудь защиту.

Примеры работ по ремонту и защите железобетона, выполненных материалами Sika®



Коммерческие здания

Дефекты:	Решения Sika®*
■ Отслоения и сколы на бетоне	■ Нанесение бетонной смеси или ремонтного раствора вручную или торкретированием Sika® MonoTop®-352 N Добавки для бетона Sikament®
■ Открытая арматура	■ Защита арматуры от коррозии Sika® MonoTop®-910
■ Внутренняя арматура	■ Защита арматуры при помощи нанесения ингибитора коррозии Sika® FerroGard®-903
■ Трещины	■ Для неподвижных трещин Sika® MonoTop®-723 N ■ Для волосяных трещин SikaGard®-550 W Elastic
■ Защита бетона	■ Покрытия для защиты бетона SikaGard® ElastoColor 675 W SikaGard®-700 S
■ Швы	Sikaflex®-AT Connection



Мосты

Дефекты:	Решения Sika®*
■ Отслоения и сколы на бетоне	■ Нанесение бетонной смеси или ремонтного раствора вручную или торкретированием Sika® MonoTop®-412 N или SikaCem®-Gunit 133 Добавки для бетона Sika® ViscoCrete®
■ Открытая арматура	■ Защита арматуры от коррозии SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® , Sikadur®-32 при наличии агрессивной среды
■ Внутренняя арматура	■ Защита арматуры при помощи нанесения ингибитора коррозии Sika® FerroGard®-903
■ Трещины	■ Для неподвижных трещин Sika® MonoTop®-723 N ■ Для волосяных трещин SikaGard®-550 W Elastic ■ Трещины с раскрытием более 0,3 мм Sikadur®-52 Injection
■ Защита бетона	■ Покрытия для защиты бетона SikaGard®-680 S SikaGard®-706 Thixo ■ Гидроизоляционный слой: Sikalastic-822
■ Швы	Sikadur® Combiflex® System



Дымовые трубы и градирни

Дефекты:	Решения Sika®*
■ Отслоения и сколы на бетоне	■ Нанесение бетонной смеси или ремонтного раствора вручную или торкретированием Sika® MonoTop®-412 NFG или SikaCem®-Gunit 133 Добавки для бетона Sika® ViscoCrete®
■ Открытая арматура	■ Защита арматуры от коррозии SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® при наличии агрессивной среды
■ Внутренняя арматура	■ Защита арматуры при помощи нанесения ингибитора коррозии Sika® FerroGard®-903
■ Трещины	■ Для неподвижных трещин SikaGard®-720 EpoCem ■ Для волосяных трещин SikaGard®-550 W Elastic ■ Трещины с раскрытием более 0,3 мм Sika® Injection-451
■ Защита бетона	■ Покрытия для защиты бетона Sikagard®-720 EpoCem® Sikagard®-680 S SikaCor® EG 5 (стандартные авиапредупреждающие цвета)
■ Швы	Sikadur® Combiflex® System

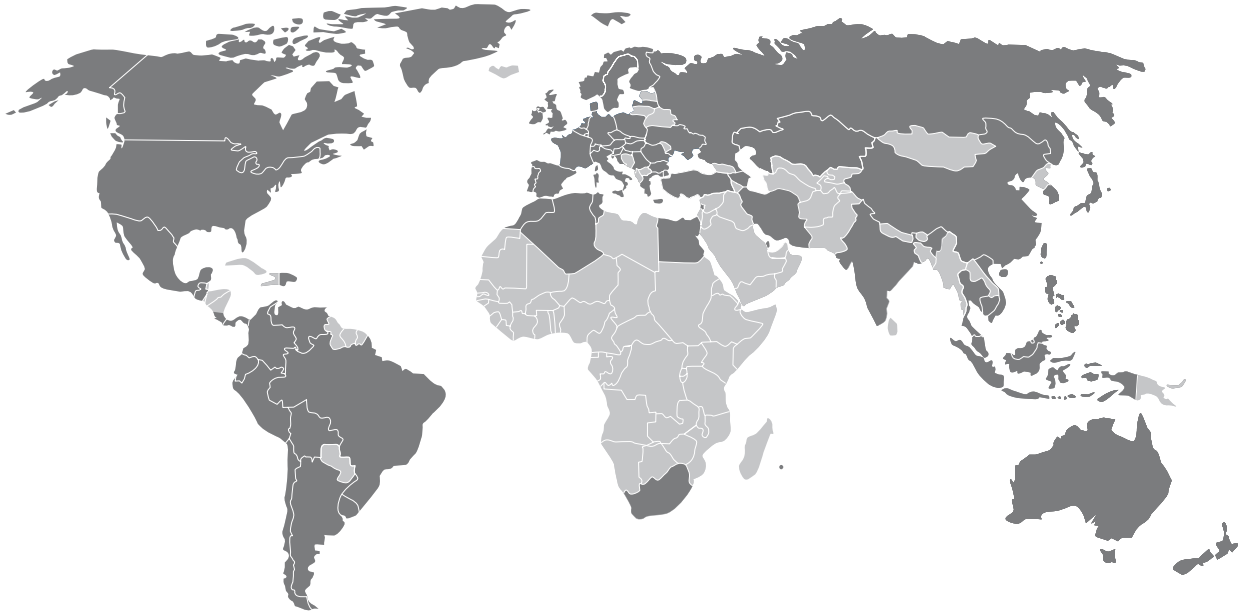


Станции по очистке сточных вод

Дефекты:	Решения Sika®*
■ Отслоения и сколы на бетоне	■ Нанесение бетонной смеси или ремонтного раствора вручную или торкретированием Sika® MonoTop®-412 N Добавки для бетона Sika® ViscoCrete®
■ Открытая арматура	■ Защита арматуры от коррозии SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® , Sikadur®-32 при наличии высокоагрессивной среды
■ Трещины	■ Для неподвижных трещин SikaGard®-720 EpoCem ■ Для волосяных трещин Sikafloor®-390 Thixo ■ Трещины с раскрытием более 0,3 мм Sika® Injection-201
■ Защита бетона	■ Покрытия для защиты бетона SikaGard®-720 EpoCem® SikaCor® Poxitar F
■ Абразивный износ	Sika® Abraroc®
■ Швы	Sikadur® Combiflex® System

* Возможны и другие решения Sika®, пожалуйста, ознакомьтесь с соответствующей технической документацией или обратитесь к нам.

Ремонт и защита железобетона материалами Sika® в соответствии с Европейским стандартом EN 1504



Sika® — международный концерн, работающий в области специальной и строительной химии. Дочерние компании концерна по производству, продаже и технической поддержке представлены в 80-ти странах мира. Компания Sika® является мировым лидером на рынке материалов для гидроизоляции, герметизации, склеивания, звукоизоляции, усиления конструкций и защиты зданий и инженерно-технических сооружений.

В дочерних компаниях Sika® работают свыше 11 000 человек. Мы всегда готовы содействовать успеху всех своих партнеров — поставщиков и заказчиков.

