



Материалы Sika для дымовых труб и градирен из железобетона

Руководство для инженеров-проектировщиков



Дымовые трубы и воздействие на них

Уходящие в небо дымовые трубы и гигантские градирни – неотъемлемая картина современных промышленных городов. Эти сооружения выделяют в особую группу и строят специализированные организации в соответствии с разработанными строительными нормами.

Для облегчения конструкции дымовые трубы и градирни строят без дополнительной внешней защиты – только высококачественная стальная арматура и кислотостойкий бетон высокой прочности минимальной толщины.

Долгие годы дымовые трубы строили из готовых железобетонных элементов, позднее стали отливать на месте, используя методы скользящей опалубки.

К сожалению, оба метода строительства, даже при наличии жесткого контроля качества, не защищали от проблем, возникающих в ходе строительства, причина которых тесно связана с особенностями конструкции этих сооружений (очень высокие и тонкостенные).

Проблемы строительства труб методом сборки ЖБИ были связаны с повреждением на объекте некоторых железобетонных элементов, смещением и образованием полостей при их установке, нарушениями требований стандарта по толщине при выполнении ремонтных и подливочных работ.

Конструкция труб затрудняла также работы по уплотнению высокомарочных бетонных смесей и уходу за бетонной смесью залитой непосредственно на объекте.

Коррозию наружной поверхности дымовых труб вызывают агрессивные компоненты естественной среды: углекислый газ (карбонизация) и хлориды воздуха (хлоридная коррозия); многократно повторяющиеся природные циклы – намокание \ высушивание, замораживание \ оттаивание; перепады температур – день \ ночь; эрозия бетона от воздействия потоков ветра и техногенные факторы - дымовые газы и специфические агрессивные компоненты воздуха промышленных зон и энергетических станций.

Степень воздействия на наружные поверхности трубы зависит от высоты самой трубы и высоты дымовых труб, расположенных рядом.

Специфическая внутренняя структура поверхности дымовой трубы (для удаления конденсата) в большей степени защищает ее от коррозии, чем наружные поверхности.



На современных энергетических станциях и в промышленных зонах дымовые трубы близко размещают друг к другу, поэтому негативное воздействие на их наружные поверхности взаимно усиливается.

Наиболее сильное разрушение бетона вызывают присутствующие в дымовых газах, оксиды серы (SO_2) и азота (NO_x). Даже небольшие концентрации этих оксидов в дымовых газах, оставшиеся после очистки на современных установках по десульфированию (FGTS), приводят к значительным повреждениям.

Наружную поверхность дымовых труб в зависимости от степени агрессивного внешнего воздействия и других опасных факторов делят на несколько зон.



Предупреждающая раскраска Зоны 1 для самолетов, выполненная полиуретановым финишным покрытием **SikaCor EG 5** с высокими защитными свойствами.

Зона 1:

Верхняя часть или оголовок дымовой трубы и прилегающая к ней часть (0,2 – 1,0 диаметра трубы, не менее 5 м)

- Высокий уровень воздействия дымовых газов
- Большой перепад температур (нагрев от солнца и дымовых газов)
- Сильное воздействие ветра и неблагоприятных погодных факторов (углекислый газ и хлориды воздуха)
- Высокий риск образования конденсата
- Агрессивное воздействие частичек пепла

Зона 2:

Средняя часть трубы от 5 до 30 – 50 м (в зависимости от диаметра трубы)

- Средняя степень воздействия дымовых газов (высокое содержание в атмосфере углекислого газа от дыма расположенных рядом труб)
- Средние колебания температур (нагрев от солнца и от дымовых газов)
- Среднее воздействие ветра и неблагоприятных погодных факторов (возможно воздействие хлоридов, содержащихся в воздухе)
- Средняя степень образования конденсата

Зона 3:

Нижняя часть трубы (остальная часть трубы до земли)

- Воздействие атмосферы промышленных зон
- Дожди и неблагоприятные погодные факторы (возможно ускорение карбонизации под воздействием окружающих факторов и сооружений)



Примечание: При близком расположении дымовых труб области Зоны 1 и 2 увеличиваются.



Цветная разметка зон наружной поверхности дымовых труб защитным покрытием SikaGard® 680 S

Градирни и воздействие на них



Взаимное усиление агрессивных воздействий на поверхности градирен и дымовых труб при их близком расположении друг к другу.

Градирни используются для охлаждения воды. Размер градирни зависит от способа охлаждения воды. Наиболее экономичными считаются градирни с естественной системой вентиляции воздуха. Такие градирни представляют собой гигантские сооружения. В настоящее время строят также небольшие градирни с искусственной системой вентиляции или гибридные градирни, в которых сочетаются естественная тяга и механическая система вентиляции. Большая часть этой брошюры посвящена большим градирням с естественной тягой воздуха.

Гигантские железобетонные градирни с естественной тягой строят такими же высокими, как и дымовые трубы, а некоторые - даже выше. Особенность этих сооружений связана с их назначением - при гигантской площади поверхности масса конструкций очень маленькая.

В отличие от дымовых труб и внутренняя, и наружная поверхности градирни подвергаются агрессивному воздействию.

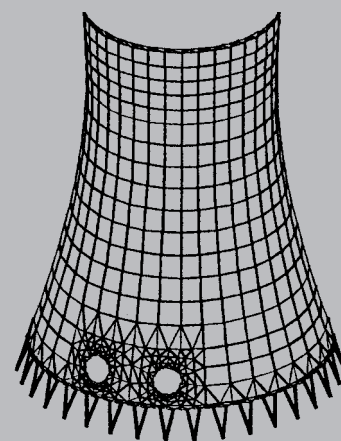
Внутренняя поверхность градирен за счет дополнительных агрессивных воздействий конденсата нуждается в большей защите, чем наружная.

Агрессивное воздействие на наружные поверхности

Агрессивные факторы внешней среды обычно равномерно разрушают наружную поверхность градирни, однако, из-за возможных колебаний толщины существует риск трещинообразования стен. Более того, эта вероятность усиливается за счет близкого расположения других градирен и дымовых труб и сильных перепадов температур на поверхности градирни.

Классификация агрессивных воздействий

По степени внешнего воздействия наружные поверхности градирен также как и поверхности дымовых труб делят на три зоны:



Зона 1:

Участок от самого верха градирни вниз примерно на 5 м, (ширина зоны зависит от высоты и диаметра сооружения).

Зона 2:

Средняя часть, от нижней отметки 1 зоны (~ 5 м от верха) вниз на 30 – 50 м (ширина зоны зависит от диаметра и высоты сооружения).

Зона 3:

Остальная часть поверхности, обычно она составляет примерно 70% от общей площади поверхности.

Агрессивное воздействие на внутреннюю поверхность градирни

Внутренняя поверхность градирни такая же огромная как и внешняя и тоже подвергается агрессивному воздействию среды.

Сочетание высокой температуры, влажности и УФ облучения ускоряет процессы карбонизации, рост микроорганизмов (плесени, зеленых водорослей, лишайников) и других видов разрушения бетона.

Для защиты поверхности компания **Sika®** предлагает специальные защитные системы на основе эпоксидных смол.

Компания **Sika®** надежный партнер всем инженерам-новаторам, подрядчикам и поставщикам оборудования.

Компания **Sika®** производит уникальные материалы для этих очень специфических объектов и полностью удовлетворит любые требования по их защите и ремонту.

Уровень воздействия на внутреннюю поверхность и степень возможного разрушения различных зон в первую очередь зависит от расположения и направления выхода дымовых газов. Обычно существует три типа выбросов дымовых газов: горизонтальный на низком уровне, вертикальный на низком уровне и вертикальный на высоком уровне.

Вторым немаловажным фактором является оснащенность градирни современной системой десульфирования дымовых газов (FGDS), которая позволяет значительно снизить, а в некоторых случаях может практически полностью ликвидировать агрессивное воздействие компонентов дыма на бетон и понизить их кислотность.

Нельзя забывать, что градирни имеют достаточно большое открытое пространство сверху, поэтому часть её внутренней поверхности подвергается воздействию прямого солнечного света.

Для ремонта внутренних поверхностей таких сооружений требуется специальное оборудование и особые материалы.



УФ- излучение очень агрессивно по отношению к большинству покрытий на эпоксидной основе, которые идеально подходят для защиты поверхностей от различных химических воздействий в затененных местах. Для защиты внутренней поверхности градирни от химических агрессивных воздействий и УФ-лучей применяются системы специальных материалов.

Суммарное воздействие на внутреннюю поверхность также зависит от дневного положения солнца, направлений потоков ветра и дыма (снижение ультрафиолетовой радиации при усилении вредного воздействия дымовых газов на контактирующие поверхности). Естественно, это воздействие снижается по направлению к подошве градирни.

Самые верхние зоны поверхности дымовых труб и градирен подвергаются максимальному воздействию перепадов температуры и естественно в большей степени склонны к разрушению и трещинообразованию бетона.

Верхняя часть внутренней поверхности подвергается агрессивному воздействию дымовых газов, перепадам температур, химическому воздействию, усиленному облучению УФ-лучами солнца.



Ключевые стадии технологии ремонта бетона

Качественный ремонт и защита от коррозии и агрессивного химического воздействия на бетонные поверхности дымовых труб и градирен всегда требует проведения предварительного тщательного обследования.

Обследование и даже некоторые ремонтные работы отдельных зон наружной поверхности дымовых труб и градирен могут производиться без остановки их работы. Но обследование и работы в Зоне 1 наружной поверхности и на большей части внутренней поверхности градирен, которые активно участвуют в процессе выработки электроэнергии, должны проводиться во время плановых

остановок на сервисное обслуживание и реконструкцию.

Стоимость внеплановой остановки таких сооружений просто огромна*, так как требует применения целого комплекса мер, которые необходимо провести в национальной энергетической сети по перераспределению мощностей, а также других необходимых работ. Это обстоятельство всегда приводит к колоссальному психологическому давлению на компанию, производящую ремонт; поэтому необходимо произвести тщательное и полное профессиональное обследование, которое позволит в кратчайшие сроки и в полном объеме провести и завершить

работы по ремонту и защите бетона. Во всех других случаях получится только кратковременная и ложная экономия, которая может привести к разрушению сооружения с выходом из эксплуатации на длительный период времени или привести к гибели людей и повреждению окружающих конструкций.

Следующей стадией является разработка проекта ведения ремонтных работ с жестким контролем качества применяемых технологий и материалов, которые доказали свою эффективность на протяжении длительного времени и удовлетворяют всем требованиям нового европейского стандарта EN 1504-9.

Ключевые стадии технологии правильного ремонта:

1 Обследование сооружения

Заклучение после обследования сооружения квалифицированными специалистами должно включать: оценку состояния сооружения и его поверхности; видимые, невидимые и потенциальные дефекты.

2 Определение причин и степени разрушений бетона

Исследование сооружения и всех строительных элементов с учетом всех ранее выполненных работ по ремонту, плюс анализ и диагностика состояния для ответа на вопросы:

- Разрушения, вызванные внешними воздействиями на бетон (механическими, химическими или физическими факторами)
- Разрушения, вызванные коррозией арматуры бетона (карбонизация или коррозия в среде хлоридов и т.п.).

3 Ограничение выбора методов и целей по ремонту и защите

В распоряжении владельцев сооружения и инженеров всегда есть много решений по технологии ремонта.

Для ремонта и защиты дымовых труб и градирен наиболее важными факторами являются сложности обследования этих сооружений в будущем, возможности обрушения бетона и другие аварийные состояния.

Компания **Sika®** предлагает полный ассортимент материалов и систем, которые удовлетворяют любые требования по ремонту дымовых труб и градирен. Описаниям общих принципов ремонта и защиты дымовых труб и градирен будут посвящены последующие страницы данного буклета.

4 Выбор технологии ремонта и защиты. Принципы и методы

В соответствии с рекомендациями стандарта EN 1504-09 вначале определяют подходящие "Принципы" ремонта, а затем выбирают "Метод", обеспечивающий наилучшее выполнение задачи.

На основании этого отбора и в соответствии с рекомендациями EN 1504 части 2, 7 и 10 определяется список требований к материалам для ремонта. Стандарт EN 1504 дает рекомендации по подготовке и другим работам на объекте, включая контроль качества. Специфические условия работы на таких громадных сооружениях и потенциальная опасность выполнения ремонтных работ, требует повышенной ответственности при выборе материалов для ремонта и их дополнительного тестирования.

5 Обслуживание в будущем

Необходимо составить график всех проектов по ремонту и реконструкции, а также последующих проверок и обслуживания. Во время проведения текущего ремонта обязательно делают детальную запись обо всех выполненных работах и использованных материалах.



Специалисты по ремонту и защите бетона во время обследования поверхности градири.

Принципы Европейского Стандарта EN 1504 и материалы компании Sika®

Компания Sika® является мировым лидером исследований, развития и производства материалов и систем для ремонта бетона всех типов зданий и сооружений.

Компания Sika® - мировой лидер по производству материалов строительной химии для ремонта и защиты бетона градирен и дымовых труб. Компания Sika® оказывает техническую поддержку по технологии применения материалов. Все предлагаемые материалы технологически адаптированы к требованиям, предъявляемым к градирям и дымовым трубам. Компания Sika® - надежный партнер инженерам, строителям и производителям специализированного оборудования для этих важнейших сооружений.

Компания Sika® предлагает различные технические решения и производит все необходимые материалы для ремонта и защиты бетона в соответствии с европейским Стандартом EN 1504. Технические решения и материалы компании Sika® позволяют выполнять работы по ремонту и защите бетона в различных зонах агрессивного воздействия на бетонные сооружения, с разной степенью повреждений и в любых климатических условиях самых разных точек планеты.

Компания Sika® предлагает полный пакет документации владельцам дымовых труб и градирен, инженерам и подрядчикам для правильного выбора Принципов, Методов и материалов, применяемых для ремонта.

Опытные сотрудники отдела технической поддержки компании Sika® всегда готовы провести обучение инженеров и строителей по применению технологий и материалов на строящихся и ремонтируемых объектах.



Все материалы Sika® проходят жесткое тестирование в независимых лабораториях разных стран и получают необходимые подтверждения и сертификаты. Такой подход компании Sika® гарантирует максимальную надежность и безопасность для всех участников этого проекта. Компании Sika® имеет большой список объектов успешно выполненных в различных странах мира.

Технологии и материалы компании Sika® позволяют удовлетворить все специфические требования при реконструкции каждой отдельной дымовой трубы или градири независимо от наличия и степени повреждений, возможных будущих агрессивных воздействий или местоположения на планете.

Современные технологии и системы компании Sika® для ремонта и защиты не только гарантируют долговечность сооружениям, но и открывают возможности для творчества.

В соответствии с требованиями стандарта EN 1504-9 близкорасположенные дымовые трубы и градири при ремонте нуждаются в более надежной защите бетона.



Оценка типичных причин и последствий от разруше

Химическое воздействие

- Агрессивные дымовые газы
- Воздействие кислоты конденсата



Сильная коррозия бетона и внутренней стальной арматуры из-за неправильного использования ремонтных материалов.

Разрушения, вызванные дефектами бетона или химическим воздействием

Физическое воздействие

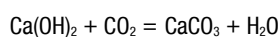
- Трещинообразование за счет не соответствия коэффициентов линейного расширения разнородных материалов
- Трещинообразование за счет перепада температур (день /ночь, освещенная/не освещенная солнцем сторона и др.)
- Воздействие циклов замораживания / оттаивания
- Трещинообразование, вызванное усадкой свежееуложенного бетона
- Эрозия бетона



Дымовые трубы, освещенные прямыми лучами солнца и подверженные воздействию потоков горячих дымовых газов, демонстрируют важность фактора тепловых воздействий на состояние бетона градиентен и дымовых труб.

Карбонизация

■ Карбонизация бетона вызвана наличием в атмосфере воздуха углекислого газа (снижение защитной функции бетона по отношению к стали, за счет уменьшения щелочности бетона).



Углекислый газ атмосферы активно проникает в тело бетона, взаимодействует с водой в порах бетона с образованием угольной кислоты, которая в свою очередь реагирует с гидроксидом кальция с образованием карбоната кальция. Указанная реакция сопровождается значительным снижением щелочности бетона и его защитных функций по отношению к стальной арматуре, вызывая начало коррозии стали.



Разрушение поверхности гравитации, вызванное карбонизацией бетона.

Разрушения, вызванные коррозией стальной арматуры

Хлориды, карбонизация и воздействие кислотных газов

■ В этих сооружениях коррозия арматуры также может возникать из-за воздействия хлоридов, содержащихся в морской атмосфере. Однако, наиболее часто коррозию стальной арматуры вызывают агрессивные воздействия дымовых газов в сочетании с карбонизацией бетона. Результатом этих воздействий является ускоренная коррозия арматуры и эрозия бетона.



Ускоренная коррозия арматуры и эрозия бетона в зоне воздействия кислотных дымовых газов.

Ремонт и защита бетона

Удаление разрушенного бетона

Первым этапом подготовительных работ на объекте является удаление разрушенного бетона и очистка стальной арматуры от следов коррозии.

В большинстве случаев подготовительные работы начинают с очистки бетонной поверхности (обычно работы ведут сверху вниз). Подготовительные работы позволяют удалить все слабые места, загрязнения поверхности и разрушенные области бетона.

Удаление бетона должно быть минимизировано, особенно если это касается здорового бетона. При наличии коррозии арматуры - место на стержне арматуры, поврежденного коррозией, полностью обнажают по длине и периметру. Для облечения очистки поверхности арматурного стержня от следов коррозии и последующей ее защиты необходимо убрать слой бетона от пятна коррозии на расстояние равное диаметру стержня плюс 1,5 см.

При выполнении таких работ на относительно тонкослойных градириях необходимо использовать только острый инструмент или аппараты для очистки водой высокого давления. Такая технология используется для предотвращения непреднамеренного пробивания отверстий в стене градири.

Удаление разрушенного бетона с внутренней поверхности градири.



Удаление разрушенного бетона в местах, отмеченных в ходе предварительного обследования.

Если сооружение находится вблизи моря (расстояние до моря может быть значительным, все зависит от высоты сооружения и господствующих ветров), то атмосфера воздуха сильно загрязнена хлоридами, и бетон подвергается интенсивной хлоридной коррозии, в этом случае бетон и стальную арматуру вначале обязательно промывают чистой пресной водой для удаления хлоридов.

Очищенная и подготовленная поверхность должна быть обеспылена и очищена от любых загрязнений.

Вся арматура сооружения, поврежденная коррозией, должна быть очищена от следов ржавчины. Обычно очистку производят до чистоты поверхности металла эквивалентной Sa 2,5 (не более 5% ржавчины), международный стандарт ISO 8501-01.

Для очистки поверхности можно использовать любой способ, но при больших площадях поверхности на градириях обычно рекомендуют метод пескоструйной очистки, как наиболее эффективный и быстрый.

Работы по очистке и подготовке поверхности должны производиться в соответствии с рекомендациями стандарта EN 1504-10, раздел 7. Всю необходимую дополнительную информацию по этому виду ремонтных работ Вы можете получить в соответствующих разделах стандарта EN 1504-10.

Стальная арматура поврежденная коррозией после удаления слоя бетона.



Подготовка арматуры бетона для правильного выполнения работ по защите арматуры от коррозии.



Защита стальной арматуры

Арматура, поврежденная коррозией

Поврежденную коррозией арматурную сталь вначале очищают от следов ржавчины, а затем покрывают защитным покрытием. Основная задача этого защитного покрытия состоит в защите поверхности стали от блуждающих и индукционных токов, возникающих между арматурой и телом бетона.

Компания **Sika®** производит несколько видов материалов для этих целей. Не смотря на разнообразие видов, в составе всех этих материалов обязательно присутствуют активные ингибиторы коррозии. При выборе конкретного материала необходимо учитывать уровень химического воздействия на арматуру конструкции, объем ремонта бетона и стальной арматуры.

При больших объемах работ, наиболее часто встречающихся при ремонте градиен, рекомендуется материал:

Sika® MonoTop® 910, а также другие однокомпонентные ремонтные составы системы **Sika® MonoTop®**.

Для создания надежной защиты от проникновения ионов хлора применяется ремонтный раствор **SikaTop® Armatec 110® EpoCem®** совместно с другими ремонтными системами **Sika®**.

Эти покрытия наносят на все области арматуры, поврежденные коррозией и на прилегающие к ним участки здоровой стали и бетона.

Работы по защите стальной арматуры выполняют в соответствии со стандартом EN 1504-9 Принцип 11 (CA): Контроль Анодных областей: Метод 11.2. Активные защитные покрытия арматуры железобетонных конструкций.

Защита стальной арматуры, неповрежденного бетона

Дополнительная защита необходима и для стальной арматуры бетона, которая не подвергается непосредственному агрессивному внешнему воздействию, но которая может подвергаться коррозии, например, в результате карбонизации. Такую защиту обеспечивают при помощи ингибиторов коррозии системы **Sika® FerroGard®**.

Материалы **Sika® FerroGard®** с аминными ингибиторами коррозии обеспечивают двойную защиту стальной арматуры, т.к. защищают анодные и катодные области поверхности и тела бетона.

Материалы **Sika® FerroGard®** способствуют формированию мономолекулярной пассивирующей оксидной пленки на поверхности

стали, которая защищает сталь от любых электрохимических реакций, возникающих между арматурой и телом бетона.

Ингибиторы **Sika® FerroGard®** могут наноситься на поверхность бетона как, например, в случае проникающей пропитки **Sika® FerroGard® 903**. Для предотвращения или сильного снижения в будущем коррозии стальной арматуры этот материал можно нанести на отремонтированные и старые (без ремонта) поверхности бетона.

Ингибиторы **Sika® FerroGard®** также используются в виде добавок к бетонам или ремонтным растворам - **Sika® FerroGard® 901**.

Работы по защите арматуры от коррозии должны выполняться в соответствии со стандартом EN 1504-9 Принцип 11 (CA): Контроль Анодных областей: Метод 11.3. Нанесение ингибиторов коррозии на поверхность бетона или в качестве добавки в бетонную смесь.

Стальная арматура, обработанная и защищенная ремонтным раствором Sika® MonoTop® 610, подготовлена для производства последующих работ.



Ремонт и защита бетона

Замена и ремонт разрушенного бетона

Компания Sika® производит полный ассортимент материалов для ремонта, восстановления и/или замены областей разрушенного бетона, позволяющих полностью восстановить свойства конструкции. В эту группу материалов входят цементные составы, цементы, модифицированные полимераи или продукты на основе эпоксидных смол. Выбор подходящего материала определяется требованиями, предъявляемыми к конкретному материалу и методом проведения ремонтных работ. Все материалы выпускаются в соответствии со стандартом EN 1504-9 Принцип 3 (CR): Восстановление бетона в соответствии со стандартом EN 1504-3 Класс R4.

Нанесение ремонтных растворов вручную

Компания Sika® производит большое количество готовых сухих смесей и систем для локального ремонта, которые наносятся вручную. Сюда входят и химически стойкие материалы для защиты от агрессивного воздействия кислотных газов и жидкостей.

К сухим смесям, предназначенным для нанесения ручным способом относят:

- **Sika® MonoTop®** - однокомпонентные готовые ремонтные сухие смеси на минеральной основе, модифицированные полимераи.



Ремонтный раствор Sika® MonoTop, нанесенный вручную.

- **Sikadur®** - готовые, химически стойкие наполненные растворы на основе эпоксидных смол.

Ремонт методом заливки

Такой метод ремонта применяют для замены больших объемов бетона, поэтому он часто используется при восстановлении больших площадей дымовых труб или градирен.

Метод заливки просто незаменим при выполнении ремонтных работ по восстановлению поддерживающих опор и бетонных работах в труднодоступных местах или зонах с густым армированием.

Высокая подвижность подливочных растворов и способность хорошо заполнять самые неудобные места – наиболее важное требование к этим материалам.

Высокие требования также предъявляют к отсутствию термических и усадочных трещин при заливке в опалубку с большим сечением.

Подливочные ремонтные составы после отверждения должны полностью заполнять нужный объем без поправки на неудобства точки заливки и различные ограничивающие факторы, такие как густое армирование, и, конечно, формировать на открытых участках ровную гладкую поверхность (без образования трещин).

Компания Sika® предлагает следующие

технологии, системы и материалы для ремонта методом заливки:

- **Sika® MonoTop®** - системы однокомпонентных готовых ремонтных сухих смесей на минеральной основе, модифицированных полимераи, литой консистенции.
- **SikaCrete® SCC** - технологии получения самоуплотняющихся бетонов в виде сухих смесей, модифицированных микрокремнеземом.
- **Sika® ViscoCrete®** - система добавок, используемая в новейшей технологии получения высокоподвижных самоуплотняющихся бетонных смесей, для замены бетона в больших объемах.
- **SikaRapid®** - система добавок для производства бетонов с высокой ранней прочностью, для бетонных работ при низких температурах.



Локальный ремонт наружной поверхности большой градири, выполненный с помощью сухих смесей для ручного нанесения.

Нанесение ремонтных составов методом торкретирования

Метод торкретирования особенно удобен при выполнении больших объемов ремонтных работ - нанесения дополнительной бетонной оболочки или в местах с затрудненными условиями для ремонта обычными методами заливки.

В настоящее время помимо оборудования для „сухого“ торкретирования, существуют машины для „мокрого“ торкретирования. Они менее производительны, но зато имеют меньший „отскок“ и меньше пыли при работе. Благодаря этим достоинствам, метод „мокрого“ торкретирования является более экономичным при небольших объемах работ или в зонах с повышенными экологическими требованиями.

При жестком контроле качества компания **Sika®** выпускает сухие смеси для машинного нанесения ремонтных составов «сухим» и «мокрым» методами торкретирования.

Наиболее важными критериями оценки материалов для торкретирования являются минимальный „отскок“, прочностные характеристики, а также толщина наносимого слоя, при котором не происходит его оползание (тискотропные характеристики материала).



Поддерживающие опоры сложной формы, отремонтированные и усиленные с помощью **SikaCem-Gunitite 133**.



Оборудование **SikaAliva** для „сухого“ торкретирования в процессе нанесения **SikaCem-Gunitite 133** внутри градирни.

Не менее важными параметрами являются требования по минимизации затрат на финишную обработку и необходимость ухода за материалом, связанные с особенностями таких сооружений.

Для повышения долговечности материалов **Sika®**, наносимых торкретированием, используются модифицированные полимером цементные составы с добавлением микрокремнезема. Эти материалы включают:

■ **Материалы для „сухого“ торкретирования** серии **SikaCem®** и **SikaCreate®** на основе модифицированных полимером сухих цементных смесей. Эти составы можно наносить на большие площади и подавать на высоту до 180 м с помощью специального оборудования. Это оборудование производит компания **SikaAliva**.

■ При выполнении больших объемов работ методом „сухого“ торкретирования можно использовать материал **SikaCem® Gunitite® 133**, который обладает высокой плотностью, низкой проницаемостью и позволяет регулировать такие физико-механические характеристики как прочность на сжатие, растяжение и модуль упругости.

■ **Материалы серии SikaCreate® и Sika® MonoTop®** для „мокрого“ торкретирования представляют собой модифицированные полимером сухие смеси на цементной основе.

■ Для проведения локального ремонта наилучшим образом подходит усиленная фиброй система **Sika® MonoTop® 412 N**, обладающая низкой усадкой и удобная в применении.



Нанесение торкрета на внутреннюю поверхность градирни в процессе ремонта.

Ремонт и защита бетона

Выравнивание и восстановление бетонной поверхности

Все Принципы ремонта, изложенные в стандарте EN 1504-9, включают операцию подготовки поверхности или нанесение материала. Эта операция является определяющей для нанесения и обеспечения правильной работы покрытия. Как правило, основание под покрытие должно быть не только чистым, но и ровным, не содержать поверхностных дефектов, в противном случае эти дефекты могут отразиться на его качестве. Как известно, большинство дефектов, которые возникают под действием химических агрессивных факторов еще до ремонта или из-за неправильной подготовки поверхности во время ремонта - являются открытыми воротами для проникновения агрессивных химических веществ под покрытие.

Подготовка поверхности и предварительная заделка таких дефектов совершенно необходимы для получения долговечных однородных и бездефектных защитных покрытий.

Системы материалов этого типа широко известны как выравнивающие и порозаполняющие растворы.

Выравнивающие составы для ремонта поверхностей должны обладать хорошей адгезией не только к основанию, но и ко всем последующим покрытиям.

Компания Sika® производит широкий ассортимент выравнивающих растворов и материалов для поверхностей дымовых труб и градилен.

Выравнивание наружных поверхностей в Зонах 2 и 3

В Зонах 2 и 3, имеющих большие площади поверхности, выравнивающий раствор наносится методом торкретирования. Для обеспечения правильности нанесения защитных покрытий, особенно в зонах с измененным (завышенным) профилем бетона, проводят подготовительную очистку поверхности до степени очистки OS2. К сожалению, при ремонте таких сооружений всегда существует вероятность сохранения неравномерной поверхности структуры бетона и его толщины.

Для обеспечения долговечной защиты Зон 2 и 3 дымовых труб и градилен используют гидрофобные пропитки и защитные выравнивающие покрытия системы **SikaGard®** (см стр. 16).

Для этих целей также подходят **SikaGard® MonoTop® 620** (экономичные модифицированные полимером системы на цементной основе).

Выравнивание наружной поверхности в Зоне 1 и внутренних поверхностей

SikaGard® 720 EpoCem - тонкослойный выравнивающий раствор на основе эпоксидных смол и цементных вяжущих. Материал **SikaGard® 720 EpoCem** сочетает в себе достоинства эпоксидных и цементных материалов. Строительный раствор **SikaGard® 720 EpoCem** не нуждается в дополнительном уходе, допускает нанесение паронепроницаемых износостойких, химически стойких покрытий через короткий промежуток времени. Эти характеристики особенно важны в Зоне 1 на наружных и внутренних поверхностях, которые подвергаются агрессивному химическому воздействию, а также в Зонах 2 и 3 при необходимости.



Защитные покрытия



Локально отремонтированная поверхность. Слева – перед нанесением выравнивающего покрытия, справа – после нанесения выравнивающего покрытия.



Нанесение выравнивающего раствора **Sika® MonoTop 620** на предварительно отремонтированную поверхность бетона (локальный ремонт).



Поверхность бетона без выравнивающего и порозаполняющего покрытия.

Полностью выровненная поверхность, готовая для нанесения защитного покрытия.

Защита наружных поверхностей Зоны 1

Для получения высококачественных покрытий бетонную поверхность Зоны 1 необходимо выровнять и обработать порозаполняющим раствором. Покрытие **SikaGard® 720 EpoCem®** со своими уникальными свойствами идеально подходит для этих целей (см. стр. 14).

Для обеспечения длительного срока эксплуатации дымовых труб и градирен наружные поверхности подверженные наиболее сильным агрессивным воздействиям защищают системой покрытий с максимальной устойчивостью к агрессивным воздействиям. Систему материалов **Sika® Poxicolor®** применяют в качестве грунтовки и промежуточного покрытия на выровненных поверхностях с закрытыми порами. Этот материал представляет собой комбинацию высококачественных эпоксидных смол с низким содержанием органических растворителей. Затем на покрытие **Sika® Poxicolor®** наносят цветное покрытие **SikaCor® EG5** (минимум в два слоя). Полиуретановое финишное покрытие **SikaCor® EG5** проявляет устойчивость к агрессивным химическим воздействиям и УФ-лучам.

Покрытие **SikaCor® EG5** выпускают всех официальных предупреждающих цветов, используемых в международной авиации для безопасности полетов. Покрытие **SikaCor® EG5** применяют для окраски верха дымовых труб и градирен.

Поверхности, потенциально склонные к трещинообразованию, защищают эластичной системой покрытий **Sikafloor® 390** на основе эпоксидных смол, а затем наносят цветное покрытие **SikaGard® 393**. Компания **Sika®** предлагает покрытия всех предупреждающих цветов, официально используемых в авиации, с последующим нанесением эластичного полиуретанового покрытия (стойкого к УФ-лучам и химически стойкого).

Все материалы **Sika®** соответствуют требованиям стандарта EN 1504-2.



Авиационные предупреждающие цвета финишного покрытия **SikaCor EG 5** дымовой трубы в Зоне 1.



Защитные покрытия **Sika®** на наружной поверхности градирни (все Зоны).

Ремонт и защита бетона

Защитные покрытия и пропитки поверхности

Защита наружных поверхностей в Зонах 2 и 3

Гидрофобную пропитку бетонных поверхностей применяют для придания водоотталкивающих свойств поверхности. После пропитки поры бетона не заполняются полностью гидрофобным материалом, и поверхность продолжает «дышать» (сохраняется диффузия водяных паров).

Компания **Sika®** производит широкую номенклатуру гидрофобных пропиток и систем для защиты огромных площадей Зоны 2 и 3 от негативного воздействия воды, удовлетворяющих требованиям стандарта EN 1504-2.

Эти системы включают:

- Материалы серии **SikaGard®** на основе силиконов, силанов и силосанов для глубокого проникновения в тело бетона и придания водоотталкивающих свойств поверхности при сохранении паропроницаемости.
- Системы покрытий на основе акриловых смол **SikaGard® 680 S** блокируют поверхностные поры от проникновения воды в жидком агрегатном состоянии и углекислого газа, эффективно предупреждая процессы карбонизации при сохранении высокой диффузии водяных паров. Этот материал особенно подходит для применения в сложных погодных условиях (при высокой влажности и/или при низкой температуре).



Защитные покрытия **SikaGard®** позволяют изменять внешний вид сооружений, придавая им нестандартный вид.

- Системы гидроизоляции и защиты от карбонизации **SikaGard® 500** за счет своей эластичности хорошо перекрывают трещины основания, выдерживают температурные и динамические деформации в сооружении при сильных перепадах температур.

- Комбинация гидрофобных пропиток серии **SikaGard®** и системы покрытий **SikaGard® 680 S** для защиты от карбонизации.

Комбинированные системы защиты часто применяются на больших площадях нижних областей Зоны 3 дымовых труб и на наружных поверхностях градирен. Гидрофобная пропитка **SikaGard®** предотвращает проникновение воды за покрытие **SikaGard® 680 S** через поры, микротрещины и т.п. Если арматура бетона имеет достаточный по толщине защитный слой, то комбинированную систему можно использовать без предварительного выравнивания. Комбинированные системы защитных покрытий удовлетворяют классификации OS2 Немецких федеральных стандартов.



Промышленные альпинисты наносят **Sikagard -680 S**.



Наружные поверхности подвергаются воздействию дымовых газов от расположенных вблизи дымовых труб.

Защита внутренней поверхности градирни

Перед нанесением финишного защитного покрытия внутреннюю поверхность градирни и наружную поверхность Зоны 1 необходимо выровнять и нанести порозаполняющий раствор. Идеальным материалом для достижения этих целей на внутренней поверхности является система **SikaGard® -720 EpoCem®** (см. страницу 14 этого буклета).

Выбор системы и толщина внутреннего защитного покрытия зависит от наличия системы очистки (десульфирование) дымовых газов. Во всех случаях для защиты применяются одни и те же материалы, но при наличии системы десульфирования дымовых газов химическое воздействие будет более слабым и можно использовать однослойное покрытие **SikaGard® -253** (на водной основе) или **Icosit® 2406** (на основе органических растворителей). Эти окрашенные двухкомпонентные покрытия на основе химически стойких эпоксидных смол специально разработаны для таких целей.

Верхняя часть градирни находится под постоянным воздействием прямых и отраженных солнечных лучей, которые в сочетании с компонентами дымовых газов, особенно соединений азота (NO_x), каталитически ускоряют процесс старения полимерных покрытий. Для защиты поверхностей от каталитических факторов старения наносят один или два слоя системы **SikaGard®-253** или **Icosit® 2406**, а затем финишное химически стойкое полиуретановое покрытие **SikaGard® -363**, устойчивое к воздействию УФ - лучей (так же как и во внутренней Зоне 1).



Эпоксидное защитное покрытие **Icosit 2406**, обладающее способностью к герметизации поверхностных пор и высокой укрывистостью.



Нанесение защитного покрытия **Icosit 2406** из монтажной люльки.

Ремонт и защита бетона

Решения по ремонту трещин и швов

Из-за относительно малой толщины стенок и жестких условий работы бетон дымовых труб и градирен имеет склонность к образованию трещин. Ремонт градирен включает также ремонт и гидроизоляцию текущих трещин водосборного бассейна градирни.

Как известно, трещины в бетоне дают возможность агрессивным газам и жидкостям проникать непосредственно в тело бетона, разрушать его и стальную арматуру.

Перед началом ремонтных работ и работ по защите бетона проводят обследование, определяют природу и степень разрушения сооружения. Инспектор должен запротоколировать размеры и расположение всех трещин и швов в бетоне, выявить причины их образования и воздействия, которые они оказывают на стабильность, долговечность и функционирование сооружения.

Следующий этап - выбор наиболее подходящей технологии **Sika®** по герметизации трещин. Технологии **Sika® Injection** решают все эти задачи. Технологии **Sika®**

Injection включают материалы для инъектирования при высоком и низком давлении, используют различные типы оборудования в зависимости от предъявляемых к работам требований и материалов.

Компания **Sika®** производит синтетические смолы серии **Sika® Injection** различной вязкости, без растворителей, которые можно использовать в сухих и влажных условиях (по сухому и влажному бетону). Материалы **Sika® Injection** обладают высокой химической стойкостью и различаются проникающей способностью. Это позволяет подбирать инъекционный состав в зависимости от ширины и протяженности трещины.

Неподвижные трещины, образовавшиеся на стадии первичной усадки, требуют только полного заполнения подходящим ремонтным или выравнивающим материалом **Sika®**, как было показано на странице 14. Для ремонта поверхности с такими трещинами можно успешно применять любой выбранный метод подготовки поверхности.

Тонкие поверхностные трещины с раскрытием до 0,3 мм необходимо отремонтировать и герметизировать (стр. 19). Подвижки швов будут компенсированы эластичными покрытиями серии **SikaGard® -500 Elastic**.

Преобразование трещин в швы

Если инженеры - проектировщики определяют, что существующие трещины в конструкциях функционируют как деформационные швы, то эти трещины

необходимо герметизировать для предотвращения проникновения агрессивных веществ в тело бетона. Для герметизации можно применять шовные герметики серии **Sikaflex®** на основе однокомпонентных полиуретанов серии **Sika® AT** на основе специально разработанных полимеров, выдерживающих большие деформации швов, надежных, долговечных и удобных при нанесении.

Компания **Sika®** производит специальную систему для гидроизоляции швов - **Sikadur® Combiflex® System**. В состав системы входит эпоксидный клей **Sikadur®** и высоко-эластичная лента на основе модифицированного хайпалона. **Sikadur® Combiflex® System** предназначена для герметизации швов и трещин различной ширины и идеально подходит для экстремально широких и загрязненных остатками старых герметиков швов.

Sikadur® Combiflex® System обладает высокой химической стойкостью и выдерживает воздействие большого числа химикатов, включая дымовые газы.

Sikadur® Combiflex® System идеально подходит для применения в ответственной нижней части водосборного бассейна градирни.



Структурный ремонт трещин с восстановлением несущей способности инъекционными смолами **Sika® Injection**.



Герметизация трещины герметиком **Sikaflex®** с последующим нанесением защитного покрытия **SikaGard®-680 S**.



Структурное усиление

Анкеровка в бетон дополнительной арматуры или замена старой:

Подбор размера и конфигурации арматуры для армирования, а также мест анкеровки должны определяться инженером-проектировщиком. Места фиксации и/или анкеровки арматуры в теле бетона после проведения ремонта должны быть внесены в проект. Все работы по анкеровке должны выполняться в соответствии с рекомендациями стандарта EN 1504 часть 6 или подтверждаться результатами успешного прохождения технического контроля материалов, на которые не существует единого европейского стандарта (ETA).

Клеи **Sikadur®** имеют все необходимые сертификаты, полученные после многочисленных испытаний независимыми лабораториями, а также на реальных объектах энергетики и прилегающей инфраструктуры.

Система анкеровки **Sika® AncorFix®** включает в себя анкерочные адгезивы на эпоксидной и эпоксидно-акрилатной основе. Для удобства работ система упакована в картриджи.

Система анкеровки **Sika® AncorFix®-2** утверждена ETA для структурного усиления. Благодаря высокой скорости твердения, надежности и химической стойкости, система **Sika® AncorFix®-2** анкеровки идеально подходит для крепления дополнительной арматуры в конструкционном бетоне дымовых труб и градирен.



Ламели на основе углепластика **Sika® Carbodur® CFRP** приклеиваются на эпоксидный клей **Sikadur®** непосредственно на подготовленный отремонтированный участок наружной поверхности бетона градирни для повышения его несущей способности.

Внешнее усиление с помощью приклеиваемых ламелей:

Структурное усиление с помощью приклеивания ламелей выполняется в соответствии с действующими национальными стандартами и европейским стандартом EN 1504-4. Бетонные поверхности, на которые будут приклеиваться ламели на основе углепластика, должны быть тщательно очищены и подготовлены. Поверхность бетона должна быть очищена от слабо держащихся частиц, области поверхности с разрушениями, повреждениями или следами эрозии должны быть удалены и отремонтированы в соответствии с требованиями стандарта EN 1504, часть 10 раздел 7.2.4 и раздел 8.

В 1990 году компания **Sika®** начала работы с новейшими композиционными материалами на основе минеральных, полимерных и углеродных волокон. В настоящее время для структурного усиления наиболее часто используются эпоксидные ремонтные растворы **Sikadur®**, ламели из углепластика **Sika® Carbodur®** или холсты из углеродных волокон **SikaWrap®**, которые приклеиваются к бетонной поверхности эпоксидными клеями **Sikadur®**.



ТЭЦ-11 ОАО «Иркутскэнерго». Нанесение клеевого состава **Sikadur-330** на углеродные холсты **SikaWrap-530C** для усиления ствола дымовой трубы.

Предварительно напряженные ламели из углепластика Sika® CarboDur®:

Компания **Sika®** имеет огромный практический и лабораторный опыт работы с материалами для усиления конструкций, результатом этих работ стала новая разработка технологии пред- и пост- напряженных систем усиления с использованием ламелей **Sika® CarboDur®**. Эти технологии основаны на системах **Sika® LEOBA CarboDur® (SLC)** и **Sika® CarboStress®**.

Другая интересная техническая новинка в области усиления конструкций – это система **Sika® CarboHeater®**. Система **Sika® CarboHeater®** позволяет приклеивать углепластиковые ламели при низкой температуре и обеспечивает ускоренный набор прочности клея.

Таким образом, новая технология усиления конструкций **Sika® CarboHeater®** позволяет проводить работы по усилению за короткие промежутки времени (за ночь) при низких температурах (зимой).

Дополнительные решения от компании Sika®

Покрывтия для защиты стали от коррозии

Технологические перерывы в работе дымовых труб и градирен для профилактики и планового ремонта позволяют обновить или отремонтировать прилегающие к ним металлоконструкции и другое оборудование из металла.

В эту группу металлоконструкций и оборудования входят пути прохода людей, ограждения, емкости для воды и другие различные типы оборудования внутри сооружения или рядом с ними.

Стальные поверхности этой группы металлоконструкций и оборудования подвергаются самому агрессивному воздействию от дымовых газов, конденсата, ультрафиолетового излучения и неблагоприятных погодных факторов. Агрессивные воздействия на стальные поверхности также как и бетонные делают на 3 наружные зоны и внутреннюю поверхность градирни, размеры которых зависят от их месторасположения. Эти воздействия классифицируют как минимум "Тяжелое промышленное", в соответствии со стандартом ISO 12944, часть 2, поэтому для них требуется долговечная и эффективная защита от коррозии.

Долговечная защита от коррозии

Для обеспечения необходимого уровня защиты от коррозии поверхность стали должна быть подготовлена дробеструйной очисткой до чистоты поверхности Sa 2,5 по стандарту ISO 12944, часть 1.

Компания Sika® производит все необходимые материалы для надежной и долговечной защиты металлических конструкций, работающих в таких условиях. Материалы и системы Sika® имеют все необходимые сертификаты и подтверждения. Системы защиты от коррозии включают в себя активную грунтовку, промежуточное и финишное



Системы защитных покрытий оборудования **SikaCor®** (для стали) и **Sikafloor®** (для бетона) на территории электростанций.

покрытие и полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к таким сооружениям. Материалы могут наноситься в заводских условиях и/или непосредственно на объекте.

В группе защитных покрытий **SikaCor®** имеются материалы для нанесения непосредственно на поверхность оцинкованной стали и/или алюминия:

- Для защиты специального оборудования и деталей строений из стали, подверженных интенсивному химическому воздействию среды в этих экстремальных условиях специально разработана система **Sika® Poxitar®** (на основе смеси эпоксидных смол).

- Для защиты конструкционной стали и специального оборудования, работающего в условиях химического воздействия нормальной промышленной атмосферы разработана система **Sika® Poxicolor®** (на основе смеси эпоксидных смол).

- Для защиты стальных поверхностей эксплуатируемых с очень высокой нагрузкой от воздействия химикатов, УФ-излучения и высокими требованиями к внешнему виду разработана система **SikaCor® EG** с полиуретановым финишным

покрытием **SikaCor® EG 5**.

Система **SikaCor® EG** эффективно используется во многих странах мира для долговечной защиты конструкций, работающих в подобных условиях.



Покрытие **SikaCor®** для долговременной защиты от коррозии оборудования.



Лестница из оцинкованной стали с защитным покрытием **SikaCor®** (без грунтовок).

Строительство и защита новых сооружений

Защитные покрытия новых железобетонных конструкций дымовых труб и градирен увеличивают долговечность сооружений. "Предупредить лучше, чем ремонтировать," - это актуально для дымовых труб и градирен.

В настоящее время дымовые трубы и градирни строятся в основном методом скользящей опалубки. Метод скользящей опалубки - это почти непрерывно чередующиеся процессы сборки опалубки, заливки стальной арматуры бетонной смесью, отделения и перемещения опалубки. Бетонная смесь практически непрерывно подается в скользящую опалубку, поэтому высокое качество сооружения можно обеспечить только при использовании высокоподвижных бетонных смесей с высокой ранней прочностью, которые можно укладывать при густом армировании и которые обеспечат высокую скорость перемещения опалубки.

Высокотехнологический бетон

Получение такого высокотехнологичного бетона возможно только при использовании технологии суперпластификаторов **Sika® ViscoCrete®** и **Sika®-Rapid®**. Только новые технологии компании **Sika®** позволят получить необходимую консистенцию бетонной смеси и требуемые физико-механические характеристики по набору прочности для любой климатической зоны мира. Только новые технологии

компании **Sika®** гарантируют высокое качество бетонных сооружений в разных географических зонах, круглогодично, без дорогостоящих зимних перерывов. Для получения плотной поверхности бетона с закрытыми порами и максимальной долговечностью необходимо обеспечить правильный уход за свежесуложенным бетоном. Технология строительства с применением скользящей опалубки затрудняет традиционные методы ухода за свежесуложенным бетоном. Из-за слишком быстрого высыхания поверхность бетона снижается поверхностная прочность, увеличивается пористость и, следовательно, повышается риск появления поверхностных трещин и снижения долговечности сооружения.

Защита бетона

Компания **Sika®** предлагает новое решение этой проблемы - нанесение защитного покрытия на бетонную поверхность сразу после снятия опалубки. Эти покрытия отличаются от обычных средств по уходу за бетоном. Компания **Sika®** предлагает два типа специальных защитных покрытий для свежесуложенного бетона (первый и грунтовочный слой): физически твердеющие покрытия на акриловой основе **SikaGard®-680 S** для наружных Зон 2 и 3 и химически твердеющие покрытия на эпоксидной основе **SikaGard®-200** для наружных поверхностей в Зонах 1 и внутренней поверхности градирен. Секрет успеха новой технологии **Sika®** - высокая проникающая способность, устойчивость и долговечность защитных

покрытий в условиях высокой влажности. В настоящее время технология защиты свежесуложенного бетона широко известна под названием прямой уход за бетоном. Нанесение покрытий на ранней стадии строительства позволяет бетону набрать максимальную прочность и защищает его от ранней карбонизации.

Наружные поверхности Зон 2 и 3. Нанесение защитных покрытий на начальных этапах строительства:

Для защиты бетона от карбонизации и воздействия УФ-лучей применяются однокомпонентные пигментированные, системы водоотталкивающих покрытий **SikaGard®-680 S** на акриловой основе. При возможности подвижек трещин используют более эластичную систему покрытий с хорошими свойствами по перекрыванию трещин - **SikaGard®-500 Elastic**.

Наружные поверхности Зоны 1 и внутренние поверхности. Системы защитных покрытий на начальных этапах строительства:

Применяются двухкомпонентные, пигментированные, химически стойкие эпоксидные покрытия на водной основе (**SikaGard®-253**) или с добавлением органических растворителей (**Icosit®-2406**). В качестве финишного покрытия верхних поверхностей, подверженных воздействию солнечной радиации, используют систему **SikaGard®-363**, которая является и химически стойкой, и устойчивой к воздействию УФ-лучей.



Эпоксидное покрытие **Icosit-2406**, нанесенное на внутреннюю поверхность градирни.



Восстановление и строительство новой дымовой трубы с использованием скользящей опалубки и технологии **Sika® ViscoCrete®** для производства бетона.

Примеры усиления бетонных дымовых труб и градирен

ЕКО, Германия

Проект:

Металлургический завод ЕКО, Eisenhuttenstadt, Германия

Металлургический завод ЕКО – крупнейший мировой производитель стали (собственник: Arcelor). Четыре градирни завода с естественной тягой построены ещё в начале 60-х годов прошлого века. Высота градирен – 55 м, средний диаметр – 33 м. Общая площадь наружной и внутренней поверхности градирен составляет более 10 000 м².

Проблемы:

Из-за серьезных разрушений в 90-х годах XX века три градирни завода были разобраны и заменены на более современные и дорогие градирни с принудительной вентиляцией. В 2003 году пришла в аварийное состояние оставшаяся четвертая градирня. Традиционные методы ремонта и усиления для восстановления градирни были признаны нецелесообразными и чрезвычайно дорогими, рассматривался вопрос о демонтаже градирни.

Передовое решение данной задачи предложила группа инженеров **Sika® Германия** во главе с Андрэ Леонхардом (LAP).



Контроль качества бетона.
Взятие проб бетона.



Осень 2004 года, поверхность градирни полностью защищена системой покрытий **SikaGard®-680 S** серого цвета.

Решение от компании Sika®:

Для ремонта градирни были предложены недорогие цементно-песчаные ремонтные системы **Sika® MonoTop®** (новая разработка **Sika® Германия**) и хорошо зарекомендовавшие себя защитные покрытия **SikaGard®**.

Уже в 2004 году градирню отремонтировали и усилили без остановки производства стали и гигантских расходов на демонтаж и строительство новой градирни.

Ремонт больших объемов осуществляли методом сухого торкретирования системой **SikaCem® Gunite 212**, а небольших дефектов – ремонтными составами системы **Sika® MonoTop®** для ручного нанесения. Для структурного усиления использовали чрезвычайно легкие, но очень прочные холсты из углеволокна **SikaWrap® 200C CRFP**, закрепленные эпоксидным пропитывающим клеем **Sikadur® 330**. Для защиты от внешнего воздействия холсты из углеволокна дополнительно покрывали защитным покрытием **SikaGard® 680 S**. Систему **SikaGard® VGB** использовали для защиты внутренней поверхности градирни, а **SikaGard® 680 S** – наружной. Окрашенные системы защиты **SikaGard® 680 S** выполняли также декоративную функцию.

Grootvlei, Южная Африка

Проект:

Электростанция Grootvlei, Baulfour, Южная Африка

Тепловая электростанция в Южной Африке была запущена в 1969 году. Электростанция имела шесть энергоблоков по 200 МВт и работала на каменном угле. В 1990 году из-за повышения стоимости каменного угля и транспортных расходов три энергоблока электростанции были остановлены. В 2005 году экономическая ситуация в стране изменилась и было принято решение вновь ввести энергоблоки в эксплуатацию, а также капитально отремонтировать и модернизировать всю электростанцию. В декабре 2009 года планируется полностью ввести электростанцию в работу.

Проблемы:

Значительные повреждения бетона за время эксплуатации строительных сооружений электростанции. Повреждения бетона вызваны естественными и техногенными факторами: карбонизацией и агрессивными дымовыми газами прилегающей инфраструктуры. На поверхности градирен много конструкционных трещин, образовавшихся из-за подвижек грунта и угрожающих прочности сооружения.



Трещины на бетонной поверхности градирни за более чем 30-летний период эксплуатации.

Решение от компании Sika®:

Необходимо герметизировать все структурные трещины и заполнить их конструктивными инъекционными эпоксидными смолами серии **Sikadur®**. Разрушенный бетон следует отремонтировать ремонтными составами ручного нанесения **Sika® MonoTop®** и подливочными ремонтными составами **SikaGrout® 214**. Для защиты арматуры в местах серьезных разрушений бетона с обнаженной арматурой необходимо использовать состав **SikaTop® 110 EpoCem®**. Состав **SikaTop® 110 EpoCem®** наносят на очищенную стальную арматуру, а также используют в качестве грунтовок для последующего нанесения других материалов. Представленная технология ремонта старых бетонных поверхностей обеспечит надежную и долговременную защиту арматуры от коррозии.

Наружные поверхности отремонтированных градирен защищают гидрофобными пропитками серии **SikaGard®**.

Для предотвращения образования трещин и защиты от агрессивного воздействия компонентов дыма и других факторов окружающей среды на наружные поверхности дымовых труб наносят защитное покрытие **SikaGard® 550W**.



Инъектирование трещин.

ТЭЦ-11 ОАО «Иркутскэнерго», Россия

Проект:

ТЭЦ-11 ОАО «Иркутскэнерго», г. Усолье-Сибирское, Иркутской области, Россия.

Сегодня ТЭЦ-11 - одна из наиболее крупных электростанций Сибири, она производит тепловую и электрическую энергию для промышленных предприятий, в том числе такого промышленного гиганта как Иркутский химический комбинат №1, и населения г. Усолье-Сибирское. Первый энергоблок станции введен в эксплуатацию 30 декабря 1959 года. Уже в апреле 1962 года станция стала работать с полной проектной нагрузкой. Установленная электрическая мощность станции - 350,3 МВт, установленная тепловая мощность - 1 285 Гкал/час.

Проблемы:

В 2006 году дымовая труба электростанции пришла в аварийное состояние. Наклон верхней части дымовой трубы относительно оси и сильное разрушение бетонных стен требовало немедленного вмешательства. Для выполнения работ по реконструкции и ремонту дымовой трубы пригласили компанию ЗАО «Спецремэнерго». Подрядная организация ЗАО «Спецремэнерго» предложила использовать передовые технологии и материалы компании Sika® для восстановления несущей способности дымовой трубы.



Решение от компании Sika®:

Для ремонта дымовой трубы ТЭЦ-11 были предложены недорогие ремонтные системы **Sika® MonoTop® (Sika® MonoTop® 610 и Sika® MonoTop® 612)**. Для усиления стен дымовой трубы предложены холсты из углеродных волокон **SikaWrap® 530C**, приклеенные к бетонной поверхности эпоксидным клеем **Sikadur® 330**. Уже в 2008 году дымовая труба была полностью отремонтирована.

Туров (Turow), Польша

Проект:

Электростанция Туров, Bogatynia (Богатыня), Польша. Электростанция в Турове обеспечивает электроэнергией большой микрорайон Польши.

Проблема:

В 1988 году из-за сильной коррозии арматуры одна из девяти градирен электростанции обрушилась. После этой аварии правительство Польши поручило провести техническое обследование всех подобных сооружений. Экспертиза выявила еще несколько открытых градирен с похожими серьезными повреждениями. Требовалось проведение экстренного ремонта всех этих объектов.



Обрушившаяся градирня

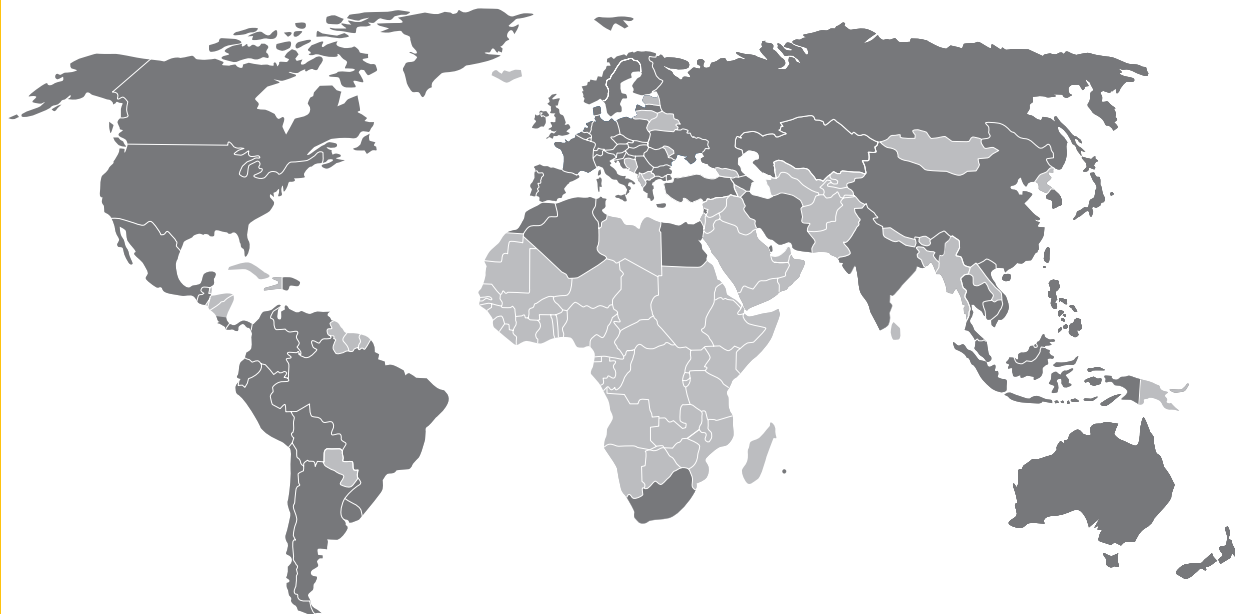
Решение от компании Sika®

Градирни	
Внутренняя поверхность	Наружная поверхность
Локальный ремонт системами Sika® MonoTop® для ручного нанесения.	Локальный ремонт системами Sika® MonoTop® для ручного нанесения.
Большие объемы ремонтных работ методом сухого торкретирования с использованием модификатора Sikacrete® PP1 TU .	Большие объемы ремонтных работ методом сухого торкретирования с использованием модификатора Sikacrete® PP1 TU .
Защитное эпоксидное покрытие Sika® Icosit® 2406 .	Гидрофобная пропитка SikaGard® -700S с последующим защитным покрытием SikaGard® 680S и эластичное покрытие SikaGard® - 550W для областей с риском трещинообразования.
Дымовые трубы	
Внутренняя поверхность	Наружная поверхность
Локальный ремонт системами Sika® MonoTop® для ручного нанесения.	Локальный ремонт системами Sika® MonoTop® для ручного нанесения.
Защитное покрытие для внутренней поверхности стального дымохода Sika® Icosit® Poxicolor и Icosit® Elastic .	Защитное покрытие для наружной поверхности Sika® Icosit® Poxicolor и Sikafloor® 363 Elastic .
	Остальная часть Зоны 2 и Зона 3: Гидрофобная пропитка SikaGard® -700S с последующим защитным покрытием SikaGard® 680S и эластичное покрытие SikaGard® - 550W для областей с риском трещинообразования.

Результаты ремонта и защиты градирни Туров №2 материалами компании Sika® были просто великолепны, поэтому было решено использовать эти технологии и материалы для ремонта других дымовых труб и градирен. В течение последующих 18 лет было отремонтировано более 240 000 м² бетонных поверхностей таких сооружений материалами Sika®. В 2007 г Исследовательский строительный институт в Польше провел лабораторные испытания на долговечность защитные системы компании Sika® для дымовых труб и градирен. Результаты подтвердили высокое качество и надежность материалов и технологий Sika®.

Ремонт и защита дымовых труб и градирен из железобетона

Руководство для инженеров-проектировщиков



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.

