

Антикоррозионная защита строительных конструкций: современные методы и материалы



Кинзябулатова Диана Фидратовна
СЕО ООО НТП СтройСофтКонсалтинг



Сосков Андрей Александрович
Исполнительный директор ПСМ ЕАЭС



НТП СтройСофтКонсалтинг

Коррозия. Основные понятия

Коррозия— это процесс разрушения материалов, вызванный химическими или электрохимическими реакциями с окружающей средой.

Проблема борьбы с коррозией в последнее время приобретает все большее значение. Это обусловлено следующими причинами: возрастанием экономических потерь от коррозии, которые в развитых странах соизмеримы с капитальными вложениями в отдельные отрасли экономики, и уменьшением долговечности и надежности строительных конструкций, изделий, машин и оборудования.

Борьба с коррозией строительных материалов – это борьба за их **надежность** и **долговечность**.

Сводь правил

СП 28.13330.2017 СВОД ПРАВИЛ. ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

СП 72.13330.2016 СВОД ПРАВИЛ. ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ КОРРОЗИИ

УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от «24» сентября 2017 г. № 127/пр

УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от «16» сентября 2016 г. № 965/пр

СП 28.13330.2017 «СНИП 2.03.11-85 ЗАЩИТА
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ»

Издание официальное

СП 72.13330 «СНИП 3.04.03-85 ЗАЩИТА
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ КОРРОЗИИ»

Издание официальное

Изм №1-4

Межгосударственные стандарты

ГОСТ 9.005-72 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, металлические и неметаллические неорганические покрытия. Допустимые и недопустимые контакты с металлами и неметаллами

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

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

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

Методические пособия, СТО

Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации

Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и оценки соответствия в строительстве»

Методическое пособие

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВТОРИЧНОЙ ЗАЩИТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ

Москва 2017 г.

Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации

Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и технической оценки соответствия в строительстве»

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТЫ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ОТ
КОРРОЗИИ

Москва 2019

Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации

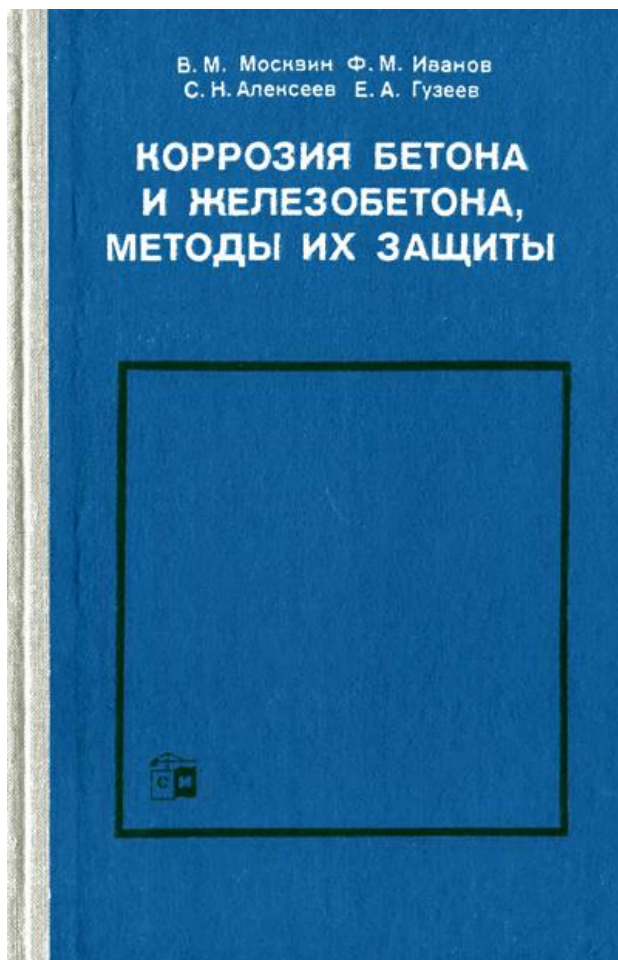
Федеральное автономное учреждение
«Федеральный центр нормирования, стандартизации
и технической оценки соответствия в строительстве»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПО НАЗНАЧЕНИЮ СРОКА СЛУЖБЫ БЕТОННЫХ
И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ
ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИХ
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

Москва 2019

Литература



Г. Г. Улит, Р. У. Реви

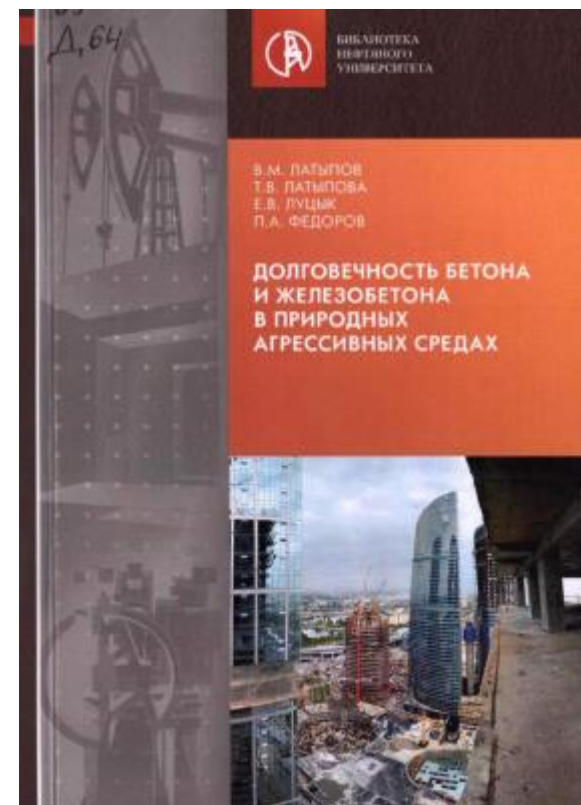
**КОРРОЗИЯ
И БОРЬБА С НЕЙ**

ВВЕДЕНИЕ
В КОРРОЗИОННУЮ
НАУКУ
И ТЕХНИКУ

Перевод с английского
д-ра хим. наук А. М. Сухотина и
канд. хим. наук А. И. Хенцова
под редакцией А. М. Сухотина



Ленинград - Химия
Ленинградское отделение
1989



Виды антикоррозионной защиты

Защиту строительных конструкций от коррозии следует обеспечивать методами **первичной и вторичной защиты**, а также **специальными мерами**.

Первичная защита строительных конструкций от коррозии должна осуществляться в процессе проектирования и изготовления конструкций и включать в себя выбор конструктивных решений, снижающих агрессивное воздействие, и материалов, стойких в среде эксплуатации.

Вторичная защита строительных конструкций включает в себя мероприятия, обеспечивающие защиту от коррозии в случаях, когда меры первичной защиты недостаточны. Меры вторичной защиты включают в себя применение защитных покрытий, пропиток и другие способы изоляции конструкций от агрессивного воздействия среды.

Специальная защита включает в себя меры защиты, не входящие в состав первичной и вторичной защиты, различные физические и физико-химические методы, мероприятия, понижающие агрессивное воздействие среды (местная и общая вентиляция, организация стоков, дренаж, электрохимическая защита, мероприятия, исключающие конденсацию влаги), вынос производства с выделениями агрессивных веществ в изолированные помещения и др.

Агрессивные среды и воздействия

от **физического состояния среды**:1) газовые;2) жидкие;3) твердые;

от **интенсивности воздействия на бетонные и железобетонные конструкции**:

1) неагрессивные;2) слабоагрессивные;3) среднеагрессивные;4) сильноагрессивные;

от **характера воздействия сред на бетон**

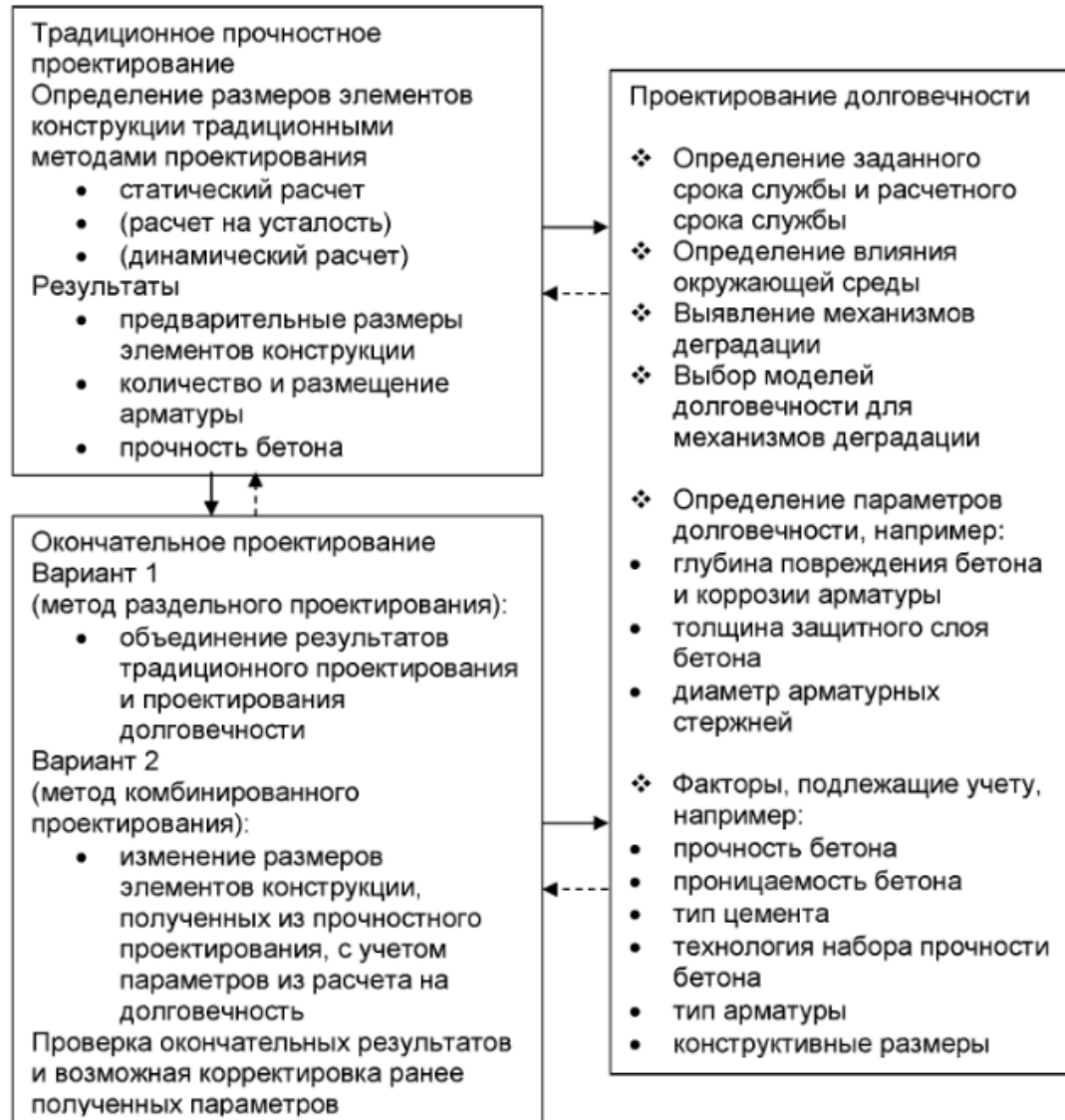
1)химические (сульфатная, магнезиальная, кислотная, щелочная и т.п.);2) биологически активные (химическое воздействие продуктов метаболизма грибов, бактерий);3) физико-механические (воздействие корней растений, гифов грибов, обрастание водорослями, лишайниками и т.п.);4) климатические (воздействие отрицательных температур, переменное замораживание и оттаивание).

от **внутреннего взаимодействия компонентов цементного камня и заполнителя на**:

1) щелочную коррозию заполнителя, содержащего реакционноспособный диоксид кремния и доломиты;

2) образование этtringита и таумасита в процессе эксплуатации.

Проектирование антикоррозионной защиты



Классификация заданного срока службы

Класс	Заданный срок службы (годы)	Примеры
1	(1 – 5)	Временные сооружения
2	(25)	Заменяемые элементы конструкции, например, крановые стрелы, опорные части
3	(50)	Здания и другие сооружения общего назначения
4	(100)	Монументальные здания, мосты и другие гражданские сооружения

Особенности антикоррозионной защиты бетонов



Рисунок 1. Коррозия бетона

Коррозионная стойкость бетонов определяется двумя главными показателями – **проницаемостью** для агрессивных сред и **способностью** цементного камня и заполнителя вступать в химическое взаимодействие с компонентами агрессивных сред.

Низкая проницаемость бетона обеспечивается комплексом мероприятий: применением водоредуцирующих и гидрофобизирующих добавок, назначением гранулометрического состава заполнителей и минеральных добавок, обеспечивающим получение структуры бетона с минимальным объемом и минимальными размерами пор и капилляров; эффективным уплотнением бетонной смеси, оптимальными режимами твердения.

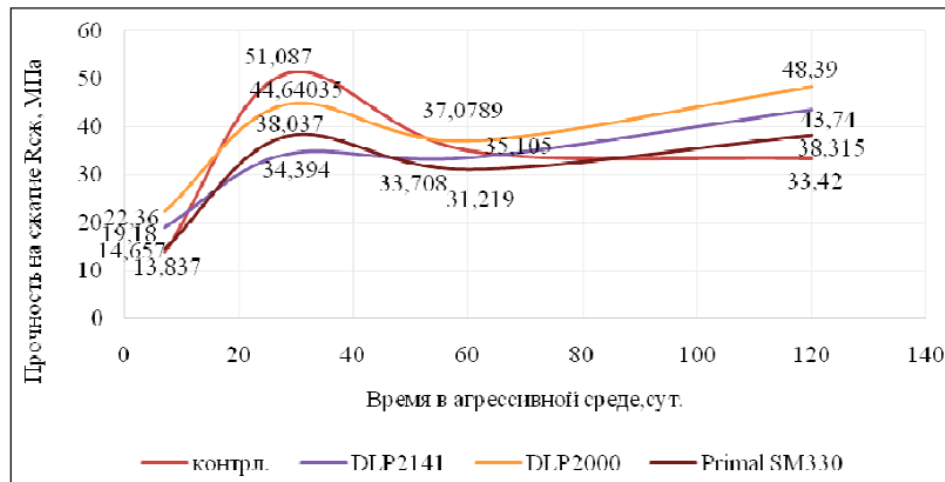
Толщина защитного слоя бетона, мм	Максимальная допустимая концентрация хлоридов, мг/дм ³ , в среде эксплуатации для бетона с коэффициентом диффузии, м ² /с		
	менее $5 \cdot 10^{-12}$ до $1 \cdot 10^{-12}$	менее $1 \cdot 10^{-12}$ до $5 \cdot 10^{-13}$	менее $5 \cdot 10^{-13}$
20	500	1300	4100
30	700	1850	8300
50	1000	2700	18000

Особенности антикоррозионной защиты бетонов

Выбор и применение арматуры, соответствующей по коррозионным характеристикам условиям эксплуатации



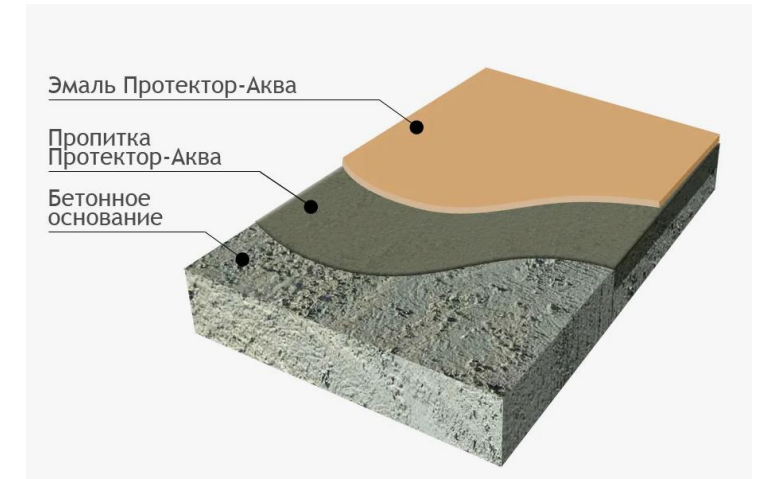
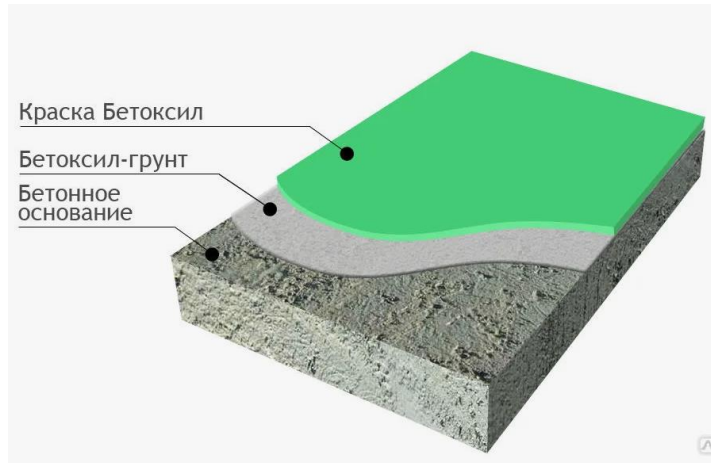
Добавки



Влияние агрессивной среды на прочность цементного камня

Особенности антикоррозионной защиты бетонов

К мерам **вторичной защиты** относится защита поверхности бетонных и железобетонных конструкций: лакокрасочными, в том числе толстослойными (мастичными), покрытиями; оклеечной изоляцией из листовых и пленочных материалов; обмазочными, футеровочными и штукатурными покрытиями на основе минеральных и полимерных вяжущих, жидкого стекла и битума;



Особенности антикоррозионной защиты бетонов

К мерам **вторичной защиты** относится защита поверхности бетонных и железобетонных конструкций:

облицовкой штучными или блочными изделиями;

уплотняющей пропиткой поверхностного слоя конструкций химически стойкими материалами;

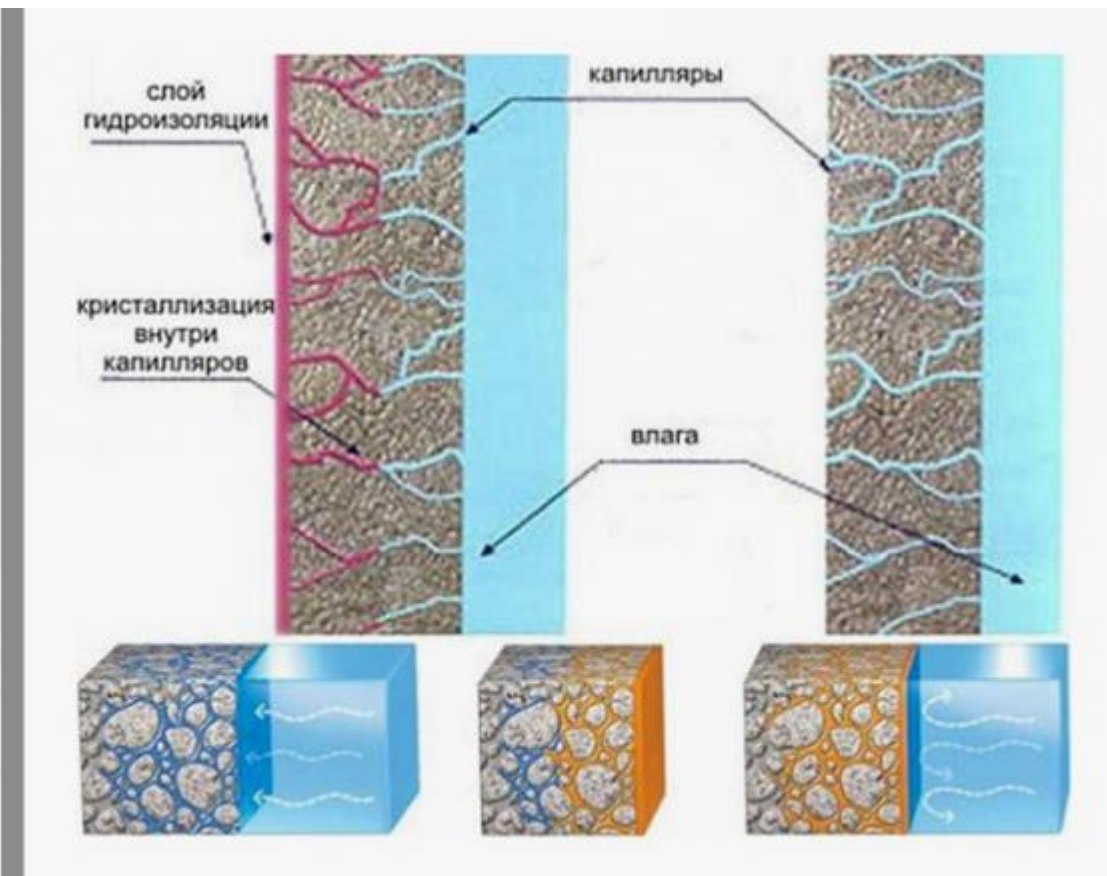
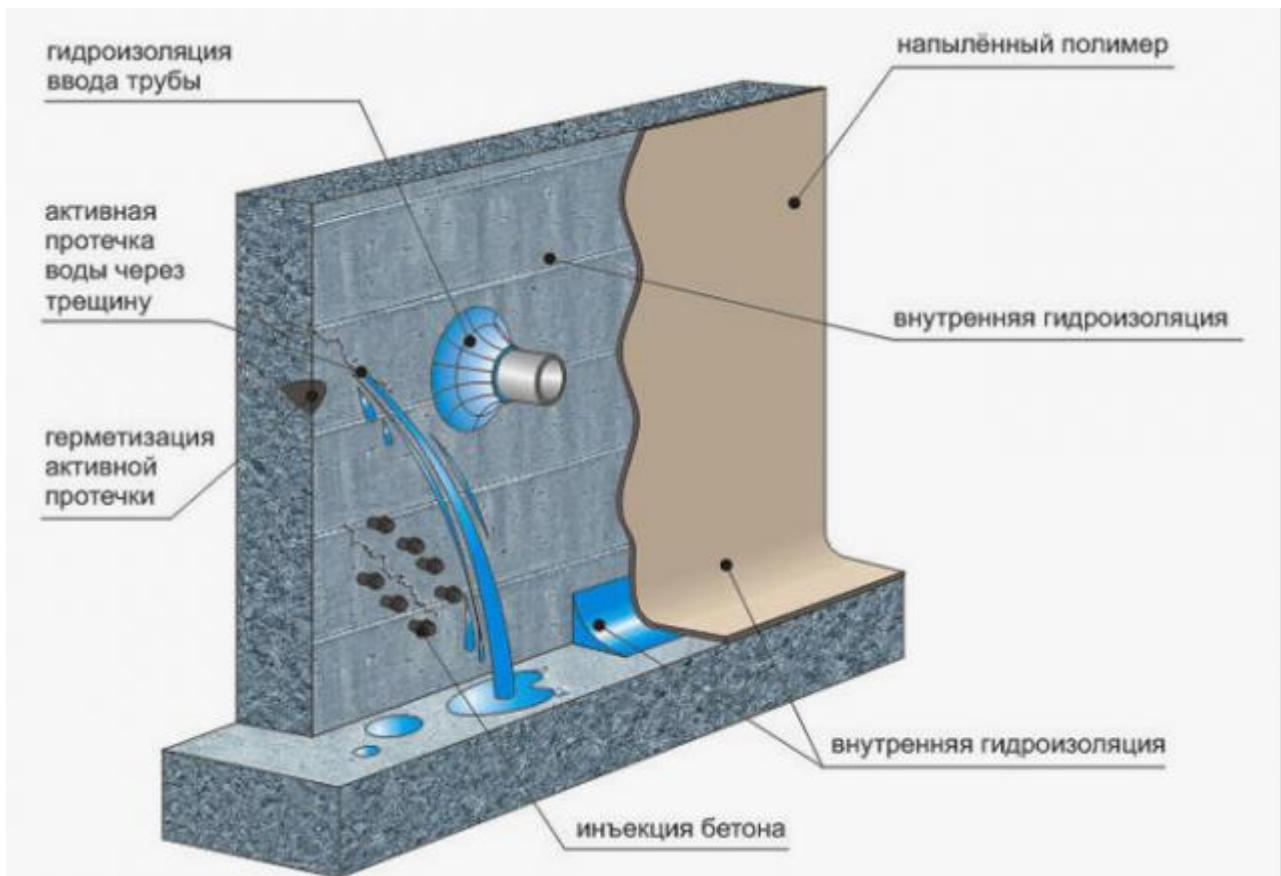
обработкой поверхности бетона составами проникающего действия с уплотнением пористой структуры бетона кристаллизующимися новообразованиями;

обработкой гидрофобизирующими составами;

обработкой препаратами - биоцидами, антисептиками и т.п.



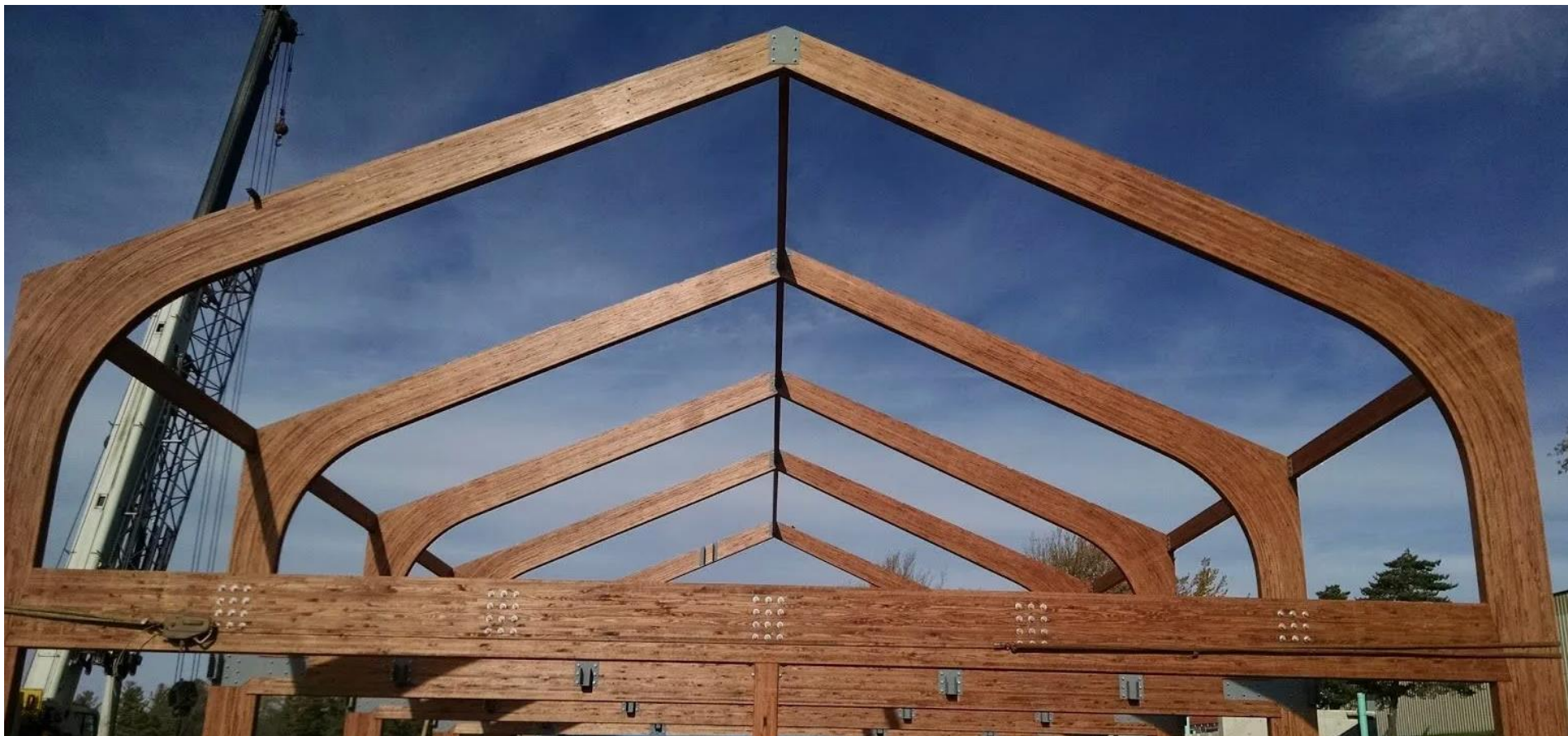
Особенности антикоррозионной защиты бетонов



Особенности антикоррозионной защиты деревянных конструкций



Особенности антикоррозионной защиты деревянных конструкций



Особенности антикоррозионной защиты каменных конструкций



Допускается применение силикатных кирпича, камней, блоков из ячеистых бетонов, пустотелых керамических кирпича и камней, бетонных блоков с пустотами; керамического кирпича полусухого прессования для наружных стен помещений с влажным режимом по СП 50.13330 при условии нанесения на их внутренние поверхности пароизоляционного покрытия. **Не допускается** применение указанных материалов для стен помещений с мокрым режимом по СП 50.13330, а также для наружных стен подвалов, цоколей, фундаментов.

Особенности антикоррозионной защиты стальных конструкций



Стальные конструкции зданий и сооружений для производств с агрессивными средами с элементами из труб или из замкнутого прямоугольного профиля должны проектироваться с герметичными швами и заваркой торцов.

Допускается применение припуска на коррозию, то есть использование проката большей толщины.

Не допускается проектирование стальных конструкций зданий и сооружений со средами **средней и сильной степени агрессивного воздействия**, а также зданий и сооружений, находящихся в слабоагрессивных средах, содержащих сернистый ангидрид или сероводород по группе газов В из стали марок **09Г2 и 14Г2** без включения в проект дополнительных мероприятий, снижающих опасность их коррозионного повреждения



Особенности антикоррозионной защиты стальных конструкций

Срок службы первоначальной защиты от коррозии должен составлять не менее 15 лет, после капитального ремонта - не менее 10 лет. При отсутствии возможности обеспечения этих требований все новые конструкции должны быть первоначально защищены от коррозии на период эксплуатации.



Подбор вторичной защиты по СП 28.13330



НТП СтройСофтКонсалтинг

По приложению Ц регламентируется подбор защитных покрытий стальных конструкций

Таблица Ц.7 - Группы лакокрасочных покрытий для защиты стальных и алюминиевых конструкций от коррозии

Характеристика лакокрасочного материала по типу пленкообразующего	Группа покрытий	Индекс, характеризующий стойкость	Условия применения покрытий на конструкциях из стали и алюминия
Глифталевые	I	-	Используются для алкидных глифталевых грунтовочных покрытий по стали под эмали и краски I группы
Алкидно-стирольные	I	-	Используются для грунтовочных покрытий по стали под эмали групп I, II
Эпоксизфирные	I	-	Используются для грунтовочных покрытий по стали под эмали групп I, II
Пентафталевые	I	а, ан, п	Наносятся по грунтовкам группы I
Нитроцеллюлозные	I	а, ан, п	Таблица Ц.10 - Способы защиты от коррозии несущих и ограждающих конструкций из стального тонколистового холоднокатаного проката
Алкидно-уретановые	I	а, ан, п	
Масляные	I	а, ан, п	
Битумно-масляные	I	а, ан, п	
Полиэфирные	I, II	а, ан, п	

Таблица Ц.6 - Способы защиты от коррозии металлических конструкций из стального толстолистового, профильного проката и алюминия

Степень агрессивного воздействия среды на конструкции	Конструкции	
	Несущие	Ограждающие 1)
	из углеродистой и низколегированной стали	из алюминия
Неагрессивная	Лакокрасочные покрытия группы I (таблица Ц.7)	Без защиты
Слабоагрессивная, слабоагрессивная-1, слабоагрессивная-2	а) Термодиффузионные цинковые покрытия ($\tau=45-60$ мкм); б) горячие цинковые покрытия ($\tau=60-100$ мкм) ²⁾ ; в) газотермические цинковые покрытия ($\tau=120-180$ мкм) или алюминиевые ($\tau=200-250$ мкм); г) покрытия, получаемые методом цинкирования ($\tau=80-120$ мкм); д) лакокрасочные покрытия групп I, II и III (таблица Ц.7); е) изоляционные покрытия (для конструкций в грунтах)	Без защиты
	а) Термодиффузионные цинковые покрытия ($\tau=45-60$ мкм) с перекрытием лакокрасочными покрытиями II и III групп	а) Электрохимические анодноокисные покрытия ($\tau=15$ мкм)

Степень агрессивного воздействия по таблице X.1	Способы защиты конструкций	
	несущих ⁵⁾	ограждающих ^{1), 5)}
Неагрессивная	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 24 мкм или класса не менее 350; горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм (или класса не менее 275) с дополнительным лакокрасочным покрытием групп II и III по таблице Ц.8; горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм (или класса не менее 275) с дополнительным лакокрасочным покрытием групп II и III толщиной не менее 40 мкм ³⁾	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм или класса не менее 275 ⁶⁾ ; горячие алюмоцинковые покрытия из расплава, содержащего 55% алюминия, 43,4% цинка и 1,6% кремния, толщиной не менее 25 мкм или класса не менее 185; горячие цинковые покрытия толщиной не менее 7 мкм или класса не менее 100 с дополнительным лакокрасочным покрытием групп II и III по таблице Ц.8; электролитические цинковые покрытия толщиной не менее 7 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием групп II и III по таблице Ц.8
Слабоагрессивная-1	Горячие цинковые покрытия толщиной	Горячие цинковые покрытия

Приложение Э

Расчетная долговременная коррозионная стойкость конструкций из стального тонколистового оцинкованного проката в атмосфере

Таблица Э.1 - Ориентировочный расчет коррозионных потерь углеродистой стали и цинкового покрытия за первый год экспозиции на открытом воздухе в континентальных районах Российской Федерации

Металл	Интервал среднегодовой температуры воздуха, °C	Функция доза - ответ (ФДО)
Углеродистая сталь	До 10	$K_1 = [SO_2]^{0,47} \cdot \exp(0,024 \cdot RH + 0,095 \cdot (T - 10) + 0,00035 \cdot Prec)$
	Св. 10	$K_1 = [SO_2]^{0,47} \cdot \exp(0,024 \cdot RH - 0,065 \cdot (T - 10) + 0,00035 \cdot Prec)$
Цинк	До 10	$K_1 = 6,3 \cdot 10^{-2} \cdot [SO_2]^{0,36} \cdot \exp(0,023 \cdot RH + 0,025 \cdot (T - 10) + 0,00035 \cdot Prec)$
	Св. 10	$K_1 = 6,3 \cdot 10^{-2} \cdot [SO_2]^{0,36} \cdot \exp(0,023 \cdot RH - 0,055 \cdot (T - 10) + 0,00035 \cdot Prec)$

Обозначения:

K_1 - коррозионные потери металла за первый год эксплуатации, мкм;

T - среднегодовая температура воздуха, °C;

RH - среднегодовая относительная влажность воздуха, %;

$Prec$ - суммарное за год количество осадков, мм/год;

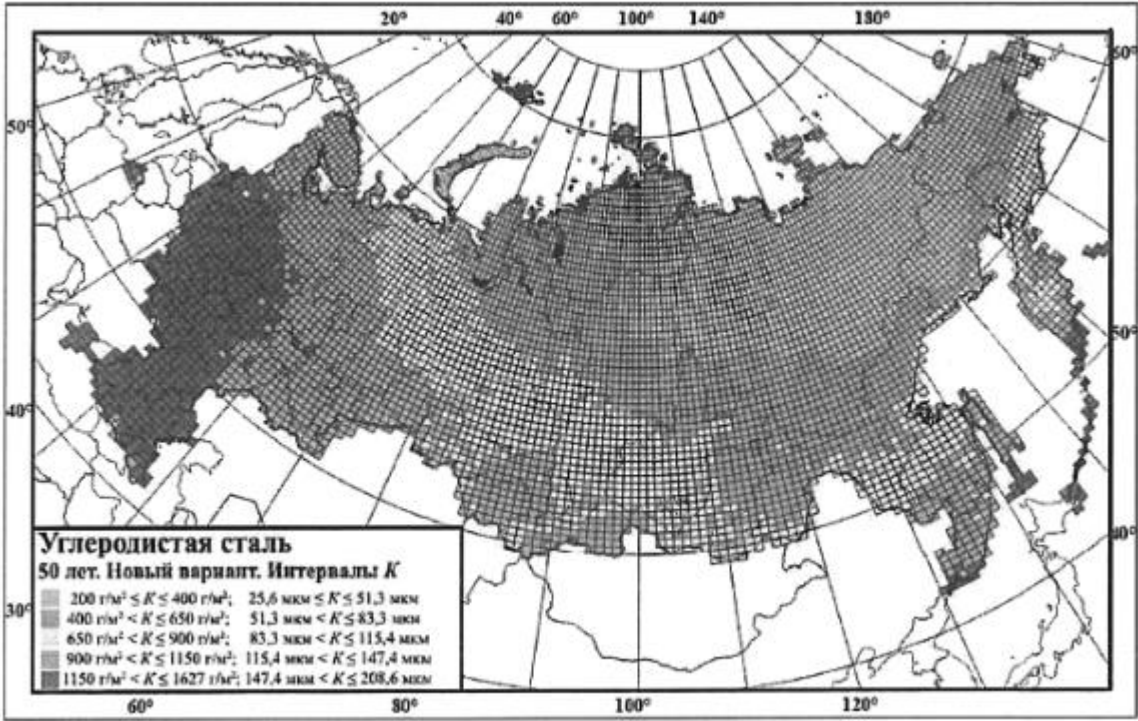
$[SO_2]$ - среднегодовая концентрация диоксида серы в воздухе, мкг/м³.

Примечания

1 Среднегодовые метеорологические параметры атмосферы (T , RH , $Prec$) определяют на основании многолетних наблюдений, используют среднегодовые данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

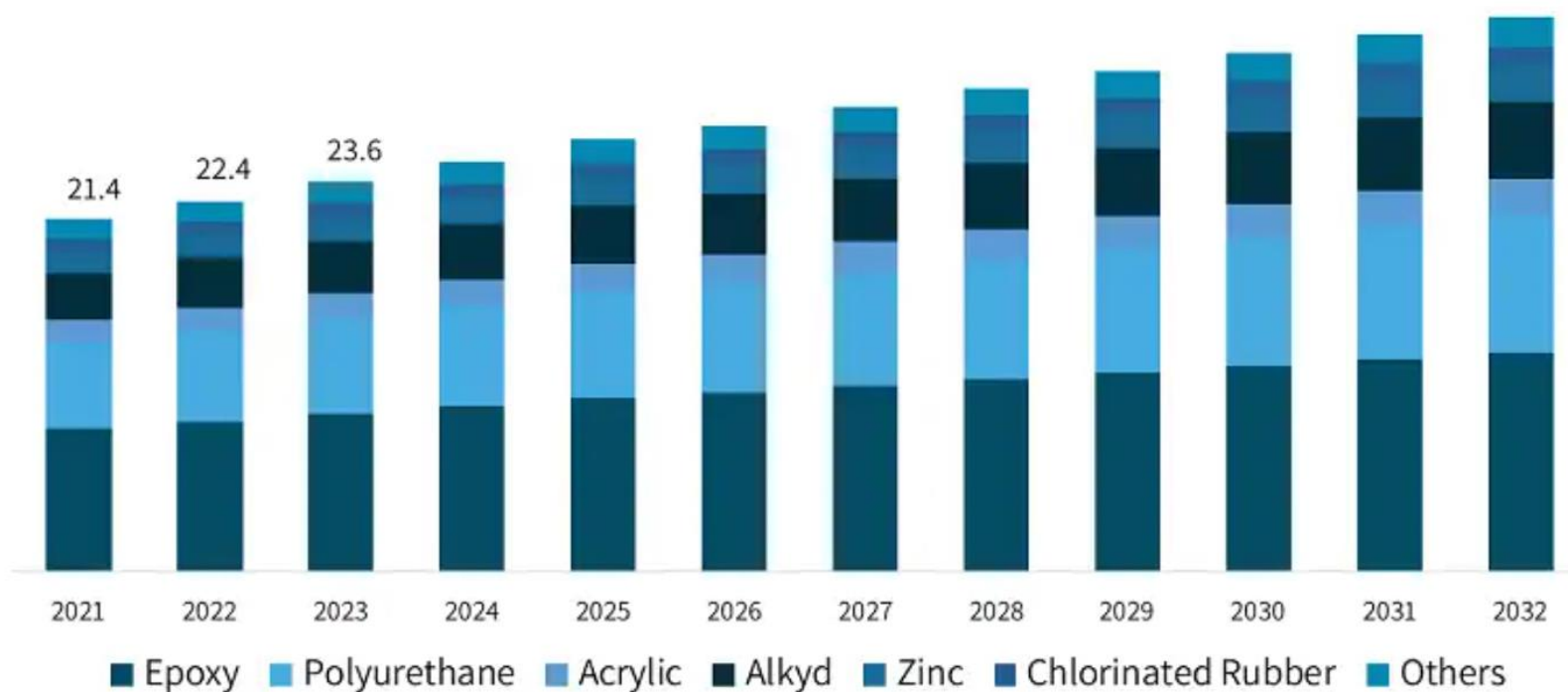
2 Среднегодовая концентрация диоксида серы в воздухе должна быть определена по меньшей мере в течение одного года, используют данные Росгидромета или определяют содержание диоксида серы в соответствии с ГОСТ 9.107.

3 При оценке категорий коррозионной агрессивности атмосферы на основании расчета K_1 по ФДО относительная погрешность (неопределенность) прогноза составляет от минус 33% до плюс 50%. Минимальная неопределенность наблюдается для категории С3, максимальная - для категорий С1 и С5.



Современные материалы, основные тренды

Anti-corrosion Coatings Market Size, By Product, 2021 - 2032 (USD Billion)



В первую очередь требуются системы антикоррозионной защиты, обеспечивающие максимально длительную защиту от коррозии. Особенно с учетом экономической ситуации на рынке строительства.

Ремонтопригодность: нужно восстанавливать антикоррозионную защиту для продления срока службы возведенных зданий



Современные материалы, основные тренды



НТП СтройСофтКонсалтинг

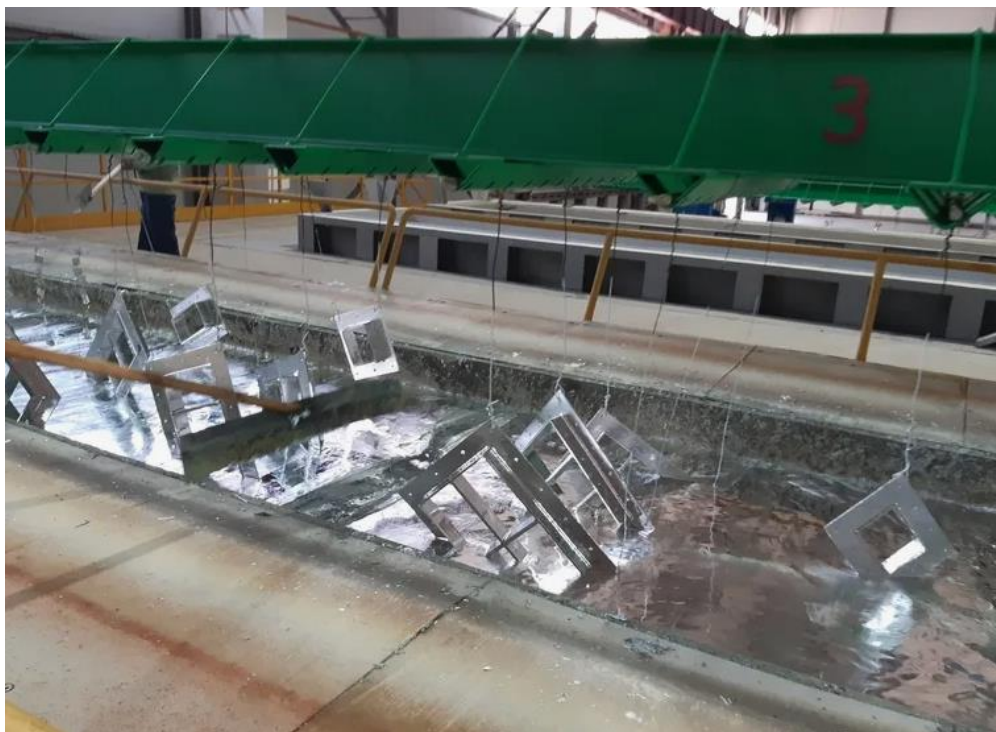
Предсказуемость свойств покрытия

Повышение качества обследований и мониторинга антикоррозионной защиты



Развитие эпоксидных и полиуретановых покрытий, а также цинкосодержащих покрытий

Быстрая модификация покрытий под определенные потребности, формируемые рынком



Современные материалы, основные тренды

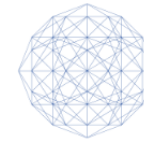


НТП СтройСофтКонсалтинг

Сегодня мир идет не только по пути повышения качества, стабильности свойств и технологичности лакокрасочных материалов, но и совершенствования управления технологическими процессами окрасочных работ.



Современные материалы, основные тренды



НТП СтройСофтКонсалтинг

Применение **единых стандартов**, нормирующих подбор и нанесение антикоррозионных покрытий

Обмен накопленным опытом, синергия лидеров рынка



Развитие данной темы

Обсуждение на площадках ПСМ ЕАЭС вопросов с подбором, применением и эксплуатацией антикоррозионных материалов для строительных конструкций и оборудования

Подробнее рассмотреть специфичные темы коррозии, не описанной в нормативно-технической документации (черная коррозия, применение полимерных материалов, защита полимерных материалов и тд)

Рассмотреть вопросы зарубежного нормирования антикоррозионной защиты



НТП СтройСофтКонсалтинг



Руководитель – Кинзябулатова Диана Фидратовна

С 2019 года активно участвует в научно-исследовательских проектах по разработке и внедрению инновационных решений в строительстве, занимается разработкой строительных проектов и автоматизацией расчетов конструкций, автор публикаций по вопросам исследования и проектирования строительных конструкций с применением горячекатаного и оцинкованного прокатов, участвовала в разработке концепций конструктивных решений многоэтажных жилых зданий с применений стальных конструкций.

Будем рады обсудить возникшие вопросы!

Контакты для обратной связи:

тел. 8 983 460 82 16

e-mail: ntp-ssk@yandex.ru

web: www.ntp-ssk.ru

