

Атмосферная коррозия крепежных элементов и монтажных систем

Москва, 2016

Содержание

- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ Формы коррозии
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Содержание

- ☐ **Коррозия. Общая информация**
- ☐ Формы коррозии
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Почему необходимо учитывать коррозию?

*i**i*

Важно знать о причинах коррозии и ее влиянии для того, чтобы избежать ошибок при выборе материалов.

Неправильная защита от коррозии может привести к рискам, связанным с безопасностью

Что такое коррозия?

Коррозия — это физико-химическое взаимодействие между металлом и окружающей средой, приводящее к изменению свойств металла и, возможно, к значительному ухудшению характеристик металла, среды или технической системы, в которую они входят.



Коррозия. Общая информация

Электрохимическая природа реакции коррозии определяет условия, необходимые для возникновения коррозии:

- Наличие проводящего металла
- Наличие электролита (достаточно и тонкого слоя жидкости на поверхности)
- Наличие кислорода для катодной реакции



Содержание

- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ **Формы коррозии**
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Формы коррозии

Равномерная коррозия/ неглубокая точечная коррозия



- Равномерное воздействие на поверхность
- Одинаковая скорость коррозии
- Можно учесть при проектировании конструкции (более толстый материал)



Формы коррозии

Точечная коррозия

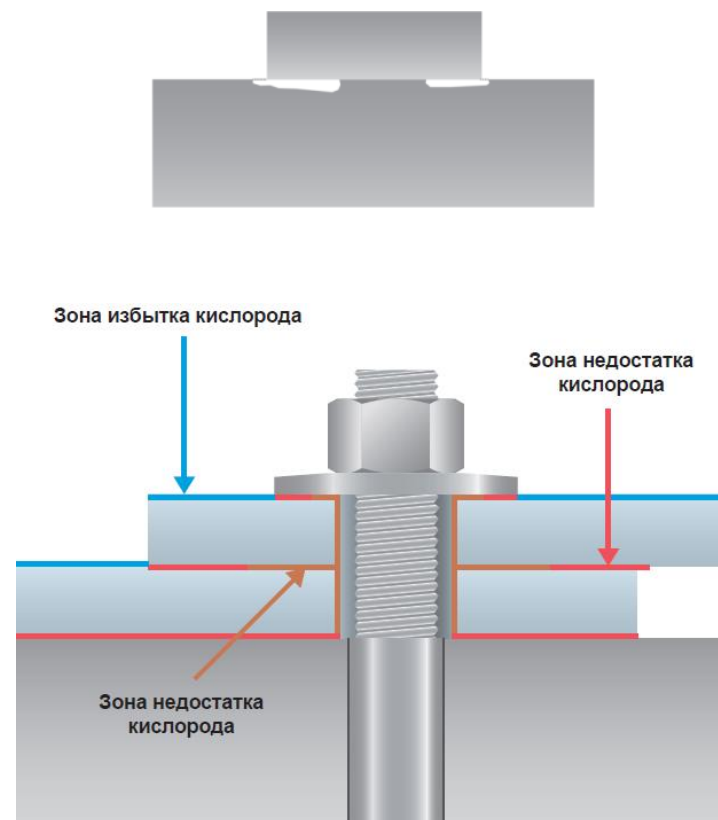
- Образование небольших отверстий или «язв».
- Подвержены, в основном, пассивные металлы и сплавы.



Формы коррозии

Щелевая коррозия

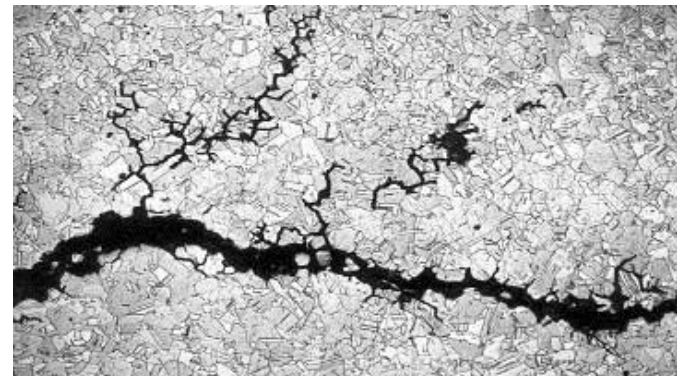
Возникает в трещинах или щелях между поверхностями (из одинакового металла или из разных металлов).



Формы коррозии

Коррозионное растрескивание под напряжением

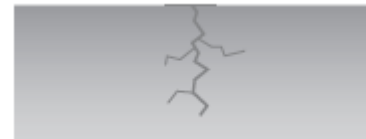
3 фактора должны быть выполнены:



Формы коррозии

Водородное растрескивание

3 факторы должны быть выполнены:

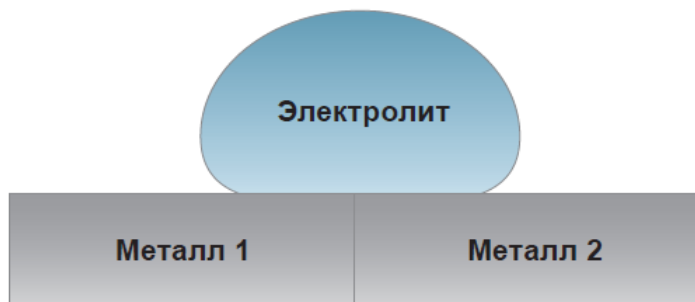


- Диффузия водорода в металл ослабляет механическую целостность
- Разрушение из-за хрупкости при напряжении значительно ниже прочности на растяжение
- Подвержены высокопрочные стали (предел прочности $>1000 \text{ Н/мм}^2$)

Формы коррозии

Контактная коррозия

Возникает когда два разнородных металла образуют электропроводящее соединение и соприкасаются с общим коррозионным электролитом.



Условия:

- Металлы с различным потенциалом (благородные - не благородные)
- Токопроводящее соединение
- Электролит



Влияние электрохимической коррозии на срок службы крепежа

Прикрепляемый элемент	Элемент крепления			
	Электрооцинкованный	Дуплексная сталь	Горячеоцинкованный	Нержавеющая сталь
Электрооцинкованная сталь	✓	✓	✓	✓
Горячеоцинкованная сталь	✓	✓	✓	✓
Алюминий	★	★	★	✓
Литая сталь	✗	✗	✗	✓
Нержавеющая сталь	✗	✗	✗	✓
Олово	✗	✗	✗	✓
Медь	✗	✗	✗	✓

- ✓ Нет влияния на срок службы
- ★ Умеренное воздействие на срок службы, технически приемлемо во многих случаях
- ✗ Сильное влияние на срок службы

Содержание

- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ Виды коррозии
- ☐ **Коррозионные испытания – лабораторные и натурные**
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Коррозионные испытания

Лабораторные испытания



В собственных исследовательских лабораториях Hilti проводит все необходимые коррозионные испытания продукции.

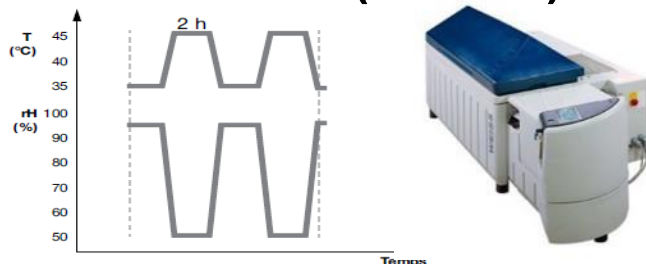
Натурные испытания



Hilti имеет несколько полигонов для испытаний своей продукции в различных местах по всему миру

Лабораторные коррозионные испытания

Циклические коррозионные испытания (ISO 16701)



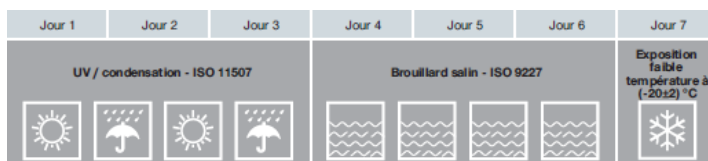
Циклическое воздействие температуры и влажности

Испытания в камере соляного тумана (EN ISO 9227)



Электрооцинкованные шурупы (5мкм) после 48 часов (слева) и 96 часов (справа) воздействия соляного тумана

Циклические испытания под воздействием УФ излучения (ISO 20340)



Циклический коррозионный тест в комбинации с воздействием УФ, соляного тумана и циклов замораживания в соответствии ISO 20340.

Испытания в камере сернистого газа SO₂ (EN ISO 6988)



Шурупы с мультипокрытием после 15 циклов, которые показывают отсутствие коррозии

Натурные коррозионные испытания

- Оценка антикоррозионной защиты в реальных атмосферных условиях на длительном промежутке времени.
- Определение коррозионной стойкости новых материалов и покрытий.

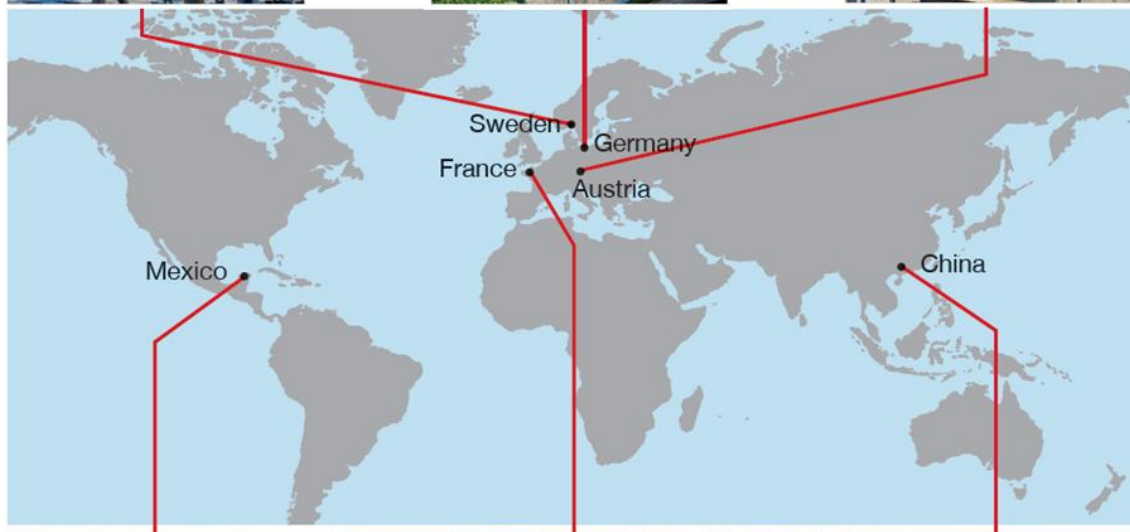
Холодный климат, прибрежный



Холодный климат, прибрежный



Промышленная атмосфера, прибрежная



Тропический климат, прибрежный



Умеренный климат, прибрежный



Тропический климат, прибрежный

Натурные коррозионные испытания анкеров

Port d'Antifer au Havre - France



HST после 16 лет



HSA-R после 16 лет

Длительное воздействие в прибрежной атмосфере с дополнительными механическими испытаниями

Mont blanc road tunnel



Тест с 1980г. до 2008г.

Оценка коррозионной активности в туннелях.
Тестирование новых материалов

Содержание

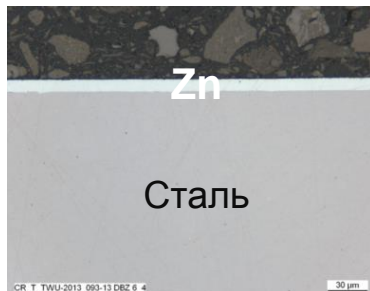
- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ Формы коррозии
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ **Защита от коррозии**
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Защита от коррозии продукции Hilti

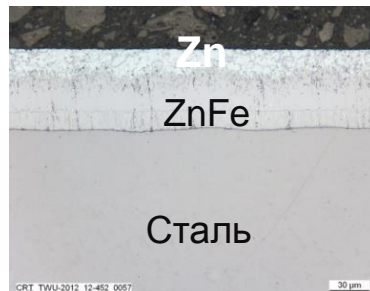


Срок службы оцинкованной стали

Гальванический
цинк (~5мкм)



Горячий цинк
(~50мкм)



Расчетный срок службы это **НЕ** гарантированный срок

Другие антикоррозионные покрытия, используемые для продукции Hilti

Многослойные покрытия

Если металлического покрытия недостаточно для защиты от коррозии, предусматривают дополнительные покрытия - органические краски с или без металлических чешуек.



HUS3-HF

Термодиффузионные

Диффузионное цинкование — это способ нанесения цинкового покрытия при помощи термической диффузии. Толщина слоя до 45 мкм.



HDA-PF

Обозначение и классы коррозионной стойкости нержавеющей стали

Марка стали	Группа по ISO 3506-1	Класс коррозионной стойкости
1.4301	A2	II
1.4401	A4	III
1.4404	A4	III
1.4571	A5	III
1.4362 (Duplex)		III
1.4462 (Duplex)		IV
1.4529 (HCR)		V

Класс коррозионной стойкости зависит от условий окружающей среды и рассчитывается на основании наличия хлоридов, диоксида серы, смывания продуктов коррозии

Сравнение коррозионной стойкости

Оцинкованная углеродистая сталь

Электрогальванизация (~5мкм)



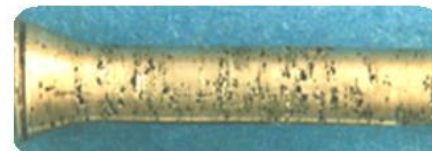
HDG: горячая оцинковка (~50мкм)



Срок службы оценивается на основании скорости коррозии в данной среде и толщине покрытия.

Нержавеющая сталь

Нержавеющая сталь А4



Нержавеющая сталь HCR



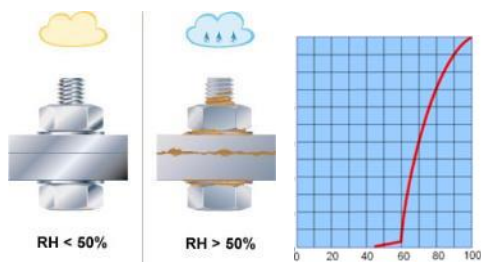
Точечная коррозия не позволяет прогнозировать срок службы.

Содержание

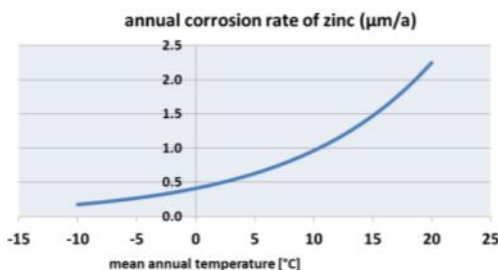
- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ Формы коррозии
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ **Атмосферная коррозия**
- ☐ Коммуникационные материалы

Знание условий окружающей среды является основой правильного выбора антикоррозионной защиты

Влажность



Температура



Хлориды



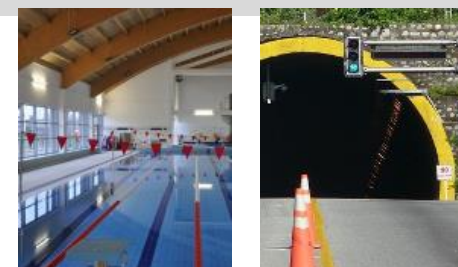
Загрязнения



Гальваническая коррозия



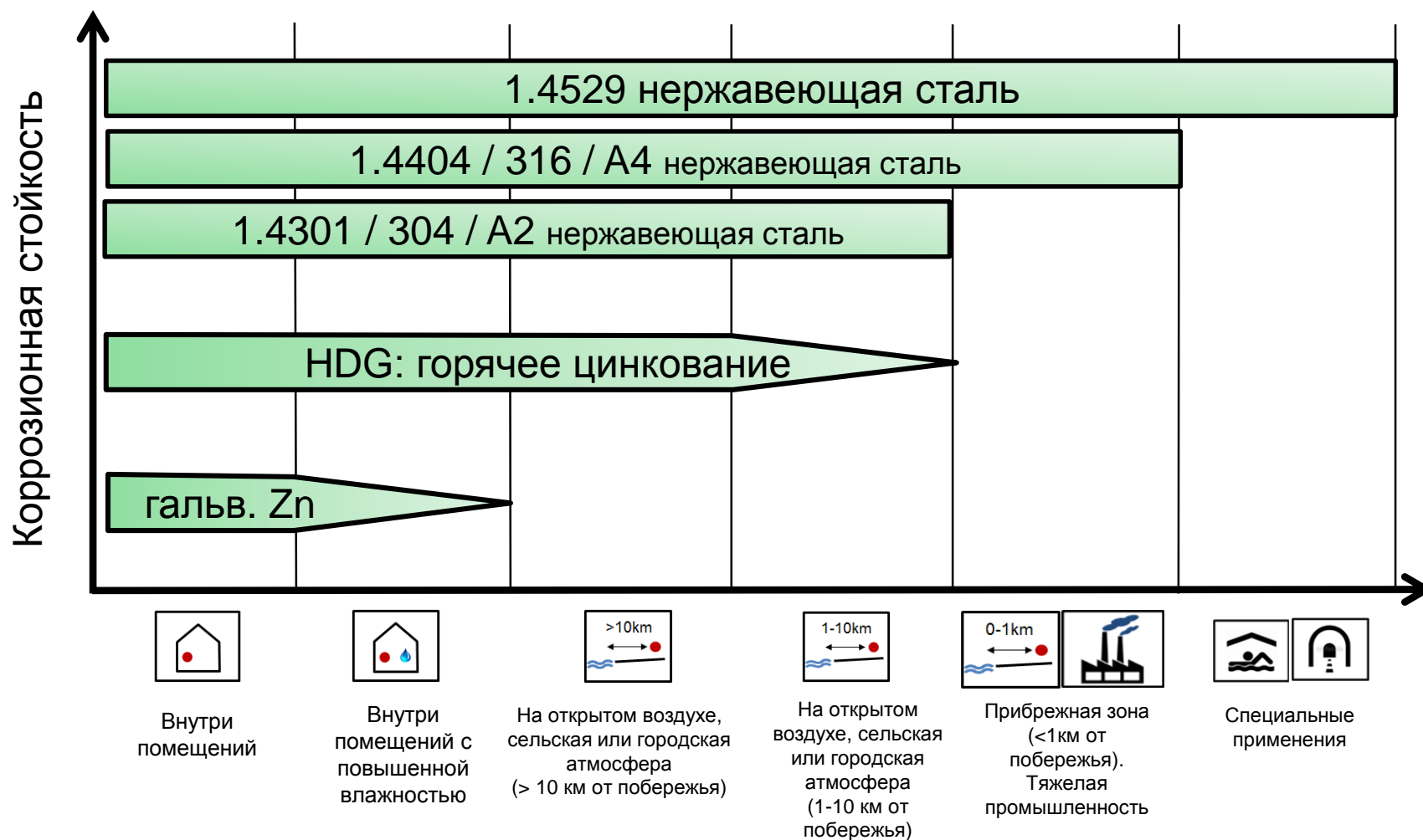
Специальное воздействие



Содержание

- ☐ Коррозия. Общая информация
- ☐ Формы коррозии
- ☐ Коррозионные испытания – лабораторные и натурные
- ☐ Защита от коррозии
- ☐ Атмосферная коррозия
- ☐ Рекомендации Hilti

Стандартная антикоррозионная защита креплений













Обобщение антикоррозионной защиты крепежных элементов покрытиями и выбором материалов, а также возможные области применения.

Рекомендации Hilti для крепежных элементов

	Анкера Шурупы Гвозди	S-DS, S-DD	HST, HUS3, HRD S-MD Z, S-MP Z, X-U, X-ENP	HUS3-HF S-CD X-FCM, X-GR	HSA-F, HIT-V-F	HSA-R2, HRD-R2 S-MD S, S-CD S	HUS-HR, HST-R S-MD SS, S-CD SS X-BT, X-CR	HST-HCR
	Материал/ покрытие	Фосфатирова ние	Электрогальв. сталь	Дуплексная сталь	Горячеоцинк. сталь 45-50 µm	A2	A4	HCR, 1.4529
Категории		Срок службы						
Отапливаемые помещения	Сталь, алю., нерж.	■	■	■	■	■	■	■
Неотапливаемые помещения с временной конденсацией	Сталь, алю.	-	-	■	■	■	■	■
	Нерж.			-	-			
Открытые пространства с низким уровнем загрязнения	Сталь, алю.	-	-	□ 1)	□ 1)	■ 1)	■	■
	Нерж.			-	-			
Открытые пр-ва со сред. уровнем. загр	Сталь, алю.	-	-	□ 1)	□ 1)	■ 1)	■	■
	нерж.			-	-			
Приморские районы	Сталь, алю., нерж.	-	-	-	-	-	■	■
Открытые пр-ва с выс. уровнем. загр.	Сталь, алю., нерж.	-	-	-	-	-	■	■
Вблизи от дорог	Сталь, алю., нерж.	-	-	-	-	-	■	■
Специальные применения	Проконсультируйтесь с экспертом							■

Рекомендации Hilti для монтажных систем

	Монтажная система	MM, MQ, MC	MQ-F	MI	MQ A2	MQ A4
	Хомуты	MPN, MP-M, MP-MXI	MP-MI-F, MP-MX-F	MI-UB, MI-PS	MP-SRN, MP-MR, MP-MRXI	
Категории		Срок службы в годах				
	Отапливаемые помещения	70 – 100	до 100	до 100	■	■
	Неотапливаемые помещения с временной конденсацией	25 – 70	40 – 100	60 – 100	■	■
	Открытые пространства с низким уровнем загрязнения	2 – 10	15 – 60	25 – 100	■	■
	Открытые пр-ва со сред. уровнем. загр.	-	10 – 40	20 – 50	■	■
	Приморские районы	-	7 – 20	10 – 40	-	■
	Открытые пр-ва с выс. уровнем. загр.	-	5 – 20	10 – 40	-	■
	Вблизи от дорог	-	-	-	-	■
 	Спец.прим.	Проконсультируйтесь с экспертом				

Важные примечания:

- Hilti не несет ответственности за пригодность изделия для конкретного применения даже в том случае, если Hilti располагает данными о условиях окружающей среды.
- Таблицы составлены на основе среднего срока службы в типовых применениях.
- Настоящие рекомендации применимы только к атмосферной коррозии.
- Особые виды коррозии должны оцениваться отдельно.
- Таблицы содержат общие рекомендации для наиболее распространенных применений и стандартных условий окружающей среды. Пригодность для конкретного применения может во многом зависеть от особых местных условий.

Выбор типа покрытия в соответствии с технической оценкой (ТО) на анкера

Тип анкера (материал)	Толщина цинкового покрытия, мкм	Характеристика среды	
		Наружная	
		Зона влажности	Степень агрессивности
Углеродистая сталь	не менее 5	-	-
Углеродистая сталь	не менее 45	Сухая, нормальная	Слабоагрессивная
Коррозионностойкая сталь А2	-	Сухая, нормальная	Слабоагрессивная
Коррозионностойкая сталь А4	-	Сухая, нормальная, влажная	Слабоагрессивная, среднеагрессивная
Коррозионностойкая сталь А5	-	Сухая, нормальная, влажная	Слабоагрессивная, среднеагрессивная, сильноагрессивная

Примечание:

Зона влажности и степень агрессивности воздействия окружающей среды должны определяться по конкретному объекту строительства с учетом СП 28.13330.2011 и СП 50.13330.2012.

Карта зон влажности России (СП 50.13330)



Степень агрессивного воздействия на металлические конструкции (СП 28.13330)

Таблица Х.1 – Степень агрессивного воздействия газообразных сред на металлические конструкции

Влажностный режим помещений Зона влажности (по СП 131.13330)	Группы газов по таблице Б.2	Степень агрессивного воздействия среды на металлические конструкции		
		внутри отапливаемых зданий	внутри неотапливаемых зданий или под навесами	на открытом воздухе
Сухой Сухая	A	Неагрессивная	Неагрессивная	Слабоагрессивная
	B	То же	Слабоагрессивная	То же
	C	Слабоагрессивная	Среднеагрессивная	Среднеагрессивная
	D	Среднеагрессивная	То же	Сильноагрессивная
Нормальный Нормальная	A	Неагрессивная	Слабоагрессивная	Слабоагрессивная
	B	Слабоагрессивная	Среднеагрессивная	Среднеагрессивная
	C	То же	То же	То же
	D	Среднеагрессивная	Сильноагрессивная	Сильноагрессивная
Влажный или мокрый Влажная	A	Среднеагрессивная	Среднеагрессивная	Среднеагрессивная
	B	То же	То же	То же
	C	Сильноагрессивная	Сильноагрессивная	Сильноагрессивная
	D	То же	То же	То же
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 При оценке степени агрессивного воздействия среды не следует учитывать влияние углекислого газа.</p> <p>2 При оценке степени агрессивного воздействия среды на алюминиевые конструкции не следует учитывать влияние аммиака, сернистого газа, сероводорода, оксидов азота в концентрациях по группам А и В; степень агрессивного воздействия во влажной зоне газов группы А следует оценивать как слабоагрессивную.</p>				

Группы агрессивных газов (СП 28.13330)

Таблица Б.2 – Группы агрессивных газов в зависимости от их вида и концентрации

Наименование	Концентрация, мг/м ³ , для групп газов			
	A	B	C	D
Углекислый газ	До 2000	Св. 2000	–	–
Аммиак	До 0,2	Св. 0,2 до 20	Св. 20	–
Сернистый ангидрид	До 0,5	Св. 0,5 до 10	Св. 10 до 200	Св. 200 до 1000
Фтористый водород	До 0,05	Св. 0,05 до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 100
Сероводород	До 0,01	Св. 0,01 до 5	Св. 5 до 100	Св. 100
Оксиды азота ¹⁾	До 0,1	Св. 0,1 до 5	Св. 5 до 25	Св. 25 до 100
Хлор	До 0,1	Св. 0,1 до 1	Св. 1 до 5	Св. 5 до 10
Хлористый водород	До 0,05	Св. 0,05 до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 100

¹⁾ Растворяющиеся в воде с образованием растворов кислот.

П р и м е ч а н и е – При концентрации газов, превышающей пределы, указанные в столбце D настоящей таблицы, возможность применения материала для строительных конструкций следует определять на основании данных экспериментальных исследований. При наличии в среде нескольких газов принимается более агрессивная (от A к D) группа.