

Горячекатаные стальные листы и рулоны

Конструкционные стали

Погодоустойчивые конструкционные стали EN10025-5 и COR-TEN®

Коррозионные свойства погодоустойчивой стали лучше, чем других конструкционных сталей во многих областях применения. Погодоустойчивая сталь предотвращает коррозию: сначала ее поверхность покрывается ржавчиной, во время эксплуатации постепенно патинируется. Для многих конструкций экономична, имеет долгий срок службы и подлежит повторному использованию.

Объекты применения

- Трубы
- Мосты
- Трубные мосты
- Фасады
- Контейнеры
- Цистерны

Ruukki является специализированным поставщиком в области металлов, на которого Вы можете положиться от начала и до конца, если Вам необходимы материалы, компоненты, системы и комплексные решения, основанные на металле. Мы постоянно развиваем нашу деятельность и ассортимент нашей продукции согласно Вашим потребностям.

Коррозионные свойства погодоустойчивой стали лучше, чем других конструкционных сталей во многих областях применения. Эта марка стали, однако, не является нержавеющей, наоборот. Со временем поверхность стали покрывается ржавчиной, во время эксплуатации постепенно патируется. При этом процесс коррозии замедляется. Данная марка стали экономична, имеет долгий срок службы и подходит для повторного использования.

● **Описание марок стали**

Маркировка погодоустойчивых сталей Ruukki в соответствии с United States Steel Corporation следующая: COR-TEN® A и COR-TEN® B. Они соответствуют стандарту EN 10025-5:2004, Таблица 1. Стали погодоустойчивы в основном благодаря содержанию в них легирующих добавок меди, хрома и никеля. Кроме того, сталь COR-TEN® A и S355J0WP дополнительно легированы фосфором. По договоренности сталь COR-TEN® B может поставляться с повышенной ударной вязкостью при температуре -20°C, в этом случае она будет иметь следующую маркировку COR-TEN® B-D.

● **Объекты применения по маркам стали**

Применение погодоустойчивых сталей во многих областях связано с экономическими причинами, когда при расчете конструкции учитывается срок службы конструкции и затраты за этот период времени. Марки стали COR-TEN® A и S355J0WP, легированные фосфором, лучше всех из погодоустойчивых сталей выдерживают атмосферное воздействие и дымовые газы. В качестве альтернативы эти марки стали можно использовать при тех же условиях в областях с тонкой толщиной металла. Следует учитывать, что применение сталей, легированных фосфором, в несущих конструкциях не рекомендуется. В массивных конструкциях и конструкциях, подверженных нагрузке, также при низких рабочих температурах, рекомендуется выбирать марки стали, испытанные на ударную вязкость. Рекомендуемыми марками стали являются S355J2W и COR-TEN® B-D.

● **Виды продукции**

Погодоустойчивые стали производятся как толстые листы и широкополосная продукция. Толстые листы: тяжелые листы и прошедшая предварительную обработку продукция. Спектр операций по обработке включает гибку, профильную резку, точную резку и склеивание. Широкополосная продукция: продольная резка, поперечная резка, в рулонах. Наиболее распространенный вид поставки - толстые листы и широкополосная продукция.

● **Формы поставки**

Толстые листы: горячекатаная продукция, прокатаная с нормализацией или нормализация в печи. Широкополосная продукция: подверженная контрольной прокатке или термомеханически изготовленная.

● **Механические свойства**

Механические свойства показаны в Таблице 2.

● **Химический состав**

Химический состав сталей COR-TEN® показан в Таблице 3. Химический состав сталей по EN 10025-5 соответствует стандарту.

● **Размеры**

Диапазоны толщин толстых листов и широкополосных листов показаны в Таблице 2. Прочие размеры погодоустойчивых сталей показаны в производственной программе, включая толстые листы, широкополосные листы, штрипсы и рулоны, изготовленные из марок стали с пределом текучести класса 355 МПа.

● **Допуски по размерам и форме**

Листовая продукция: EN 10029 Класс А
 Широкополосная продукция: EN 10051

● **Качество поверхности**

Толстолистовая продукция: EN 10163-2 Класс А3

● **Проверка механических свойств**

Испытательная программа сталей COR-TEN® состоит из листов или рулонов одной толщины, максимум 40 тонн. Для каждой партии проводится одна серия испытаний: испытание на растяжение с использованием поперечного образца, если потребуется, и удар (KV) методом Charpy V с помощью продольных образцов. Испытание механических свойств и отбор проб сталей стандарту EN 10025-5:2004 производится в соответствии со стандартом.

● **Сертификат качества**

Сертификат выдается в соответствии со стандартом при заказе. Европейский стандарт сертификата качества - EN 10204:2004.

● **Коррозионные свойства**

Погодоустойчивая сталь может применяться в различных конструкциях без необходимости дополнительной обработки поверхности. Погодоустойчивая сталь наилучшим образом помогает экономить затраты на поверхность обработки и последующий ремонт. Преимущество по сравнению со сваренной конструкцией, проявляется в объектах, в

которых условия эксплуатации предусматривают повторную окраску.

Внешние конструкции и условия атмосферной коррозионной стойкости

Погодоустойчивые ст⁰ли выдерживают атмосферную коррозию значительно лучше обычных конструкционных ст⁰лей. Тем не менее я погодоустойчивость основывается на образующемся на поверхности ст⁰ли оксидном слое или патины, который, благодаря легирующим добавкам, является плотным и плохо пропускающим дополнительный кислород. В нормальных погодных условиях защитная патина образуется за время от 18 до 36 месяцев, когда поверхность неоднократно промокает и высыхает. Сначала патина приобретает красновато-коричневый цвет, но с течением времени она темнеет. В промышленных районах патина образуется быстрее и имеет более темный цвет, чем в сельской местности. В морском климате образование патины может ухудшиться из-за влияния хлоридов, находящихся в воздухе. Во внешних конструкциях учитывают медленный процесс коррозии, принимая в расчет коррозию в зависимости от толщины, таблицы 4. Дополнительно следует отметить, что после образования защитной патины скорость коррозии минимальна. Тем не менее, в погодоустойчивых ст⁰лях коррозия не распространяется прямолинейно.

Для обеспечения идентичности цвета патины ст⁰льную поверхность необходимо очистить от возможных загрязнений. Органические загрязнения, такие как масла или другие защитные смазки, удаляются мытьем. Окисленный поверхностный слой, окислительную ржавчину подвергают дробеструйной очистке или травлению. Этот процесс дополнительно способствует образованию патины. Чистую ст⁰льную поверхность можно предварительно патинировать поочередным промоканием и высыханием поверхности или используя подходящие кислотные растворы. Маркировку следует наносить мелом или водорастворимыми красками.

В деталях конструкций, не находящихся под воздействием погодных условий, патина образуется равномерно, по сравнению с деталями, регулярно подвергающимися влиянию погодных условий. Небольшие различия цвета могут проявляться в конструкциях, в которых наблюдаются резкие колебания температур. Примерами служат ст⁰льные поверхности, находящиеся под скатными крышами. На постоянно влажной ст⁰льной поверхности, например, погруженной в грунт или воду, не возникает защитного действия, поэтому в таких условиях

погодоустойчивую ст⁰ль рекомендуется покрывать краской.

Воздействие дыма и высоких температур

Погодоустойчивая ст⁰ль выдерживает коррозию, вызываемую сернистым дымовым газом, лучше, чем нержавеющая ст⁰ль. Свойства погодоустойчивой ст⁰ли лучше всего проявляются в конструкциях, которые не находятся в температурных условиях выше точки насыщения кислоты, но время от времени опускается ниже нее. Такие условия преобладают во многих конструкциях, подверженных влиянию дымового газа. Во время простоя они охлаждаются, и температура опускается ниже точки насыщения. Повторное высыхание и намочение поверхности увеличивает срок службы ст⁰ли. При постоянных температурах ниже точки насыщения кислот излишне концентрируется на ст⁰льной поверхности, что негативно влияет на стойкость к коррозии. Специальное легирование ст⁰ли, особенно хромом, способствует улучшению устойчивости к окислению при высоких температурах: всегда от 600 до 650 °C. При использовании погодоустойчивых ст⁰лей при температуре выше 425 °C следует учитывать требования сопротивляемости ползучести конструкции и возможную отпускную ломкость ст⁰лей, легированных фосфором.

Окрашенные конструкции

Стальную поверхность погодоустойчивой стали можно окрашивать таким же способом, как и обычную сталь. Благодаря специальному легированию окраска поверхности сохраняется в два раза дольше, чем при нанесении ее на обычную стальную поверхность. Погодоустойчивую сталь, подверженную постоянному контакту с водой, обычно всегда следует красить. Преимуществом погодоустойчивой стали в условиях влажности является то, что коррозия на локальном месте потрескавшейся окрашенной поверхности прогрессирует медленнее по сравнению с обычной сталью.

● Углеродный эквивалент

Углеродный эквивалент марки ст⁰лей COR-TEN® показан в таблице 5. Углеродный эквивалент марки ст⁰лей по стандарту EN 10025-5 соответствует стандарту.

● Сварка

Сварка погодоустойчивых ст⁰лей в водных условиях возможна всеми известными способами. Рекомендуется выбирать методы сварки и материалы с низким содержанием водорода. Перед сваркой необходимо удалить патину на отрезке от 10 – 20 мм от сварного шва. Также следует убрать жир, масло,

другие загрязнения, так же убедиться, чтобы поверхность не была влажной.

Рбочая температура

Значение углеродного эквивалента в погодоустойчивой стали несущественно больше, чем у конструкционной стали S355, что делает необходимым осуществить предварительный нагрев. В частности это относится только к маркам сталей COR-TEN® А и соответствующим маркам сталей, так как вследствие небольшой толщины металла марки сталей, легированных фосфором, обычно не требуется повышения рабочей температуры. При сварке толстых марок сталей рекомендуется увеличить рабочую температуру до 100 – 200°C при толщине листа более 15 мм. При сварке нескольких валиков шва температура между отдельными валиками не должна превышать 200°C, чтобы вязкость сварного шва осталась хорошей в зоне термического влияния (HAZ).

Выбор сварочных материалов

- Сварные швы можно сделать погодоустойчивыми, используя сварочные материалы такие же, как и легирование основного металла.
- Механические характеристики сварного шва должны быть, по меньшей мере, эквивалентны механическим характеристикам основного металла. Чрезмерной прочности следует избегать, поскольку увеличение прочности приводит к увеличению остаточного напряжения.
- Ударная вязкость сварного шва должна соответствовать предъявляемым требованиям, которые совпадают с требованиями к основному металлу.
- Если основной металл и присадочные материалы обеспечат хорошую погодоустойчивость, можно использовать обычные нелегированные сварочные материалы. Достаточное смещение при сварке одного валика шва достигается соединением встык листов, толщиной листов менее 4 мм и угловыми швами размером примерно до 4 мм.
- Между нелегированными сварочными материалами, используемыми при сварке, и основным металлом – погодоустойчивой сталью – наблюдается небольшое различие оттенков.
- Если металл сварного шва должен быть погодоустойчивым, при сварке нескольких валиков шва, по крайней мере, в верхних валиках шва следует использовать погодоустойчивый сварочный материал.
- Для проварки корня шва и спайки необходимо использовать сварочные материалы, хорошо подвергающиеся деформации.

- Низководородные сварочные материалы применяются, сушатся, хранятся в соответствии с рекомендациями производителя.

Гибка

Погодоустойчивые стали подвергаются гибке в холодном состоянии также как и конструкционная сталь S355. В таблице 6 показаны наименьшие допустимые радиусы изгиба, которые используются при отбортовке. Успех процесса гибки требует от производителя стальной продукции использовать качественное оборудование. Изношенный инструмент, недостаточное количество смазки, дефекты поверхности листов и заусенцы обрезков кромок могут негативно сказаться на качестве. Дробеструйная обработка также может негативно сказаться на качестве поверхности. Взятый с холодного склада лист предварительно следует прогреть перед процессом гибки. Формуемость погодоустойчивых сталей по стандарту EN 10025-5:2004 соответствует стандарту.

Тепловая обработка

Изделия из погодоустойчивой стали, как правило, не требуют тепловой обработки после процесса сварки. Однако если проведение данной операции инициировано заказчиком, рекомендуется проводить отжиг для снятия остаточных напряжений и нормализацию в соответствии с данными таблицы 7.

Резка

Погодоустойчивые стали подвергаются термической и механической резке почти также как и конструкционные стали S355. При газопламенной резке толстых листов в качестве руководства можно использовать рекомендации по рабочей температуре при сварке. Вследствие небольшой толщины листов сталей марки COR-TEN® А и им подобных не требуется повышения температуры для осуществления термической резки. Влияние понижения скорости резки и повышения рабочей температуры – один ковое: охлаждение мест резки замедляется и склонность к образованию трещин уменьшается. При обработке погодоустойчивых сталей следует обращать внимание, что лист, взятый с холодного склада, перед механической резкой первоначально необходимо прогреть.

• **Марки стoли и их приблизительное соответствие погодоустойчивости**

Т блиц 1

COR-TEN®	EN 10025-5:2004
COR-TEN® A	S355J0WP
COR-TEN® B	S355J0W и S355J2W

Для более точного ср внения необходимо руководствов ться д нными data sheet и ст нд рт ми.

Предел текучести R_{eL} г р нтиров н для ст лей COR-TEN®, предел текучести R - для COR-TEN®, предел текучести R_{eH} – для погодоустойчивых ст лей в соответствии со ст нд ртом EN 10025-5:2004.

Испыт ние н уд рную вязкость методом A Charpy V проводится для обычных ст лей, соответствующих COR-TEN® B.

• **Механические свойства и диапазон толщин COR-TEN®**

Т блиц 2

	Толщин мм		Предел текучести R_{eL} Н/мм ² Не менее	Предел прочности н р зрыв R_m Н/мм ² Не менее	Удлинение A_{50} % Не менее
	Широкополосн я продукция	Толстые листы			
COR-TEN® A	2 – 12	6 – 12	345	485	20
COR-TEN® B	2 – 13	6 – 40	345	485	19

EN 10025-5:2004

	Предел текучести R_{eH} Н/мм ² Не менее		Предел прочности н р зрыв R_m Н/мм ² Не менее		Удлинение A_{80} % Не менее			A_5 Не менее
	Толщин мм		Толщин мм		Толщин мм			
	2 – 16	(16) – 40	2 – (3)	3 – 40	2	(2) – 2,5	(2,5) – (3)	
S355J0WP	355	–	510 – 680	470 – 630	14	15	16	20
S355J0W	355	345	510 – 680	470 – 630	14	15	16	20
S355J2W								

Диап зон толщин для толстых листов и широкополосной продукции погодоустойчивой ст ли в соответствии с EN 10025-5 т кой же к к и у приблизительного н лог –м рок COR-TEN®.

• **Химический состав**

Т блиц 3

	Содерж ние, % (н лиз пл вки)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	V	Cu	Cr	Ni
	Не более									
COR-TEN® A	0.12	0.25 – 0.75	0.20 – 0.50	0.07 – 0.15	0.030	0.015 – 0.06	–	0.25 – 0.55	0.50 – 1.25	0.65
COR-TEN® B	0.19	0.30 – 0.65	0.80 – 1.25	0.035 max.	0.030	0.020 – 0.06	0.02 – 0.10	0.25 – 0.40	0.40 – 0.65	0.40

• **Пример: припуск н коррозию стoли COR-TEN® B, не прошедшую поверхностную обрoботку**

Т блиц 4

Тип воздействия	Припуск н коррозию доб влять к р счетной толщине одной стороны н к ждые 10 лет эксплу т ции	
	Первые 10 лет мм	К ждые последующие 10 лет мм
З городн я сред	0.10	0.05
Городск я сред ¹⁾	0.20	0.05
Промышленн я сред ²⁾	0.20	0.10

¹⁾ Основной з грязнитель воздух -оксид серы, SO_2 .

²⁾ Помимо оксид серы SO_2 в воздухе т жке содержится хлор. Т жке для р йонов в непосредственной близости от соленой воды.

• **Углеродный эквивалент CEV**

Таблица 5

	Толщина мм	CEV	Вид продукции
COR-TEN® A	2 – 12	0.35	Широкополосная продукция
COR-TEN® A	6 – 12	0.39	Толстые листы
COR-TEN® B	2 – 13	0.38	Широкополосная продукция
COR-TEN® B	6 – 20	0.48	Толстые листы
COR-TEN® B	(20) – 40	0.50	Толстые листы

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

• **Гибкость**

Таблица 6

	Толщина мм											
	(2) – 3	(3) – 4	(4) – 5	(5) – 6	(6) – 7	(7) – 8	(8) – 10	(10) – 12	(12) – 14	(14) – 16	(16) – 18	18 – 20
	Н – наименьший допустимый радиус изгиб мм											
COR-TEN® A	6	8	10	12	21	24	30	36	42	–	–	–
COR-TEN® B	6	8	10	12	21	24	30	36	42	48	54	60

Величины одинаковы для всех направлений гибки.

• **Термическая обработка**

Таблица 7

Термическая обработка	Температура °C	Время обработки
		Способ охлаждения
Отжиг для снятия остаточных напряжений	550 – 600 (цель 580)	2 минуты / мм толщины, не менее 30 минут. Медленное охлаждение в печи.
Нормализация	860 – 940 (цель 910)	1 минута / мм толщины, не менее 15 минут. Свободное охлаждение на воздухе.

• **Наши специалисты по работе с клиентами с удовольствием предоставят Вам дополнительную информацию**

Отдел продаж, техническая поддержка

info.metals@ruukki.com

Rautaruukki Corporation, Suolakivenkatu 1, FI-00811 Helsinki, Finland. Tel. +358 20 5911

www.ruukki.com

Изложено в этой технической справке информация была, по возможности, тщательно проверена. Мы, однако, не несем никакой ответственности за возможно допущенные ошибки, а также за прямой или косвенный ущерб, возникший в результате неадекватного применения предоставленной здесь информации. Мы оставляем за собой право на внесение изменений.

Copyright © 2008 Rautaruukki Corporation. Все права защищены. Ruukki, Rautaruukki, More With Metals и названия продукции Ruukki являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками Rautaruukki Corporation.