



ТРЕБОВАНИЯ К АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ. ПОДБОР НАДЕЖНОЙ АКЗ СХЕМЫ.

 Олег Коробков

 25.02.2025

НА ВЕБИНАРЕ РАЗБЕРЕМ:

1. Что такое ISO как они появились и почему к ним следует обращаться.
2. СП 28.13330 и ISO 12944.
3. Системы АКЗ покрытий, что за что отвечает.
4. Почему так важна шероховатость.
5. Сколько ЛКМ заложить изначально.
Варианты подхода к расчету ЛКМ.

Пишите вопросы в чат



ОБЩИЕ КОРРОЗИОННЫЕ ПОТЕРИ

Чтобы гарантировать эффективность защиты от коррозии МК, необходимо четко представлять последствия нарушений технологии и выбора материалов для противокоррозионной защиты.

Прямые потери это:

- безвозвратная потеря металла вследствие коррозии, которая по существующим оценкам составляет около 15% всего выпускаемого металла;
- стоимость замены вышедших из строя элементов машин, оборудования, коммуникаций;
- повторных антикоррозионных мероприятий.

Косвенные потери это:

- уменьшение выпуска продукции из-за простоев во время ремонта, ухудшение качества продукции;
- загрязнение окружающей среды из-за аварий;
- в нашем случае, это репутационные потери.

01

**ЧТО ТАКОЕ ISO КАК ОНИ
ПОЯВИЛИСЬ И ПОЧЕМУ К НИМ
СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬСЯ**

Международная организация по стандартизации International Organization for Standardization

- ISO создана в 1946 году
- 23 сентября 2005 года Россия вошла в Совет ISO.
- Официальные языки: английский, французский и русский

Задачи ISO :

Содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях.

я всегда оцениваю выбор АКЗ схемы в первую очередь по ISO.

02

СП 28.13330
и ISO 12944

ЕСЛИ В ПРОЕКТЕ ИЗНАЧАЛЬНО ЗАЛОЖЕНА АКЗ СХЕМА

Для анализа подобранной АКЗ схемы используем ISO 12944

1. Требуемый срок эксплуатации покрытия.

В 2018 году вышло новое издание ISO 12944, в котором изменились предполагаемые сроки службы покрытий.

Обозначение срока службы/ срок службы	L низкий	M средний	H высокий	VH очень высокий
ISO 12944:1998/2007 Старое	2-5 лет	5-15 лет	свыше 15 лет	-
ISO 12944: 2018 Актуальное	до 7 лет	7-15 лет	15-25 лет	свыше 25 лет

Таблица 1

ЕСЛИ В ПРОЕКТЕ ИЗНАЧАЛЬНО ЗАЛОЖЕНА АКЗ СХЕМА

Для анализа подобранной АКЗ схемы используем ISO 12944

2. Степень коррозионной активности.

А) Для конструкций, эксплуатирующихся в атмосфере

ISO 12944:1998 /2007 Старое	C1 очень низкая	C2 низкая	C3 средняя	C4 высокая	C5 очень высокая		
					I-промыш- ленная	M-морская	
ISO 12944 : 2018 Актуальное	C1 очень низкая	C2 низкая	C3 средняя	C4 высокая	C5 очень высокая		CX- экстремальная

Таблица 2

ЕСЛИ В ПРОЕКТЕ ИЗНАЧАЛЬНО ЗАЛОЖЕНА АКЗ СХЕМА

Для анализа подобранной АКЗ схемы используем ISO 12944

Б) Для конструкций, эксплуатирующихся в воде и почве

Для погружения в воду и заглублению в почву ранее было 3 категории

- ▶ Im1- погружение в пресную воду;
- ▶ Im2- погружение в морскую воду;
- ▶ Im3- заглубление в почву.

В издание 2018 года введена еще одна категория Im4 – погружение в морскую воду или эксплуатация в зоне переменного смачивания с использованием катодной защиты (для офшорных платформ)

ОПИСАНИЕ АТМОСФЕРНО-КОРРОЗИОННЫХ КАТЕГОРИЙ

Категория	Массовая потеря толщины (после первого года воздействия)				Примеры типичной среды в умеренном климате	
	Низкоуглеродистая сталь		Цинк		Внешний	Внутренний
	Потеря массы, г/м ²	Потеря толщины, мкм	Потеря массы, г/м ²	Потеря толщины, мкм		
C1 очень низкая	более 10	более 1,3	более 0,7	более 0,1		Отапливаемые помещения с чистой атмосферой, Например, офисы, магазины, школы, гостиницы.
C2 низкая	От 10 до 200	от 1,3 до 25	От 0,7 до 5	от 0,1 до 0,7	Атмосфера с низким уровнем загрязнения. В основном сельские районы.	Неотапливаемые помещения, где может быть конденсация, например, депо, спортивные залы.
C3 средняя	от 200 до 400	от 25 до 50	от 5 до 15	от 0,7 до 2,1	Городские или промышленные атмосферы, умеренно загрязнение сернистым ангидридом. Прибрежные территории с низким уровнем солености	Производственные комнаты со средней влажностью и некоторым загрязнением воздуха, например, заводы по переработке продуктов питания, прачечные, пивоваренные и молочные заводы.
C4 высокая	От 400 до 650	От 50 до 80	От 15 до 30	От 2,1 до 4,2	Промышленные и прибрежные территории с умеренной соленостью	Химические заводы, плавательные бассейны, прибрежные верфи и судоремонтные заводы
C5 очень высокая	от 650 до 1500	от 80 до 200	от 30 до 60	от 4,2 до 8,4	Промышленные зоны с высокой влажностью и агрессивной атмосферой и прибрежные зоны с высокой соленостью	Здания или зоны с почти постоянной конденсацией и с очень высоким загрязнением.
CX экстремальная	От 1500 до 5500	От 200 до 700	От 60 до 180	От 8,4 до 25	Морские районы с высокой соленостью и промышленные зоны с экстремальной влажностью и агрессивной атмосферой, и субтропической и тропической атмосферой	Индустриальные зоны с экстремальной влажностью и агрессивной атмосферой

Таблица 3

Категория	Окружение	Примеры окружающей среды и конструкций
Im1	Пресная вода	Речные сооружения, гидроэлектростанции
Im2	Морская или солоноватая вода	Гавани с их конструкциями, такими как шлюзы, плотины, пристани
Im3	Почва	Заглубленные цистерны, стальные сваи, стальные трубопроводы
Im4	Морская или солоноватая вода	Погруженные конструкции с катодной защитой (т.е. офшорные конструкции)

Таблица 4

ДЛЯ ОЦЕНКИ АКЗ СХЕМЫ НЕОБХОДИМО ВЫДЕЛИТЬ КРИТЕРИИ:

- тип лакокрасочного(ых) материала(ов)
- количество слоев;
- толщина каждого слоя;
- общая толщина покрытия.

Определившись с критериями, мы можем оценить на сколько заданная АКЗ схема соответствует условиям эксплуатации и сколько она проживет в этих условиях.



Срок жизни		Низкий			Средний			Высокий			Очень высокий		
Тип грунта		Zn (R)	Другой		Zn (R)	Другой		Zn (R)	Другой		Zn (R)	Другой	
Связующее грунта		ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY
Связующее последующего слоя		EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY
C2	MNOC				-	-	1	1	1	1	2	2	2
	NDFT				-	-	100	60	120	160	160	180	200
C3	MNOC	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	NDFT	-	-	100	60	120	160	160	180	200	200	240	260
C4	MNOC	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	-
	NDFT	60	120	160	160	180	200	200	240	260	260	300	-
C5	MNOC	2	2	—	2	2	—	3	2	—	3	3	—
	NDFT	160	180	—	200	240	—	260	300	—	320	360	—

Таблица 5

MNOC – минимальное количество слоев.

NDFT – минимальная общая толщина покрытия.

Более подробные схемы покрытий представлены в ISO 12944-2018 часть 5, приложение C

ПРИМЕРЫ

Например, эстакада на ГХК в Усть-Луге предполагала эпокси-полиуретановую схему в 160мкм

Условия ее эксплуатации не ниже C4 даже ближе к C5.

Заказчик выбрал схему,
которая по сроку службы
не дотягивает до 7 лет



высокая вероятность того, что через 5-7 лет
потребуется капитальный ремонт, а это
сотни миллионов рублей в условиях
действующего предприятия

ПРИМЕРЫ

Но зачастую, я вижу в проектах схему, которую прописал заказчик, которая совершенно не соответствует условиям эксплуатации.

Распространенный случай, это применение однокомпонентных грунт-эмалей толщиной 100-120мкм

ПРИМЕРЫ

Но зачастую, я вижу в проектах схему, которую прописал заказчик, которая совершенно не соответствует условиям эксплуатации.

Распространенный случай, это применение однокомпонентных грунт-эмалей толщиной 100-120мкм

Грунт

Обеспечивает хорошую адгезию к подложке

ПРИМЕРЫ

Но зачастую, я вижу в проектах схему, которую прописал заказчик, которая совершенно не соответствует условиям эксплуатации.

Распространенный случай, это применение однокомпонентных грунт-эмалей толщиной 100-120мкм

Промежуточный слой

Основа защитной системы

Грунт

Обеспечивает хорошую адгезию к подложке

ПРИМЕРЫ

Но зачастую, я вижу в проектах схему, которую прописал заказчик, которая совершенно не соответствует условиям эксплуатации.

Распространенный случай, это применение однокомпонентных грунт-эмалей толщиной 100-120мкм

Финишное покрытие

Обеспечивает декоративные свойства

Промежуточный слой

Основа защитной системы

Грунт

Обеспечивает хорошую адгезию к подложке

ПРИМЕРЫ

Яркий пример тому, применение однокомпонентной акриловой грунт-эмали толщиной 120мкм на объекте «Электрометаллургический комплекс ОАО «Выксунский металлургический завод». Было потрачено порядка 30млн рублей на исправление-прямые затраты, плюс репутационные потери.



ЦВЕТЕНИЕ



03

**АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ЗАЩИТА
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
В СООТВЕТСТВИИ
С ТРЕБОВАНИЯМИ СП 28.13330**

ЕСЛИ ВЫБОР АКЗ СХЕМЫ ОСТАЕТСЯ ЗА ПОДРЯДЧИКОМ, ЛИБО ПОДРЯДЧИК ДОЛЖЕН ВКЛЮЧИТЬ СВОЮ СХЕМУ В ОБЩУЮ СТОИМОСТЬ ДЛЯ УЧАСТИЯ В ТЕНДЕРЕ.

Что мы видим, как правило в рабочей документации в разделе общих указаний, касающихся антикоррозионной защиты?

Например:

9. Защита конструкций от коррозии и огнезащита

9.1 Принятая группа агрессивности **газов А2** (таблица Х.10 СП 28.13330.2017). Степень агрессивного воздействия газовой среды на металлоконструкции – **слабоагрессивная–2**

9.2 Антикоррозионную защиту металлоконструкций выполнять в соответствии с требованиями **СП 28.13330.2017**

Обращаемся к таблице Ц1 того же
СП 28.13330.2017

Условия эксплуатации конструкций		Степень агрессивного воздействия среды	Группы лакокрасочных покрытий для стальных конструкций (римские цифры) по таблице Ц.7, общая толщина лакокрасочного покрытия, включая грунтовку, мкм			
			материал конструкций	материал металлических защитных покрытий		
				углеродистая и низколегированная сталь без металлических защитных покрытий	цинковые покрытия (горячее и модифицированное цинкование)	цинковые и алюминиевые покрытия (газотермическое напыление)
Внутри отапливаемых и неотопляемых зданий	Помещения с газами группы А	Слабоагрессивная 1	I-80	Без лакокрасочного покрытия		
		Слабоагрессивная 2	I-120	Без лакокрасочного покрытия		
		Среднеагрессивная	II-160	II-120	II-120	
	Помещения с малорастворимыми солями и пылью	Слабоагрессивная ¹⁾	II-120	II-120	II-120	
		Помещения с газами групп В, С, D аэрозолями и пылью	Слабоагрессивная ¹⁾	III-120	Без лакокрасочного покрытия	
			Среднеагрессивная	III-160	III-160	III-160
	Сильноагрессивная	IV-240	не применять IV-240 ²⁾			
		Помещения хорошо растворимыми (малогигроскопичными и гигроскопичными) солями	Слабоагрессивная ¹⁾	III-120	Без лакокрасочного покрытия	
Среднеагрессивная	III-160		III-160	III-160		
На открытом воздухе и под навесами	Газы группы А	Слабоагрессивная 1	I-80	Без лакокрасочного покрытия		
		Слабоагрессивная 2	I-120	Без лакокрасочного покрытия		
		Среднеагрессивная	II-160	II-120	II-120	
	Малорастворимые соли и пыль	Слабоагрессивная ¹⁾	I-120	Без лакокрасочного покрытия		
		Газы группы В, С, D	Слабоагрессивная ¹⁾	III-160	Без лакокрасочного покрытия	
	Среднеагрессивная		III-160	III-120	III-120	
	Сильноагрессивная		IV-200	Не применять	IV-240 ²⁾	
	Хорошо растворимые (малогигроскопичные и гигроскопичные) соли, аэрозоли и пыль	Слабоагрессивная ¹⁾	III-160	Без лакокрасочного покрытия		
		Среднеагрессивная	III-160	III-120	III-120	
Сильноагрессивная		IV-200	Не применять	IV-240 ²⁾		
В жидких средах		Слабоагрессивная ¹⁾	III-160	III-160	III-160	
		Среднеагрессивная	IV-220	IV-180	IV-200	
		Сильноагрессивная	IV-300-500	Не применять	IV-240 ²⁾	

Таблица 6

Для защиты стальных и алюминиевых конструкций от коррозии применяются лакокрасочные покрытия групп:

I - алкидные (пентафталевые, глифталевые, алкидно-стирольные), алкидно-уретановые (уралкидные), масляные, масляно-битумные, эпоксиэфирные, полиэфирные, нитроцеллюлозные;

II - фенолоформальдегидные, перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, хлоркаучуковые, поливинилбутиральные, акриловые, полиэфирные, полиэфирсиликоновые, органосиликатные;

III - перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, хлоркаучуковые, фторполимерные, полистирольные, кремнийорганические, органосиликатные, полисилоксановые, полиуретановые, полимочевинные, полиэтиленовые, эпоксидные;

IV - перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, фторполимерные, эпоксидные, полиуретановые, полимочевинные, полиэтиленовые.

ПРИМЕЧАНИЯ

01

На сварных швах толщина покрытий должна быть увеличена на 30 мкм.

02

При выборе лакокрасочных покрытий следует учитывать специфические особенности эксплуатации металлоконструкций. В зависимости от условий эксплуатации применяемые лакокрасочные покрытия должны быть стойкими на открытом воздухе, под навесом, в помещениях - химически стойкие, термостойкие, маслостойкие, водостойкие, кислотостойкие, щелочестойкие, бензостойкие.

03

Срок службы лакокрасочных покрытий на углеродистой и низколегированной сталях составляет 5 - 10 лет,

комбинированных покрытий на основе горячих цинковых покрытий и лакокрасочных покрытий, газотермических цинковых и лакокрасочных покрытий, газотермических алюминиевых покрытий и лакокрасочных покрытий - 15 - 30 лет.

Системы окраски углеродистой стали для категории коррозионной активности среды С4

Система №	грунт				Промежуточный слой	Окрасочная система		Долговечность			
	Связующее	Тип грунта	Кол-во слоев	Толщина сухой пленки, мкм	Тип связующего	Общее кол-во слоев	Толщина сухой пленки, мкм	Л (низкая)	М (средняя)	Н (высокая)	Vh (очень высокая)
C4.01	AK, AY	Misc.	1	От 60 до 160	AK, AY	1-2	160	X			
C4.02	AK, AY	Misc.	1	От 60 до 80	AK, AY	2 – 3	200	X	X		
C4.03	AK, AY	Misc.	1	От 60 до 80	AK, AY	2 – 4	260	X	X	X	
C4.04	AK, AY	Misc.	1	От 80 до 120	AK, AY	1-2	120	X			
C4.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	От 80 до 160	EP, PUR, ES	2	180	X	X		
C4.06	EP, PUR, ESI	Misc.	1	От 80 до 160	EP, PUR, ESI	2 – 3	240	X	X	X	
C4.07	EP, PUR, ESI	Misc.	1	От 80 до 240	EP, PUR, ESI	2 – 4	300	X	X	X	X
C4.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	X			
C4.09	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	От 60 до 80	EP, PUR, ESI	2	160	X	X		
C4.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	От 60 до 80	EP, PUR, ESI	2 – 3	200	X	X	X	
C4.11	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	От 60 до 80	EP, PUR, ESI	3 – 4	260	X	X	X	X
Примечание 1: Аббревиатуры см. табл. A1											
Примечание 2: <u>Помимо</u> полиуретанов могут использоваться другие материалы: <u>полисилоксаны</u> , <u>полиаспартатные</u> и <u>фторполимерные</u> [фторэтилен / виниловый сополимер (FEVE)].											

Таблица 7

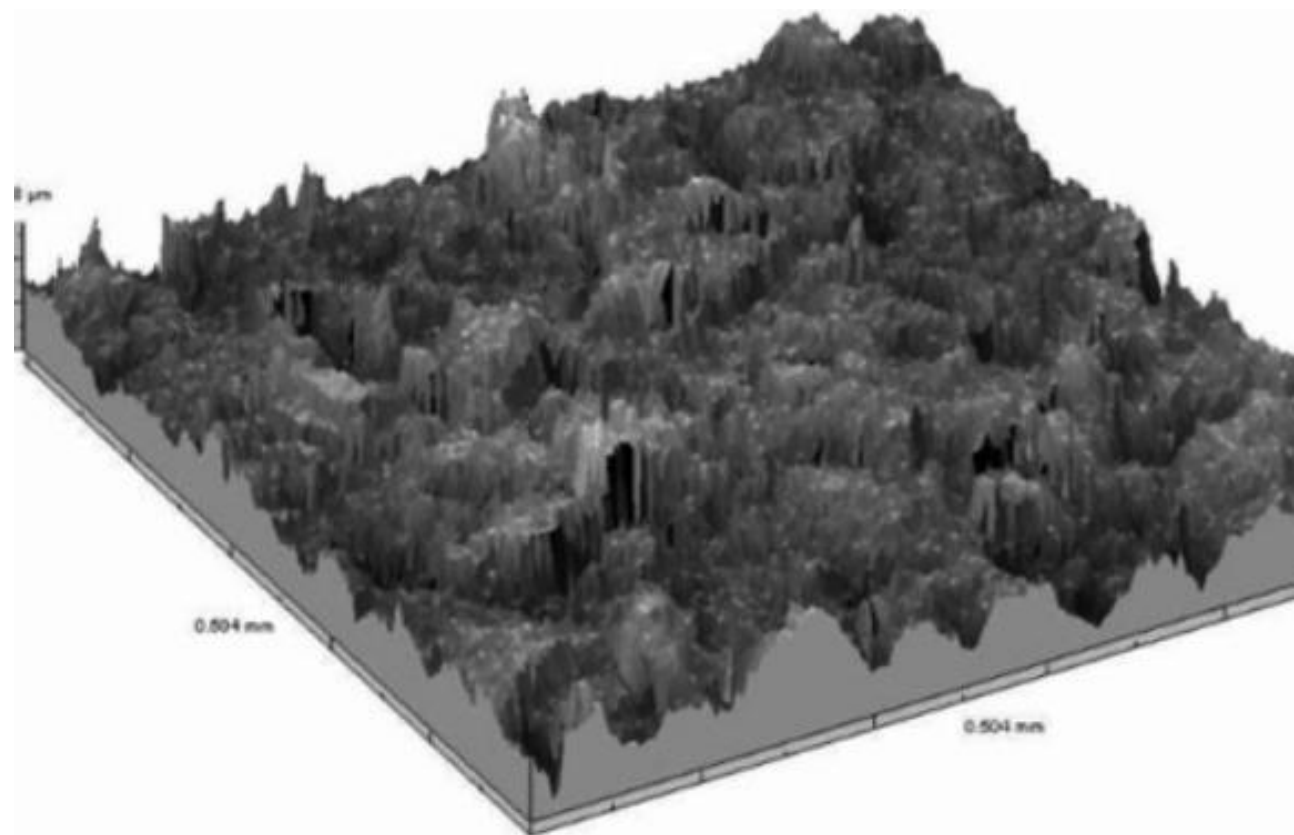
04

**ПОЧЕМУ ТАК ВАЖНА
ШЕРОХОВАТОСТЬ**

В промышленных объемах, практически 100% металлоконструкций перед покраской подвергаются механической очистке поверхности от окислов.

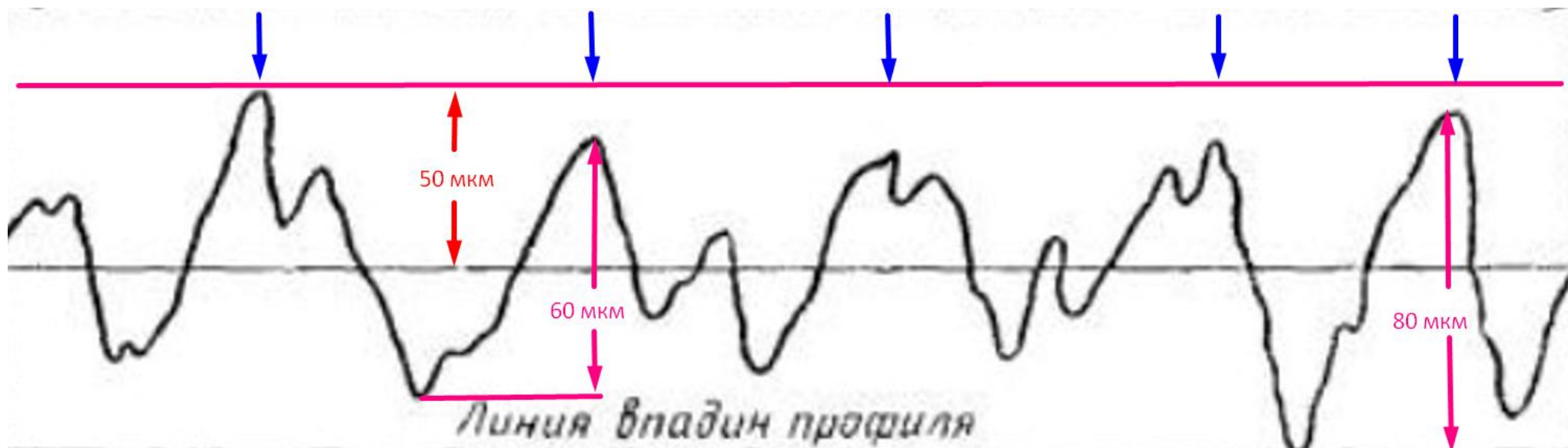
После очистки, поверхность металла имеет примерно такую структуру:

Расстояния между пиками и впадинами дают нам понять какая общая шероховатость поверхности имеет место быть в том или ином случае



Производители материалов, как правило указывают требуемую шероховатость для своего материала, 30-60мкм, 50-75мкм

Самый распространенный разбег шероховатости, который достигается на заводах изготовителях, это 40-80мкм.



05

**СКОЛЬКО ЛКМ ЗАЛОЖИТЬ
ИЗНАЧАЛЬНО. ВАРИАНТЫ
ПОДХОДА К РАСЧЕТУ ЛКМ**

КАК БЫСТРО В ПЕРВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ ПОСЧИТАТЬ ПОТРЕБНОСТЬ

За исходные условия принимаем:

1. То, что у нас смешанные конструкции по габаритам.
2. Покраска производится методом безвоздушного распыления со средним фактором потерь 30%.
3. Шероховатость $Rz=60\text{мкм}$.

Формула для расчета краски, которая уйдет в мертвый объем следующая:

$$\text{Кол — во краски для учета (практ. расход)} = \frac{\text{Площадь (м}^2\text{)} \times \frac{2}{3} \times Rz}{\%CO \times 10 \times (1 - КП)}$$

Формула для расчета потребности краски на заданную толщину сухого слоя:

$$\text{Кол — во краски (практ. расход)} = \frac{\text{Площадь (м}^2\text{)} \times \text{ТСП}}{10 \times \%CO \times (1 - \text{КП})}$$

Где,

ТСП – толщина сухого слоя;

CO – сухой остаток по объему;

КП – переводной коэффициент потерь, в нашем случае он равен 0,3 (т.к. мы приняли фактор потерь = 30%)

Теоретический расход в литрах вы получите по формуле:

$$\text{Кол — во краски (теор. расход)} = \frac{\text{Площадь (м}^2\text{)} \times \text{ТСП}}{10 \times \%CO}$$

Посчитав его так же на 1м.кв. Для получения в килограммах так же умножаем на плотность.

ИТОГИ:

01

Включайте требования ISO в проектную документацию

02

Внимательно подходите к определению степени агрессивности среды

03

Обозначайте требуемый срок службы покрытия

04

С осторожностью относитесь к результатам протоколов испытаний ЛКП на воздействие климатических факторов

05

Помните, ошибочно выбранная АКЗ схема приводит к многомиллионным потерям в ближайшем будущем.

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

EVRAZ STEEL BUILDING

Инжиниринг и управление
поставками металлоконструкций
через цифровую платформу



www.evrazsteelbuilding.ru



+ 7 (495) 139-64-42



125252, Россия, Москва, ул.
Авиаконструктора Микояна, 12

ОФИЦИАЛЬНЫЙ TG-КАНАЛ EVRAZ STEEL BUILDING

Подписывайтесь, чтобы вместе менять
рынок «здесь и сейчас»

