

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МОСТОВ

ВЫБОР, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ

Россия переживает строительный бум и, соответственно, растет потребление и производство всевозможных стройматериалов, антикоррозионных в частности. Это не удивительно, - качественно выполненные мероприятия по антикоррозионной защите продлевают срок службы и значительно снижают последующие затраты на восстановление объектов. В этой статье вы получите ответы на вопросы: чем руководствоваться при выборе антикоррозионных покрытий, как их правильно эксплуатировать и восстанавливать.

Антикоррозионные защитные покрытия мостовых конструкций должны отвечать следующим основным требованиям:

- надежно защищать от коррозии конструкции в условиях воздействия атмосферно-климатических факторов и агрессивности окружающей среды в течение определенного срока службы покрытия;
- обладать высокими физико-механическими свойствами (адгезией, твердостью, прочностью при ударе и эластичностью при изгибе, абразивостойкостью, покрытия не должны растрескиваться и отслаиваться);
- отличаться химической стойкостью к агрессивным средам, возникающим при эксплуатации мостов (степень агрессивности внешней среды в местах расположения мостовых сооружений должна указываться в проектной документации);
- покрытия должны обладать повышенной влагостойкостью;
- лакокрасочные материалы должны быть быстросохнущими для образования качественных беспористых и сплошных покрытий;
- внешний вид покрытий должен соответствовать V классу по ГОСТ 9.032, покрытие не должно иметь пропусков, трещин, пузырей, морщин и других дефектов, влияющих на защитные свойства.

Выбор системы антикоррозионной защиты мостовых сооружений следует производить в соответствии со следующими документами:

- Руководство по защите металлоконструкций от коррозии и ремонту лакокрасочных покрытий металлических пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов (Росавтодор, 2003);

- СТО 001-2006 «Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания» («Трансстрой», 2006);
- СТП 017-2004 «Защита бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений от коррозии» («Трансстрой», 2004).

При выборе оптимальных систем покрытий следует учитывать ряд эксплуатационных, экономических и технологических факторов.

Эксплуатационные факторы:

- требуемая долговечность покрытия - по ГОСТ 27751-88 металлические и сталебетонные мосты относятся к объектам I-го уровня ответственности, следовательно, требуют применения при строительстве и ремонте покрытий с максимально возможным сроком службы;

- срок службы покрытия - ожидаемый промежуток времени с момента нанесения покрытия до первого капитального ремонта;
- ремонтпригодность - при выборе лакокрасочных материалов для ремонта при неполном удалении старой краски крайне важен показатель совместимости покрытий.

Технологические факторы:

- необходимая степень подготовки поверхности - предпочтительны лакокрасочные материалы, нанесение которых разрешено на металл посредством механической и струйной очистки. Этот показатель особенно важен при проведении ремонтных окрасочных работ (цинксодержащие и цинкнаполненные грунтовки);
- возможность производства окрасочных работ при более широком температурном и влажностном режимах окружающего воздуха - в таких условиях предпочтительно применение влагоотверждаемых материалов;
- использование санитарно-гигиенических и взрыво-пожаробезопасных (т. е. тиксотропных) материалов, содержащих наименьшее количество растворителей;
- простота в приготовлении и нанесении (т. е. использование однокомпонентных материалов).

К экономическим факторам относятся прямые и приведенные затраты капитала. Прямые затраты – это стоимость материалов, оборудования, подготовительных, очистных и окрасочных работ, стоимость мероприятий по технике безопасности и охране окружающей среды, затраты на обеспечение условий проведения работ (вентиляция, сушка, отопление).

Для сокращения прямых затрат востребованы системы антикоррозионной защиты, которые, гарантируя надежную долгосрочную защиту и высокие декоративные свойства на протяжении всего срока службы, соответствуют следующим условиям:

1. Уменьшение стоимости окраски в ходе нового строительства:

- за счет уменьшения количества слоев краски;
- за счет упрощения применяемых систем лакокрасочных покрытий, например замены многослойных двухкомпонентных систем на двух-трехслойные однокомпонентные системы;
- уменьшение расхода краски за счет повышения укрывистости и сухого остатка;
- уменьшение стоимости работ на строительном-монтажной площадке за счет максимально возможного

- окрашивания на заводах-изготовителях металлоконструкций;
- усиление антикоррозионной защиты за счет применения цинкнаполненных и цинксодержащих грунтовочных покрытий;
- повышение производительности окрасочных работ за счет применения быстросохнущих, простых в нанесении материалов.

2. Уменьшение стоимости и трудоемкости при проведении ремонтных окрасочных работ – возможность наносить лакокрасочные материалы на металлическую поверхность с остатками ржавчины и старой краски и бетонную поверхность с повышенным содержанием влаги.

3. Сокращение и уменьшение стоимости мероприятий по охране труда и окружающей среды в ходе окрасочных работ за счет применения лакокрасочных материалов с уменьшенным содержанием растворителей.

Приведенные затраты – показывают, какие капиталовложения в отдаленной перспективе необходимо произвести заказчику на эксплуатацию и ремонт покрытия. Как правило, расчет производится на срок службы наиболее долговечного покрытия. Методика расчета приведенных затрат изложена в документе «Руководство по защите металлоконструкций от коррозии и ремонту лакокрасочных покрытий металлических пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов» (Росавтодор, 2003).

Вошедшие в указанные нормативные документы системы антикоррозионных покрытий предусматривают применение отечественных и импортных лакокрасочных материалов. Однако распоряжение Росавтодора № ИС-155-р от 14.03.2002 установило, что в целях обеспечения качества, снижения стоимости строительства, реконструкции, ремонта и содержания дорог, а также поддержки отечественных производителей, применение импортных материалов при проектировании, строительстве,

реконструкции, ремонте и содержании дорог и дорожных сооружений возможно только по разрешению Росавтодора и в случае отсутствия или экономической нецелесообразности использования российских материалов или технологий. Выбор в пользу того или иного варианта покрытия делается заказчиком совместно с проектировщиком по совокупности изложенных преимуществ одного из вошедших в вышеуказанные нормативные документы вариантов с привлечением аттестованных специалистов, имеющих соответствующую квалификацию.

Системы покрытий для защиты металлических конструкций от коррозии в различных условиях эксплуатации представлены в табл. 1. В табл. 2 представлена система красок для категории коррозионной активности С5-1 (атмосферная коррозионная активность – очень высокая (промышленная) с учетом ISO 12944 «Лаки и краски. Антикоррозионная защита стальных конструкций от коррозии с помощью защитных лакокрасочных систем. Часть 5. Защитные лакокрасочные системы»).

Системы покрытий для металлоконструкций в зависимости от условий эксплуатации и технических возможностей производства предусматривают выбор лакокрасочных материалов для окрашивания на заводе-изготовителе металлоконструкций и на монтажных площадках. Для обеспечения максимально хороших эксплуатационных качеств большинство слоев системы или по возможности всю систему желательно наносить в заводских условиях.

Преимущества заводского нанесения покрытий:

- лучший контроль нанесения;
- контролируемая температура и относительная влажность окружающего воздуха;
- более удобный ремонт поврежденных участков;
- большая производительность дробеструйных и окрасочных работ;



- более качественный контроль за отходами и загрязнением окружающей среды;
- снижение потерь ЛКМ.

- интервал времени нанесения слоев друг за другом может оказаться недопустимо завышенным;
- возможны загрязнения и ухудшение свойств последнего слоя.

соответствии с разрабатываемым и согласованным заинтересованными сторонами технологическим регламентом, который содержит следующие разделы: общие указания; лакокрасочные материалы и требования к ним; технологический процесс окрашивания; оборудование и инструмент, применяемые при производстве работ; контроль качества и приемка работ; условия хранения лакокрасочных материалов; требования безопасности и производственная санитария; гаран-

Недостатки заводского нанесения:

- возможны ограничения по размерам конструкций;
- повреждения заводского покрытия, возникающие при погрузке, транспортировке, складировании и монтаже металлоконструкций;

Выбор технологического процесса получения защитного покрытия с разбивкой производства работ на завод-изготовитель металлоконструкций и монтажную площадку делается заказчиком. Все работы по нанесению защитных покрытий осуществляются в

Табл. 1. Системы покрытий для защиты металлических конструкций

№ №	Грунтовочный лакокрасочный материал		Промежуточный лакокрасочный материал		Марка покрывного лакокрасочного материала	Ориентировочная толщина комплексного покрытия, мкм	Срок службы покрытия (годы), при условиях эксплуатации	
	Марка	Ориентировочная толщина, мкм	Марка	Ориентировочная толщина, мкм			У 1	УЛ 1 ХЛ
1	Stelpant-Pu-Zink	80...100	-	-	XB-16	130...160	10	10
2	ЦИНОТАН	80... 100	ПОЛТ-УР	50...70	ПОЛИТОН-УР (УФ)	190...210	15	15
3	ЦИНОТАН	80... 100	-	-	ХП-7120	140...180	10	10
4	ЦВЭС № 1	80...100	Stelpant-Pu- Mica HS	70...90	Stelpant-Pu-Mica UV	240...250	12	10
5	ЦВЭС № 1	80...100	-	-	XB-16	120...140	8	7
6	Stelpant-Pu-Oxid	80...100	-	-	XB-16	120...140	8	8
7	Stelpant-Pu-Oxid	80...100	Stelpant-Pu- Mica HS	70... 90	Stelpant-Pu-Mica UV	240...250	12	12
8	ЭП-0010	60...80	-	-	XB-16	120... 140	7	7
9	ЭП-0259	40...50	-	-	ХП-7120	120...140	7	-
10	ФЛ-03К	40...50	-	-	XB-16	90...120	5	-
11	Темаprime EE	60...80	-	-	Темалак АВ 70	120...160	10	10
12	Темаprime EE	40...50	-	-	Эмаль XB-16	90... 120	7	7
13	Epitamarin Zink Rich primer SSPS	80	Epitamarin Solekote Grey	100	Tamagiass Super	230	15	.15
14	Hempadur Zink 17360	40	Hempadur Mastic 45880	150	Hempathane TopCoat 55210	240	15	15
15	Праймер-цинк	80	Эмакоут 5335	150	Эмагон	280	15	15
16	Эмакоут 7320	-	-	-	-	180	10	10
17	Interzink 52	50	Intercure 200 HS	130	Interhahe 990	240	15	15
18	Interseal 670HS	100	Interseal 670HS	145	Interhahe 990	305	15	15
19	Interseal 670HS	150	Interseal 670HS	150	-	300	15	15
20	Stelpant-Pu-Zink	80...90	Stelpant-Pu-Mica HS	80...90	Stelpant-Pu-Mica UV	240...270	22	22
21	Stelpant-Pu-Zink	80... 100	Stelpant-Pu-Mica HS	80...90	Stelpant-2-K-PU-Cover UV	220...250	18	18
22	Stelpant-Pu-Zink	80	Stelpant-Pu-Mica UV	100	-	180	15	15
23	Stelpant-Pu-Oxid	80	Stelpant-Pu-Mica UV	80	-	160	10	10
24	Stelpant-Pu-Zink	80	Stelpant-2-K-PU-Cover UV	60	-	140	12	12
25	-	-	-	-	Гермокрон	160...200	12	12
26	Amercoat 132	50	Amercoat 383H	150	Amercoat 450 S colour	250	15	15
27	Темацинк 77/99	40	Темакоут ГПЛ-С/ праймер-МИО	150	Темадур 50	240	15	Нет данных
28	Грунтовка УР-0446 «Уретан-Антикор»	80	Эмаль УР-1529 «Уретан-Антикор»	80	Эмаль АК-1530 «Разноцвет»	240	15	15
29	Грунтовка УР-0446 «Уретан-Антикор»	80	Эмаль УР-1529 «Уретан-Антикор»	50	Эмаль АК-1530 «Разноцвет»	180	12	12
30	Jcosit EG1 Rapid	80	-	-	Jcosit Elastomastic Pronto	4-6 мм	IS	15
32	Jcosit EG Phosph-fat Rapid (Friezinc Rapid)	8060	Jcosit EG1 Rapid с железистой слюдкой	80	Jcosit EG 4 (5) Rapid с железистой слюдкой	240	15	12
33	Jcosit EG 1	80	Jcosit Haftmasse	1 мм	Битумно-поли-мерные и асфальтобетонные смеси	1,1 мм	18	15
34	Jcosit 6630 Praimer	80	-	-	Jcosit 6630 HS	120...140	15	12
35	Jcosit EG Phosph-fat	80	-	-	Jcosit Elastomastic TF	4-6 мм	15	12
36	Jcosit EG Phosph-fat	80	Jcosit EG 1	80	Jcosit EG 4 или Jcosit EG 5	160...240	15	12

Табл. 2. Система красок для категории коррозионной активности С5-1

Система	Степень подготовки поверхности		Грунтовочный слой				Верхние слои, включая промежуточные			Система красок		Ожидаемый срок службы		
	St 2	Sa 2,5	Связующее	Тип грунтовок	Число слоев	НТСМ, мкм	Связующее	Число слоев	НТСМ, мкм	Число слоев	Суммарная НТСМ, мкм	Малый от 2 до 5 лет	Средний от 5 до 15 лет	Большой свыше 15 лет
S 6.01		X	CR	Misc.	один-два	80	AV, CR, PVC	два	120	три-четыре	200			
S 6.02		X	EP, PUR		два	120		EP, PUR	один-два	80	три-четыре			
S 6.03		X			один	80	EP, PUR		три	200	четыре			
S 6.04		X			один-два	80		три-четыре	240	четыре-шесть	320			
S 6.05		X	EP, PUR	Zn @	один	40	AV, CR, PVC	два	120	три	160			
S 6.06		X			один	40		EP, PUR	три	200	четыре			
S 6.07		X	ESI		один	80	AV, CR, PVC		три	200	четыре			
S 6.08		X			один	80		EP, PUR	два-четыре	240	три-пять			
S 6.09		X		один	80	три	160		три-пять	240				
S 6.010		X		один	80	AV, CR, PVC	три	200	четыре	280				
S 6.011		X		один	80		четыре	240	пять	320				

тии поставщика материалов; технические характеристики материалов; паспорт окраски с согласованным колером декоративного слоя.

Контроль за производством работ должен осуществляться на всех стадиях технологического процесса. Все окрасочные работы, производимые на заводе-изготовителе металлоконструкций, должны быть приняты отделом технического контроля и инспекцией по контролю качества изготовления и монтажа мостовых конструкций. Приемка окрасочных работ на монтажной площадке осуществляется инспекцией по контролю качества изготовления и монтажа мостовых конструкций.

Соответствие качества окраски мостовых металлоконструкций требованиям отраслевых стандартов должны гарантировать предприятие-изготовитель мостовых конструкций и строительно-монтажная организация, производящая монтаж.

Критическими моментами при проверке качества работ является этап, на котором происходит передача ответственности за окрасочные работы между заводом-изготовителем металлоконструкций и фирмой, производящей окрасочные работы на монтажной площадке, а также этап с длительным промежутком времени между нанесением слоев на заводе и последующих слоев на монтажной площадке. В целях обеспечения качества окраски конструкций изготовитель красок несет ответственность за поставляемые лакокрасочные материалы. Для подтверждения срока службы покрытия он обязан не реже одного раза в 3 года проводить ускоренные лабораторные испытания по ГОСТ 9.401.

При особой договоренности между заказчиком и поставщиком материалов возможно использование зон сравнения – таких участков конструкций, которые используются для определения минимума требований в отношении стандартизации окрасочных работ, для проверки правильности данных, представленных производителем красок или окрасочной фирмой, а также для обеспечения возможности проверки рабочих характеристик покрытий в любое время после завершения окрасочных работ. Зоны сравнения, как правило, не используются для гарантийных целей, но и такое возможно - по соглашению между сторонами контракта.

Если требуется, зоны сравнения должны быть подготовлены там, где коррозионные воздействия типичны для всей конструкции в целом. Все работы по подготовке поверхности и нанесению краски на зоны сравнения должны выполняться в присутствии представителей всех заинтересованных сторон, которые обязаны дать свое согласие в письменном виде. Все зоны сравнения должны быть точно занесены в документацию, а их расположение на самой конструкции должно быть обозначено неуничтожимой меткой.

Размер и количество зон сравнения должно находиться в разумном соотношении с площадью конструкции в целом. В процессе эксплуатации дефекты могут обнаружиться в следующих местах: на окрашенной конструкции, но не на зоне сравнения; как на конструкции, так и на зоне сравнения; только на зонах сравнения. Рекомендуемое соотношение размеров конструкций в м² и размеров и суммарной площадью зон сравне-

ний приведены в ISO 12944, часть 7 «Производство покрасочных работ и контроль за ними».

Контроль состояния антикоррозионных покрытий мостовых металлоконструкций входит в комплекс мероприятий по надзору за мостовыми сооружениями. В состав надзора входят: постоянный надзор, текущий и периодический осмотры, а также специальные обследования, проводимые в соответствии с требованиями ВСН 4-81. Весь комплекс работ по надзору за мостовым сооружением ставит своей целью своевременно обнаружить повреждение и дефекты, чтобы предотвратить снижение его транспортно-эксплуатационных качеств или предупредить возможность этого явления. Все виды осмотров осуществляются техническим персоналом дорожных эксплуатационных хозяйств, а обследования – специализированными организациями, имеющими лицензию на выполнение таких работ.

Постоянный надзор состояния защитных покрытий должны выполнять мостовые мастера, обслуживающие свои участки по длине моста в режиме ежедневного обхода. При этом осуществляются визуальный осмотр поверхностей основных конструкций.

Текущие осмотры проводят раз в квартал. При этом осмотру подвергаются все окрашенные поверхности элементов моста с выявлением в них дефектов и повреждений. В таких осмотрах принимает участие инженер-мостовик, который выявляет повреждения покрытия, требующие устранения силами дорожно-эксплуатационного участка.

Периодические осмотры проводят в

Табл. 3. Выбор видов ремонта

Балл по ГОСТ 9.407	По площади разрушенного покрытия, %, при наличии		По размерам разрушенного покрытия	
	отслаивания	коррозии металла	глубина отслаивания	диаметр коррозионных очагов, мм
1	Разрушение отсутствует			
2	до 5	до 1	Разрушение внешнего слоя, видимое при увеличении в 10 раз	До 0,5
3	5-25	1-5	Разрушение внешнего слоя, видимое невооруженным глазом	0,5–1,0
4	25–50	5-15	Разрушение до грунтового слоя	1,0-3,0
5	Свыше 50	Свыше 15	Разрушение до окрашиваемой поверхности	Свыше 3,0

случаях обнаружения дефектов, требующих устранения силами специализированных организаций. К таким осмотрам привлекаются организации и специалисты, имеющие право на данные виды работ. В рамках периодических осмотров производится оценка технического состояния защитных покрытий, даются рекомендации по срокам проведения ремонта защитных покрытий.

Проведению капитальных ремонтных работ по восстановлению антикоррозионных покрытий больших мостов должно предшествовать специальное предремонтное обследование, которое выполняют с привлечением специализированных служб и организаций. В зависимости от состояния покрытия выбирается вид ремонта, представленный в табл. 3.

Оценка состояния покрытия является основой для принятия технических решений по проведению антикоррозионных работ:

- при оценке разрушения до 2 баллов специальные ремонтные работы не проводятся, устранение отдельных дефектов производится в рамках работ сверхнормативного содержания организацией, осуществляющей содержание;
- частичный ремонт покрытия следует проводить на участках, наиболее подверженных воздействию влаги и соли, при оценке состояния покрытия не выше 3 баллов;
- на хорошо проветриваемых участках, где прямое воздействие агрессивной среды исключено, частичный ремонт рекомендуется проводить, если состояние покрытия достигло 3-4 баллов;
- при состоянии защитного покрытия для элементов с повышенной коррозионной опасностью в 4-5 баллов, а также для остальных – должен проводиться капитальный ремонт или осуществляться полная замена лакокрасочного покрытия.

При определении степени повреждения антикоррозионного покрытия возможно использование международного стандарта ISO 4628-3 «Краски и лаки. Оценка степени разрушения покрытия. Обозначение количества и размеров дефектов, интенсивности однородных изменений внешнего вида. Оценка степени ржавления». В соответствии с указанным стандартом оценивают степень ржавления R_i на покрытии. Приблизительные площади ржавления (сквозная отслаивающаяся и видимая подплечная ржавчина оцениваются в соответствии с табл. 4.

Методы оценки подплечной ржавчины, при необходимости, должны быть согласованы между заинтересованными сторонами. В случаях, когда наблюдаются различные степени ржавления на участках, оценивается площадь, определяется степени вместе с указанием участка, на котором встречается каждая степень ржавления.

По приложению А данного стандарта оценка выполняется с использованием системы оптического формирования изображений. Если, например, площадь ржавления соответствует степени $R_i 3$ и размеры отдельных пятен ржавления находятся в пределах от 0,5 до 5 мм, записывают результаты в протокол следующим образом: ржавление, степень ржавления $R_i 3$.

По результатам обследования составляется протокол испытаний, который должен включать, по меньшей мере, следующую информацию:

- все подробности, необходимые для идентификации контролируемого покрытия;
- ссылку на ISO;
- тип контролируемой поверхности, ее размер, и если необходимо, ее расположение;
- результаты оценки;
- указание относительного освещения, при котором проводилась оценка;

Табл. 4. Оценка ржавчины

Степень ржавления	Площадь ржавления, %
$R_i 0$	0
$R_i 1$	0,05
$R_i 2$	0,5
$R_i 3$	1
$R_i 4$	8
$R_i 5$	40-50

- любые необычные особенности (аномалии), наблюдаемые во время оценки;
- дату испытаний.

Особое внимание при обследовании необходимо уделять конструкциям, работающим в условиях повышенного агрессивного воздействия:

- поверхности конструкций, расположенных на расстоянии 0,5–1 м от деформационных швов;
- поверхности элементов, расположенных у водоотводных трубок;
- поверхности у мест протечек через плиту проезжей части;
- фасадные поверхности балок пролетных строений со сплошной стенкой, со стороны соседнего мостового сооружения;
- поверхности элементов главных ферм сквозных пролетных строений с ездой понизу;
- поверхности, обращенные вниз к воде у мостов малой высоты;
- элементы силовых ограждений, мачты освещения, конструкции перильных ограждений.

Отчет по результатам обследования должен содержать:

- оценку состояния защитного покрытия;
- рекомендации по снижению степени агрессивного воздействия на отдельные элементы или конструкцию в целом;
- результаты подсчета площадей поверхностей, подлежащих ремонту;
- рекомендации по удалению старого покрытия и по подготовке поверхности перед окрашиванием;
- рекомендации по выбору оптимальных систем покрытий.

Результаты обследования, проведенного в объеме, согласованном между заказчиком и подрядчиком должны являться основанием для разработки технологического регламента или проекта антикоррозионной защиты.

А. В. Кочетков, д. т. н., профессор, академик транспорта, ФГУП «РосдорНИИ»;
С. В. Овсянников, директор ООО «Разноцвет»;
Т. Г. Великогло, зам. директора ООО «Разноцвет»