

Совершенствование антикоррозионной защиты в отечественном мостостроении. Опыт применения полиуретановых материалов ВМП при строительстве моста через Волгу в Ульяновске



Индигов М.Ю.,
ОГУ «Департамент автомо-
бильных дорог
Ульяновской
области»;

Субботина О.Ю.,
к.х.н., НПП «Высокодис-
персные металлические
порошки» (ВМП),
г. Екатеринбург

Ярославцева О.В.,
к.х.н., НПП «Высокодис-
персные металлические
порошки» (ВМП),
г. Екатеринбург

Штырба Н.И.,
НПП «Высокодис-
персные металлические
порошки» (ВМП),
г. Екатеринбург

Исторически сложилось так, что к безопасности функционирования и долговечности мостовых сооружений предъявляются повышенные требования, исходя из того, что мостостроение интегрирует самые передовые технологии в области строительства, металлообработки и химической технологии. Это касается и решения такой сложной задачи, как защита от корро-

(ветер, водные потоки и т.п.) и климатических факторов (увлажнение, перепады температур, загрязнения атмосферы аэрозолями, газами и т.п.), вызывающих коррозию металла и последующее снижение его прочностных характеристик. Наиболее распространенное средство противостоять этому разрушающему воздействию - защитные лакокрасочные покрытия.

суриковые грунтовки и краски (рис. 1, тип I). Эти недорогие системы, не требующие тщательного удаления окислы, обеспечивали приемлемую защиту от коррозии при условии частого ремонта или возобновления покрытий.

Развитие экономики и сопутствующий ему рост грузопотоков на транспортных магистралях предопределили новые требования к эффективности защиты от коррозии в отрасли, поскольку ограничение пропускной способности мостов в связи с проведением ремонтных работ сопряжено с большими финансовыми потерями.

Не случайно в 70 - е гг. XX в. именно мостостроители одними из первых освоили и широко внедрили только появившуюся промышленную технологию абразивно-струйной очистки металлической поверхности. Это «открыло двери» для широкого использования сис-

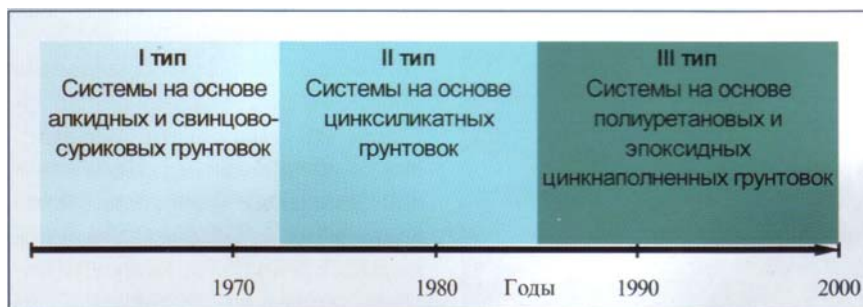


Рис.1. Эволюция лакокрасочных покрытий в мировой практике мостостроения

зии.

Любой мост, независимо от эксплуатационной нагрузки, подвергается воздействию постоянных природных сил

В мировой практике до начала 70-х гг. XX в. в качестве защитных покрытий мостовых металлоконструкций доминировали алкидные и свинцово-

тем на основе цинкнаполненных грунтовок, отличающихся высокой долговечностью благодаря сочетанию двух механизмов защиты – протекторного, подобно цинковым металлическим покрытиям, и барьерного, характерного для традиционных лакокрасочных покрытий. В это время в мире цинксиликатные грунтовки в сочетании с виниловыми и хлоркаучуковыми покрывными эмалями (см. рис.1, тип II) были самыми распространенными системами защиты от коррозии мостовых металлоконструкций.

Достижения в области химии лаков и красок позволили заменить цинксиликатные грунтовки, весьма требовательные к качеству подготовки поверхности и к процедуре нанесения, на материалы более технологичные в отношении окрашивания в условиях строительной площадки. Так, в мировой практике защиты металлических мостов с середины 80-х г. XX в. прослеживается устойчивая тенденция приоритетного использования лакокрасочных покрытий на основе полиуретановых и эпоксидных грунтовок с покрывными материалами на той же основе (рис.1, тип III).

Сегодня за рубежом для мостовых конструкций регламентировано применение трехслойных систем покрытий (рис. 2), состоящих из грунтовки с цинковой пылью, промежуточного слоя с пигментами чешуйчатой формы (железная слюдка, слюда и др.), и декоративного слоя. Согласно классификации ИСО 12944-5, подобные системы обеспечи-

вают долговременную, свыше 15 лет, защиту металла от коррозии в усло-

запланировано использование системы покрытия на основе алкидной грунтовки

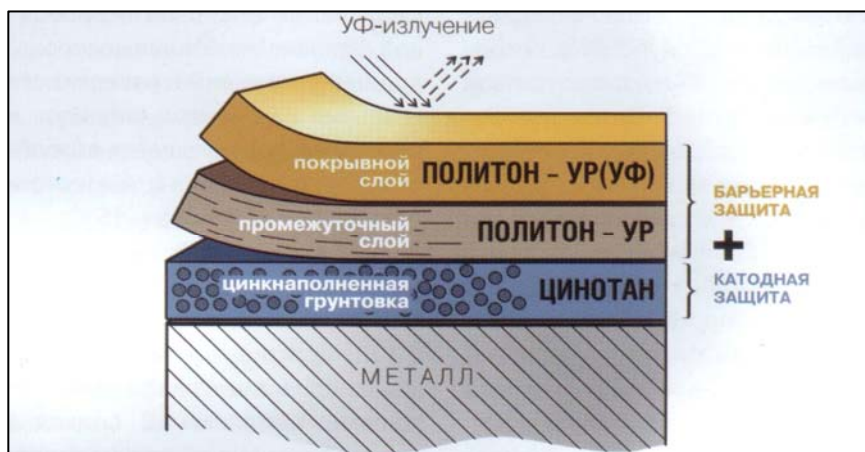


Рис.2. Трехслойная система покрытия

вают высокой коррозионной агрессивности атмосферы.

Эволюцию от алкидов до высокотехнологичных полиуретанов (см. рис.1) с заметным запозданием прошло и отечественное мостостроение. Этот процесс можно проследить на примере крупнейшего в России мостового перехода через р. Волгу в Ульяновске (см. рис. 3), строительство которого ведется с 1987 г. по настоящее время.

Первоначально для защиты металлоконструкций мостового перехода было

и виниловой эмали (система тип I). Подобные схемы входили в отраслевые стандарты по защите металлических конструкций мостов СТП 001-95 и СТП 001-95* Корпорации «Трансстрой» вплоть до 2006 г., с прогнозом срока службы 5 лет.

К моменту возобновления строительства мостового перехода в 1999 г. после длительного перерыва в русле реки уже были установлены шесть пролетных строений. Защитное покрытие пролетов на основе грунтовки ГФ-



Рис.3. Мостовой переход через р. Волга в Ульяновске

021 с неполным перекрытием перхлорвиниловой эмалью ХВ - 16 находилось в удручающем состоянии: присутствовали подпленочная коррозия стали, вспучивание покрытия, отслаивание эмали от грунтовки. Таким образом, фактически наблюдаемый срок службы покрытия около 5 лет подтвердил прогнозные значения. Требовались полное удаление покрытия и его замена.

Перед ульяновскими мостостроителями стояла сложная задача выбора нового, отвечающего современным требованиям эффективного покрытия, нанесения которого было бы возможно как в заводских условиях, так и в неблагоприятных условиях строительной площадки над водой. С этой целью к работе

водитель цинкнаполненных грунтовок на различной полимерной основе. К моменту начала сотрудничества в отрасли уже хорошо была известна выпускаемая предприятием этилсиликатная грунтовка ЦВЭС, а в 1999 г. ВМП первым в России освоило выпуск одноупаковочной цинкнаполненной полиуретановой композиции ЦИНОТАН, отверждаемой влагой воздуха. Эти грунтовки позволяли создавать новые системы покрытий для защиты мостов с повышенной долговечностью, в несколько раз превышающей сроки службы алкидных систем.

Совместно были проведены сравнительные испытания систем покрытий разных типов, которые моделировали

подготовленную поверхность, так и на поверхность с остатками состарившейся грунтовки ГФ - 021, учитывая, что в полевых условиях качественная обработка труднодоступных мест может оказаться невозможной. Условия испытаний воспроизводили увлажнение поверхности покрытия аэрозолями хлоридов и сульфатов, чередующееся воздействием повышенных (+40 °С) и отрицательных температур (-15 °С).

По окончании испытаний продолжительностью 1000 ч оценивали внешний вид покрытия по ГОСТ 9.407 и адгезионные характеристики, определяемые различными методами. Комплексный подход к оценке адгезионной прочности дает более полное представление о

Тип системы классификации (см.рис. 1)	Спецификация системы	Подготовка поверхности	Результаты определения					
			Метод решетчатых надрезов (ГОСТ15140)		Метод нормального отрыва (ИСО4624) ¹			
					Исходное состояние		После испытаний	
			Исходное состояние	После испытаний	Усилие отрыва, МПа	Характер отрыва	Усилие отрыва, МПа	Характер отрыва
I	ГФ-021+ХВ-785	Абразивно-струйная до степени Sa 2,5	2	4	15,6	100% когезионный по грунтовке	10,8	Смешанный: 80% когезионный по грунтовке, 20% адгезионный от металла
II	ЦВЭС№1 + ХВ-785	То же	2	2	9,7	То же	6,8	100% когезионный по грунтовке
	ЦВЭС№1 + ХВ-785	Абразивно-струйная, остатки состарившейся ГФ-021 на 60-80 % площади	3	4	9,0	Смешанный: 95% когезионный по грунтовке, 5% адгезионный от металла	4,7	Смешанный: 10% когезионный по грунтовке, 90% адгезионный от металла
II-III	ЦИНОТАН +ХВ-785	Абразивно-струйная до степени Sa 2,5	1	1	20,0	100 %деламинация эмали от грунтовок ²	16,6	100%деламинация эмали от грунтовок
	ЦИНОТАН +ХВ-785	Абразивно-струйная, остатки состарившейся ГФ-021 на 60-80 %	1	1	19,6	То же	15,1	То же

было привлечено научно-производственное предприятие «Высокодисперсные металлические порошки» (ВМП)- крупнейший российский произ-

водства переокраски и эксплуатации пролетных строений на мостовом переходе в Ульяновске. Цинкнаполненные грунтовки наносили как на тщательно

покрытии, поскольку метод решетчатых надрезов (по ГОСТ 15140) максимизирует сдвиговую нагрузку, а метод нор-

мального отрыва (по ИСО 4624) – растягивающую.

Состояние покрытия признавалось неудовлетворительным, если на образцах обнаруживали разрушения в виде коррозии стали или хотя бы один параметр комплексной оценки адгезии не соответствовал следующим критериям: адгезия методом решетчатых надрезов должна быть не более 2 баллов (СТП 001 - 95), методом отрыва – не менее 5 МПа (ИСО 12944-6), характер отрыва не должен быть адгезионным.

Испытания наглядно доказали значительное преимущество систем покрытий на основе цинкнаполненных грунтовок относительно алкидных. Во-первых, для системы с ГФ-021, в отличие от цинкнаполненных, выявлено интенсивное развитие подпленочной (нитевидной) коррозии стали (рис.4 А). Во-

вторых, при одинаковой подготовке поверхности абразивно-струйным способом до степени Sa 2,5 по ИСО 8501 для покрытия на основе алкидной грунтовки отмечается более существенное снижение адгезионной прочности (табл. 1). В целом же видно, что даже тщательная очистка поверхности не обеспечивает высокую защитную способность системы тип I по сравнению с покрытиями на основе цинкнаполненных грунтовок (рис. 4Б, В.).

Результаты также показали, что цинкнаполненная полиуретановая грунтовка по сравнению с этилсиликатной отличается толерантностью к качеству очистки поверхности и наличию остатков старых красок, так как при разной степени очистки для грунтовки ЦИНО-ТАН были получены близкие результаты (см. табл. 1). Таким образом, поскольку требовалась замена антикоррозионной защиты на уже установленных

цинкнаполненной композиции ЦИНО-ТАН на полиуретановой основе, и с 2000 г. началось применение этого материала для защиты конструкций мостового перехода в Ульяновске в условиях строительной площадки.

Вследствие длительных сроков строительства мостового перехода в Ульяновске и больших перерывов в окрасочных работах стало возможным еще на стадии строительства оценить в реальных условиях такую важную в техническом и экономическом отношении характеристику покрытия, как срок службы, сравнив его с прогнозируемыми значениями.

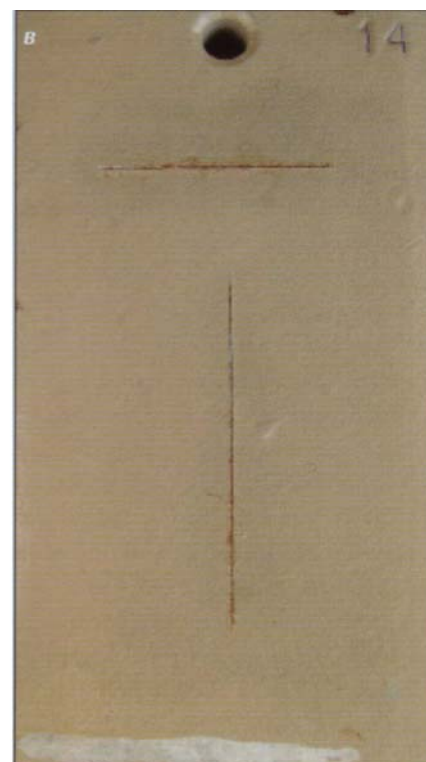
В настоящее время основным действующим российским стандартом, содержащим требования и методы ускоренных испытаний лакокрасочных покрытий с целью прогнозирования их сроков



вторых, при одинаковой подготовке поверхности абразивно-струйным спо-



пролетных строениях с состарившимся покрытием, выбор был сделан в пользу



службы, является ГОСТ 9.401-91. Он предусматривает несколько режимов

испытаний, имитирующих условия эксплуатации покрытий в разных климатических зонах и при разных типах атмосферы.

Для определения срока службы покрытия ЦИНОТАН в ЦНИИС провели ускоренные климатические испытания по ГОСТ 9.401, имитирующие условия эксплуатации в открытой промышленной атмосфере умеренного климата. Испытания показали, что самостоятельное покрытие ЦИНОТАН обеспечивает атмосферостойкость в таких условиях в течение не менее 5 лет.

Регулярные обследования покрытия ЦИНОТАН в Ульяновске на элементах пролетных строений, окрашенных в сложных условиях строительной площадки над водой в 2000-2001 гг. подтвердили его высокую защитную способность. Коррозионные разрушения покрытия через 6-7 лет эксплуатации полностью отсутствуют (рис. 5), а адгезионные характеристики покрытия соответствуют требованиям, значительно превышая нормативные значения (табл. 2). Фактический срок службы грунтовки ЦИНОТАН толщиной 90 мкм уже превысил 7 лет, и это полностью подтверждает результаты ускоренных климатических испытаний.

Полученные результаты демонстрируют возможность применения полиуретановой композиции ЦИНОТАН в полевых условиях, над водой, при неблагоприятных погодных условиях, в том числе повышенной влажности. А способность композиции длительное время сохранять защитные свойства без

перекрытия эмалями становится особенно важной, когда строительство по ряду причин оказывается растянутым на годы.

В 2002 г. на ВМП был освоен выпуск полиуретановых эмалей серии ПОЛИТОН - УР, что создало предпосылки для внедрения в российском мостостроении принятой в мировой практике трехслойной системы на основе отечественных материалов (система тип III) (рис. 2).

Система покрытия ЦИНОТАН+ПОЛИТОН-УР+ПОЛИТОН-УР(УФ) толщиной 200 мкм успешно прошла испытания в ЦНИИС, в аккредитованной лаборатории «ЛКП-ХОТЬКОВО-ТЕСТ» НИИ ЛКП с ОМЗ «Виктория» (г. Хотьково Московской обл.), а также в других ведущих испытательных центрах страны. Она рекомендована для защиты от коррозии мостовых металлоконструкций со сроком службы более 15 лет и предусмотрена в СТО 001-2006 Группы компаний «Трансстрой». На Ульяновском мостовом переходе полная полиуретановая система ВМП применяется с 2006 г.

Несмотря на то, что на строительной площадке в Ульяновске применяются отечественные материалы, поступающие с завода металлоконструкции имеют в качестве грунтовки цинкнаполненное полиуретановое покрытие зарубежного производства. В связи с этим возник вопрос о совместимости покрытых эмалей ВМП с импортной грунтовкой, поскольку применение отечественных материалов позволяет су-

щественно, более чем на 30 % снизить стоимость окраски.

НИИ ЛКП с ОМЗ «Виктория» совместно с филиалом ЦНИИС НИЦ «Мосты» провели по ГОСТ 9.401 климатические испытания комбинированной системы Steelpaint-PU-Zinc+ПОЛИТОН-УР+ПОЛИТОН-УР(УФ), положительные результаты которых позволили рекомендовать ее к применению на мостах со сроком службы более 15 лет в условиях открытой промышленной атмосферы умеренного и холодного климата.

В 2007 г. на металлоконструкциях пролетных строений в Ульяновске проведено комиссионное обследование трехслойных полиуретановых систем: схемы ВМП и комбинированной схемы с импортной грунтовкой, после года эксплуатации. Обе они полностью сохранили защитные и декоративные свойства, продемонстрировали одинаково высокие, соответствующие требованиям стандартов адгезионные свойства

(см. табл. 2), неизменность цветовых характеристик, отсутствие следов коррозии и каких-либо дефектов покрытия. Это на практике подтверждает совместимость защитно-декоративных эмалей ВМП с полиуретановой грунтовкой производства Steelpaint-PU-Zinc и расширяет возможности применения отечественных лакокрасочных материалов, позволяя снизить капитальные затраты при строительстве без ущерба качеству антикоррозионной защиты.

Полученные при обследовании данные в сочетании с выявленной ранее

хорошей корреляцией прогнозируемых и фактических сроков службы покрытий дают основания с высокой вероятностью надеяться на длительные сроки службы полиуретановых систем покрытий на основе материалов ВМП в условиях эксплуатации мостового перехода в Ульяновске, несмотря на небольшой пока срок фактической эксплуатации.

В настоящее время материалами ВМП по полной и комбинированной схемам окрашено более 250 тыс. м² поверхности мостового перехода (см. рис. 6).

Хронология работ по выбору защитного покрытия моста в Ульяновске отражает переход от устаревшей алкидной системы защиты к современной долговременной трехслойной полиуретановой схеме и в целом совершенствование способов защиты от коррозии в отечественном мостостроении. Суммируя опыт исследований и применения покрытий ВМП на этом объекте, можно констатировать следующее.

1. Покрытия на основе цинкнаполненных грунтовок (ЦИНОТАН, ЦВЭС) многократно повышают надежность антикоррозионной защиты металлоконструкций по сравнению с алкидными схемами.

2. Отечественные полиуретановые покрытия способны обеспечить долговременную, более 15 лет, защиту от коррозии. Достоверность такого прогноза подтверждена фактическими данными эксплуатации покрытий в натурных условиях. Сроки службы покрытий ВМП отвечают требованиям международных стандартов и отечественных отраслевых нормативных документов, регламентирующих выбор покрытий для защиты от коррозии в атмосферных условиях.

3. Системы покрытий на основе полиуретановой композиции ЦИНОТАН обеспечивают надежную защиту при нанесении в условиях строительной площадке над водой, а также при восстановительных работах, когда качество

удаления старых покрытий не может быть гарантировано.

4. Полиуретановые эмали ВМП совместимы с широко применяемой на заводах-изготовителях мостовых металлоконструкций полиуретановой грунтовкой зарубежного производства. Это создает возможности для снижения затрат на соответствующие работы без ущерба качеству антикоррозионной защиты.

Все изложенное наглядно демонстрирует целесообразность более широкого внедрения отечественных полиуретановых систем покрытий при строительстве и ремонте в России.

Пуск первой очереди мостового перехода через р. Волгу в Ульяновске запланирован на 2009 год. Уверены, что выбор в пользу полиуретановых материалов ВМП оправдан, и это уникальное инженерное сооружение прослужит не одному поколению.