

АТМОСФЕРНОЕ СТАРЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ В УМЕРЕННО ТЕПЛОМ ПРИМОРСКОМ КЛИМАТЕ Г. ГЕЛЕНДЖИКА

Наиболее объективная оценка определения сроков службы лакокрасочного покрытия – это атмосферные испытания, где происходит одновременное воздействие всех климатических параметров. Искусственное нарушение покрытия в виде надреза сокращает длительность испытаний для выявления защитных свойств лакокрасочной системы.

На открытой атмосферной площадке в умеренно теплом приморском климате экспонируются 59 систем лакокрасочных покрытий. Образцы изготовлены из сплава Д16-АТ с анодно-оксидным серноокислотным покрытием с наполнением анодной пленки в растворе хромпика (Ан.Окс.нхр) и с химическим оксидным покрытием (Хим.Окс); покрытия получены серийным и опытным методом.

Размер образцов 75×250 мм. На покрытия Ан.Окс.нхр и Хим.Окс нанесены грунтовки ЭП-0215, ЭП-076АК, ВГ-28, ВГ-27 и эмали ВЭ-46, ХВ-16, АС-1115, АК-1206, Аэродур С21/100UVR по различным схемам, приведенным в табл. 1. Климатическое воздействие на покрытия определяли по изменению декоративных и защитных свойств.

Таблица 1

Схемы комплексных защитных покрытий*

Грунтовочное покрытие	Покрытия на основе эмалей													
	АС-1115				С21/100UVR				АК-1206		ВЭ-46		ХВ-16	
	серийный		опытный		серийный		опытный		серийный		серийный		серийный	
	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс	Ан. Окс. нхр	Хим. Окс
ЭП-0215г.с.+ + ВГ-27х.с.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ВГ-28г.с.+ + ВГ-28 х.с.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ВГ-28г.с.+ + ВГ-27 х.с.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
ЭП-0215г.с.+ + ЭП-076АКх.с.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
ВГ-28г.с.+ + ЭП-076АКх.с.	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
ЭП-0215г.с.+ + ВГ-28х.с.	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
ЭП-0215г.с.+ + ВГ-32х.с.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ЭП-0215г.с.+ + Aerodur CF- 37047х.с.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АК-070г.с.+ + АК-070х.с.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Подготовка поверхности под покрытие – серийным и опытным методом (Ан.Окс.нхр и Хим.Окс); под эмали нанесены грунтовки горячей (г.с.) и холодной сушки (х.с.); плюс (+) и минус (-) в графах означает проведение экспозиции и отсутствие экспозиции соответственно.

Декоративные свойства покрытия характеризуются видами разрушений – грязеудержание, изменение цвета покрытия, потеря блеска, меление.

Грязеудержание. Поверхность лакокрасочных покрытий в наших условиях в открытой атмосфере и под навесом постоянно покрыта частицами пыли. Отмечены случаи появления покрова маслянистого характера, объединяющего все частицы пыли в единую сплошную грязевую пленку. В период дождей со слабой интенсивностью пыль остается на поверхности, на образцах с начальной стадией меления образуются грязевые полосы, при глубоком разрушении поверхностного слоя покрытия пыль смывается сильными дождями и частично вбивается в лакокрасочную пленку.

Осаждение атмосферной пыли зависит от влажности воздуха, от шероховатости поверхности. Так, после 2 мес испытаний на образцах, экспонируемых на одном стенде, наблюдался покров пыли, неодинаковый по толщине, в зависимости от марок эмалей: АС-1115, АК-1206 – самый большой слой, С21/1000UVR – небольшой слой, ВЭ-46, ХВ-16 – почти отсутствие пыли. На эмали АС-1115 было отмечено грязеудержание после 10 дней экспозиции, а на остальных покрытиях грязевая пленка появилась после 1,5 мес выдержки в атмосфере.

После 5 лет испытания осевшая на глянцевой эмали С21/100UVR пыль удаляется водой; на эмалях, подверженных мелению, частично атмосферная пыль впитывается в деструктурированный слой покрытия.

Изменение цвета покрытия. Атмосферное старение лакокрасочных покрытий в течение 1 года испытания привело к незначительным изменениям декоративных свойств: на эмалях ВЭ-46, ХВ-16 – легкое выгорание; на эмали АК-1206 – легкое потемнение; на эмали АС-1115 появился желтоватый оттенок; цвет эмали С21/100UVR не изменился.

В табл. 2 показано изменение цвета покрытия с увеличением продолжительности экспозиции.

Таблица 2

Изменение цвета покрытия в приморской атмосфере г. Геленджика

Эмаль	Исходный цвет покрытия	Изменение цвета после экспозиции в течение, годы				
		1	1,5	2	3	5
АС-1115	Белый	Появилась желтизна	Точечная сыпь	Пожелтение, появление матовости	Полное изменение исходного цвета	Потеря блеска (появление матовости); серо-белый цвет с желтизной
С21/100UVR	-«-	Без изменения	Без изменения	Без изменения	Легкое потемнение с синеватым оттенком	Незначительное потемнение
АК-1206	-«-	Потемнение	Точечная сыпь	Появление матовости	Появление матовости	Серо-белый цвет
ВЭ-46	Темно-серый	Легкое осветление	То же	То же	Осветление	Осветление, появление матовости
ХВ-16	-«-	Выгорание	Выгорание до светло-серого	Побеление цвета	Точечная сыпь	Бело-серый цвет с темными разводами

Начало появления желтизны на эмали АС-1115 на основе грунта ВГ-32х.с. было отмечено после 2 мес испытания. После 3 мес желтизна появилась дополнительно на

других образцах в сочетании с другими грунтами. Начальное изменение цвета на эмалях АК-1206, ВЭ-46, ХВ-16 наблюдалось после 5 мес испытаний.

После 3 лет выдержки в приморской атмосфере на эмали АС-1115 произошло полное изменение исходного цвета – матовость с желтизной; на эмали ХВ-16 – сильное изменение цвета; на эмали АК-1206 – глубокая матовость. После 5 лет испытания первоначальный цвет эмали АС-1115, ХВ-16, АК-1206 стал неразличим; на эмали ВЭ-46 – наблюдается осветление с матовостью; незначительное потемнение на эмали С21/100UVR.

Блеск. Солнечное излучение является основным фактором, вызывающим потерю блеска. Потускнение покрытия наблюдалось после 5 мес экспозиции. Исходное значение блеска эмалей представлено в табл. 3.

После 1 года атмосферного старения потеря блеска на полиуретановой эмали С21/100UVR составила до 20%, на акриловой эмали АС-1115 и акрилуретановой эмали АК-1206 – от 20 до 40%. Эпоксифтороновая эмаль ВЭ-46 и перхлорвиниловая эмаль ХВ-16 имеют низкие исходные показатели блеска, которые за 2 года практически не изменялись.

На эмали АС-1115 потеря блеска >80% наблюдается после 2 лет испытания, на эмали АК-1206 – после 3 лет, эмали С21/100UVR – после 4,5 лет.

На образцах эмали ВЭ-46, ХВ-16 в основном потеря блеска после 5 лет составила 70–80% (см. табл. 3; 5).

Таблица 3

Исходное значение блеска исследуемых эмалей

Эмаль	АС-1115	С21/100UVR	АК-1206	ВЭ-46	ХВ-16
Исходное значение блеска*, %	30–44	68–75	73–78	3–5	3–7

* Измерение на фотоблескомере ФБ-2.

Меление. Начальная стадия меления в количестве 1–2 отпечатков, определенная прибором ПМ-1, наблюдалась после 1 года испытания на эмали ХВ-16; после 1,5 лет подобная картина отмечена на эмалях АС-1115, АК-1206, ВЭ-46. Резко прогрессировало разрушение верхнего слоя покрытия эмалей АС-1115 и АК-1206 после 2,5 лет выдержки в приморской атмосфере: за 0,5 года количество отпечатков меления возросло от 2 до 34 и до 22 соответственно (табл. 4).

На эмали С21/100UVR в течение 5 лет экспонирования в приморской атмосфере меление отсутствовало.

Таблица 4

Развитие меления на эмалях в приморской атмосфере г. Геленджика

Эмаль	Количество отпечатков после экспозиции в течение, годы			
	1	1,5	2,5	3
АС-1115	0	2	2–4	22–34
С21/100UVR	0	0	0	0
АК-1206	0	0–1	2–3	20–22
ВЭ-46	0	0–2	1–2	1–2
ХВ-16	0–1	0–2	0–2	7–12

Разнообразие грунтовок в системах покрытий не оказало влияние на меление эмалей.

В табл. 5 показано время достижения степени разрушения декоративных свойств эмалей, характеризующихся балльной системой по ГОСТ 6992–68.

Таблица 5

**Время изменения декоративных свойств эмалей
при испытании в приморском климате г. Геленджика**

Эмаль	Время экспозиции, годы, за которое произошло изменение												
	цвета				блеска (потеря блеска, %)					меления (количество отпечатков)			
	незначительное изменение (2 балла)	появление оттенков (3 балла)	цвет плохо различим (4 балла)	цвет не различим (5 баллов)	до 20 (1 балл)	св. 20 до 40 (2 балла)	40–60 (3 балла)	60–80 (4 балла)	св. 80 (5 баллов)	до 2 (2 балла)	2–5 (3 балла)	5–8 (4 балла)	св. 8 (5 баллов)
АС-1115	1	2	–	5	–	1	1,5	–	2	1,5	2,5	–	3
С21/100UVR	3	–	–	–	1	2–2,5	2,5–3	3–3,5	5	≥5	–	–	–
АК-1206	1	2	3	5	–	1	1,5	2,5	3	1,5	2,5	–	3
ВЭ-46	1	3	–	–	1	2,5	–	3	–	1,5	–	–	–
ХВ-16	1	1,5	2	5	1	2,5	–	3	–	1	–	–	3

В табл. 6 приведена обобщенная оценка декоративных свойств покрытий в процессе атмосферного старения в приморском климате г. Геленджика.

Таблица 6

Обобщенная оценка декоративных (АД) свойств покрытий

Эмаль	Характеристика* эмали после экспозиции в течение																	
	1 года						1,5 лет						2 лет					
	Б	Ц	Г	М	$K_{АД}$	АД	Б	Ц	Г	М	$K_{АД}$	АД	Б	Ц	Г	М	$K_{АД}$	АД
АС-1115	2	2	1	1	0,85	Хор.	3	2	1	2	0,73	Хор.	5	3	1	2	0,55	Удовл.
С21/100UVR	1	1	1	1	1,0	Хор.	1	1	1	1	1,0	Хор.	2	1	1	1	0,93	Хор.
АК-1206	2	2	1	1	0,85	Хор.	3	2	1	2	0,73	Хор.	3	3	1	2	0,68	Удовл.
ВЭ-46	1	2	1	1	0,93	Хор.	1	2	1	2	0,85	Хор.	1	2	1	2	0,85	Хор.
ХВ-16	1	2	1	2	0,85	Хор.	1	3	1	2	0,80	Хор.	1	4	1	2	0,70	Хор.
	2,5 лет						3 лет						5 лет					
АС-1115	5	3	3	1	0,5	Удовл.	5	5	2	5	0,18	Неудовл.	5	5	2	5	0,18	Неудовл.
С21/100UVR	2	1	1	1	0,93	Хор.	3	2	1	1	0,7–0,8	Хор.	5	2	1	1	0,68	Удовл.
АК-1206	4	3	3	1	0,53	Удовл.	5	4	2	5	0,20	Неудовл.	5	5	2	5	0,18	Неудовл.
ВЭ-46	2	2	2	1	0,78	Хор.	4	3	1	2	0,58	Удовл.	4	3	1	2	0,58	Удовл.
ХВ-16	2	4	4	1	0,63	Удовл.	4	4	1	5	0,30	Неудовл.	4	5	2	5	0,20	Неудовл.

* Условные обозначения: Б – блеск; Ц – цвет; Г – грязеудержание; М – матовость; $K_{АД}$ – коэффициент весомости оценки АД.

Данные табл. 6 показывают, что в течение 1,5 лет исследуемые эмали имеют хорошую оценку состояния покрытия по декоративным свойствам. Через 2 года эмали АС-1115 и АК-1206 – удовлетворительное ($K_{АД}$ составляет 0,55 и 0,68 соответственно); после 2,5 лет старения к ним добавилась перхлорвиниловая эмаль ХВ-16, а после 3 лет декоративный вид этих эмалей снизился до оценки «неудовлетворительно».

После 5 лет состояние покрытия эмали С21/100UVR и ВЭ-46 характеризуется как удовлетворительное.

Защитные свойства лакокрасочных покрытий определяли по распространению коррозии от надреза. После 2,5 лет экспозиции – начало коррозии (единичные точки по надрезу) отмечены на теневой стороне некоторых образцов. После 4–5 лет распространение коррозии от надреза на теневой стороне всех испытанных образцов не превышало 0,5–2,0 мм, что говорит о хороших защитных свойствах покрытий. В табл. 7 приведены результаты определения защитных свойств комплексных покрытий на лицевой и теневой стороне образцов. Защитные свойства покрытия на сплаве Д16-АТ с неоргани-

ческим покрытием Хим.Окс серийным несколько (незначительно) ниже, чем по покрытию Ан.Окс.нхр серийному. Коррозия по телу образцов отсутствует.

На отдельных образцах отмечено небольшое отслаивание ЛКП вдоль надреза ЛКП. На образце с покрытием Ан.Окс опытным и ЛКП ЭП-0215г.с.+ВГ-27+эмаль АС-1115 имеет место отслаивание ЛКП от металла, на образце с покрытием Ан.Окс.нхр серийным с ЛКП ЭП-0215г.с.+ВГ-32+эмаль АС-1115 – отслаивание от грунтовки ВГ-32. На некоторых образцах с эмалью АС-1115 появилась сыпь.

Таким образом, после 5-летних испытаний лакокрасочных покрытий на открытой атмосферной площадке в умеренно теплом приморском климате г. Геленджика можно сделать следующие выводы.

– Испытанные системы ЛКП на сплаве Д16-АТ с различными неметаллическими неорганическими покрытиями (серийными и опытными) после 5 лет испытания показали достаточно высокие защитные свойства (распространение коррозии от надреза 0–2 мм).

– На отдельных системах ЛКП по покрытию Хим.Окс серийному распространение коррозии от надреза несколько больше, чем по покрытию Ан.Окс.нхр серийному.

Таблица 7

Защитные свойства покрытий*. Распространение коррозии от надреза (мм) после 5 лет испытания на атмосферной площадке ГЦКИ. Подложка Д16-АТ**

Системы ЛКП	Неметаллическое неорганическое покрытие на металле (под ЛКП)			
	Ан.Окс.нхр	Хим.Окс	Ан.Окс	Хим.Окс
	серийное		опытное	
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-27 + эм.АС-1115	0/0	0/0,5	0/0 (отслоение от металла 57×55 мм)	0/1,0
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-27+ эм.С21/100UVR	0/0	0,5/1,5	0/0	0/1,0
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-27 + эм.АК-1206	0/0,5	0/1,5	–	–
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-27+ эм.ВЭ-46	0/0	0,5/2,0	–	–
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-27 + эм.ХВ-16	0,5/1,0	0/2,0	–	–
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ВГ-28 + эм.АС-1115	0/0	0/0	0/1,0 (сыпь 3%)	0/0
гр.ВГ-28г.с. + гр.ВГ-28 + эм.С21/100UVR	0/0,2	0,5/1,0	0,5/0,5	0/0
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ВГ-28 + эм.АК-1206	0/0	–	–	–
гр.ВГ-28г.с. + гр.ВГ-28 + эм.ВЭ-46	0/0,5	–	–	–
гр.ВГ-28г.с. + гр.ВГ-28 + эм.ХВ-16	0/1,0	–	–	–
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ВГ-27 + эм.АС-1115	0/0	0/0,5	0/0	0/1,0
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ВГ-27 + эм. С21/100UVR	0/0	0/0,5	0/0	0/0,5
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ЭП-076АК + эм.АС-1115	0/1,0	0/0,5	0/0	0/0 (сыпь 1%)
гр.ЭП-0215г.с.+ гр.ЭН-076АК + эм.С21/100UVR	0,5/0,5	0/0,5	0/0	0/0,5 (отслоение)
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ЭП-076АК + эм.АС-1115	0/0	0/0,5	–	–
гр.ВГ-28г.с.+ гр.ЭП-076АК + эм.С21/100UVR	0/0	0,5/0,5	–	–
гр.ЭП-0215г.с.+ гр.ВГ-28+ эм.АС-1115	0/0	0/0,5 (сыпь 3%)	–	–
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-28 + эм.С21/100UVR	0,5/1,5	1,0/1,5	–	–
гр. ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-32 + эм.АС-1115	0/0 (отслоение от ВГ-32)	–	–	–
гр.ЭП-0215г.с. + гр.ВГ-32 + эм.С21/100 UVR	0,5/0,5	–	–	–
гр.ЭП-0215г.с. + гр.СФ37047 + эм. С21/100UVR	0,5/1,0	–	–	–
гр.АК-070г.с. + гр.АК-070 + эм.АС-1115	0/1,5	–	–	–

* Обозначения: гр. – грунтовка; эм. – эмаль; г.с. – горячая сушка.

** В числителе – коррозия на лицевой стороне образца, в знаменателе – на теневой стороне образца (0 – отсутствие коррозии).

– Имеет место отслаивание отдельных ЛКП до металла или грунта в системах с грунтовками ВГ-27 и ВГ-32. На некоторых образцах с эмалью АС-1115 имеется сыпь.

– Защитные свойства комплексных защитных покрытий с опытными неметаллическими неорганическими покрытиями практически аналогичны свойствам серийных покрытий.