



Утверждаю
Директор государственного
предприятия «БелдорНИИ»
С.Е.Кравченко
2009 г

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ №2558/109 от 12.08.09

1. Основание для проведения работ: договор № 664-2008 от 07.08.2008 г., дополнительное соглашение № 1 от 15.12.2008 г. и дополнительное соглашение № 2 от 16.02.2009 г.

Предмет договора: испытание материалов для защиты и ремонта бетона, производимых ЗАО «Парад».

Раздел: испытание лакокрасочных покрытий на основе красок фасадных «Парад П» и «Парадная»

2. Исследуемые характеристики:

- водопоглощение образцов бетона с лакокрасочными покрытиями;
- адгезия лакокрасочных покрытий к бетону, в том числе после моделирования воздействия факторов внешней среды;
- прочность образцов бетона с защитными лакокрасочными покрытиями после испытаний на воздействие факторов внешней среды;
- хлоридопроницаемость лакокрасочных покрытий;
- паропроницаемость лакокрасочных покрытий.

3. Применяемое оборудование:

- шкаф сушильный ГП-80, аттестованный в установленном порядке;
- весы ARC120 и AR2140, аттестованные в установленном порядке;
- измеритель адгезии ПСО-10МГ4, аттестованный в установленном порядке;
- камеры морозильные МК-160 и КХИ 149/50, аттестованные в установленном порядке;
- ванна для оттаивания образцов, аттестованная в установленном порядке.

4. Место проведения испытаний - лаборатория минеральных вяжущих и бетонов мостового управления государственного предприятия «БелдорНИИ».

5. Результаты испытаний:

В процессе испытаний выполнена оценка эффективности защиты бетона лакокрасочными покрытиями на основе красок фасадной «Парад П» и «Парадная», производимых ЗАО «Парад», и сопоставительно краской ВД-АК-122 производства ОАО «Лакокраска», г. Лида.

Оценка защитных свойств лакокрасочных материалов выполнялась путем испытаний окрашенных образцов-кубов с длиной ребра 70 мм из

бетона класса прочности на сжатие В 15 по показателям водопоглощения при длительном, до 48 ч водонасыщении, стойкости к термовлажностным воздействиям (20 циклов водонасыщения в 5 %-ном растворе хлорида натрия и высушивания при температуре $(50\pm 5)^\circ\text{C}$, стойкости к проникновению ионов хлора (Cl^-) после 60 сут выдерживания образцов в насыщенном растворе хлорида натрия (NaCl), прочности сцепления лакокрасочных покрытий с бетоном и морозостойкости образцов. Непосредственно перед окраской производили подготовку бетонных образцов, заключающуюся в очистке их поверхности проволочной щеткой с последующим обеспыливанием, обезжикиванием органическим растворителем и высушиванием образцов до постоянной массы при температуре $(80\pm 5)^\circ\text{C}$.

Окраску образцов производили с помощью кисти при расходе лакокрасочных материалов согласно рекомендациям производителей.

Окрашенные образцы перед началом испытаний хранили в течение 30 суток в лабораторных условиях на воздухе при температуре $18-25^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 65-70%.

Испытания образцов производили по действующим в Республике Беларусь и дорожном хозяйстве техническим нормативным правовым актам и методическим документам: водопоглощение образцов – по ГОСТ 12730.3; прочность сцепления лакокрасочных покрытий с бетоном – по ГОСТ 28574; морозостойкость образцов – по ГОСТ 10060.0 - ГОСТ 10060.2 (третий метод); стойкость лакокрасочных покрытий к термовлажностным воздействиям и проникновению ионов хлора – по ДМД 02191.2.018.

Схемы нанесения лакокрасочных покрытий приведены в таблице 1, результаты определения водопоглощения контрольных и основных (окрашенных) образцов – в таблице 2.

Таблица 1-Схемы нанесения лакокрасочных покрытий на бетон

№ схемы лакокрасочного покрытия	Схема нанесения лакокрасочного покрытия
K	Бетон без лакокрасочного покрытия
1	«Парад П» (2 слоя)
2	Г-88 + «Парад П» (2 слоя)
3	«Парадная» (2 слоя)
4	Г-88 + «Парадная» (2 слоя)
5	«Парадная» (2 слоя) + Г 84 (покрытие краски)
6	«ВД-АК-122» - (2 слоя) + Г 84 (покрытие краски)

Таблица 2 – Водопоглощение образцов бетона с лакокрасочными покрытиями

№ лакокрасочного покрытия по таблице 1	Водопоглощение, W, мас. %, через время, ч					Снижение водопоглощения, %, в сравнении с бетоном без покрытия по истечении времени, ч				
	0,5	1,0	4,0	24,0	48,0	0,5	1,0	4,0	24,0	48,0
K (без покрытия)	1,70	2,05	3,13	3,80	3,82	-	-	-	-	-
1	0,15	0,22	0,49	1,15	1,51	91,2	89,3	84,3	69,7	60,5
2	0,10	0,14	0,27	0,60	0,77	94,1	93,2	91,4	84,2	79,8
3	0,75	1,00	1,72	3,18	3,67	55,9	51,2	45,0	16,3	3,90
4	0,32	0,40	0,69	1,32	1,60	81,2	80,5	78,0	65,3	58,1
5	0,24	0,33	0,63	1,40	1,78	85,9	83,9	79,9	63,2	53,4
6	0,22	0,31	0,66	1,69	2,27	87,1	84,9	78,9	55,5	40,6

Из результатов испытаний, приведенных в таблице 2, следует, что как при кратковременном (0,5-4,0 ч), так и при длительном (24,0-48,0ч) водонасыщении имеет место более низкая (на 51,2-91,2 % и 16,3-69,7 % соответственно) величина водопоглощения окрашенных образцов бетона в сравнении с контрольными образцами без покрытия (K). При этом водопоглощение образцов, окрашенных краской «Парадная», при длительном, до 48 ч, водонасыщении практически сравнялось с величиной водопоглощения контрольных образцов.

Применение в качестве грунтовочного слоя анткоррозионной жидкости Г-88, а в качестве покровного слоя гидрофобизирующей грунтовки Г-84 значительно снижает величину водопоглощения образцов как при кратковременном, так и при длительном водонасыщении.

Результаты определения паропроницаемости лакокрасочных покрытий, характеризуемой величиной коэффициента паропроницаемости, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Паропроницаемость лакокрасочных покрытий

№ защитного лакокрасочного покрытия по таблице 1	Коэффициент паропроницаемости покрытия, δ , мг/ (м·ч·Па)	Снижение коэффициента паропроницаемости, %, в сравнении с бетоном без покрытия, раз
K	0,045	-
1	0,040	11,1
2	0,044	2,2
3	0,039	13,3
4	0,035	22,2
5	0,031	31,1
6	0,037	17,8

Из таблицы 3 следует, что паропроницаемость оцениваемых лакокрасочных покрытий находится на одном уровне. При этом все лакокрасочные покрытия в незначительной степени снижают паропроницаемость бетонных образцов-подложек. В меньшей степени снижение величины данного показателя характерно для второй схемы лакокрасочного покрытия на основе антикоррозионной жидкости Г-88 и краски «Парад П», в большей – для пятой схемы на основе краски «Парадная» и грунтовки Г-84.

Результаты испытаний на морозостойкость контрольных образцов и образцов с лакокрасочными покрытиями приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Морозостойкость образцов бетона с лакокрасочными покрытиями

№ схемы лакокрасочного покрытия по таблице 1	Прочность на сжатие, МПа			Потеря прочности, %, после испытаний на морозостойкость		Коэффициент морозостойкости (F200)	Гарантированная марка по морозостойкости		
	до замораживания	после испытаний на морозостойкость		F100	F200				
		F100	F200						
K	24,1	23,6	22,7	2,1	5,8	0,94	F100		
1	14,1	-	16,9	-	нет	1,20	F200		
2	17,5	-	18,6	-	нет	1,06	F200		
3	13,9	-	19,5	-	нет	1,40	F200		
4	16,1	-	15,4	-	нет	0,96	F200		
5	12,5	-	17,0	-	нет	1,36	F200		
6	16,2	-	18,8	-	нет	1,16	F200		

Из приведенных в таблице 4 результатов следует, что применение для защиты бетона лакокрасочных покрытий по схемам, приведенным в таблице 1, позволило в рамках выполненных исследований увеличить морозостойкость бетона минимально на одну марку в сравнении с бетоном без защиты.

Стойкость лакокрасочных покрытий к термовлажностным воздействиям, характеризуемая изменением прочности на сжатие образцов по результатам испытаний циклами водонасыщения-высушивания, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Прочность образцов бетона после термовлажностных испытаний

№ схемы лакокрасочного покрытия по таблице 1	Прочность на сжатие, МПа		Коэффициент изменения прочности после испытаний
	до испытаний	после 20 циклов испытаний	
К	24,1	27,6	+1,15
1	14,1	18,5	+1,31
2	17,5	12,6	-0,72
3	13,9	28,4	+2,04
4	16,1	20,7	+1,29
5	12,5	21,4	+1,71
6	16,2	19,5	+1,20

(+) – возрастание, (-) – снижение прочности после испытаний

Из приведенных в таблице 5 результатов испытаний следует, что лакокрасочные покрытия, за исключением краски «Парад П», нанесенной по анткоррозионной жидкости Г-88 (схема №2 по табл. 1) обеспечивают в условиях повышенных температуры и влажности благоприятные условия для твердения бетона, близкие к бетону без покрытия. Снижение прочностных характеристик образцов с лакокрасочными покрытиями по схеме №2 можно связать с повышенным гидрофобизирующим эффектом данного покрытия, что согласуется с результатами определения водопоглощения образцов, приведенными в таблице 2.

В таблице 6 приведены результаты определения прочности сцепления лакокрасочных покрытий с бетоном, выполненные в том числе после моделирования воздействия факторов внешней среды. После проведения испытаний на образцах, окрашенных по схемам № 1-6, не наблюдалось появления трещин, вздутий, шелушения и изменения цвета.

Таблица 6 – Прочность сцепления лакокрасочных покрытий с бетоном

№ схемы лакокрасочного покрытия по таблице 1	До моделирования воздействия факторов внешней среды		После испытаний на морозостойкость (F200)		После термовлажностных испытаний (20 циклов)		Изменение прочности сцепления, %	
	A, МПа	характер отрыва металлического диска	A ^F , МПа	характер отрыва металлического диска	A ^{W-C} , МПа	характер отрыва металлического диска	K _A ^F	K _A ^{W-C}
1	3,0	По бетону	0,83	По бетону	2,57	По бетону	-72,3	-14,3
2	2,18	По бетону	1,91	По контакту с бетоном	1,95	75 % по бетону, 25 % по контакту краска-бетон	-12,4	-10,6
3	2,11	По бетону	2,34	80 % по контакту краска-бетон, 20 % по бетону	2,99	60 % по бетону, 40 % по контакту краска-бетон	+10,9	+41,7
4	1,55	По контакту краска-бетон	0,73	По контакту краска-бетон	1,59	По контакту краска-бетон	-52,9	+2,6
5	1,73	75 % по контакту краска-бетон, 25 % по слою краски	1,97	По контакту краска-бетон	1,83	90 % по контакту краска-бетон, 10 % по бетону	+13,9	+5,8
6	0,85	По контакту краска-бетон	0,54	По контакту краска-бетон	1,00	По контакту краска-бетон	-36,4	+17,6

(+) – возрастание, (-) – снижение прочности сцепления лакокрасочных покрытий после испытаний

Из таблицы 6 следует, что по величине прочности сцепления с поверхностью бетона лакокрасочные покрытия, нанесенные по схемам № 1-5, удовлетворяют требованиям и рекомендациям ТКП 45-2.01-111-2008 «Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования», СТБ 1197-2008 «Материалы лакокрасочные фасадные. Общие технические требования. Методы испытаний», ДМД 02191.2.018-2008 «Рекомендации по вторичной защите от коррозии бетона конструкций мостовых сооружений» (не менее 0,6-1,0 МПа), а лакокрасочное покрытие, нанесенное по схеме № 6 – требованиям ТКП 45-2.01-111-2008 и ДМД 02191.2.018-2008.

По результатам испытаний на морозостойкость по прочности сцепления с поверхностью бетона требованиям СТБ 1197 удовлетворяют лакокрасочные покрытия, нанесенные по схемам № 2, 3 и 5 (допускаемая потеря прочности после испытаний – не более 25 %); по результатам термовлажностных испытаний рекомендациям ДМД 02191.2.018-2008 удовлетворяют все исследуемые лакокрасочные покрытия.

Вместе с тем следует отметить, что по абсолютному значению величина прочности сцепления с поверхностью бетона исследуемых лакокрасочных покрытий, нанесенных на поверхность бетона по схемам № 2, 3 и 5 значительно превышает требования действующих ТНПА.

Результаты определения хлоридопроницаемости лакокрасочных покрытий приведены в таблице 6. Оценку выполняли по содержанию Cl⁻-ионов по глубине образца до 20мм. До испытания образцы были выдержаны в течение 60 суток в насыщенном растворе хлорида натрия.

Таблица 7 – Результаты определения содержания Cl⁻ ионов в бетоне

№ схемы лакокрасочного покрытия по таблице 1	Содержание Cl ⁻ , % массы цемента	Снижение содержания Cl ⁻ в сравнении с бетоном без покрытия, %
K	2,95	-
1	1,04	64,7
2	0,05	98,3
3	2,53	14,2
4	1,86	36,9
5	2,37	19,7
6	1,56	47,1

Из приведенных в таблице 6 результатов испытаний следует, что минимальной хлоридопроницаемостью характеризуются покрытия, нанесенные по схеме № 1 и 2 на основе краски «Парад П». Грунтование поверхности бетона антакоррозионной жидкостью Г-88 позволило дополнительно снизить проницаемость Cl⁻ на 33,6 %. Применение жидкости Г-88 в качестве грунтовки в составе покрытия на основе краски «Парадная» так же дало положительный эффект в то время, как самостоятельно примененная краска является хлоридопроницаемой.

В свою очередь применение грунтовки Г-84 поверх краски «Парадная» не дало положительного результата в части снижения хлоридопроницаемости покрытия в то время, как ее применение в составе покрытия на основе краски ВД-АК-122 дает определенный положительный эффект, что очевидно связано с различным компонентным составом красок.

Выводы и предложения: На основании выполненной комплексной оценки показателей свойств бетонных образцов с покрытиями на основе лакокрасочных материалов, производимых ЗАО «Парад», а также с учетом классов среды по условиям эксплуатации при воздействии внешней среды на бетонные и железобетонные конструкции мостовых сооружений по ТКП 45-2.01-111 и ДМД 02191.2.018, области применения исследованных покрытий могут быть рекомендованы в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Рекомендуемые области применения лакокрасочных покрытий, производимых ЗАО «ПАРАД»

Лакокрасочные покрытия	Класс среды по условиям эксплуатации по ТКП 45-2.01-111 и ДМД 02191.2.018			
	ХАО	ХА1	ХА2	ХА3
«Парад П» (2 слоя)	+	+	+ ¹⁾	\pm ²⁾
Г-88 + «Парад П» (2 слоя)	+	+	+	\pm ¹⁾
«Парадная» (2 слоя)	+	-	-	-
Г-88 + «Парадная» (2 слоя)	+	+	+ ¹⁾	\pm ²⁾
«Парадная» (2 слоя) + Г-84 (п-верх краски)	+	-	-	-

(+) - разрешено к применению;
 (-) не допускается применять;
 (\pm) допускается к применению (ограничено, в опытном порядке) при соответствующем технико-экономическом обосновании;
¹⁾ на дорогах IV – V категорий;
²⁾ преимущественно в качестве декоративного покрытия.

Начальник лаборатории минеральных
вяжущих и бетонов мостового
управления

Б. В. Киселев

Старший научный сотрудник
лаборатории минеральных
вяжущих и бетона

Д. М. Марковка

8