



Утверждаю

Директор государственного
предприятия «БелдорНИИ»

С.Е. Кравченко

03 2009 г

Техническое заключение № 2489/09 от 26.03.2009 г.

1. Основание для проведения работ: договор №664-2008 от 04 августа 2008 г и дополнительное соглашение № 1 от 15 декабря 2008 г.

Предмет договора «Испытание материалов производства ЗАО «Парад» для защиты и ремонта бетона. Сравнительные испытания антикоррозионных жидкостей (грунтовок), содержащих мигрирующие ингибиторы коррозии, «Парад Г-903» (ЗАО «Парад», Республика Беларусь) и «SiKa Ferro Gard[®] 903» (SiKa AG, Швейцария).

2. Исследуемые характеристики:

- показатели эффективности по СТБ 1416, определяемые по изменению величины водопоглощения и марки по морозостойкости бетона;
- стойкость к термовлажностным воздействиям;
- прочность сцепления с бетоном материалов для ремонта;
- степень карбонизации бетона по СТБ 1481;
- pH водной вытяжки бетона.

3. Применяемое оборудование:

- шкаф сушильный ГП-80, аттестованный в установленном порядке;
- весы лабораторные ARC120 и весы аналитические AR2140, аттестованные в установленном порядке;
- камеры морозильные МК-160 и КХИ 149/50, аттестованные в установленном порядке;
- ванна для оттаивания образцов, аттестованная в установленном порядке;
- pH-метр HJ98127, аттестованный в установленном порядке;
- сито 008 по ГОСТ 6613, аттестованное в установленном порядке;
- прибор для определения степени карбонизации бетона по СТБ 1481;
- лабораторная посуда по ГОСТ 29230, ГОСТ 29251, ГОСТ 25336, ГОСТ 1770 II класса точности;
- химические реактивы степени чистоты ч.д.а.

4. Место проведения испытаний – лаборатория минеральных вяжущих и бетонов мостового управления.

5. Результаты испытаний: В процессе испытаний выполнена сравнительная оценка воздействия на бетон антикоррозионных жидкостей (грунтовок) «Парад Г-903» и SiKa Ferro Gard[®] 903. Пробы антикоррозионных жидкостей были предоставлены: ООО «Феликс» (SiKa Ferro Gard[®] 903) и ЗАО «Парад» («Парад Г-903»). Оценка выполнялась путем испытаний образцов-балочек размером 4x4x16мм, изготовленных из цементно-песчаного

раствора по ГОСТ 310.4, и образцов-кубов из бетона класса прочности на сжатие В22,5. Антикоррозионными жидкостями обрабатывали все поверхности образцов. Определяемые показатели: водопоглощение при длительном, до 48 ч водонасыщении, прочность после 10 циклов водонасыщения-высушивания-водонасыщения – замораживания - оттаивания, прочность сцепления со «старым» бетоном материалов для ремонта, степень карбонизации и рН водной вытяжки бетона.

Непосредственно перед обработкой антикоррозионными жидкостями производили подготовку бетонных образцов, заключающуюся в очистке их поверхности проволочной щеткой с последующим обеспыливанием, обезжириванием растворителем и высушиванием до постоянной массы при температуре $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Обработку образцов производили с помощью кисти при расходе жидкостей, соответствующем рекомендациям производителя (поставщика). Обработанные образцы в соответствии с требованиями СТБ 1416 высушивали естественным способом в помещении с температурой воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $(70 \pm 20)\%$, а непосредственно перед испытанием – до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Для определения показателей эффективности и стойкости к термовлажностным воздействиям образцы подвергали испытаниям через 14 суток после обработки.

Водопоглощение контрольных (необработанных) и основных (обработанных антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и SiKa Ferro Gard[®] 903») образцов бетона определяли по ГОСТ 12730.3. Время насыщения образцов составляло 48ч. Результаты определения водопоглощения контрольных и основных образцов бетона приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Водопоглощение образцов бетона

Антикоррозионная жидкость	Водопоглощение, мас. %, через время, ч					Снижение водопоглощения, %, в сравнении с бетоном без защиты по истечении времени, ч					Показатели эффективности, $K^W_{\text{Э}}$, по СТБ 1416
	0,5	1,0	4,0	24,0	48,0	0,5	1,0	4,0	24,0	48,0	
К (бетон без защиты)	1,70	2,80	5,03	5,33	5,36	-	-	-	-	-	-
«Парад Г-903»	0,64	0,88	1,99	3,95	4,02	62,4	68,6	60,4	25,9	25,0	1,3
«SiKa Ferro Gard [®] 903»	0,77	1,05	2,02	3,95	4,10	54,7	62,5	59,8	25,9	23,5	1,3

Из результатов испытаний, приведенных в таблице 1, следует, что при кратковременном (0,5-1,0 ч) водонасыщении имеет место более низкая, на 6,1-7,7% величина водопоглощения образцов бетона, обработанных

антикоррозионной жидкостью «Парад Г-903» в сравнении с образцами, обработанными «SiKaFerro Gard[®] 903», при длительном - водопоглощение образцов идентично. Показатели эффективности, обеих жидкостей, определяемые по снижению величины водопоглощения бетона, также идентичны.

Результаты испытаний на морозостойкость контрольных образцов и образцов, обработанных антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и «SiKaFerro Gard[®] 903», приведены в таблице 2. Испытания на морозостойкость проводили по ГОСТ 10060. 0-ГОСТ 10060.2 (II метод).

Таблица 2 – Морозостойкость образцов бетона

Антикоррозионная жидкость	Прочность на сжатие, МПа				Потеря прочности, %, после испытаний на морозостойкость			Показатель эффективности, K^F , по СТБ 1416
	до замораживания	после испытаний на морозостойкость			F200	F300	F400	
		F200	F300	F400				
К (бетон без защиты)	25,5	26,3	24,1	Не испытывали	0	5,49	Не испытывали	-
«Парад Г-903»	17,7	-	19,8	19,2 [*])	0	0	0	2,0 (F400:F200)
«SiKa FerroGard [®] 903»	21,9	-	22,2	19,6 [*])	0	0	10,5	1,5 (F300:F200)
<i>*/ Признаки начального шелушения поверхности образцов</i>								

Из приведенных в таблице 2 результатов следует, что применение для защиты бетона антикоррозионной жидкости «Парад Г-903» позволяет увеличить в рамках выполненных исследований морозостойкость бетона на две марки, а применение жидкости «SiKa Ferro Gard[®] 903» - на одну марку, что отвечает показателям эффективности жидкостей 2, 0 и 1,5 соответственно.

Стойкость бетона к термовлажностным воздействиям определяли путем испытаний образцов-балочек из цементно-песчаного раствора, изготовленных по ГОСТ 310.4, десятью циклами последовательного насыщения образцов 5%-ным раствором хлорида натрия в течение 24 ч, высушивания их в термостате в течение 24 ч при температуре $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$, снова насыщения 5%-ным раствором хлорида натрия, замораживания при температуре минус $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$, далее оттаивание в 5%-ном растворе хлорида натрия, высушивания в термостате и т. д. Оценка стойкости бетона, обработанного антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и «SiKa Ferro Gard[®] 903», выполнялась по изменению в процессе испытаний прочности образцов на сжатие. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Прочность образцов бетона после термовлажностных испытаний

Антикоррозионная жидкость	Прочность на сжатие, МПа	Увеличение прочности в сравнении с бетоном без защиты, %
К (бетон без защиты)	47,2	-
«Парад Г-903»	53,7	13,8
«SiKa Ferro Gard [®] 903»	53,4	13,1

Из результатов испытаний, приведенных в таблице 3, следует, что обе испытываемые антикоррозионные жидкости в равной степени оказывают положительное влияние на изменение прочности бетона в процессе термовлажностных испытаний. Поскольку образцы насыщались в процессе испытаний раствором хлорида натрия увеличение прочности обработанных образцов в сравнении с контрольными может быть связано с ингибирующим действием жидкостей в отношении ионов хлора, подавлении их агрессивного действия по отношению к бетону.

Прочность сцепления материалов для ремонта со «старым» бетоном, предварительно пропитанным антикоррозионными жидкостями, определяли на примере сухой смеси «Парад РСЗ». Результаты испытаний, выполненных по СТБ 1464, приведены в таблице 4.

Из результатов, приведенных в таблице 4, следует, что прочности сцепления ремонтного материала с поверхностью «старого» бетона, обработанного антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и «SiKa Ferro Gard[®] 903» идентичны и на 8,5 % ниже прочности сцепления бетона без защиты.

Дополнительная обработка поверхности «старого» бетона грунтовкой «Парад Г-86» привела к увеличению прочности сцепления ремонтного материала на 39 % в сравнении с бетоном без защиты и на 52% в сравнении с бетоном, обработанным только антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и «SiKa Ferro Gard[®] 903».

Таблица 4 – Прочность сцепления «Парад РСЗ» с поверхностью «старого» бетона

Антикоррозионная жидкость	Прочность сцепления, МПа	Изменение прочности сцепления в сравнении с бетоном без защиты, %	Характер отрыва металлического диска
К (бетон без защиты)	0,82	-	По бетону
«Парад Г-903»	0,75	-8,5	50 % по бетону + 50 % по контакту
«Парад Г-903» + «Парад Г-86»	1,14	39,0	По бетону
SiKa Ferro Gard [®] 903	0,75	-8,5	50 % по бетону + 50 % по контакту

Для оценки влияния антикоррозионных жидкостей «Парад Г-903» и «SiKa Ferro Gard[®] 903» на величину рН и степени карбонизации бетона были пропитаны фрагменты бетона, отобранные из эксплуатирувавшихся в течение более 20 лет мостовых конструкций. Пропитку фрагментов производили в соответствии с рекомендациями производителей составов. По истечении 14 суток после пропитки были определены рН водной вытяжки и степень карбонизации бетона. Водную вытяжку из бетона фрагментов для определения рН приготавливали по СТБ 1168, степень карбонизации бетона определяли по СТБ 1481. Результаты выполненных испытаний приведены в таблице 5.

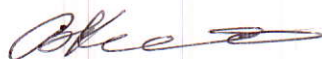
Таблица 5 – рН водной вытяжки и степень карбонизации бетона

Антикоррозионная жидкость	рН водной вытяжки, ед. рН	Степень карбонизации, % CO ₂	Изменение показателей в сравнении с бетоном без пропитки, %	
			рН водной вытяжки, ед. рН	степень карбонизации, % CO ₂
К (фрагменты бетона без пропитки)	8,8	12,22	-	-
«Парад Г-903»	9,6	10,97	+9,1	-10,2
«SiKa Ferro Gard [®] 903»	9,6	11,44	+9,1	-6,4

Из приведенных в таблице 4 результатов следует, что в рамках проведенного эксперимента пропитка бетона антикоррозионными жидкостями «Парад Г-903» и «SiKa Ferro Gard[®] 903» в равной степени, на 9,1 %, повышает рН водной вытяжки бетона и снижает степень его карбонизации на 10,2 и 6,4 % соответственно.

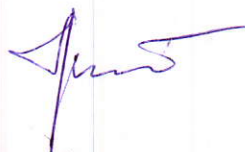
Таким образом, на основании выполненной комплексной оценки показателей свойств бетона, пропитанного исследуемыми антикоррозионными жидкостями, можно сделать вывод о том, что по ингибирующему действию в отношении бетона антикоррозионная жидкость (грунтовка) «Парад Г-903» аналогична составу «SiKa Ferro Gard[®] 903» и обладает более эффективным действием в части повышения морозостойкости защищаемого бетона. Для увеличения прочности сцепления ремонтных материалов с поверхностью «старого» бетона, пропитанного антикоррозионной жидкостью «Парад Г-903», рекомендуется дополнительная обработка поверхности бетона грунтовкой «Парад Г-86».

Начальник лаборатории
минеральных вяжущих и бетонов



В. В. Киселев

Старший научный сотрудник
лаборатории минеральных вяжущих
и бетонов



Д. М. Марковка