

УДК 693.548.8:539.6

**С. В. Федосов, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Ю. А. Щепочкина, д-р техн. наук, доц., М. В. Акулова, д-р техн. наук, проф.,  
Е. В. Кошелев**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОПИТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА С ОПЛАВЛЕННЫМ СТЕКЛОВИДНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

Рассматривается возможность использования пропитки непосредственно оплавленного стекловидного слоя на поверхности бетона ГКЖ-10, жидким стеклом, мономерами стирола, акрилонитрила, метилметакрилата с последующей полимеризацией. Показано повышение адгезии стекловидного покрытия к поверхности бетона при использовании пропиток.

В последние годы возвращается интерес специалистов строительной индустрии к нетрадиционным видам отделки бетона, в частности, к отделке оплавленными стекловидными покрытиями, широко применявшимися в 60...80-е гг. XX в. В современном строительстве срок службы сооружений из бетона и железобетона – не менее 50 лет [1], и отделка их стекловидными покрытиями, повышающими коррозионную стойкость и декоративность, полностью соответствует предъявляемым к строительным изделиям требованиям. Вместе с тем, отдельной проблемой стоит повышение адгезионных свойств оплавленного стекловидного покрытия к бетону.

Известно, что поверхность бетонных изделий, подлежащих высокотемпературной отделке стекловидными покрытиями, является неоднородной, имеет зернистую фактуру, неровности. В процессе отделки расплавленная стекломасса хорошо заполняет макро- и микронеровности рельефа бетонной поверхности вплоть до углублений размером 3...5 мкм [2]. При нагреве изделий вследствие процессов дегидратации выделяются пары воды, а также газы, сорбированные порами поверхностного слоя изделий. Стекловидное покрытие не ложится ровным слоем, поскольку поверхность бетона имеет неровный рельеф [2, 3]. Это неблагоприятным об-

разом сказывается на состоянии поверхности самого покрытия, прочности сцепления покрытия с поверхностью бетона даже при тщательном подборе составов стекловидных покрытий по температурному коэффициенту линейного расширения. Вместе с тем, имеющиеся на поверхности стекловидного покрытия дефекты, непроплавленные участки могут быть «каналами» для насыщения образцов пропиточными материалами с целью увеличения прочности сцепления стекловидного покрытия с поверхностью бетона.

Для повышения адгезионных свойств стекловидного покрытия к поверхности бетона нами были использованы для нанесения непосредственно на поверхность оплавленного слоя следующие пропиточные материалы: ГКЖ-10 (этилсиликонат натрия), жидкое стекло, мономеры стирола, акрилонитрила, метилметакрилата (метилового эфира метакриловой кислоты).

Образцы бетона (марка 200) со стекловидным покрытием для последующей пропитки подготавливали следующим образом. На поверхность отформованного, но не затвердевшего бетонного изделия наносили дробленый бой тарного стекла (размер частиц – 5...20 мм). Частицы стеклобоя втапливали в поверхностный слой будущего изделия примерно на 1/3 их объема. По истечении 28 сут покрытие из частиц

стеклобоя закрепляли оплавлением. Затем поверхность образцов пропитывали указанными выше материалами.

При этом учитывалось, что бетон, как всякое капиллярно-пористое тело, содержит влагу, количество которой определяется его структурой и составом, условиями твердения и другими факторами. Для получения отделочного слоя с пропиткой необходимо, чтобы пропитка заполнила поры и капилляры материала. Поэтому поры в поверхностном слое материала необходимо предварительно освободить от влаги. При разных способах удаления воды степень обезвоживания материала может быть различной, а от этого будут зависеть и степень последующей пропитки материала, и свойства готового изделия. Наиболее простой и эффективный способ удаления влаги из поверхностных слоев бетона – сушка. При этом процесс должен быть проведен при исключении или сведении к минимуму деструктивных явлений в материале. Сушка бетона при температуре до 100 °С позволяет удалить из него небольшое (около 20 %) количество влаги. Возможно применение сушки поверхности бетона при температуре 200...300 °С, что способствует более глубокому обезвоживанию материала и, соответственно, обеспечивает более эффективную его пропитку в дальнейшем. Высушивание поверхностного слоя бетона при температуре более 300 °С увеличивает количество удаленной из него влаги, но создает опасность возникновения деструктивных явлений в материале. В этой связи представляет интерес двухстадийная обработка, при которой вначале поверхностный слой бетона высушивают при температуре 105...115 °С в течение 30 с, а затем при более высокой температуре еще в течение 2 мин. Повышение температуры сушки свыше 400 °С нецелесообразно вследствие значительной деструкции бетона. Двухстадийная сушка обеспечивает получение менее дефектной структуры бетона и

более глубокое насыщение его поверхности пропиточным материалом.

Пропиточный материал ГКЖ-10 наносили из расчета 15 мл на 1 дм<sup>2</sup> поверхности изделия. Использовали также жидкое стекло плотностью 1,12...1,15 г/см<sup>3</sup>, при этом расход жидкого стекла составлял 14,5...15,5 мл на 1 дм<sup>2</sup> поверхности бетонного изделия. Мономеры наносили на поверхность оплавленного слоя в количестве 15 мл на 1 дм<sup>2</sup> поверхности вместе с 2 % иницирующей системы «перекись бензоила – диметиланилин» (1:0,5). Перекись бензоила в данной системе выполняет роль инициатора, а диметиланилин [C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] способствует ускорению распада инициатора на свободные радикалы. Мономеры проникали в толщу образца, отвердевая по механизму свободнорадикальной полимеризации, связывая стекловидное покрытие с бетоном. Полимеризация проходила при комнатной температуре в течение двух часов.

Технология нанесения мономера и последующей полимеризации в толще бетона безопасна, известна и не представляет вреда [4].

Также определялась глубина и степень пропитки с помощью микроскопа. Для определения более четких границ мономер подкрашивался красителем (цвет – оранжевый). Как видно из фотографии на рис. 1, глубина пропитки в среднем составляет 1 см. Причем при увеличении слоя, лежащего под крупным куском стекла, видно, что пропитка распространилась по всему цементному слою, включая области, находящиеся под стеклом. На фотографии видно, что участок цементного камня на указанную глубину равномерно пропитан полимером.

Содержание иницирующей системы в количестве 2 % обеспечивает полноту полимеризации и высокую прочность сцепления. Инициатор в меньших количествах собирается в поверхностных слоях бетона, и его оказывается недостаточно для проникновения на всю глубину стекловидного

слоя, что приводит к заметным потерям мономера, увеличению пористости и

снижению прочности конечного продукта.



Рис. 1. Фотография среза образца с оплавленным декоративным слоем на его поверхности после пропитки (фрагмент увеличен в 49 раз)

Увеличение концентрации инициатора до 2 %, вызывая видимое увеличение коэффициента степени насыщения пор мономером, обеспечивает более глубокое проникновение и, соответственно, повышение прочности сцепления. В образцах, пропитанных метилметакрилатом с иницирующей системой «перекись бензоила-диметиланилин» в соотношении 1:0,5, наблюдалось монотонно убывающее к центру рас-

пределение полимера в цементном камне с наибольшей плотностью по периметру образца и наименьшей в центре, что очевидно вызвано соответствующим распределением инициатора при пропитке.

Прочность сцепления стекловидного слоя с поверхностью бетона (определенная по ГОСТ 379-95) в зависимости от используемого пропиточного материала приведена в табл. 1.

Табл. 1. Влияние пропитки на адгезионные свойства стекловидного покрытия к бетону

Пропитка	Прочность сцепления стекловидного слоя с поверхностью бетона, кг/см <sup>2</sup>
Без пропитки	3,48
ГКЖ-10 (этилсиликонат натрия)	4,27
Жидкое стекло	9,08
Мономер стирола	24,3
Мономер акрилонитрила	35,84
Мономер метилметакрилата	31,41

Из табл. 1 видно, что использование пропитки повышает адгезионные свойства отделочного стекловидного слоя на поверхности бетона во всех случаях, что приводит к повышению его долговечности. Так, адгезия слоя увеличивается при применении ГКЖ-10 – в 1,2 раза, жидкого стекла – в 6 раз; полистирола – в 7 раз, полиметилакрилата – в 9 раз. Наилучшие результаты выявлены у слоя, пропитанного полиакрилонитрилом, где адгезия увеличилась в 10 раз.

Были также проведены исследо-

вания водопоглощения бетона через стекловидное покрытие, пропитанное мономерами (при этом грани образцов обмазывались водонепроницаемой битумной мастикой). Установлено, что тип используемой пропитки сказывается на водопоглощении образцов существенно. Применение в качестве пропитки ГКЖ-10 дает наименьший эффект снижения водопоглощения (13 %) по сравнению с образцами без пропитки, а использование мономера метилметакрилата – наибольший эффект (15 %) (табл. 2).

Табл. 2. Зависимость водопоглощения бетона через стекловидный слой

Продолжительность насыщения образцов водой, мин	Пропитка		
	Без пропитки	ГКЖ-10	Мономер метилметакрилата
15	2,31	2,16	1,89
30	2,37	2,18	1,95
45	2,41	2,19	1,97
60	2,42	2,19	1,98
120	2,47	2,22	2,05
1440 (1 сут)	2,52	2,25	2,11

Таким образом, установлено, что пропиточные материалы способны увеличить прочность сцепления стекловидного покрытия с поверхностью бетона, причем лучшие показатели адгезии достигаются с применением полиакрилонитрила и полиметилметакрилата.

Результаты исследований защищены охраняемыми документами РФ.

### Выводы

1. Пропитки поверхности оплавленного стекловидного слоя ГКЖ-10, жидким стеклом, мономерами стирола, акрилонитрила, метилметакрилата позволяют существенно, в 1,2...10 раз, повысить его прочность сцепления с поверхностью бетона. Наиболее целесообразно использование для пропитки

мономеров акрилонитрила и метилметакрилата.

2. Мономеры необходимо наносить на поверхность оплавленного слоя вместе с 2 % иницирующей системы «перекись бензоила – диметиланилин» (1:0,5).

3. Перед пропиткой целесообразно осуществлять подсушку поверхности бетона в две стадии: при температуре 105...115 °С и температуре 200...300 °С.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанов, В. И. Установление сроков службы зданий и сооружений при их проектировании / В. И. Агаджанов // Промышленное и гражданское строительство. – 2001. – № 12. – С. 23–24.

2. **Канаев, В. К.** Новая технология строительной керамики / В. К. Канаев. – М. : Стройиздат, 1990. – 264 с.
3. **Высокотемпературная отделка бетона**

стекловидными покрытиями / Ю. М. Баженов, [и др.]. – М. : АСВ, 2005. – 128 с.

4. **Баженов, Ю. М.** Бетонополимеры / Ю. М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1983. – 472 с.

Ивановский государственный архитектурно-строительный университет  
Материал поступил 24.06.2009

**S. V. Fedosov, J. A. Shchepochkina,  
M. V. Akulova, E. V. Koshelev**  
**Analysis of impregnating materials  
effect on adhesive behavior of concrete  
with fritted vitreous coating**

We examine the possibility of impregnation use directly recast vitreous layer on concrete surface: GKG-10 liquid glass, styrene monomer, acrylonitrile, methyl methacrylate with their afterpolymerization. We show increasing of adhesion of the vitreous coating to the concrete surface when using impregnation.