

*Бондаренко Н. И., соискатель,
Бессмертный В. С., д-р тех. наук, проф.,
Ильина И. А., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Гащенко Э. О., канд. тех. наук
Белгородская государственная сельскохозяйственная академия*

ГЛАЗУРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАКЕЛА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

bondarenko -71@mail.ru

В статье рассмотрены особенности получения защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона путём оплавления лицевой поверхности плазменным факелом. Исследованы основные функциональные показатели защитно-декоративных покрытий.

***Ключевые слова:** изделия из бетона, защитно-декоративные покрытия, глазурование, прочность сцепления.*

В Российской Федерации на ближайшую перспективу ставится задача обеспечения населения страны доступным жильем. Реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России» привела к росту потребности в качественных и доступных строительных материалах, в том числе изделий из бетона и железобетона.

Промышленность строительных материалов является одной из наиболее энергоёмких отраслей индустрии, так как энергозатраты в общей стоимости продукции достигают 35-40 %. Поэтому расширение использования нетрадиционных источников энергии в промышленности строительных материалов, в том числе низкотемпературной плазмы, является важным фактором повышения эстетико-потребительских свойств изделий из бетона, снижения себестоимости отделочных работ и повышения конкурентоспособности продукции.

Для повышения эстетико-потребительских свойств изделий из бетона используют различные материалы и технологии их нанесения на лицевую поверхность.

В настоящее время для получения защитно-декоративных покрытий используют такие материалы как полимерцементные и гипсополимерцементные пасты, декоративные покрытия на основе эпоксидных композиций, отделочные покрытия на основе водоземлюсионных красок, декоративные кремнийорганикополимерные покрытия, кремнийорганические эмали, а также декоративные покрытия из пастовых составов с присыпкой дробленным материалом. Недостатком данных защитно-декоративных покрытий является их низкая долговечность [1].

Защитно-декоративные покрытия, полученные методами локального термического воз-

действия на лицевую поверхность изделий из бетона, являются более долговечными и качественными.

Получение защитно-декоративных покрытий на основе глазурей, металлов и сплавов является перспективным направлением повышения эстетико-потребительских свойств изделий из бетона [2,3]. С этой целью используют различные методы термической обработки лицевой поверхности изделий из бетонов. Так, для глазурования на бетон наносят дополнительный защитный слой с последующим его оплавлением экранной печью до 800-900 °С [4]. Открытое пламя газовой горелки используют для расплавления, предварительно нанесённого на поверхность панели, слоя глазурного шликера [5].

Наиболее перспективным является использование низкотемпературной плазмы для оплавления лицевой поверхности изделий из бетона и напыление на его лицевую поверхность эмалей, глазурей, стёкол, металлов и сплавов, оксидов металлов, а также различных отходов горнорудной промышленности. Методом плазменного напыления наносили цветные металлы, глазури, оксиды металлов на лицевую поверхность бетонов с защитным керамзитовым слоем толщиной 4-5 мм, полученную при формовании «лицом вниз» [6].

Известен способ изготовления декоративных бетонных изделий путём оплавления лицевой поверхности плазменным факелом с последующей тепловлажностной обработкой и твердением в течение 28 суток [7].

Недостатком данных способов является низкая прочность сцепления покрытия с подложкой за счёт частичной дегидратации и разупрочнения лицевой поверхности изделий из бетона в результате термоудара.

Целью исследования является разработка технологии получения защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона, позволяющей устранить последствия термоудара и предотвратить процессы дегидратации в поверхностном слое.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- разработка состава и технологии приготовления промежуточного слоя;
- разработка оптимальных режимов получения защитно-декоративных покрытий методом плазменного напыления;
- исследование свойств защитно-декоративных покрытий, полученных методом плазменного напыления.

В качестве модельных образцов брали бетон, предварительно приготовленный из следующих сырьевых материалов:

- портландцемент М-400 по ГОСТ 10178-85;
- песок строительный по ГОСТ 8736-85;
- вода по ГОСТ 23732-79.

Соотношение портландцемента с песком составляло 1:3, водоцементное соотношение СВ (Ц) – 0,43.

Для глазурирования использовали молотый бой различных стекол (синих, зеленых и бесцветных), химический состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав стекол, используемых для глазурирования изделий из бетона

Вид стекла	Массовое содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Сортовое зеленое, окрашенное хромом*	72,7		6,8	2,0	15,0	2,0	0,5	1,0	0,05
Сортовое синее, окрашенное кобальтом**	68,6	6,3	9,3	-	14,8	1,0		-	0,05
Оконное	71,8- 72,4	1,8-2,2	6,4-6,8	-	14,5-14,9	14,5-4,9	0,3-0,4	-	0,2
Витринное неполированное	73,0	1,0	8,6	-	14,8	1,0	0,4	-	0,5
Сортовое бесцветное	72,5	1,0	9,0	3,0	14,0	4,0	0,5	-	0,05

* - содержание Cr₂O₃ в сортовом зелёном стекле – 0,5 %.

** - содержание CoO - в сортовом синем стекле – 0,002 %.

В качестве смеси для формирования промежуточного слоя жаростойкого бетона использовали глиноземистый цемент, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 969 и молотый шамот по ГОСТ 23037.

В качестве объектов исследования использовали бетонные балочки размером 50x50x200мм. Высокотемпературным источником служил электродуговой плазматрон УПУ-8М.

Кислотостойкость и щелочестойкость определяли по ГОСТ 473.1-81 и ГОСТ 473.2-81 с точностью до 0,02 %; термостойкость – методом термического толчка согласно ГОСТ 17773-72; плотность – пикнометрическим методом с точностью до 0,1 кг/м³ в вакуум - эксикаторе в соответствии с ГОСТ 9553-74.

Нанесение покрытий на лицевую сторону изделий из бетона осуществляли плазменной модифицированной горелкой ГН-5р электродугового плазматрона УПУ-8М. Бой стёкол мололи в шаровых мельницах и рассеивали на ситах, на фракции, соответствующие условиям плазменного напыления. Расстояние от среза плазменной горелки до поверхности бетона составило 100-150 мм. Скорость прохождения плазменной го-

релки ГН-5Р по лицевой поверхности бетона составляла 1,5-2,0 см/сек. Параметры работы плазматрона были следующие: рабочее напряжение 30В; ток 450 А, в качестве плазмообразующего газа служил аргон, расход которого составил 1,5 м³/ч при давлении 0,25 Па. Температуру плазменного факела определяли по уравнению Сага, которая составила 9240 К. Прочность сцепления покрытия с основой определяли методом отрыва. Пористость покрытия определяли методом «пятна».

Статистическую обработку результатов измерений с расчетом среднеквадратичного отклонения, коэффициента вариации, доверительного интервала, точности опыта и промахов проводили по стандартным методикам с использованием компьютерных технологий.

При плазменной обработке изделий из бетона происходит изменение структуры и свойств поверхностного слоя бетона. Это существенно снижает эксплуатационные характеристики изделий из бетона, в частности, прочность сцепления покрытия с основой.

Предусматривается, что перед плазменной обработкой на лицевой поверхности формирует-

ся промежуточный слой, состоящий из смеси жаростойкого бетона и молотого шамота.

Промежуточный слой должен предотвращать дегидратацию поверхностного слоя изделий из бетона и снижать жёсткость термоудара при плазменном напылении стеклопорошков. С целью повышения прочности сцепления покрытия с основной поверхностью промежуточного слоя должна быть микрошероховатой. Для по-

лучения микрошероховатой поверхности в состав смеси брали различные соотношения крупных и мелких фракций молотого шамота, производили напыление молотого стекла на лицевую поверхность изделий из бетона и определяли прочность сцепления покрытия с основой. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Составы промежуточного слоя

№ состава	Составы, мас. %				Прочность сцепления покрытия с основой
	Шамот, фракции, мм			глиноземистый цемент	
	1,25-2,5	0,63-1,25	0,63-0,315		
1.	10	35	35	20	3,3
2.	15	30	35	20	3,4
3.	20	25	35	20	3,6
4.	25*	20*	35*	20*	3,7*
5.	30	15	35	20	3,6
6.	35	10	35	20	3,5
7.	10	35	25	30	3,5
8.	15	30	25	30	3,6
9.	20	25	25	30	3,6
10.	25**	20**	25	30	3,8**
11.	30	15	25	30	3,3
12.	35	10	25	30	2,8

*,** - оптимальные составы

Как видно из таблицы 2, при содержании в смеси 20% глиноземистого цемента наилучшие результаты получены для состава №4, а для смеси с содержанием 30 % глиноземистого цемента – оптимальным является состав № 10.

Нами разработана технология получения промежуточного слоя. Для приготовления смеси шамот молотли в шаровой мельнице в течение 4 часов. Полученный порошок рассеивали на фракции с использованием сит со стандартным

размером ячеек: 1,14; 0,315; 0,63; 1,25; 2,5мм. Фракции смешивали в смесителе, а затем добавляли в смеситель необходимое количество глиноземистого цемента. Готовую смесь затворяли водой. В последующем смесь наносили на лицевую поверхность изделий из бетона.

Технология получения промежуточного слоя для изделий из бетона представлена на рис. 1.

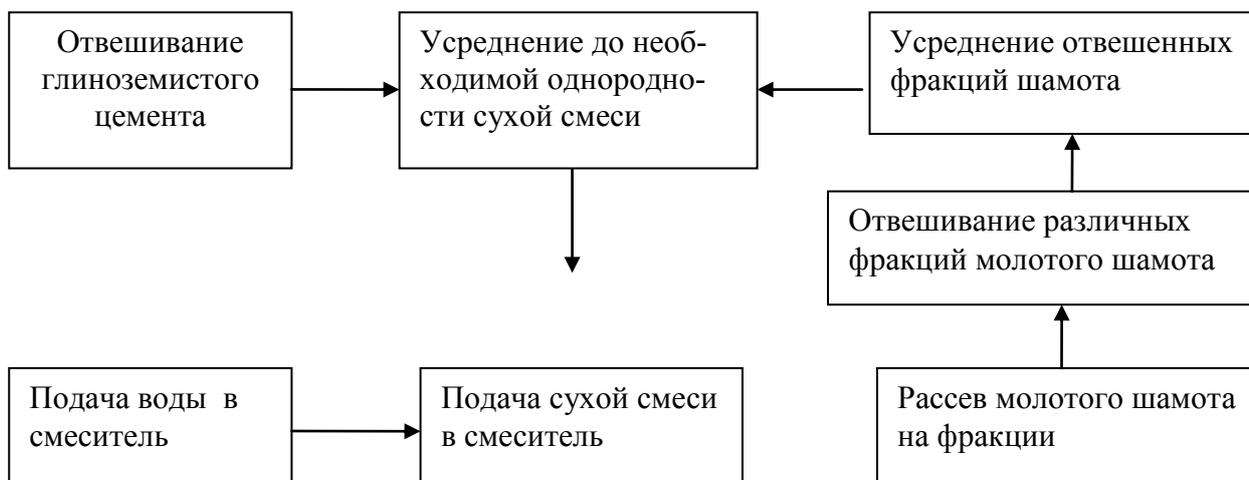


Рис. 1. Технология получения промежуточного слоя

Номенклатура исследуемых свойств изделий из бетона с защитно-декоративным покрытием представлена в табл. 3.

Таблица 3

Номенклатура исследуемых свойств изделий из бетона с защитно-декоративным покрытием

Наименование свойства	Размерность	Числовое значение показателя
Термический коэффициент линейного расширения покрытия	град ⁻¹	(98,7-109,1)*10 ⁻⁷
Плотность покрытия	кг/м ³	1499-1519
Морозостойкость	циклы	более 100
Пористость	МПа	отсутствует
Водостойкость покрытия	Гидролитический класс	III
Толщина покрытия	мкм	250-350
Прочность сцепления покрытия с основой	МПа	3,7-3,8
Микротвердость	МПа	5532-5671
Скорость прохождения плазменной горелки	м/с	0,015-0,020
Кислотостойкость покрытия	% по массе	98,18
Щелочестойкость покрытия	% по массе	91,73

Как видно из таблицы 3, защитно-декоративное покрытие на основе боя стёкол обладает достаточно высокой химической устойчивостью и микротвёрдостью. При толщине покрытия 250-350 мкм прочность его сцепления с основой составляет 3,7-3,8 МПа. В связи с этим покрытие обладает достаточной долговечностью.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности широкого промышленного внедрения разработанной технологии на предприятиях по выпуску изделий из бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Громов Ю. Е. Индустриальная отделка фасадов здания [Текст] / Ю. Е. Громов // М.: Стройиздат - 1980. – 67с.
2. Высокотемпературная отделка бетона стекловидными покрытиями [Текст] / Баженов Ю. М. [и др.].- М.: Изд-во АСВ, 2005. – 128 с.
3. Федосов С. В. Глазурирование безобжиговых строительных материалов и изделий [Текст] / С. В. Федосов, Ю. А. Щепочкина // Строительные материалы, оборудование, технологии XX века. - 2003. - № 9.- С. 52-53.

4. Гердвис И. А. Заводские параметры глазурирования строительных конструкций [Текст] / И. А. Гердвис Труды ГОСНИИстройкерамика, вып 38 - М.: Стройиздат, 1973. - 112-115с.

5. Холопова Л. И. Декоративный искусственный камень и его применение в строительстве [Текст] / Л. И. Холопова // Труды ГОСНИИстройкерамика Л.: Стройиздат. - 1976. – С. 176.

6. Декоративная обработка поверхности строительных материалов плазменным способом [Текст] / В. П. Крохин [и др.].- М.: МИСИ, БТИСМ, 1980. –125-129с.

7. А. С. 1705 090 СССР МКИ³ В28В 11/00. Способ изготовления декоративных бетонных изделий [Текст] / В.С. Бессмертный, А. П. Ходыкин, Н. М. Бурлаков, В. М. Травкин, В. П. Крохин. - № 4685425/33; заявл. 03.05.91; опубл. 15.01.92, Бюл. № 2. – 3 с.

8. Демиденко Л. М. Высокоогнеупорные композиционные покрытия [Текст] / Л. М. Демиденко // М.: Metallургия - 1979. – С. 213.