

## МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДОРОЖНОГО БЕТОНА

**Яглов В.Н.**, д.х.н., профессор каф. «Инженерная экология»,  
**Пшембаев М.К.**, к.т.н.,  
**Ковалев Я.Н.**, д.т.н., профессор  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

Улучшить гидрофобность и прочность бетона можно с помощью комбинированного способа. Высокая степень влагостойкости и прочность бетонных изделий достигаются совместной пропиткой гидрозолеом кремнезема и гидрофобизатором. Вторичные гидросиликаты кальция, образующиеся в процессе взаимодействия золя кремнезема и гидроксида кальция, коагулируют поры бетона и упрочняют его поверхностный слой за счет образования дополнительной твердой фазы, родственной первичным гидросиликатам кальция, образующимся при твердении цемента. В качестве исходных материалов для получения пропиточного состава использовали: ТЭОС – тетраэтоксисилан (ТУ 6-09-3687-79); Софексил-60 (ТУ 2229-008-42942526-2001) – водный раствор гидратированного метилсиликоната калия с массовой долей основного вещества 58% – 63%, рН = 11; Софексил-защиту (ТУ 222-025-42942526-2000) – раствор олигометилгидросилоксана в органическом растворителе. Для изучения дорожных покрытий был выполнен комплекс исследований с использованием математического планирования эксперимента. В качестве критериев оценки долговечности цементобетонного покрытия выбраны такие физико-механические свойства бетона, как прочность на сжатие, водопоглощение и истираемость. Прочность бетона на сжатие интегрально характеризует способность бетона противостоять внешней агрессии. В технологии бетона именно этот параметр связывают, например, с деформативными свойствами бетона, его плотностью, проницаемостью для агрессивных флюидов. Водопоглощение бетона прямо связано с его капиллярной пористостью, а, следовательно, с проницаемостью и глубиной пропитки материала уплотняющим раствором. Истираемость же бетона определяет твердость образующегося на поверхности бетона уплот-

ненного слоя и, значит, увеличение долговечности покрытия. Исходный бетон, предназначенный для пропитки, имел следующие физико-механические параметры: прочность на сжатие 45,3 МПа, на изгиб 8,83 МПа, водопоглощение 1,5%, истираемость 0,133 г/см<sup>2</sup>. Пропиточный состав наносили распылением на поверхность образцов; расход состава составлял 0,2–0,3 л/м<sup>2</sup>. Для выявления оптимума пропиточного состава долю гидрофобизатора (влияющий фактор  $x_1$ ) принимали в долях по массе в пределах от 0 до 1,2, а долю золя кремнезема (влияющий фактор  $x_2$ ) – от 0 до 0,4.

В процессе эксперимента исследовали не изменение абсолютных величин прочности бетона на сжатие, водопоглощения и истираемости, а относительных (в %), для которых эти характеристики для бетона без пропиточного состава взяты за 100%. Было получено уравнение регрессии в общем виде

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2$$

После обработки результатов экспериментов были получены адекватные полиномиальные математические модели второго порядка, описывающие изменение относительной прочности, водопоглощения и истираемости бетона в зависимости от принятых переменных факторов. Полученные модели после исключения незначимых коэффициентов представлены в виде следующих уравнений регрессии:

- для относительной прочности бетона ( $f_{отн}$  – относительная прочность):

$$f_{отн} = 114,2 + 1,2 \cdot x_1 + 3,9 \cdot x_2 - 1,1 \cdot x_1^2 - 8,4 \cdot x_2^2 + 0,8 \cdot x_1 \cdot x_2$$

- для относительного водопоглощения бетона ( $W_{отн}$  – относительное водопоглощение):

$$W_{отн} = 40,4 - 23,1 \cdot x_1 - 8,6 \cdot x_2 + 17,5 \cdot x_1^2 + 14,2 \cdot x_2^2 - 4,0 \cdot x_1 \cdot x_2$$

- для относительной истираемости бетона ( $I_{отн}$  – относительная истираемость):

$$I_{отн} = 70,7 - 1,4 \cdot x_1 - 16,4 \cdot x_2 + 1,6 \cdot x_1^2 + 7,3 \cdot x_2^2 + 2,7 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Результаты выполненных расчетов и проверки статистической значимости по полученным математическим моделям подтвердили, что приведенные выше уравнения регрессии пригодны для описания этих моделей