

Как следует из таблиц 1 и 2, введение в битум полимера не приводит к существенному снижению температуры размягчения, в то время как для материала с бутилкаучуком этот показатель повышается на 14–16 %. В то же время введение в материал вторичного полистирола в 1,4–2,0 раза увеличивает его прочность сцепления с бетоном, а для бутилкаучука только в 1,25 раза. При этом использование вторичных полимеров вместо бутилкаучука является экономически намного выгоднее.

Проведенные исследования показали также, что для смеси битума и вторичных полимеров характерны фибриляционные процессы, которые ухудшают однородность структуры материала и его прочностные свойства. Для повышения совместимости этих компонентов предложено вводить в композицию гидрофобизированные полигидросилоксаном частицы диоксида кремния. В результате такого подхода обеспечивается лучшая совместимость битума и вторичного полимера, о чем свидетельствует возрастание прочностных свойств материалов. Так для образцов с разработанным модификатором прочность при растяжении составляет 4,8 МПа, в то время как для исходного образца – 1,4 МПа. На это указывает и повышение прочности при сдвиге образцов (таблица 2, пример 9). Это достигается, в первую очередь, вследствие более интенсивного прохождения окислительных реакций в процессе переработки вторичных полимеров и, во-вторых, более равномерным распределением частиц наполнителя в объеме композиции без их агломерирования, способствуя улучшению однородности расплава материала при смешении.

Проведены опытно-промышленные испытания по обработке бетонных изделий разработанным гидроизоляционным покрытием на ЧСУП «Мозырская ПМК-106». Предварительная оценка результатов исследований показала, что данное покрытие обеспечивает защитный эффект от воздействия атмосферных факторов и не имеет видимых дефектов на поверхности после 30 месяцев эксплуатации, в том числе и после воздействия отрицательных температур.

УДК 624.01/04.

## АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

*Е. В. ЕВТУХОВА, А. АЛЬНАЖРС*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Многолетний опыт обследования зданий сельскохозяйственного назначения НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д.т.н., профессора И.А. Кудрявцева позволил обратить внимание на то, что по сравнению с условиями эксплуатации общественных зданий и условиями открытой атмосферы железобетонные элементы (ЖБЭ), эксплуатируемые в таких условиях подвержены повреждению коррозией в наибольшей степени за короткий период времени. Этому способствуют следующие факторы:

- продукты жизнедеятельности свиней и крупного рогатого скота в контакте с железобетонными конструкциями и элементами представляют собой агрессивную среду;
- в помещениях агрессивной средой будет выступать как воздушная атмосфера, так и жидкие продукты, находящиеся в контакте с железобетоном.

В условиях сельскохозяйственных помещений ЖБЭ подвергаются воздействию агрессивных газов, в первую очередь, углекислого, а также сероводорода и аммиака, в результате чего при повышенной влажности воздуха бетон быстро карбонизирует и теряет свои защитные свойства по отношению к стальной арматуре. Повышенная влажность обусловлена тем, что значительное количество водяных паров накапливается за счет влаги, выделяемой организмом животных, а также влаги, которая поступает с поверхностей кормушек, поилок, пола, стен, потолка и других конструкций зданий сельскохозяйственного назначения.

На базе результатов многолетних обследований зданий сельскохозяйственного назначения была выполнена оценка поврежденности всех типов ЖБЭ зданий и сооружений молочно-товарных ферм, эксплуатировавшихся различные сроки.

Выявленные повреждения всех ЖБЭ были классифицированы по наименованиям и определены проценты отдельных повреждений от их общего количества. Анализ повреждений показал, что из

общего количества наиболее часто встречаются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) стальной арматуре. Для дальнейшего анализа были выделены 15 наиболее часто встречающихся (в процентном соотношении) повреждений. Результаты анализа сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ поврежденности различных видов ЖБЭ

Повреждения	Полурамы	Колонны	Стеновые панели	Балки покрытия крайних пролетов	Балки покрытия средних пролетов	Плиты покрытия
Количество видов повреждений	50	59	81	60	48	112
Повреждения от коррозии бетона и (или) стальной арматуры, %	89	79	65	77	89	77
Трещины различного характера, %	2	20	32	15	6	11
Сколы бетона, %	1	4	5	5	3	1
Размораживание бетона защитного слоя, %	1	9	8	7	–	7
Доля 15 наиболее часто встречающихся в процентном отношении повреждений, %	78	47	54	70	76	60
Доля из них коррозионных повреждений в бетоне и (или) стальной арматуре, %	87	93	73	80	87	67

Анализ поврежденности ЖБЭ, эксплуатировавшихся в условиях агрессивности воздушных сред сельскохозяйственных помещений, показал, что повреждениям подвержены все типы ЖБЭ в большей либо меньшей степени. Наиболее распространенными оказались повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и стальной арматуре, а именно, оголение и коррозия различной степени интенсивности арматурных стержней, трещины в зоне расположения арматурных стержней, отслаивание и разрушение бетона защитного слоя, высолы бетона, коррозия различной степени интенсивности закладных деталей. Их доля составила от 67 до 93 % для различных типов элементов.

УДК 69.003.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПОТРЕБИТЕЛЕМ И ПОСТАВЩИКАМИ В ПРОЦЕССЕ ЗАКУПКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

А. В. ЗАХАРЕНКО, Т. В. ЯШИНА, З. Н. ЗАХАРЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Важным вопросом строительного производства является организация материально-технического снабжения. Процесс снабжения включает следующие этапы: определение потребности в материальных ресурсах, выбор предприятий-изготовителей, составление заявки, изготовление продукции и доставку на строительную площадку.

Рассмотрим механизм распределения заказов на производство сборных железобетонных конструкций между тремя заводами-изготовителями с целью минимизации расходов методом ветвей и границ и методом динамического программирования.

Предположим, что имеются три производителя сборных железобетонных конструкций. Известны объем заказа и ограничения для заводов-изготовителей, а также зависимость цен на железобетонные изделия от объема закупок. Необходимо распределить заказ на производство сборных железобетонных конструкций между тремя заводами-изготовителями с целью минимизации расходов методом ветвей и границ и методом динамического программирования.

Объем заказа составляет 20 единиц, при этом мощность каждого завода-изготовителя составляет 12 единиц. Зависимость цен на железобетонные изделия от объема закупок приведена в таблице 1.

### 1 Метод ветвей и границ.

Для оценочной задачи на первом шаге имеем:  $s_1(x_1) = 3x_1$ ;  $s_2(x_2) = 2x_2$ ;  $s_3(x_3) = 1x_3$ .

Тогда, решением данной задачи является:  $x_3 = 12$ ;  $x_2 = 8$ ;  $x_1 = 0$ ;  $\rightarrow \bar{s} = 28$ .

Так как  $\bar{s}_2(8) = 16$ , а  $\bar{s}_2(8) = 24$ , то рассматривается два подмножества решений  $Q_1$  и  $Q_2$ . В первом подмножестве  $x_2 < 8$ , а во втором  $x_2 > 8$ .