

тров поверхности. В результате достигается ускорение и увеличение степени гидратации цемента, повышение прочности цементной составляющей в структуре полимерцементного камня. Сокращается время приготовления модифицированных составов более чем в два раза. Активация цементно-водной суспензии улучшает ее реологические свойства, обеспечивает более однородное перемешивание цемента с водой и тем самым делает ее наиболее пригодной для наполнения и введения полимерного компонента.

Оптимизация состава за счет введения дисперсного наполнителя в подвижную смесь позволяет осуществить в процессе наполнения, замену части цемента минеральным порошком-наполнителем и получить экономию цемента без ухудшения его структурных, реологических и прочностных свойств. Введение именно на конечной стадии полимерной составляющей обеспечивает более полную гидратацию цемента и его экономию.

Оптимизация однородности и удобоукладываемости смеси за счет введения современных химических добавок комплексного действия (с высоким эффектом гиперпластификации) придает в итоге строительной композиции более высокие прочностные характеристики. Это делает их более долговечными, надежными, что особенно важно для безопасности транспортных зданий и сооружений.

Применение модифицированных бетонов и растворов на комплексном связующем, обладающих высокими адгезионными свойствами к разным поверхностям (металлу, дереву, стеклу, бетону, керамике), износостойкостью, низкой возгораемостью, стойкостью к техническим маслам, щелочам, нефтепродуктам, позволит увеличить межремонтные периоды, сократить энергозатраты, трудоемкость и сроки работ.

Оптимальные составы и ресурсосберегающие технологии наполненных строительных композиций на портландцементе могут с успехом применяться в транспортном строительстве на разных объектах, в формовочных цехах заводов по выпуску ж.-б. изделий (шпал, мостовых конструкций, ферм, ПДН-плит дорожного настила для аэродромного покрытия и т. д.); при реконструкции и ремонтно-восстановительных работах; в качестве отделочных материалов, при устройстве покрытий полов и т. п. в зданиях и сооружениях транспортной инфраструктуры.

Комплекс предложенных оптимизационных мероприятий позволит увеличить долговечность и надежность конструкций зданий и сооружений на транспорте.

Список литературы

- 1 Соломатов, В. И. Интенсивная технология бетона: Совм. изд. СССР-Бангладеш / В. И. Соломатов, М. К. Тахиров, Тахер Шах Мд. – М. : Стройиздат, 1989. – 264 с.
- 2 Яшина, Т. В. Наполненные полимерцементные композиты строительного назначения / Т. В. Яшина, В. И. Соломатов // Известия вузов. Раздел строительства : науч.- теор. журнал. – 1991. – № 12. – С. 46–50.

УДК 624.01/07

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗНАЧИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЙ

В. М. ШВЕД, В. О. БОНДАРЕНКО, А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Задача оценки остаточного ресурса зданий и сооружений (их отдельных элементов и конструкций) в Республике Беларусь в настоящее время является одной из самых актуальных. Ее злободневность усугубляется тем, что на сегодняшний день в стране значительная часть зданий и сооружений эксплуатируется длительные сроки (зачастую превышающие проектные, нормативные), при этом с пропущенными (по различным причинам) капитальными ремонтами.

С учетом специфики диагностирования объектов строительства, специализированными организациями используются различные методики оценки их остаточного ресурса [1].

Одной из таких методик, признанной Ростехнадзором, является, предлагаемая в [2]. В соответствии с ней оценка остаточного ресурса зданий (сооружений) осуществляется по результатам общего обследования элементов (конструкций). В предлагаемой методике общая оценка поврежденности здания (сооружения) выполняется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_n \varepsilon_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ – максимальные повреждения отдельных видов (элементов) конструкций (по результатам детального обследования); $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – коэффициенты значимости отдельных видов элементов (конструкций).

При оценке величин повреждений учитывают их максимальную величину, так как авария здания или сооружения обычно происходит из-за наличия критического дефекта в отдельно взятой конструкции. В соответствии с [2] принято для исправного (хорошего) технического состояния $\varepsilon = 0,00 \dots 0,005$, работоспособного (удовлетворительного) $\varepsilon = 0,05 \dots 0,15$, ограниченно работоспособного (не вполне удовлетворительного) – $\varepsilon = 0,15 \dots 0,25$, неработоспособного (неудовлетворительного) – $\varepsilon = 0,25 \dots 0,35$. Для предельного (предаварийного) технического состояния – $\varepsilon > 0,35$. При этом коэффициенты значимости строительных конструкций, основанные на экспертных оценках, согласно [2] определяются следующим образом: для плит перекрытия и покрытия $\alpha = 2$; балок – $\alpha = 4$; ферм – $\alpha = 7$; колонн – $\alpha = 8$; несущих стен и фундаментов $\alpha = 3$; прочих конструкций – $\alpha = 2$.

Предлагаемые коэффициенты, а точнее их величины, вызывают логические противоречия:

- все фермы и колонны имеют одинаковую значимость в зданиях с разной высотой, различными количествами пролетов, без и с крановой нагрузкой;
- одинаковая значимость присвоена колоннам крайнего и среднего рядов; крайним и средним колоннам одного ряда, воспринимающим разные нагрузки;
- одинаковую значимость имеют фундаменты крайних и средних несущих стен, значимость несущих стен не зависит от количества этажей в здании.

Величины коэффициентов значимости возрастают по мере увеличения нагрузок, воспринимаемых элементами (конструкциями): плиты ($\alpha = 2$) – балки ($\alpha = 4$) – фермы ($\alpha = 7$) – колонны ($\alpha = 8$). Во-первых, логично было бы предположить продолжение данной цепочки для фундаментов: плиты ($\alpha = 2$) – балки ($\alpha = 4$) – фермы ($\alpha = 7$) – колонны ($\alpha = 8$) – фундаменты ($\alpha = 9$). Однако для фундаментов принят коэффициент $\alpha = 3$. Таким образом, получается, что значимость фундаментов в здании более чем в два раза меньше значимости колонн и ферм, опирающихся на них и несущих значительно меньшие нагрузки. Во-вторых, в однопролетных зданиях степень значимости балок и ферм практически уравнивается и т. д.

Учитывая вышеприведенное, в [3] предложен новый подход к определению коэффициентов значимости конструктивных элементов на основе определения энтропии образуемой ими системы.

Энтропией системы называется сумма произведений вероятностей различных состояний системы на логарифмы этих вероятностей, взятая с обратным знаком:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i. \quad (2)$$

Таким образом, значимость системы X , то есть объекта обследования, может быть определена его энтропией. По аналогии со всем зданием энтропией может быть охарактеризована и значимость отдельных конструктивных элементов (КЭ), входящих в его состав. Для этого принято, что каждый конструктивный элемент здания образует отдельную систему, состоящую из базового КЭ (значимость которого определяется) и КЭ формирующих область отказа (ОО). Под областью отказа понимается совокупность конструктивных элементов, отказ которых возникает в случае полного отказа базового КЭ. В общем случае базовый КЭ является опорой (основанием) для элементов ОО. Так для покрытия из профилированного настила элементом, входящим в ОО, будет кровля (утеплитель и кровельный материал). Для прогонов в ОО будут входить покрытие из профилированного настила и кровля. ОО для фермы включает прогоны, связи, профилированный настил, кровлю и т. п.

Для обеспечения сопоставимости КЭ, имеющих разные габаритные размеры, все КЭ разбиты на условные элементы (УЭ): для линейных конструктивных элементов (колонны, фермы, подкрановые балки, прогоны) – 1 м. п. конструктивного элемента; для плоскостных КЭ (кровля, стены, остекление) – 1 м² конструктивного элемента. При этом если в плоскостных КЭ можно четко выделить несущую и ограждающую часть, их следует считать отдельными условными элементами. Так, для кирпичной стены с утепленным вентилируемым фасадом условными элементами будут 1 м² кир-

пичной кладки и 1 м² утепленного вентилируемого фасада. Для стен из многослойных сэндвич-панелей условным элементом будет только 1 м² такой стены; для ленточных и плитных фундаментов – 1 м² площади основания фундамента.

Предлагаемая методика расчета значимости предполагает следующие допущения для УЭ системы: каждый УЭ системы до начала обследования может находиться в одном из двух состояний: работоспособном или не работоспособном; оба состояния, в которых могут находиться элементы, являются равновероятными; возникновение одного из состояний условного элемента не зависит от состояния других элементов.

С учетом введенных допущений максимальная энтропия системы, создаваемой базовым элементом, может быть определена логарифмом числа состояний

$$H(X) = \log n. \quad (3)$$

Для базовых элементов, не воспринимающих нагрузки от других КЭ, ОО отсутствует, и система будет состоять только из одного элемента, имеющего два состояния (работоспособное и не работоспособное).

$$H(X) = \log 2 = 1. \quad (4)$$

Таким образом, коэффициент значимости несущих конструкций равен 1.

По предложенной методике рассчитаны коэффициенты значимости для различных типов конструкций зданий каркасного и бескаркасного типов. В качестве примера, в таблице 1 приведены коэффициенты значимости для различных типов конструкций здания (размерами 18×24 м) бескаркасного типа с продольными несущими стенами (одно-, двух- и четырехэтажного).

Полученные коэффициенты значительно отличаются от предлагаемых в [2] и более объективно оценивают значимость строительных конструкций.

Предлагаемый метод позволяет рассчитывать коэффициенты значимости строительных конструкций для зданий различных типов, конфигураций и габаритов. Он универсален и прост в применении.

Список литературы

- 1 К вопросу оценки остаточного ресурса зданий и сооружений / А. А. Васильев [и др.] // «OPEN INNOVATION»: сб. статей VIII Межд. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и Просвещение. – 2019. – С. 46–49.
- 2 Добромыслов, А. Н. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам / А. Н. Добромыслов. – М. : ЦНИИПромзданий Госстроя СССР, 1989. – 88 с.
- 3 Бузало, Н. А. Определение коэффициента значимости строительных конструкций при оценке технического состояния зданий / Н. А. Бузало, А. В. Канунников // Строительство и реконструкция : науч.-техн. журнал. – 2018. – № 3. – С. 3–11.

УДК 712

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОНЯТИЙ «ПРЕДПРИЯТИЕ – ЛАНДШАФТ»

Е. И. ШИДЛОВСКАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одна из важнейших социально-экономических задач, решаемых нашим государством – повышение уровня жизни населения, в том числе через совершенствование среды обитания, включаю-

Таблица 1 – Коэффициенты значимости				
Конструктивный элемент		Коэффициент значимости		
Этажность		4	2	1
Кровля		1,000	1,000	1,000
Стропильная система		5,755	5,755	5,755
Плита чердачного перекрытия	крайняя	6,340	6,340	6,340
	средняя	6,870	6,870	6,870
Плита перекрытия		5,755	5,755	–
4-й этаж				
Стена несущая	крайняя	8,916	–	–
	средняя	9,866	–	–
Стена самонесущая		5,629	–	–
Простенок	крайний	8,945	–	–
	средний	8,916	–	–
3-й этаж				
Стена несущая	крайняя	9,516	–	–
	средняя	10,449	–	–
Стена самонесущая		6,629	–	–
Простенок	крайний	10,249	–	–
	средний	10,264	–	–
2-й этаж				
Стена несущая	крайняя	9,938	8,916	–
	средняя	10,863	9,866	–
Стена самонесущая		7,214	5,629	–
Простенок	крайний	11,097	8,945	–
	средний	11,489	8,916	–
1-й этаж				
Стена несущая	крайняя	10,264	9,516	8,916
	средняя	11,185	10,449	9,866
Стена самонесущая		7,629	6,629	5,629
Простенок	крайний	11,736	10,249	8,945
	средний	11,918	10,264	8,916
Фундамент стена несущая	крайний	10,273	9,530	8,937
	средний	11,189	10,457	9,877
Фундамент стена самонесущая		7,706	6,779	5,914