

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ И ПОВРЕЖДЕННОСТИ НА ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ К АВАРИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Пригородов А.В.

Пригородов Александр Владимирович - магистрант,
кафедра организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью,
Институт магистратуры
Воронежский государственный технологический университет, г. Воронеж

Аннотация: дискуссионным продолжает оставаться вопрос об экспертизе здания или сооружения на предрасположенность к аварии. Автор предлагает определять параметры надежности и поврежденности здания или сооружения для оценки вероятности аварии. По результатам этих данных устанавливается пригодность конструкций зданий и инженерных сооружений для эксплуатации.

Ключевые слова: надежность, поврежденность, авария, эксплуатация, строительные конструкции, техническое состояние, экспертиза.

Аварии строительных конструкций зданий и сооружений наносят значительный экономический ущерб и часто сопровождается ранением и гибелью людей. Несвоевременно выявленные и устраненные дефекты элементов зданий нередко перерастают в серьезные нарушения. Их последствия помимо социального и экологического ущерба могут привести к значительным материальным затратам, связанным с восстановлением эксплуатационных свойств конструкций. В обеспечении надежности строительных конструкций существенную роль играют методы расчета, заложенные в строительных нормах и правилах. Они определяют ожидаемый уровень надежности, который связан с расходом материалов и стоимостью конструкций. Требуемый уровень надежности не только обеспечивается расчетными требованиями норм проектирования, но и зависит также от метода расчета, принятой конструктивной схемы, вида соединений отдельных элементов, правил конструирования, контрольных испытаний и условий приемки при изготовлении и монтаже [1]. Разрушение строительных конструкций возможно из-за наличия в них скрытых дефектов, в результате хрупкой работы конструкции, когда разрушение происходит без предварительных сильных деформаций. В этом случае установить факт наличия аварийного состояния конструкции очень трудно. Однако в большинстве случаев разрушению конструкций предшествуют развитие больших деформаций, появление и раскрытие трещин и другие видимые признаки аварийного состояния. Авария – полное или частичное разрушение объекта или отдельных его частей, конструкций, а также деформации (перемещения), вызывающие остановку производства, угрозу безопасности жизнедеятельности людей, целостности оборудования.

В процессе эксплуатации конструкций происходит циклическое изменение их надежности, что связывается с изменчивостью величин нагрузок и изменением несущей способности вследствие различных повреждений. При достижении конструкций определенного уровня надежности в ней будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости сжатых элементов, пластические деформации, коррозионные повреждения и т.п.

Важным вопросом является экспертиза здания или сооружения на предрасположенность к аварии. Оценка надежности строительных конструкций при эксплуатации производится на основе, имеющихся в них повреждений, устанавливаемых на основе визуальных обследований. Оценка вероятности аварий зданий и сооружений и их надежность осуществляется по методике экспертных оценок. По результатам приближения оценки надежности устанавливается пригодность конструкций зданий и инженерных сооружений для эксплуатации, сроки ремонтов, а также необходимость применения более точных методов установления надежности конструкций.

Целью работы является анализ параметров надежности и поврежденности здания или сооружения для оценки вероятности аварии.

Повреждения в конструкции разделяются в зависимости от причин их возникновения на две группы: от силовых воздействий и от воздействия внешней среды. Последняя группа повреждений снижает не только прочность конструкции, но и уменьшает ее долговечность. В зависимости от имеющейся поврежденности и надежности, техническое состояние конструкций разделяется на 5 категорий: нормальное, удовлетворительное, ограниченно работоспособное, неудовлетворительное, аварийное (табл. 1) [2].

Таблица 1. Категория технического состояния

Категория технического состояния	Описание технического состояния	Относительная надежность $y = \gamma/\gamma_0$	Поврежденность $\varepsilon = 1 - y$	Стоимость ремонта С, %
1	2	3	4	5
1	Нормальное исправное состояние.	1	0	0

Категория технического состояния	Описание технического состояния	Относительная надежность $y = \gamma/\gamma_0$	Поврежденность $\varepsilon = 1 - y$	Стоимость ремонта С, %
1	2	3	4	5
	Отсутствуют видимые повреждения. Выполняются все требования действующих норм и проектной документации. Необходимости в ремонтных работах нет.			
2	Удовлетворительное работоспособное состояние. Несущая способность конструкций обеспечена, требования норм по предельным состояниям II группы и долговечности могут быть нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется устройство антикоррозийного покрытия, устранение мелких повреждений.	0,95	0,05	0 - 11
3	Ограниченно работоспособное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о снижении несущей способности. Для продолжения нормальной эксплуатации требуется ремонт по устранению поврежденных конструкций.	0,85	0,15	12 - 36
4	Неудовлетворительное, (неработоспособное) состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о непригодности к эксплуатации конструкций. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение действующих нагрузок. Эксплуатация возможна только после ремонта и усиления.	0,75	0,25	37 - 90
5	Аварийное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о возможности обрушения конструкций. Требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений, стоек, подпорок, ограждений опасной зоны. Ремонт в основном проводится с заменой аварийных конструкций.	0,65	0,35	91 - 130

Влияние повреждений на надежность конструкций оценивается посредством уменьшения общего нормируемого коэффициента надежности (запаса) конструкций в процессе эксплуатации [3]:

$$\gamma_0 = \gamma_m \cdot \gamma_c \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n, \quad (1)$$

где γ_m - коэффициент надежности по материалу, γ_c - коэффициент условий работы, γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, γ_n - коэффициент надежности по назначению.

Относительная надежность конструкции при эксплуатации $y = \gamma/\gamma_0$ и поврежденность конструкции $\varepsilon = 1 - y$, где γ - фактический коэффициент надежности конструкции с учетом имеющихся повреждений.

Значения y и ε , а также приближенная стоимость C ремонта по восстановлению первоначального качества в процентах по отношению к первоначальной стоимости для различных категорий технического состояния конструкций приведены в таблице выше.

Общая оценка поврежденности здания и сооружения производится по формуле

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i$ - максимальная величина повреждений отдельных видов конструкций, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$ - коэффициенты значимости отдельных видов 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.

Коэффициенты значимости конструкций устанавливаются на основании экспертных оценок, учитывающих социально-экономические последствия разрушения отдельных видов конструкций, характера разрушения (разрушение с предварительным оповещением посредством развития пластических деформаций или мгновенное хрупкое разрушение). При отсутствии данных коэффициенты значимости α , принимаются: для плит и панелей перекрытия и покрытия $\alpha = 2$, для балок $\alpha = 4$, для ферм $\alpha = 7$, для колонн $\alpha = 8$, для несущих стен и фундаментов $\alpha = 3$, для прочих строительных конструкций $\alpha = 2$.

Относительная оценка надежности здания или сооружения производится по формуле

$$y = 1 - \varepsilon. \quad (3)$$

Величину повреждения строительных конструкций через t лет ее эксплуатации определяют по формуле

$$\varepsilon = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (4)$$

Где $\lambda = \frac{-\ln y}{t\varphi}$ - постоянная износа, определяемая по данным обследования на основании изменения несущей способности в момент обследования; y - относительная надежность, определяемая по категории технического состояния конструкции в зависимости от повреждений по табл. 1; $t\varphi$ - срок эксплуатации в годах на момент обследования.

Срок эксплуатации конструкции до капитального ремонта в годах определяется по формуле

$$t = \frac{0.16}{\lambda}, \quad (5)$$

где λ - постоянная износа.

На стадии проектирования необходимо разрабатывать такие проектные решения конструкций, которые исключают появление множества дефектов в процессе их изготовления, монтажа и эксплуатации. Определение ожидаемого уровня надежности объекта позволяет критически подойти к контролю качества и предупредить возникновение аварийного состояния.

Список литературы

1. *Афанасьев А.А., Матвеев Е.П.* Реконструкция жилых зданий. Часть 1. Технология восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий: учеб. пособие. М.: АСВ, 2008.
2. СП 13-102-2003 от 21.08.2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
3. «Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам». ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, Москва, 2001 г.
4. *Серов В.М., Нестерова Н.А., Серов А.В.* Организация и управление в строительстве. М.: Академика, 2006.
5. *Добромыслов А.Н.* Оценка эксплуатационной надежности строительных конструкций по внешним признакам. Проектирование и расчет строительных конструкций. Общество Знание РСФСР. Ленинградский дом научно-технической пропаганды. Л., 1989.