

Н.П. Соснин

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Дан анализ существующих в настоящее время методических разработок по оценке остаточного ресурса зданий и сооружений, предложена последовательность определения остаточного ресурса зданий (сооружений) и отдельных конструкций.

Задача оценки остаточного ресурса конструкций здания (сооружения) является в настоящее время одной из актуальных задач в сфере обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений, требующих своего разрешения в целях осуществления прогнозирования во времени величины этого ресурса вплоть до исчерпания зданием (сооружением) потребительной ценности.

Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленности, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показывает, что примерно в 80 % случаев строительных аварий с обрушением несущих конструкций объекта происходит в результате человеческих ошибок, допущенных при проектировании, возведении и эксплуатации зданий и сооружений. Эти ошибки формируют внутренний (объектный) риск аварии, от величины которого зависит не только срок службы (ресурс) объекта, но и размер ущерба в случае его аварии. Внутренний (объектный) риск аварии определяется уровнем надежности конструктивных элементов и здания (сооружения) в целом.

Для зданий (сооружений) основным видом безопасности является конструкционная, характеризующая способность несущего каркаса объекта воспринимать действующие нагрузки и воздействия и трактуемая как отсутствие в нем недопустимого риска аварии.

Уровень конструкционной безопасности (надежности) считается достаточным, если фактический риск аварии объекта (конструкции) находится в области приемлемых значений.

Под надежностью строительных конструкций понимается сохранение во времени установленного нормами их качества: несущей способности, долговечности, устойчивости и деформативности.

Оценка надежности строительных конструкций при эксплуатации производится на основе имеющихся в них повреждений, устанавливаемых при инженерном обследовании.

По результатам этих оценок устанавливается пригодность конструкций, зданий и инженерных сооружений для эксплуатации, остаточный ресурс и сроки ремонтов.

Под остаточным ресурсом здания или сооружения понимается время (в годах) до наступления предельного технического состояния, при котором дальнейшая эксплуатация их не возможна без проведения капитального ремонта с усилением и частичной заменой конструктивных элементов.

Задача определения остаточного ресурса может быть решена с различной строгостью ее постановки. Высший уровень соответствует условию использования всех возможностей (и преимуществ) теории вероятностей с учетом временных характеристик рассеянных величин. На сравнительно более низком уровне используют некоторые установленные степени распределения, поэтому любая характеристика может быть представлена лишь ее средним значением и стандартным отклонением. Низший уровень соответствует детерминированным расчетам.

Но даже в детерминированной постановке задача об остаточном ресурсе здания (сооружения) относится к такому типу задач, для которого предварительный физический анализ не дает точного вида формулы, а позволяет лишь выбирать формулы (зависимость коэффициента запаса k от времени t) из весьма большого числа. Часто в качестве эмпирической формулы используют многочлены различной степени. Возникает задача оптимальной степени многочлена. При этом руководствуются следующими соображениями.

Определение начального потенциала (нормируемой надежности) производится для времени $t = t_0 = 0$ (т.е. для момента начала эксплуатации здания после его возведения по проекту с привлечением исполнительных чертежей). Оно сводится к определению начального запаса конструкции по рассматриваемому потенциалу (надежности).

Зависимость, отображающая характер убывания функциональных качеств конструкции, должна быть достаточно обоснована. Волевой порядок выбора такой зависимости должен учитывать (при отсутствии или недостаточности информационного материала) хотя бы логически процесс потери во времени способности конструкции выполнять свои функции. В противном случае экстраполяция выбранного закона поведения конструкции по рассматриваемому параметру вплоть до ее предельного состояния может привести к существенным ошибкам, иногда с тяжелыми последствиями.

Если с учетом приведенных выше соображений рассмотреть существующие или предлагаемые в настоящее время методические разработки по

определению остаточного ресурса конструкций здания (сооружения), то следует отметить, что коэффициент запаса выражается формулой

$$k = f(t^\alpha). \quad (1)$$

При $\alpha = 1$ зависимость линейна, при $\alpha \neq 1$ – не линейна. Показатель степени α может принимать и промежуточные значения.

В работе [3] изложена методика определения остаточного ресурса промышленной дымовой (или вентиляционной) трубы с линейной аппроксимацией изменения во времени ее напряженно-деформированного состояния. Линейная аппроксимация изменения во времени напряженно-деформированного состояния приводит практически к невозможности экстраполяции развития процесса на интервал от времени проведения последней экспертизы до времени наступления предельного состояния конструкции без опасения в существенной мере уйти от истины.

Предположение о возможности описания изменения коэффициента запаса k по экспоненциальному закону, принятому в работах [1, 2], приводит к явному завышению остаточного ресурса на первых стадиях эксплуатации зданий и сооружений и совершенно не соответствует практическим данным на конечной стадии эксплуатации.

Более приемлемым является предположение о возможности описания изменения коэффициента запаса k по закону квадратной параболы, имеющей осью симметрии ось ординат с направлением ветвей параболы в сторону отрицательных значений ординат [3].

На основании многолетнего опыта обследования зданий и сооружений и с учетом информации, приведенной в литературе [1–3], предлагается определять остаточный ресурс зданий (сооружений) и отдельных конструкций в следующей последовательности:

1. Определяется нормируемый коэффициент надежности по формуле из источника [1]:

$$K_0 = \gamma_m \cdot \gamma_c \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n, \quad (2)$$

где γ_m – коэффициент надежности по материалу; γ_c – коэффициент условий работы; γ_f – коэффициент надежности по нагрузке; γ_n – коэффициент надежности по назначению. Коэффициенты надежности принимаются в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

2. Влияние дефектов и повреждений на надежность конструкций оценивается путем снижения нормируемого коэффициента надежности K_0 . Коэффициент надежности конструкции при эксплуатации определяется по формуле

$$K = K_0 \cdot y, \quad (3)$$

где y – коэффициент снижения надежности конструкции на момент обследования.

Коэффициент снижения надежности конструкции на момент обследования определяется в соответствии с положениями [2].

3. Принимая закон изменения коэффициента запаса по квадратной параболе, эксплуатационный ресурс конструкции, здания или сооружения определяется по формуле

$$T_u = T \frac{\sqrt{(K_0 - 1)}}{(K_0 - K)}, \quad (4)$$

где T_u – эксплуатационный ресурс конструкции, здания или сооружения с момента начала эксплуатации; T – срок эксплуатации конструкции на момент обследования; K – коэффициент надежности конструкции, здания или сооружения при эксплуатации; K_0 – нормируемый коэффициент надежности.

4. Остаточный ресурс эксплуатации конструкций, зданий и сооружений (T_{rs}) до наступления предельного технического состояния, при котором дальнейшая эксплуатация их не возможна без проведения капитального ремонта с усилением и частичной заменой конструктивных элементов определяется по формуле

$$T_{rs} = T_u - T. \quad (5)$$

Формула (4) позволяет определить остаточный ресурс конструкций, зданий и сооружений с достаточно высоким уровнем соответствия опытным данным.

Минимальный остаточный ресурс эксплуатации зданий и сооружений без проведения капитального ремонта отдельных конструктивных элементов определяется по наиболее поврежденной конструкции.

Список литературы

1. Мельчаков А.П. Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006.
2. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций и сооружений по внешним признакам / ЦНИИпромзданий. – М., 2001.
3. Суцев С.П., Самолинов Н.А., Адаменко И.А. Остаточный ресурс конструкций здания (сооружения) и возможные методы его оценки / Центр исслед. экстрем. ситуаций. – М., 2008.

Получено 30.08.2010