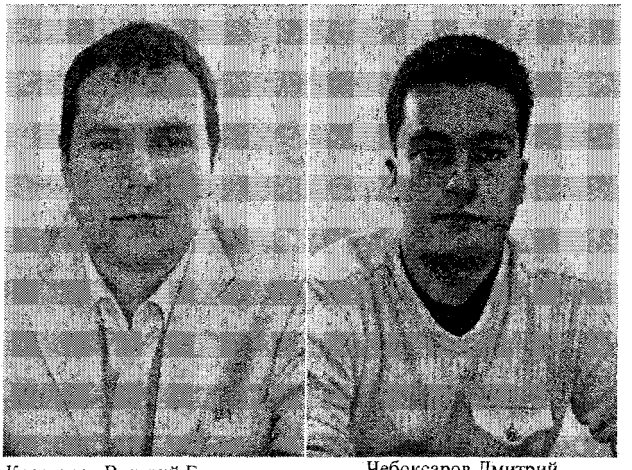
УДК 69.05:658.52

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ РИСКА АВАРИИ

В.Г. Косогоров, Д.В. Чебоксаров



Косогоров Валерий Геннадьевич
Челябинск., асс. каф. стр. механики ЮУрГУ

Чебоксаров Дмитрий Владимирович
г. Миасс, Челябинская обл., аспирант

Изложена технология диагностики и оценки технического состояния эксплуатируемых зданий и сооружений на основе измерения величины их фактического риска аварии. Приведены критерии оценки

В качестве критериев для оценки уровня конструкционной безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений используются [1]:

– предельно-допустимый риск аварии

$$R_{пд}=19;$$

– предельный риск аварии

$$R_{п}=83.$$

Для оценки технического состояния групп однотипных конструкций несущего каркаса эксплуатируемого здания (сооружения) в качестве критерия принимается предельно-допустимый уровень надежности [1], определяемый по формуле

$$p_{пд} = 19^{-1/n},$$

где n – число групп однотипных конструкций несущего каркаса исследуемого объекта.

Существует несколько подходов к оценке уровня конструкционной безопасности зданий и сооружений. Один из подходов основывается на экспертной информации о техническом состоянии строительного объекта, для формирования которой производится визуально-инструментального обследования технического состояния строительного объекта. По результатам обследования эксперты в каждой входящей в несущий каркас группе однотипных конструкций, включая и грунтовое основание, отыскивают наиболее и наименее дефектные конструкции. Для них по специальному правилу устанавливают уровни опасности (с указанием рангов), характеризующие степень принадлежности дефектной конструкции к одному из абсолютных предельных состояний, к которым относятся местное хрупкое разрушение в ограниченном объеме или сечении конструкции, чрезмерное деформирование несущей конструкции, общая или местная потеря устойчивости вида деформации конструкции. При назначении уровней опасности эксперты используют фактическую информацию о техническом состоянии дефектных конструкций, виртуальную информацию о наиболее опасных дефектах строительных конструкций, свой опыт, знания и инженерную интуицию. Принятое решение об уровне опасности дефектных конструкций эксперты подтверждают расчетами и испытаниями дефектных конструкций; при динамических нагрузках производят расчет на резонанс и усталость; при наличии агрессивных сред – устанавливают их влияние на уровень опасности конструкции.

Информацию о техническом состоянии групп однотипных конструкций несущего каркаса исследуемого объекта эксперты представляют в виде заверенного своими подписями документа, где дано описание отклонений параметров конструкции от требований проекта с указанием уровня опасности и ранга уровня.

Порядок действий по расчету фактического риска аварии исследуемого объекта следующий.

1. Производится замена уровней опасности наиболее и наименее дефектных конструкций соответственно на уровни надежности p_1 и p_2.

2. Для каждой группы конструкций определяется средний уровень надежности по формуле [1]

$$p = (p_2 - p_1)/2.$$

3. Фактический риск аварии объекта рассчитывается по формуле [1]

$$R=1/Пр,$$

где $Пр$ – произведение средних уровней надежности всех n групп однотипных конструкций несущего каркаса объекта.

Для оценки технического состояние несущего каркаса объекта строится диаграмма фактических средних уровней надежности p групп однотипных конструкций каркаса с указанием на диаграмме предельно-допустимого $p_{пд}$ уровня надежности конструкций. По диаграмме эксперты определяют группы конструкций, внесшие наибольший «вклад» в риск аварии исследуемого строительного объекта и уровень надежности

которых подлежит регулированию. Оценка технического состояние объекта производится сопоставлением фактического значения риска аварии R с принятыми выше критериями. При этом состояние исследуемого объекта считается безопасным, если $R < R_{пд}$; аварийным, если $R_{пд} < R < R_n$, ветхо-аварийным, если $R > R_n$.

При изложенном выше подходе к оценке технического состояния строительного объекта регулирование уровня конструкционной безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений осуществляется на основе следующей информации:

- информации о техническом состоянии исследуемого объекта;
- информации о фактических уровнях надежности групп однотипных конструкций несущего каркаса, представленной в диаграмме и позволяющей установить оптимальную стратегию регулирования уровня конструкционной безопасности исследуемого строительного объекта.

Регулирование уровня конструкционной безопасности не осуществляется для зданий и сооружений, если доказано, что его фактический риск аварии превысил предельное значение риска R_n=83. Такие объекты находятся в ветхо-аварийном состоянии и подлежат ликвидации.

Обязательным этапом регулирования является расследование причин снижения уровня конструкционной безопасности исследуемого объекта и принятие на основе этого расследования технических решений по усилению его конструктивных элементов. Снижение риска аварии достигается ликвидацией критических дефектов в реально существующих конструкциях. Если ликвидировать дефекты в конструкции не удается по техническим причинам или экономическим соображениям, то необходимо применить дублер-конструкцию, исполняющую функции и поглощающую риск существующей конструкции в системе «основание - несущий каркас» объекта. При этом любое техническое решение по снижению или поглощению риска аварии конкретного объекта должно в обязательном порядке пройти расчетную и проектную стадии и учитывать роль усиливаемых конструктивных элементов в системе «основание - несущий каркас». Заключительным этапом регулирования уровня конструкционной безопасности является прогноз ожидаемой ситуации риска аварии объекта после завершения ремонтно-восстановительных работ.

Другой подход к оценке технического состояния эксплуатируемых зданий и сооружений основывается на известном факте [1], что риск аварии строительного объекта жестко связан с величиной J конструкционного износа несущего каркаса, определяемого по формуле: $J = \frac{B_0 - B_t}{B_0}$,

где B_0 - проектная жесткость несущего каркаса здания; B_t - жесткость несущего каркаса на текущий момент времени эксплуатации здания.

Также известно, что с увеличением величины конструкционного износа несущего каркаса здания увеличивается период его свободных колебаний. Поскольку частотные характеристики строительного объекта на стадии эксплуатации поддаются экспериментальному определению, то для расчета риска аварии объекта и последующей оценки его технического состояния может быть использована схема, показанная на рисунке.

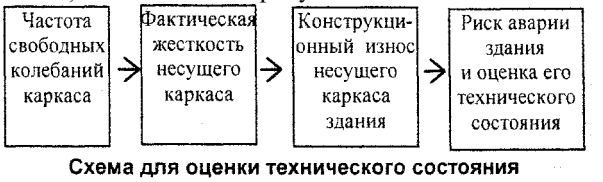


Схема для оценки технического состояния эксплуатируемых зданий

В рамках предложенной схемы целесообразно вначале построить график зависимости частоты собственных колебаний каркаса здания *(со)* от жесткости каркаса *(В)*. Затем, определив экспериментальным путем частоту собственных колебаний, по графику найти фактическую жесткость каркаса, а по выше приведенной формуле оценить конструкционный износ объекта. Для прогноза фактической величины риска аварии объекта R можно воспользоваться математической моделью, приведенной в [1]: J = *l-exp{-* 0,0365 *(R -])}.*

Литература

I. Мельчаков, А.П. Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов. (Теория, методики и инженерные приложения): учебное пособие / А.П. Мельчаков, И. Б. Шлейков, И.С. Никольский и др. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. - 49 с.