

БУДІВЛИ ТА СПОРУДИ

УДК 699.841:624.042.7

КРИТЕРИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ

CRITERIA OF BUILDING'S COMPLEX SEISMIC RESISTANCE EVALUATION

Дорофеев В.С., д.т.н., проф., Мурашко А.В. к.т.н., доц. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Dr. of Sc., prof Dorofeev V.S., Ph.d., associate prof. Murashko O.V.

В работе приведен анализ и систематизация критериев существующих систем оценки сейсмостойкости зданий. Предложены комплексные критерии оценки, которые позволяют более полно дать характеристику сейсмостойкости зданий

The analysis and systematization of the existing criteria for seismic resistance evaluation of buildings provided in the paper. Comprehensive evaluation criteria that allow to characterize completely the seismic resistance of buildings proposed

Ключевые слова: оценка фактической сейсмостойкости, оперативная визуальная оценка, комплексные критерии оценки
assess of actual seismic resistance, rapid visual screening, comprehensive evaluation criteria,

Вступление В сложившейся на сегодняшний день в Украине ситуации, значительная часть зданий возведенных в сейсмических районах до введения ДБН В.1.1-12:2006 [0] обладает дефицитом сейсмостойкости и нуждается в ее оценке. Предложенная ранее [0-0] система комплексной оценки сейсмостойкости, которая находится в разработке, должна иметь в своем основании критерии, которые максимально исчерпывающе могли бы дать характеристику сейсмостойкости зданий.

Разрабатываемая система состоит из трех уровней (Рис. 1).

Оценка фактической сейсмостойкости 1-го уровня (ОФС-1). Для оценки сейсмического риска территорий и разработки плановых мероприятий по повышению сейсмостойкости для обеспечения необходимого уровня надежности, а также разработки комплекса мероприятий по ликвидации последствий землетрясений в мировом опыте

уникальных объектов необходимо не только проведение инженерно-сейсмометрических испытаний, но также и расчетная проверка работы конструкций здания при помощи численного моделирования нелинейной работы конструкций здания при сейсмическом воздействии, которое описывает его при помощи акселерограмм, записанных на площадке строительства. Исходя из описанного сочетания экспериментально-расчетных операций, можно сделать заключение о том, какова фактическая сейсмостойкость конкретного объекта с учетом реальных характеристик конструкций и воздействия, которое было записано на площадке, где находится объект.

При этом если затрагивать вопрос критериев оценки на каждом уровне, то наибольший интерес представляет система оценки первого уровня, ее зарубежные аналоги – оперативные системы визуального обследования [4-0]. Именно на критериях оценки первого уровня будет сосредоточено внимание в данной статье.

Наиболее широко известна американская система FEMA 154. «Оперативная визуальная оценка зданий на предмет потенциальной сейсмической опасности». По этой методике предлагается в форме своеобразного рейтинга в зависимости от ряда критериев определять количество баллов для каждого конкретного объекта. Суть этого рейтинга описывается в FEMA 155 (стр 32), базовый рейтинг определяется, как отрицательный десятичный логарифм вероятности отказа здания, с учетом колебаний грунта, соответствующих максимальному расчетному землетрясению (МРЗ). Этот показатель изменяется в пределах от 0 до 7 в зависимости от конструктивной схемы здания и сейсмичности площадки и корректируется при помощи специальных поправок учитывающих различные факторы, такие как форма здания в плане, грунтовые условия, наличие обрушающихся частей, таких как парапеты, мезонины и т.д. Заключение о сейсмостойкости здания делается на основании сопоставления базового и финального рейтинга.

К этой же группе относится индийская методика представленная в [0]. Отличительной особенностью индийской методики от базовой FEMA -154, заключается в определении окончательного рейтинга здания. В Fema-154 сравнивается Базовый и окончательный рейтинги, а в индийской методике окончательный рейтинг с учетом модификаторов сравнивается с абсолютной величиной риска разрушения, которая определяет степень повреждения элементов здания.

В работе [0] автор опираясь на идею предложенную в FEMA-154 предложил свою собственную систему критериев для зданий с деревянным каркасом, которая основывается на четырех стадиях работы конструкций при землетрясениях:

1. Отсутствие повреждений конструкций (упругая стадия);
2. Безопасность жизнедеятельности;

- 3. Предотвращение обрушения;
- 4 Обрушение.

Каждую из этих стадий автор связывает с характерными величинами максимальных горизонтальных смещений.

Проект нормативного документа [0], разработанный для оценки сейсмостойкости существующих зданий в Кентерберри (Новая Зеландия) предлагает давать оценку сейсмостойкости существующих зданий в % от несущей способности нового здания соответствующего нормативным документам(Рис. 2).

Положительной стороной подхода к оценке сейсмостойкости в виде рейтинга объекта, который определяется абсолютной или относительной величиной является то, что одной количественной характеристикой можно дать оценку всему объекту, также возможность учета синергизма некоторых факторов.

Мировой опыт в разработке систем оценки сейсмостойкости представлен двумя подходами: количественным – в виде рейтинга, и качественным – в виде набора критериев соответствия нормативным документам. Ниже приводится анализ критериев оценки сейсмостойкости наиболее известных систем.

Системы, в основе которых лежат количественные критерии оценки

Недостатком такого метода является то, что совместно учитывается влияние конструктивных и неконструктивных элементов, таких факторов, как форма здания в плане или по высоте и неукрепленный парапет. Также не учитывается влияние многих факторов, которые носят качественный характер, например, сложные инженерно-геологические условия, или возможность соударения с рядом стоящими зданиями.

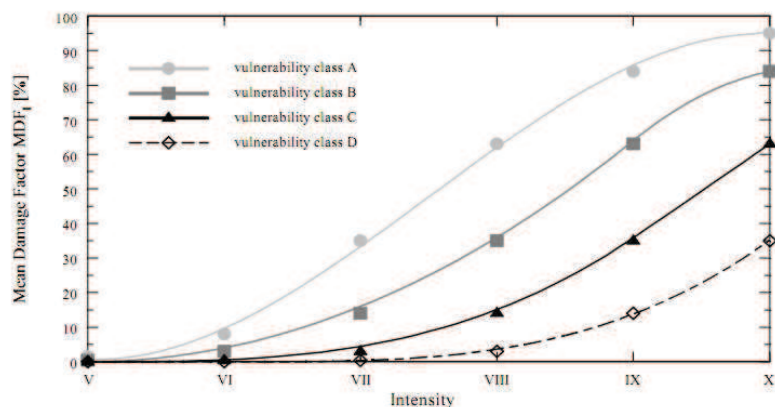


Рис. 2. Средняя величины повреждений и функции уязвимости для классов уязвимости шкалы EMS -98 как функция интенсивности
Системы, в основе которых лежат качественные критерии оценки

Представителями такого рода критериев являются системы оценки FEMA-310 и *ASCE 41-13: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings* и Индийская [0], в основе первого уровня оценки которых лежит анкета объекта, которая так же, как и в описанных выше методиках заполняется на основании оперативного визуального обследования. В зависимости от сейсмичности площадки и конструктивной схемы объекта подбирается и заполняется анкета объекта. В анкетах фиксируются состояние, как конструктивных (наличие близко расположенных соседних зданий, нерегулярная форма в плане) так и неконструктивных элементов (парапеты, аварийное освещение) путем обозначения того соответствует или нет тот или иной параметр требованиям нормативных документов. При несоответствии делается вывод о необходимости более детального анализа этого показателя в рамках второго уровня системы оценки.

Положительной стороной такого рода критерия является то, что, в последствии, можно расчетным путем уточнить сейсмостойкость элемента, которая по результатам визуального обследования была недостаточной. Также только в такой системе возможен учет таких факторов, как возможность соударения с рядом расположенными объектами. Однако недостаток заключается в том, что теряется целостное представление об объекте, которое позволял составить рейтинг.

Каждый из приведенных выше подходов обладает рядом своих положительных и отрицательных сторон. Однако, ни одна из описанных систем не учитывает таких определяющих факторов, как значительные отверстия в перекрытиях (более 50%), наличие элементов в аварийном техническом состоянии, площадки неблагоприятные в сейсмическом отношении, с длиной секций превышающей минимальные значения определенные нормативными документами.

Предлагаемая система с комплексными критериями

В рамках системы, разрабатываемой на сегодняшний день авторами этой работы, предлагается совместить качественные и количественные характеристики.

Сочетание количественного и качественных критериев сейсмостойкости позволяет решить задачу оценки фактической сейсмостойкости зданий. Обобщение количественного и качественного критериев в одну величину, как, например, это сделано в Fema-154, представляет сложно реализуемую задачу. Так как, например, влияние парапета, обладающего недостаточной сейсмостойкостью, для 4-этажного и 18-тиэтажного здания в общем рейтинге здания, будет различным, но сопоставимым по сравнению с такими факторами, как нерегулярная форма в плане или по высоте. Поэтому наиболее сильно влияющие факторы необходимо представить в виде рейтинговой системы (количественный критерий), а остальным факторам давать оценку при помощи качественных критериев.

Так для наиболее сильно влияющих факторов (форма здания в плане и по высоте, категория грунтов по сейсмическим свойствам и т.д.) предлагается количественная оценка в виде рейтинга. Данный подход позволит учесть возможность отказа элементов категории А и Б в соответствии с классификацией [раздел 5.2, 0]

Для второстепенных факторов (неукрепленные парапеты и другие обрушающиеся части зданий – элементы категории В [раздел 5.2, 0]) предлагается качественная система критериев. Таким образом, совместив качественные и количественные критерии можно судить о том, какого рода последствия ожидают объект вследствие сейсмического воздействия «функционирование в полном объеме», «выполнение всех функций, связанных с безопасностью», «восстановление» в соответствии с табл 3 [0]

В отдельную группу критериев, по которым обязательно необходимо проведение оценки второго уровня (критические параметры): значительные отверстия в перекрытиях (более 50%), наличие элементов в аварийном техническом состоянии, площадки неблагоприятные в сейсмическом отношении [раздел 1.1.6 0], с длиной секций превышающей минимальные значения определенные ДБН и другие значительные отклонения от требований ДБН [0].

Таким образом предложенную систему критериев первого этапа фактической сейсмостойкости можно представить следующим образом (0)

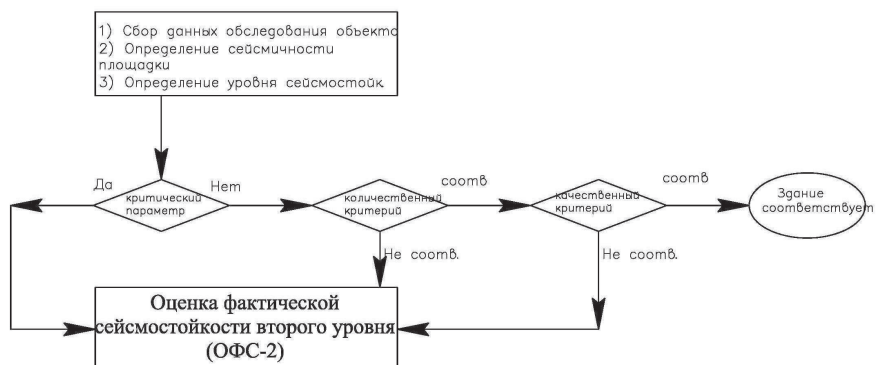


Рис. 3 Блок схема оценки сейсмостойкости на основании предложенных критериев.

Выводы

1. Существующие на сегодняшний день системы визуальной оценки сейсмостойкости обладают рядом недостатков, в частности, они тяготеют либо к качественным, либо к количественным критериям, которые не учитывают множество факторов.
2. Предложена система критериев для визуальной оценки сейсмостойкости существующих зданий.
3. Предложен критерий «критический параметр» при наличии которого объект сразу необходимо оценивать по второму уровню системы.

4. Сочетание качественных и количественных критериев с критическими параметрами наиболее полно учитывает многообразие факторов, оказывающих влияние сейсмостойкость объекта.

1. ДБН В.1.1-12: 2006. Строительство в сейсмических районах Украины. – К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006 г. – 92 с. 2. Murashko O., Adamov O., “A New Approach To The Dynamic Certification In Ukraine”, Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists GEODESY, ARCHITECTURE & CONSTRUCTION, November 21–23, 2013, Lviv, Ukraine, pp112-113 3. Дорофеев В.С. Развитие системы оценки фактической сейсмостойкости зданий / Дорофеев В.С., Егупов К.В., Мурашко А.В., Арсирый А.Н. // Сборник статей и тезисов докладов международной научно-практической конференции «Проблемы развития дорожно-транспортного и строительного комплексов» – Кировоград: КНТУ, 2013. – С. 291-295 4. Guidance on Detailed Engineering Evaluation of Earthquake Affected Nonresidential Buildings in Canterbury (draft) / Engineering Advisory Group. – New Zealand, 2012. – 100 p. 5. FEMA-310. Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings, 1998. – 288 с. 6. FEMA 154. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards. A Handbook. – Washington, DC: APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2002. – 164 с. – (Federal Emergency Management Agency). 7. Sinha R. National Policy for Seismic Vulnerability Assessment of Buildings and Procedure for Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Vulnerability [Электронный ресурс] / R. Sinha, A. Goyal. – 2004. – Режим доступа до ресурсу: http://www.civil.iitb.ac.in/~rsinha/Vulnerability_Assessment.pdf. 8. Lucksiri K. Development of Rapid Visual Screening Tool for Seismic Evaluation of Wood- Frame Dwellings : дис. докт. / Lucksiri Kraisor – Oregon State University, 2012. – 191 с. 9. Natural Resources Building Seismic Evaluation ASCE 31-03 Tier 3 Seismic Evaluation. [Электронный ресурс] / D. Swanson, L. Lum, S. Shakyа, K. Krall. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: http://des.wa.gov/SiteCollectionDocuments/About/projects/nrb/nrb_seismic_report_final.pdf. 10. Lang K. Seismic vulnerability of existing buildings [Электронный ресурс] / Kerstin Lang // Institute of Structural Engineering Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. – 2002. – Режим доступа до ресурсу: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:25201/eth-25201-01.pdf>. 11. Handbook on seismic retrofit of buildings – Madras: CENTRAL PUBLIC WORKS DEPARTMENT & INDIAN BUILDING CONGRESS, 2007. – 617 с. – (Indian institute of technology). 12. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. -Київ. Мінрегіонбуд України. -2009.