

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ МАССОВЫХ СЕРИЙ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Хохлин Д.А.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
г. Киев, Украина

Клеблеев А.Э.

Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт
г. Самарканд, Республика Узбекистан

АНОТАЦІЯ: В статті розглянута проблематика забезпечення сейсмічної безпеки житлових цегляних будівель масових серій в Республіці Узбекистан та заплановані дослідження в даному напрямку.

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрена проблематика обеспечения сейсмической безопасности жилых кирпичных зданий массовых серий в Республике Узбекистан и запланированные исследования в данном направлении.

ABSTRACT: The article deals with the problems of seismic safety of serial residential brick buildings mass series in the Republic of Uzbekistan and planned research in this direction.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сейсмика, безопасность, жилой, кирпичный, серия.

Вопросы сейсмостойкого строительства имеют большое значение для Республики Узбекистан, чуть больше половины территории которой характеризуются сейсмичностью 7 баллов и выше по шкале MSK-64. Кроме этого на территории Республики, как и на постсоветском пространстве в целом, распространены жилые кирпичные здания массовых серий, возведенные еще во времена существования СССР. Их особенностью является долгий период эксплуатации с соответствующим накоплением дефектов, повреждением и износом, а так же несоответствие новым нормам по сейсмостойкому строительству. Таким образом, актуальной является проблема обеспечения сейсмической безопасности

данных зданий с учетом современного состояния науки сейсмостойкости в Республике Узбекистан и в мире.

Землетрясения являются давней опасностью для населения и народного хозяйства Узбекистана. Около 52% территории республики могут подвергаться землетрясениям интенсивностью 7 баллов и выше (37,8% – 7 баллов, 12,4% – 8 баллов, 2,0% – 9 баллов). В этой зоне проживает около 22 млн. человек, что составляет 93% населения, расположено более 330 населенных пунктов, в том числе 120 городов [1]. В определенной степени сейсмоопасной можно считать и территорию с сейсмичностью 6 баллов (14,7% территории Республики), учитывая вероятностную суть разграничения между 6-ти и 7-ми бальными районами, а также возможное наличие плохих грунтовых условий (III категория грунта) на отдельных участках и слабую сейсмостойкость отдельных видов конструктивных решений зданий [2, 3]. Хотя необходимо отметить, что на данный момент в действующих нормах Республики Узбекистан [2] 6-бальные зоны не считаются сейсмоопасными с точки зрения предъявления каких либо требований к зданиям и сооружениям.

Из наиболее сильных (и при этом изученных) прошедших землетрясений на территории Узбекистана можно выделить Андинжанское землетрясение (1902 г., интенсивность 8 баллов по шкале MSK-64), Ташкентское (1966 г., 8 баллов) и Газлийские (1976 г., 9 баллов). На основании исследования их последствий был собран значительный объем материала, касающегося сейсмостойкости зданий из каменной кладки (с учетом их широкого распространения), который в дальнейшем активно применяли в развитии сейсмостойкой науки [4] и др.

Следствием длительного развития сейсмостойкой и строительной науки в целом является последовательная разработка и внедрение соответствующих новых нормативных документов. В этих документах, как правило, закладывается повышение требований к антисейсмической защите зданий, например, требований к их расчету, увеличение сейсмических нагрузок и расширение сейсмоопасных территорий, усиление минимальных конструктивных требований. Данный процесс создает проблему несоответствия действующим нормам старой застройки, запроектированной и построенной по устаревшим нормам и правилам. На эту проблему накладываются другие факторы ухудшения технического состояния, например, касающиеся качества строительства и эксплуатации зданий. К примеру, в Украине при введении в действие новых ДБН «Строительство в сейсмических районах Украины» [3] нормативно значительно расширились сейсмоопасные территории с общим увеличением бальности такой опасности (в т.ч. с учетом включения в сейсмоопасные 6-ти бальных территорий). При этом возникла большая

проблема обеспечения или повышения сейсмостойкости уже существующих зданий.

Схожая проблема присутствует и в Республике Узбекистан. Хотя она не связана с повышением общей нормативной сейсмической опасности, но при этом произошло усиление и изменение требований к конструктивным, габаритным решениям зданий, а также к их расчету на сейсмику [2]. Например, значительно уменьшены по сравнению со СНиП [5] максимальные габариты кирпичных зданий (не комплексной конструкции) с 60...80 м до 18...40 в зависимости от бальности и категории кладки или увеличена минимальная ширина простенка с 0,64...0,77 м до 0,77-0,9 м (I категория кладки, 7-8 баллов сейсмичности).

Некоторые изменения в КМК 2.01.03-96 [2] претерпели и основные показатели в формулах расчета на сейсмические воздействия по основному спектральному методу. Так, например, расчетную сейсмическую нагрузку в выбранном направлении, приложенная в точке К и соответствующая i-му тону собственных колебаний здания (сооружения), определяют следующим образом:

$$S_{ik} = K_0 K_n K_{эт} K_p S_{oik}; \quad (1)$$

$$S_{oik} = a Q_k W_i K_\delta \eta_{ik}, \quad (2)$$

где S_{oik} – инерционная сила, определяемая в предположении упругого деформирования конструкций;

a – коэффициент, который зависит от сейсмичности площадки строительства;

Q_k – вес здания (сооружения), отнесенный к точке К расчетной схемы, который вычисляют определяемый с учетом расчетных нагрузок на конструкции;

W_i – спектральный коэффициент (представлены достаточно детальные графики спектрального коэффициента с разделением на 4 региона страны);

K_δ – коэффициент диссипации;

K_p – коэффициент регулярности;

K_0 – коэффициент ответственности;

$K_{эт}$ – коэффициент, зависящий от этажности здания (сооружения);

η_{ik} – коэффициент, зависящий от формы собственных колебаний здания (сооружения) по i-му тону и места расположения нагрузки на расчетной схеме;

K_n – коэффициент учета повторяемости землетрясений.

При этом расчетные усилия в элементах конструктивной системы от особого сочетания нагрузок с учетом сейсмических сил вычисляют по формуле с использованием коэффициента редукации, учитывающего неупругие деформации конструкции:

$$F_{\alpha} = L_0 \pm r \sqrt{\sum_{i=1}^m N_i^2 + 0,6 \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j>i}^m N_i N_j} \quad (3)$$

где L_0 – усилия в элементе от основного сочетания нагрузок с соответствующими коэффициентами сочетаний;

r – коэффициент редукции (при расчете идеально упругих систем или систем, в которых не допускаются неупругие деформации, коэффициент редукции принимается $r=1$);

N_i, N_j – усилия от сейсмических нагрузок, соответствующих i, j -ой формам собственных колебаний;

m – число учитываемых в расчете форм колебаний.

Важно выделить, что при определении динамических характеристик здания (сооружения) следует учитывать упругую податливость основания на сдвиг и поворот.

При несовпадении центров жесткостей и центров масс значение крутящего момента в K -ом уровне в соответствии с КМК [2] определяют по формуле, учитывающей, в отличие от СНиП [5], дополнительный эксцентриситет от вращательного движения грунта:

$$M_{кр} = Q_k(e_k + 0,05B), \quad (4)$$

где Q_k – перерезывающая сила в уровне K здания от горизонтальных сейсмических нагрузок, соответствующих первой форме собственных колебаний;

B – размер здания в том же направлении.

Из формулы (4) видно, что минимальное значение момента $0,05B$ превышает соответствующий показатель $0,02B$ в СНиП [5].

При проектировании типовых проектов массовых серий, как правило, использовали положения Строительных норм еще более ранних, чем СНиП 1981 года [5]. Таким образом, данные проекты и по конструктивным решениям (в первую очередь, общие габариты зданий, этажность, размеры и шаги несущих конструкций), и по уровню расчета конструкций на сейсмические воздействия в значительной степени не соответствуют положениям современных норм Узбекистана [2] и других стран СНГ, наука о сейсмостойкости в которых имеет корни в бывшем СССР.

Описанную проблему в обеспечении сейсмостойкости старых зданий типовых проектов для Республики Узбекистан, как и для Украины, усугубляет распространенное в Республике наличие просадочных грунтов. Такие грунты вызывают значительные дополнительные деформации зданий и негативно влияют на их сейсмостойкость с точки зрения ослабления конструкций, основания и повышения сейсмических нагрузок. Так же ряд проведенных в Украине исследований показал значительную

опасность совмещения усилий в конструкциях зданий от сейсмических воздействий и просадки основания, а также возможность существенного перераспределения и концентрации в них усилий от сеймики при резком снижении жесткости части основания. В комплексе приведенные проблемы при возникновении сильного землетрясения (7 и больше баллов) существенно повышают риск полного или частичного обрушения наиболее непригодных и поврежденных зданий, а также и показывают необходимость углубленного учета наличия просадочных грунтов при обеспечении сейсмостойкости [6].

С точки зрения конструктивных решений жилые здания массовых серий в Республике Узбекистан представлены кирпичными (например, 1/3 от общего количества в г. Самарканд) и панельными зданиями. Кирпичные здания, в свою очередь, могут иметь и не иметь комплексную конструкцию. Кирпичные здания комплексной конструкции начали строиться уже после Ташкентского землетрясения в 1966 году [7]. Известной проблемой каменной кладки является очень низкая прочность на растяжение (при отсутствии армирования и др. усиления), что негативно сказывается на работе и повышает уязвимость конструкций из кладки при восприятии сейсмических воздействий и усилий от неравномерных деформаций основания (по сравнению с теми же панельными зданиями). Это приводит к повышенной повреждаемости кирпичных зданий и большей сложности обеспечения их надежности (особенно существующих) [2, 3, 5].

Одной из причин отсутствия активных процессов обеспечения эксплуатационной надежности жилых зданий старой, в т.ч. серийной, застройки является отсутствие или недостаточная разработанность эффективных способов их восстановления и усиления. Таким образом, необходимыми являются исследования, направленные на выбор, разработку и исследование эффективных способов усиления защиты рассматриваемых зданий. Такие исследования целесообразно проводить на примере серийных зданий с типовыми конструкциями для унифицированности разработанных решений.

В связи с приведенным выше в Самаркандском государственном архитектурно-строительном институте (Республика Узбекистан) организовано проведение исследований, посвященных определению наиболее эффективного комплекса мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности жилых кирпичных зданий массовых серий в Республике Узбекистан с учетом особенностей местной нормативной базы, а также строительной науки и практики. При этом общее руководство исследованиями осуществляет доктор технических наук, профессор Барашиков А.Я. (КНУСА, г. Киев, Украина). Основными задачами, которые необходимо решить в процессе исследований, являются:

- изучение общего технического состояния жилых кирпичных зданий массовых серий, эксплуатируемых в условиях сейсмоопасности территории Республики Узбекистан с целью уточнения круга проблем, требующих решения;

- усовершенствование процессов обследования технического состояния жилых кирпичных зданий массовых серий, эксплуатируемых в условиях сейсмоопасности территории Республики Узбекистан;

- анализ и развитие существующих методик расчета поврежденных и усиленных конструкций рассматриваемых зданий с помощью конечно-элементных моделей и проведение исследования их напряженно-деформированного состояния с учетом характерных повреждений;

- определение и исследование мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности существующих кирпичных зданий массовых серий в условиях сейсмоопасных территорий Республики Узбекистан.

На основании изложенного в статье можно сделать следующие общие выводы. Развитие строительной науки приводит к созданию и внедрению новых нормативных документов, в частности, по строительству в сейсмических районах Республики Узбекистан. При этом открытыми остаются возникающие проблемы, связанные с недостаточностью сейсмозащиты зданий, построенных по устаревшим серийным проектам, а также с повреждениями, полученными при эксплуатации. Ситуация усугубляется характерным для территории Республики Узбекистан широким распространением просадочных грунтов, вызывающих повышенные деформации, повреждения и соответствующую потерю имеющейся сейсмостойкости у существующих зданий по сравнению с обычными грунтовыми условиями. В связи с этим в Самаркандском государственном архитектурно-строительном институте организованы исследования, посвященные поискам наиболее эффективного комплекса мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности жилых кирпичных зданий массовых серий в Республике Узбекистан с учетом особенностей местной нормативной базы, а также строительной науки и практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рашидов Т.Р. Обеспечение сейсмической безопасности в Узбекистане: монография / Рашидов Т.Р., Кондратьев В.А., Кузьмина Е.Н. – Ташкент: Фан, 2010. – 592 с.
2. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах: КМК 2.01.03-96. – Изд-е офиц. – Ташкент: Госкомитет Республики Узбекистан по архитектуре и строительству, 1996. – 65 с.

3. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2006. – Офіц. вид. – [На заміну СНиП П-7-81*; Чинні від 2007-01-02]. – К.: Укрархбудінформ: Мінбуд України, 2006. – 82 с.
4. Ликвидация последствий Ташкентского землетрясения. – Ташкент: Узбекистан, 1972. – 246 с.
5. Строительство в сейсмических районах: СНиП П-7-81*. – [Взамен 2 главы СНиП П-А.12-69*; Введ. 01.01.82]. – М.: Стройиздат, 1982. – 49 с.
6. Хохлін Д.О. Шляхи підвищення ефективності захисту будівель від сумісної дії сейсмічного навантаження та нерівномірних деформацій основи / Д.О. Хохлін // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2011. – Вип. 74. – Кн. 2. – С. 227-234.
7. Разработка научно-практических основ обеспечения сейсмической безопасности для города Самарканда и рекомендаций по снижению ущерба при возможных землетрясениях / Отчет о НИР (промежуточный за 2010 год) / Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, Самаркандский Государственный архитектурно-строительный институт им. Мирзо Улугбека. – Самарканд, СамГАСИ, 2010. – 112 с.

Статья поступила в редакцию 10.02.2013 г.