

## ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОМ РЕГИОНЕ

Ш.А. Хакимов<sup>(1)</sup>, А.Т. Азизов<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Акционерное общество «Ташкентский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт жилищно-гражданского строительства» АО «ТошуйжойЛИТИ», Ташкент, Республики Узбекистан e-mail: [sh-khakimov@rambler.ru](mailto:sh-khakimov@rambler.ru)

<sup>(2)</sup>к.э.н., директор АО «ТошуйжойЛИТИ», Ташкент, Республики Узбекистан

**Аннотация:** в статье излагаются результаты критического анализа сейсмической безопасности жилых зданий новых конструктивных систем. Рассматриваются вопросы пригодности положений норм для объективной оценки их сейсмостойкости. Приводятся некоторые предложения по повышению сейсмостойкости современных жилых зданий.

## SEISMIC SAFETY PROBLEMS AND THE STATE OF DEVELOPMENT OF HOUSING CONSTRUCTION IN THE CENTRAL ASIAN REGION

Sh.A. Hakimov<sup>(1)</sup>, A.T. Azizov<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Joint-Stock Company "Tashkent Scientific-Research and Design-Survey Institute of Housing and Civil Engineering" JSC "ToshuyjoyLITI", Tashkent city, Republic of Uzbekistan, e-mail: [sh-khakimov@rambler.ru](mailto:sh-khakimov@rambler.ru)

<sup>(2)</sup>Candidate of Economical Sciences, Director of the JSC "ToshuyjoyLITI", Tashkent city, Republic of Uzbekistan

**Abstract:** The article presents the results of critical analysis of the seismic safety for new constructive (structural) systems. Questions regarding suitability of the provisions of norms for objective evaluation their seismic resistance are presented. Some suggestions are given to improve the seismic resistance of modern residential buildings.

## БОРБОРДУК АЗИЯ АЙМАГЫНДА СЕЙСМИКАЛЫК КООПСУЗДУКТУН КӨЙГӨЙЛӨРҮ ЖАНА ТУРАК ЖАЙ КУРУЛУШУНУН ӨНҮГҮШ АБАЛЫ

Ш.А. Хакимов<sup>(1)</sup>, А.Т. Азизов<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>«Ташкент илимий изилдөөчүлүк жана турак жай-жарандык курулуштун долбоордук-изилдөөчүлүк институту» АК, «ТошуйжойЛИТИ» АК, Ташкент, Өзбекстан Республикасы, e-mail: [sh-khakimov@rambler.ru](mailto:sh-khakimov@rambler.ru)

<sup>(2)</sup>э.и.к., «ТошуйжойЛИТИ» АК директору, Ташкент, Өзбекстан Республикасы

**Аннотация:** Макалада жаңы конструктивдик тутумдагы турак имараттардын сейсмикалык коопсуздугун талдоонун жыйынтыктары берилет. Алардын сейсмостуруштуулугун объективдүү баалоо үчүн нормалардын жоболорунун жарамдуулугу суроолору каралат. Заманбап турак үйлөрдүн сейсмостуруштуулугун жогорулатуу боюнча кээ бир сунуштар келтирилет.

За последние 20-25 лет конструктивные типы жилых зданий, которыми начали застраиваться города в сейсмоактивных территориях, резко изменились. За редким исключением, еще возводится в небольшом объеме конструктивные типы зданий,

возводимые в бывшем СССР. Следует указать, что абсолютное большинство конструктивных типов жилых зданий советского периода, прежде чем начать их массовое применение, проходили тщательную экспериментально-теоретическую проверку их сейсмостойкости, начиная от испытаний узлов соединений отдельных элементов до модельных и натуральных экспериментальных исследований зданий на действия динамической (типа сейсмической) нагрузки.

Практически положения существующих норм проектирования основаны для зданий средней этажности: для кирпичного строительства – до 5 этажей; для железобетонных зданий – до 9-12 этажей. Надежность разработанных типовых технических решений для каждого конструктивного типа основывались на результатах эксперимента и поведения этих типов зданий при землетрясениях.

В 90-х годах прошлого столетия институтом АО «УзЛИТТИ» (б.ТашЗНИИЭП) при оценке сейсмического риска г.Ташкента в рамках международного проекта ООН «РАДИУС» была составлена классификация практически каждого конструктивного типа здания, которыми застроены города и села Центральной Азии, и они были ранжированы по степени их уязвимости и повреждаемости, в том числе, в зависимости от значений спектральных характеристик землетрясений. Достоверность данных по степени повреждаемости зданий при оценке сейсмического риска г.Ташкента не вызывало сомнений. Оценочные уровни интенсивности землетрясения, повреждаемости конструктивных систем достаточно хорошо корреспондировались данными принятыми в шкале MSK-64, а позже и шкале EMS-98, практически по всем рассматриваемым конструктивным типам зданий.

Может ли макросейсмическая шкала достоверно оценить интенсивность землетрясения по данным повреждаемости современных зданий, то есть построенных в последние 10-20 лет по параметрам отвечающим требованиям норм проектирования?

Для оценки достоверности шкалы к новостроям был выполнен инженерный анализ последствий землетрясений, произошедших в Центрально-Азиатском регионе, начиная с 2000 г., в том числе Камашинского, Узбекистан (2000-2002 гг.); Луговского, Казахстан (2003 г.); Канского, Кыргызстан (2011 г.); Туябугузского, Узбекистан (2013 г.); Марджанбулакского, Узбекистан (2013 г.). При макросейсмическом обследований зданий по известной методике устанавливалась интенсивность землетрясений на местности. На этой местности определялась степень повреждаемости зданий современной постройки по шкале MSK и их проектная сейсмостойкость. И оказывалось, что интенсивность землетрясения значительно ниже проектной сейсмостойкости, а повреждения, полученные зданием, соответствовали предельным, то есть соответствующим расчетной сейсмичности.

Из этого инженерного анализа последствий поведения зданий современной постройки даже при не очень сильных землетрясениях следует главный вывод: на практике сейсмостойкость зданий современной постройки ниже заявленного в проекте уровня сейсмостойкости на 1-2 балла. Это означает, что сейсмический риск зданий современной постройки может быть значительным при возникновении землетрясений расчетной интенсивности. По мнению автора, такой вывод можно с осторожностью распространить, практически, на все сейсмоопасные территории стран СНГ. Однако это требует более детального расчетно-теоретического и экспериментального обоснования на зданиях современной постройки.

Такие изменения общепринятых явлений можно объяснить общим уровнем снижения со стороны правительств финансирования и поддержки строительной науки, экспериментальных исследований, резким ухудшением качества проектирования и строительства. В условиях изменившейся социальной и государственной формации общества, в строительстве установился диктат бизнеса, псевдорынка, когда за привлекательностью фасадов зданий скрыты, как бы экономичные, но недостаточно надежные в сейсмическом отношении конструкции жилого дома.

Надо указать, что за последние 20-25 лет наука и практика сейсмостойкого строительства мало изменилась и не прогрессировала, пожалуй, за исключением активизации теоретических (за исключением экспериментальных) разработок и распространения различных программных комплексов, теоретических выкладок, основанных зачастую на математических предположениях и допущениях в расчетных параметрах данных о поведении сооружения при землетрясениях новой конструктивной системы, практически неисследованной ни экспериментально, ни землетрясением. Как строители, так и проектировщики довольствуются достижениями науки 20-25 летней давности.

При этом, совершенно необосновано рекомендации, разработанные для конкретных конструктивных систем, начали применять для новых систем. Например, этажность кирпичных зданий повысилась до 7-9 этажей, начали возводить каркасные системы ограниченного применения или запрещенные вовсе такие как: неполные каркасные системы, здания жесткого типа с гибкими этажами, безригельные каркасы, каркасно-стеновые системы.

Для указанных и других новых конструктивных систем действующие нормы не содержат достоверных данных и рекомендации. Поэтому проекты жилых зданий, выполненных с отступлениями от требований норм, следует проектировать по специальным техническим условиям (СТУ).

Если рассмотреть, например, положения сейсмических норм Республики Узбекистана КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах» с изменениями

2006 года, то выясняется, что, например, значения таких расчетных периметров как коэффициенты редукации, предельные относительные неупругие деформации различных систем получены по результатам экспериментов конкретно для каждого типа конструктивной системы, на проектирование которых распространяются положения норм. Для новых систем также отсутствует и не разработаны конструктивные требования и мероприятия, назначаемые без расчетов.

Очень важным для повышения сейсмонадежности жилых зданий является развитие исследований по совершенствованию методов формирования сейсмических нагрузок в действующих нормах проектирования. Сюда входят в первую очередь модернизация известной таблицы 1 всех СНиПов, это более точное установление категории грунтов по сейсмическим свойствам, значений приращения балльности, а также уточнение карт общего сейсмического районирования, микросейсморайонирования территорий. Важно внести в нормы характеристики землетрясений (преобладающие спектры, декременты затухания и др.).

Опыт разработки вероятностных карт общего сейсмического районирования (Россия, Украина, Узбекистан и др.) по моему мнению, не дал каких – либо эффектов в проектировании. В большинстве своем они не являются физическими, а скорее теоретическими, не имеющими достаточного обоснования. Поэтому строители, проектировщики России и Украины, которые вынуждены были внести вероятностные карты в свои нормы, по сути не используют, при проектировании, философию вероятностного проявления землетрясений определенной интенсивности. Узбекские вероятностные карты пришлось, к сожалению, отменить. Их применение привело бы в одних случаях к необоснованному неравномерному завышению сейсмических нагрузок от 4% до 4-х раз, а в других – наоборот к недооценке реального сейсмического воздействия, принятого в действующем нормативном документе. Составление конкретных вероятностных карт требует более серьезного обоснования и глубоких исследований.

Известен в б.СССР плачевный опыт внедрения новых конструктивных систем в массовое строительство без достаточного экспериментального обоснования их сейсмостойкости. Это серийный сборный каркас ИИС-04, системы, возводимые методом подъема перекрытий, системы с неполным каркасом, жесткие здания с гибким первым этажом, безригельные каркасные системы. Все здания, возведенные в указанных конструктивных системах, как известно специалистам, разрушились при землетрясениях расчетной и даже более низкой интенсивности.

Готовятся к внедрению в условиях Узбекистана, да и других, думаю, странах СНГ новые конструктивные системы, без какого-либо обоснования их сейсмической надежности такие как: крупнопанельные системы с увеличенными шагами стен, с

составным перекрытием из плит безопалубочного виброформования без выпусков и шпонок, платформенными стыками, нерегулярными схемами в плане (Белоруссия); «Иркутский каркас» сборного железобетонного каркаса со всеми недостатками присущими уязвимому каркасу ИИС-04 со стыками в зоне максимальных усилий при сейсмических воздействиях и плитами перекрытия безопалубочного виброформования (Чебоксары); железобетонные монолитные плоскостеновые системы, изготавливаемые в тоннельной опалубке с частными поперечными стенами и практически с одной внутренней продольной стеной, с наружными стенами из утепленного гипсокартона (Турция); модульная система «KNAUF» с применением гипсокартона на гнутых тонколистовых оцинкованных металлических профилях с толщиной листа 0,7-2,0 мм для жилых домов до 7-ми этажей; объемно-блочные железобетонные жилые дома высотой более 12 этажей типа «Колпак» (Воронеж), в которых горизонтальные сварные связи имеются лишь на уровне перекрытия, а в вертикальном направлении блоки устанавливаются на слой цементного раствора толщиной 20 мм без сварки с нижним блоком (несейсмический вариант), и др.

Широко, без разрешения на то, в сейсмических районах начали использовать композитную полимерную неметаллическую арматуру. Для большепролетных конструкций стали применять гнутые тонколистовые профили и многое другое.

Свойства этих материалов практически не изучено при динамических воздействиях, в том числе работа композитной арматуры составе конструкции. Следует заняться свойствами композитной арматуры и улучшать их. При высокой прочности, у неё более чем в 3-4 раза, заниженный модуль упругости по сравнению с металлической арматурой и во многих случаях удлинение после разрыва менее 2%, что уже не приемлемо для конструкций, работающих в условиях сейсмических воздействий. Необходимо определить область её применения.

Тонколистовые гнутые металлические профили толщиной до 2 мм практически не изучены в условиях динамических, да и статических воздействий, сложности имеются при редуцировании их сечений в зависимости от уровня напряженно-деформированного состояния элемента. Поэтому даже в условиях статического воздействия много случаев опасного обрушения зданий, выполненных с их использованием.

Даже простое совершенствование технологами, в своё время, свойств арматурной стали класса А400 с целью экономии лигирующих добавок, привело к тому, что сталь в первоначальном виде отвечающая требованиям ГОСТ, после теплового воздействия на стройке превращалась, образно говоря, в чугун. Из-за высоко содержания углерода сталь становилась весьма хрупкой и чувствительной к динамическим нагрузкам и

температурным воздействиям, что привело при монтажных работах ко многим разрушениям конструкций, в том числе с летальными исходами.

Все перечисленные выше конструктивные системы их узлы и детали не прошли каких-либо испытаний ни на статические, ни на нагрузки, имитирующие сейсмические воздействия. Поэтому их проектирования должно осуществляться на основании хотя бы специальных технических условий (СТУ) с обязательными последующими натурными динамическими испытаниями первого экспериментального здания с последующим анализом их результатов, как этого требуют все нормы стран СНГ.

Такая ситуация складывается, практически, во всех странах СНГ. Хотя для справедливости, следует отметить, что в Казахстане в стенах КазНИИСА проводятся испытания новых конструктивных систем на вибрационные воздействия.

Разработки и внедрение расчетов несущей способности конструкций и здания в целом основанных на модной системе моделирования процессов работы конструктивных систем при сейсмических воздействиях не могут достоверно оценить физические процессы, происходящие в таких неоднородных материалах и изделиях какими, являются бетон и железобетон, каменная кладка, тонколистовые гнутые стали, полимерные композитные материалы и др. особенно при динамических воздействиях.

Начиная со времен Галилея и до настоящего времени во всех развитых странах, расположенных в сейсмоактивных территориях, не отказались от экспериментальных исследований, значимость их и важность не уменьшилась и даже наоборот, методы этих исследований совершенствуются и развиваются (Япония, Италия, Китай, Сербия, США и др.). Этому обязывает то, что мы имеем дело с такими строительными материалами, свойства которых изменчивы, конструкции из них различно ведут себя при землетрясениях в зависимости от многих факторов, которые не всегда подаются правильному учету и точной оценки их надежности лишь традиционными теоретическими расчетами и предположениями.

В сложившейся ситуации в условиях ограниченного финансирования в государствах научных исследований и значительной трудоемкости экспериментальных исследований весьма целесообразно было бы, именно в наукоемкой области, каковым является сейсмостойкое строительство, кооперирование проведения исследований и экспериментальных работ между странами СНГ. Для этой цели было бы важным рассмотреть на уровне заинтересованных правительств государств, расположенных на сейсмоактивных территориях, вопрос создания кооперативного «Центральноазиатского зонального центра экспериментальных исследований сейсмостойкости зданий и сооружений». Оснащение этого Центра могло быть за счет средств Центральноазиатских республик. Помимо основного штата

работников в этом Центре могли бы трудиться и специалисты из соседних стран. Загрузка этого Центра могла бы быть максимально эффективной за счет выполнения работ для разных стран. Эта только идея и она нуждается в осмыслении. Аналогами такого Центра, но уже на более современном уровне, можно назвать бывшие зональные институты Госгражданстроя при Госстрое СССР, такие институты как ТашЗНИИЭП, СибЗНИИЭП, КиевЗНИИЭП, ЛенЗНИИЭП и ТбилЗНИИЭП с их филиалами в республиках.

Резкое снижение объемов как теоретических, так и экспериментальных работ в области инженерной сейсмологии, сейсмостойкого строительства и снижения сейсмического риска создает условия для распространения ненадежных конструктивных систем, что весьма рискованно в условиях высокой сейсмичности территорий Центральноазиатского региона и повышенной активизации сейсмических процессов за последний период времени. И об этом должны быть осведомлены правительства стран Центральноазиатского региона