

УДК 624.042.7:624.1

РАЗРУШЕНИЕ ГЛИНОБИТНЫХ ДОМОВ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМЫХ УЗЛОВ

Ж.Ы. Маматов, Ж.Ш. Кожобаев, Б.С. Матозимов

Проведена оценка технического состояния и степени повреждаемости объектов частной жилой застройки при сейсмических нагрузках; определены наиболее уязвимые узлы малоэтажных зданий, построенных из местных материалов.

Ключевые слова: разрушение; сейсмические нагрузки; эксперимент; местные материалы; модель; землетрясение.

DESTRUCTION OF ADOBE HOUSES FOR SEISMIC LOADS AND TO IDENTIFY THE MOST VULNERABLE NODES

Zh.I. Mamatov, J. Sh. Kojobaev, B.S. Matozimov

The article considers evaluation of the technical condition and degree of damage to private residential development at seismic loadings; the most vulnerable nodes of low-rise buildings constructed from local materials are defined.

Keywords: destruction; seismic loads; experiment; local materials; model; earthquake.

Кыргызская Республика расположена в зоне повышенной сейсмической активности. На территории страны вероятны землетрясения интенсивностью 8, 9 и более баллов. Только за последние 7 лет в республике произошло 3 сильных землетрясения, которые нанесли значительный материальный ущерб и вызвали гибель людей. Высокая сейсмичность территории предъявляет особые требования к строительной отрасли республики, для которой необходима разработка и проведение долгосрочной и целенаправленной государственной политики в целях повышения уровня сейсмостойкости существующих и вновь строящихся зданий и сооружений [1].

Из-за повышенной сейсмической активности территория республики подвержена постоянному риску возникновения и других стихийных бедствий, представляющих значительную угрозу для зданий с малым запасом прочности. Проект государственной программы “Ремонт и реконструкция школьных и дошкольных образовательных организаций в Кыргызской Республике на 2014–2020 гг.” предусматривает финансирование для структурных улучшений сооружаемых зданий.

Анализ результатов последних землетрясений показал, что разрушение зданий, построенных из

местных строительных материалов, не отвечающие строительным нормам, приводят к тяжелым трагическим последствиям. Например, с 1 июля 2009 г. по 30 сентября 2010 г. в республике было зафиксировано 2398 землетрясений магнитудой от 6 и выше. Это означает, что в среднем в течение этого периода происходило около 5 (пяти) сильных землетрясений в день. Проведенное специалистами КыргызНИИП сейсмостойкого строительства, а также магистрантами и аспирантами кафедры “ПВЗиСС” КГУСТА предварительное инженерное обследование показало, что до 89 % всех зданий и строений дошкольных образовательных организаций и 81 % школ являются структурно небезопасными и не отвечают требованиям норм по ряду критериев безопасности [2]. Поэтому необходимо разработать ряд рекомендаций по усилению объектов школьного и дошкольного образования, построенных из местных строительных материалов.

Последствия землетрясений, произошедших за последние 10 лет. За последнее десятилетие произошли десятки землетрясений силой более 6 баллов. Даже такие землетрясения вызывают большие проблемы. Например, в результате семибалльного землетрясения в Кочкорском районе Нарынской области в 2006 г. (магнитудой 6,6 по



Рисунок 1 – Состояние домов после землетрясения в Ферганской области, Узбекистан, 2011.

шкале Рихтера), а также в Ноокатском, Карасууйском, Узгенском районах Ошской области в 2007 г. было разрушено более 6 тыс. домов.

В результате восьмибалльного землетрясения 5 октября 2008 г. в Алайском районе Ошской области погибли 75 человек, более 100 были ранены, были разрушены 144 жилых дома, повреждены дороги (рисунок 1).

20 июля 2011 г. сила землетрясения в Кадамджайском районе Баткенской области составила 8 баллов по 12-балльной шкале MSK-6. Самый большой ущерб понес Узбекистан, где по оценкам МЧС погибли 13 человек, 86 гражданам была оказана первая медицинская помощь, в Кыргызстане было зафиксировано частичное разрушение 83 зданий в Кадамджайском районе.

Наиболее пострадавшими оказались районы Ферганской области (Багдадский, Риштанский и Узбекистанский). Наибольшие повреждения получили жилые здания в частном секторе, возведенные индивидуальными застройщиками. Отмеченные объекты представлены зданиями со стенами из сырцового кирпича, зданиями с каркасами “сынч” и зданиями со стенами из “пахсы” (рисунок 1) [3].

28 января 2013 г. пострадали несколько районов Иссык-Кульской области, сила толчков достигла 6,5 баллов по шкале MSK-64, эпицентр находился в Казахстане в 100 километрах от Чолпон-Аты. В Тюпском районе пострадало 103 жилых дома.

14 ноября 2014 г. в поселке Каджи-Сай Тонского района Иссык-Кульской области, по данным

МЧС, эпицентр землетрясения силой 7 баллов находился в 17 километрах северо-восточнее поселка Каджи-Сай и в 60 километрах от села Тон.

17 ноября 2015 г. в селе Чайчи сельского округа Кызыл-Суу Кара-Суйского района сила толчков во время ночного землетрясения составила 7 баллов. По данным Института сейсмологии НАН КР магнитуда землетрясения составила 6,4. После происшествия Комиссия по гражданской защите Ошской области обследовала 3381 жилой дом, из которых разрушения I степени зафиксированы в 897 домах, II – 1 401, III – 856 и IV – 227, а также 570 домов признаны аварийными (рисунок 3).

Анализ результатов последних землетрясений показывает, что частные дома, не отвечающие строительным нормам, разрушились и сопровождалось тяжелыми, трагическими последствиями. Например, произошедшее 5 октября 2008 г. сильное землетрясение в селе Нура привело к большому человеческим жертвам и наглядно показало, что люди, в основном, не подготовлены к стихийным бедствиям. Практически все жилые дома, построенные преимущественно из глинистых материалов и без соблюдения норм сейсмостойкости, были полностью разрушены. Здания в этом районе в основном возведены традиционным методом – с применением строительных изделий из глинистых материалов, стены сооружены кладкой из сырого (необожженного) кирпича (рисунок 2).

Таким образом, наиболее уязвимыми в сейсмическом отношении объектами, получающими



Рисунок 2 – Состояние домов после землетрясения в с. Нура, 2008 г.

наиболее тяжелые повреждения, являлись и являются индивидуальные жилые здания, возведённые частными застройщиками из местных материалов.

К сожалению, из действующих технических норм (СНиП КР 20-02:2009) [4] были изъяты разделы “Строительство в сейсмических районах зданий со стенами из глинистых материалов”, которые были введены в СНиП КР 20-02:2004 [5]. Эти здания, как и здания со стенами из малопрочных материалов, в большинстве своём возведены без соблюдения каких-либо антисейсмических мероприятий и считаются наиболее уязвимыми в сейсмическом отношении.

Результаты экспериментов и их анализ.

В работе [6] выделены четыре способа строительства жилых домов из местных материалов, реализуемых на территории Кыргызстана.

1. Дома со стенами, сооружёнными из глинобитного материала “сокмо” или “пахса”, либо из различных глиняных кусков неправильной формы.

2. Дома со стенами, сооружёнными из кладки сырого (необожженного) кирпича или блоков правильной формы.

3. Дома с деревянным каркасом с заполнением из глиняных материалов “сынчевые”.

4. Дома из железобетонного каркаса с заполнением из сырого кирпича или различных материалов из глины.

Остановимся более подробно на анализе первых двух способов возведения домов в тех районах, где произошли землетрясения:

1. “Сокмо” или “пахса” – наиболее распространенный метод возведения стен при строительстве из материалов на территории Кыргызской Республики – глинобитная технология. При возведении глинобитной стены применяются специально сделанные формы или опалубки высотой 50–60 см. Кладка похожа на кладку из кирпича-сырца, но соединение углов получается слабое. При возведении глинобитной стены применяют “сокмо” – глинобитные трамбовки. Для изучения поведения таких домов при землетрясении был проведен эксперимент с макетом такого дома на сейсмоплатформе КГУСТА им. Н. Исанова. При сооружении этой модели использовали глину, хотя в большинстве случаев на практике используют почву, добытую в том месте, где строится дом или в его окрестности. Такие дома могут рассматриваться только как временное жилье. Итоги эксперимента убедили, что модели домов, построенных



Рисунок 3 – Состояние домов после землетрясения в Карасуйском районе, 2015 г.



Рисунок 4 – Общий вид модели дома из “сокмо” после эксперимента

по методу “сокмо” уже при 5–6-балльном (по показателю ускорения) землетрясении полностью рассыпаются (рисунок 4).

Пахса – это часть глиняной стены высотой 50–60 см, возводимая с помощью специальных опалубок. Для её изготовления глиняная масса смешивается с заранее рассыпанной на ткани соломой. Далее, масса оборачивается в ткань, обкатывается и укладывается (“гуаляк”) по всему периметру здания рядами. Между установкой слоев должно пройти некоторое время, пока нижний слой не высохнет, затем ставится следующий слой. Другими словами, требуется продолжать укладку каждого следующего слоя только после того, как нижний слой стены “пахса” будет способен выдержать вес следующего круга.

2. Дома со стенами, сооруженными из “кирпича-сырца” и блоков правильной формы часто встречаются в сельской местности и в новостройках пригорода г. Бишкек. Особенность стен такого типа состоит в том, что благодаря подгонке кирпичей и блоков в угловых соединениях не происходит оседания стен. Кладка при этом почти не отличается от кладки из обожженного кирпича. Толщину стен из сырцового кирпича можно принимать в 1, 1,5 или 2 кирпича, а из блоков правильной формы – 1 или 1,5 блока.

Данный тип стен возводится без соответствующего усиления, и, также как и предыдущий, не является сейсмостойким. Для того чтобы наглядно показать простой метод усиления таких стен, была построена масштабная модель дома на сеймоплатформе КГУСТА им. Н. Исанова, причем заранее было сделано сравнительно недорогое усиление. Основная его особенность – укрепление стены



Рисунок 5 – Общий вид модели дома из кирпича-сырца после эксперимента

изнутри и снаружи сетками из полиэтиленовых шнуров с поверхностным торкретированием песчано-цементной смесью. Результаты эксперимента показали, что у модели дома, воздвигнутого из кирпича-сырца с простым усилением, устойчивость к землетрясению была заметно выше по сравнению с домом из простого “сокмо” (рисунок 5).

На рисунке видны преимущества усиленной модели. Например, перетяжка стен сеткой из шнуров и разбрызгивание песчано-цементной смеси под высоким давлением дает надежное сцепление штукатурки со стеной. При 6–7-балльном (по показателю ускорения 60 см/с^2) землетрясении штукатурка осталась прилипшей к стене и не отвалилась, что доказывает ее относительную устойчивость к землетрясению.

Таким образом сравнительный анализ повреждений и разрушений малоэтажных зданий при землетрясении и при проведении эксперимента с домами аналогичных конструкций показал сходство процессов появления трещин и последующего разрушения:

Дома со стенами, сооруженными из глинобитного материала типа “сокмо”, “пахса” или различных грунтовых (глиняных) кусков неправильной формы, часто подвергаются разрушению, что является результатом несвязанности несущих конструкций между собой, отсутствия антисейсмических мероприятий по усилению стен. Ширина простенков достаточна, но требуемая величина опирания перемычек не соблюдена. Фундамент не заглублен и выполнен из камней окатанной формы; гидроизоляция выполнена из рубероида и сопровождается неправильной эксплуатацией домов (рисунки 1–3).

Последствия землетрясений показали, что нет связи между отдельными конструкциями, такими как фундамент со стенами, стены с покрытиями и т. д. (рисунки 1–3).

Если стены из необожженного кирпича такого дома с двух сторон усилить (укрепить), покрыв сеткой, и сверху под сильным давлением разбрызгать песчано-цементный раствор (штукатурку), как это сделано на модели такого дома, то, как показали результаты эксперимента (4 мая 2012 г.) в виде записи колебаний сейсмоплатформы при ускорениях 60 см/с^2 , происходит разрушение только штукатурки (рисунок 5).

Запись колебаний сейсмоплатформы на модели дома из клинобитного материала типа “сокмо” показала полное разрушение дома, что соответствует значению ускорения в 188 см/с^2 (рисунок 4).

Следует отметить, что результаты проведенных экспериментов вполне согласуются с результатами работ [3].

Литература

1. Государственная программа “Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике на 2012–2019 годы”. № 523 от 29 августа 2011 г.
2. Маматов Ж.Ы. Оценка безопасности школьных и детских учреждений в Кыргызстане / Ж.Ы. Маматов, С.Н. Аскарбеков, А.А. Дуйшеев, Ж.К. Тайлякова, Н.Б. Намазалиев // Труды II межд. межвуз. науч.-практ. конф. “Инновационные технологии и передовые решения” 15–17 мая 2014 г. Бишкек, 2014. С. 215–219.
3. Рашидов Т.Р. Основные результаты исследований по программе “Оценка технического состояния объектов частной жилой застройки ферганской долины и разработка рекомендаций по обеспечению и повышению их сейсмостойкости (по последствиям прошедших и Ферганского 2011 г. землетрясений)” / Т.Р. Рашидов, В.А. Кондратьев, Н.А. Нишонов // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. 2016. № 1(51). С. 270–277.
4. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек: Госагенство по архитектуре и строительству КР, 2009. 103 с.
5. СНиП КР 20-02:2004. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек: Госкомархстрой, 2004. 80 с.
6. Маматов Ж.Ы. Жергиликтүү материалдар менен коопсуз үйлөрдү тургузуу / Ж.Ы. Маматов. Бишкек: Аль Салам, “Хабитат-Кыргызстан” Кайрымдуулук Коомдук Фонду, 2012. 80 б.