

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ УВЯЗВИМОСТИ ЗДАНИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

EVALUATION OF SEISMIC VULNERABILITY OF BUILDINGS OF LOW AND MID-RISE

Тажик Республикасынын мисалында аз жана орточо кабаттуу турак үйлөрдүн сейсмикалык туруктуулугу баалоо сандары келтирилген.

Ачкыч сөздөр: *баалоо, сейсмикалык коркунуч, туруктуулук, талкалануу, келтирилген зыяндар.*

Приведена сейсмическая оценка жилых зданий малой и средней этажности на примере Республики Таджикистан.

Ключевые слова: *оценка, сейсмическая опасность, прочность, разрушение, повреждения.*

Shows the seismic assessment of residential buildings of low and medium -rise on the example of the Republic of Tajikistan.

Keywords: *assessment, seismic hazard, strength, destruction, damage.*

Сейсмическая опасность – это результат действий землетрясений на население и материальные фонды и ресурсы. Землетрясения относятся к тем видам стихийных бедствий, которые невозможно предотвратить. Несмотря на то, что землетрясения невозможно предотвратить, смягчить их действия и не допустить катастрофических их последствий возможно. И в этом смысл и содержание снижения сейсмического риска. С этой целью в данной работе, произведены оценки сейсмической опасности для двух классов зданий, широко распространенных в застройке центрально азиатских республик.

Первый класс зданий представлен малоэтажными домами (один - два этажа), обычно из кирпичасырца. Второй класс зданий средней этажности (от трех до 4 этажей) представлен железобетонными или кирпичными конструкциями. Оценки сейсмической опасности для зданий этих классов, рассматриваемых совместно, позволяют сделать анализ вопросов использования земельных площадей с точки зрения сейсмического риска.

Кайракумское землетрясение 1985года произошло на территории Согдинской области Таджикистана и охватило обширную зону Средней Азии и Казахстана. В эпицентральной зоне зарегистрировано более 18 сильных повторных толчков.

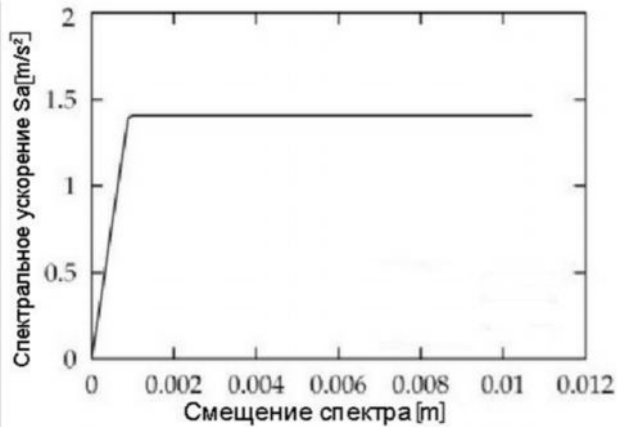
Параметры землетрясения:

- 13 октября 1985 15:59:00 (по Гринвичу).
- Координаты эпицентра – 40.30 с.ш. и 69.08 в.д.
- Магнитуда $M=6.0$; глубина очага $H=10-15$ км.
- Интенсивность в эпицентре $I_0=8$ баллов по шкале MSK-64.

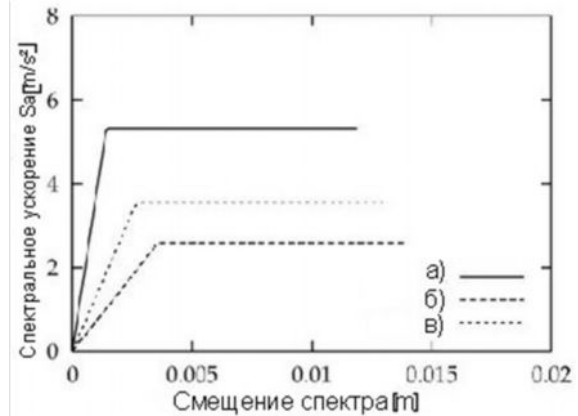
Наибольший сейсмический эффект проявился в кишлаке Куптулук, имеющем неблагоприятные грунтовые условия и высокий уровень залегания грунтовых вод.

Нанесен серьезный ущерб многим хозяйствам области. Выведены из строя мелиоративные скважины и коллекторно-дренажная сеть, повреждено трещинами дорожное полотно, деформированы и выведены из строя дамбы, береговые сооружения. Землетрясение нанесло значительный материальный ущерб и вызвало человеческие жертвы. Многие здания и сооружения получили сильные деформации и разрушения. Большинство разрушенных зданий было сконцентрировано в той части города, где отмечаются неблагоприятные грунтовые условия и высокий уровень залегания грунтовых вод. Хотя эпицентр землетрясения располагался в 14 км от города Кайракумаоно привело к весьма значительному повреждению жилого фонда в центре города:

Поскольку для целей исследования требовались спектры ускорений, скоростей и перемещений для различных точек города, был использован модифицированный спектр реакции (рис.1).



для 1-2 этажных глинобитных зданий
этажных кирпичных зданий



а) для 2-этажных, б) 3-этажных, в) 4-

Рис.1 . Сравнение спектров реакций по записи со спектрами, полученными для зданий г. Худжанд

Модификация заключалась в использовании «вертикального эпицентра», смещенного в направлении г. Худжанда от землетрясения эпицентра.

На основе проведенного статического анализа была установлена корреляционная связь между относительным числом поврежденных зданий DR_{BDMG} (по отношению к общему числу зданий на данной территории) и спектральным ускорением $SA_{0.75}$ (в долях g) при периоде 0.75с, а также между относительным числом разрушенных зданий DR_{BDST} и спектральным ускорением $SA_{0.75}$:

$$DR_{BDMG} = 1.813(SA_{0.75})^{1.744}, r = 0,75; a = 0,00585;$$

$$DR_{BDMG} = 0.020145(SA_{0.75})^{2.525}, r = 0,69; a = 0,0001;$$

Где r -коэффициент корреляции, а -условный стандарт отклонения.

При использовании данных других землетрясений происшедших в Таджикистане получено: $DR_{BDMG} = 1.1141(SA_{0.75})^{1.324}, r = 0,69; a = 0.002509;$

Разработана специальная итерационная процедура для вычисления периода собственных колебаний зданий и перемещений верхней части с учетом нелинейной работы неконструктивных элементов типа диагональных деревянных связей, различного вида заполнения и других элементов. При этом использованы зависимости между горизонтальной силой и смещением верха стены кирпичного простенка, полученные при статических и динамических испытаниях (рис.2).

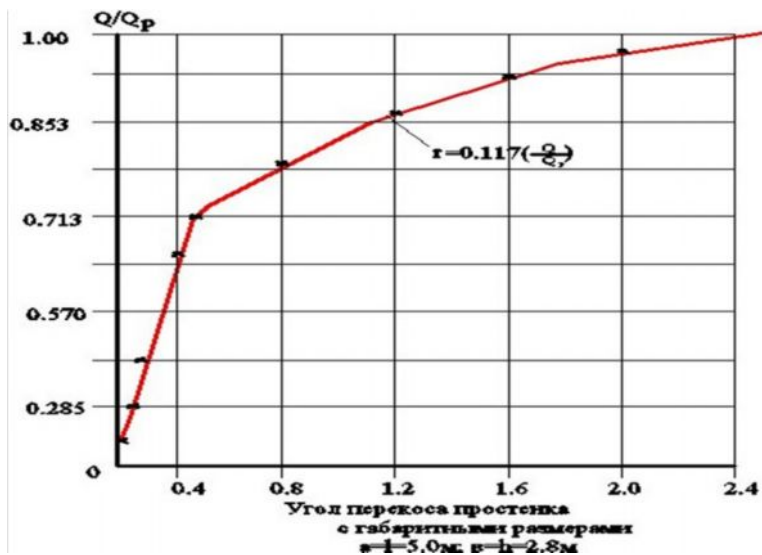


Рис.2. Сравнение расчетных результатов для типичного малоэтажного здания с данными настоящего исследования

Из графика видно, что уровень обжатия простенка горизонтальной нагрузкой оказывает существенное влияние на деформации кладки вдоль диагоналей, а следовательно, и на углы перегиба кладки.

$$\Delta = e (SA_{0.75})^f \quad (1)$$

Периоды собственных колебаний одно-и двухэтажных зданий соответственно равны: $T_1 = 0.333\Delta^{0.335}$; $T_2 = 0.55\Delta^{0.28}$

При $SA_{0.75} \approx 0.45g$ средние прогибы двухэтажных зданий составляют около 9см при периоде 1,0с, одноэтажных- около 3см при периоде 0,5с. Поскольку число зданий того и другого типа в г.Худжанде примерно одинаково, то можно объяснить, почему имеет место наилучшая корреляция степени повреждения со спектральным ускорением вблизи периода 0.75с. При нормальном законе распределения величины Δ относительное число поврежденных зданий можно представить в виде:

$$DR_{BDMG} = 1 - \Phi \left(\frac{\Delta_{DMG} - \Delta}{a_{\Delta}} \right), \quad (2)$$

Где Φ -функция Гаусса; Δ_{DMG} -огibaющая перемещений, при которых отмечается начало повреждений; Δ - перемещение, определяемое выражением (1). В результате определения D_{DMG} и a_{Δ} методом наименьших квадратов получено:

$$DR_{BDST} = 1 - \Phi \left(\frac{6.9 - \Delta}{3.4} \right)$$

Пороговый уровень 6.9см, соответствующий началу повреждений при действительном землетрясении, превышает уровень начала образования трещин 4см,. Уровень разрушения определяется выражением:

$$DR_{BDST} = 1 - \Phi \left(\frac{66 - \Delta}{21.1} \right)$$

Далее определяется оценка убытков в виде отношения стоимости зданий к стоимости после ремонта.

Здания средней этажности примерно занимают в городской застройке Таджикистана 15%. Оценка опасности повреждений для таких зданий определяется в зависимости от максимального смещения этажа.

$$T_1 = 0.096N^{0.65}, \quad r = 0.73, \quad C_0V = 0.16,$$

Где C_0V - коэффициент вариации.

Это, в частности, согласуется с выражением: $\bar{T}_1 = (0.05 \text{--} 0.1)N$ –для одноэтажное и многоэтажные зданий. N -зависимость периода собственных колебаний зданий от числа

этажей. Корреляционная связь между оценкой опасности повреждения (DMG) здания и спектральным перемещением SD (в см) установлена в виде:

$DMG=1.26(SD)^{0.7}$, $r=0.48$, $C_0V=0.476$, где $SD=980SA(\bar{T}_1/2rr)^2$, SA-спектральное ускорение (g) при среднем периоде: \bar{T}_1 до землетрясения.

Наконец, с помощью техники регрессионного анализа получена следующая зависимость

$\bar{T}_2=1.27(DMG)^{0.064}$, $r=0.37$, $C_0V=0.082$, где \bar{T}_2 -средний период колебаний здания после землетрясения (по результатам наблюдений).

Кроме оценки опасности повреждений здания, произведена также оценка вероятности разрушения и убытков при землетрясении. На (рис.3) показана зависимость вероятности разрушения от спектрального смещения для 1-2-и 3-4 этажных кирпичных зданий при землетрясениях.

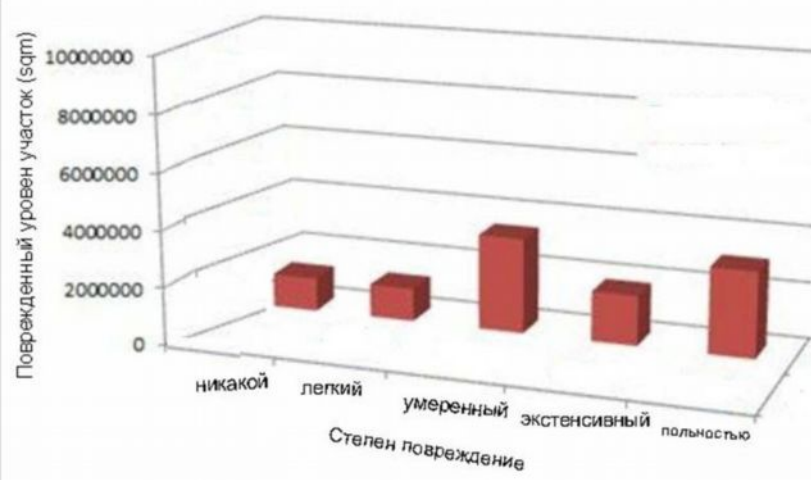


Рис.3. Оценка вероятности разрушения 1-2-и 3-4 этажных кирпичных глинобитныхзданий при возможных землетрясениях

Выводы: оценка опасности повреждений для указанных выше двух классов зданий даёт возможность предсказать основные повреждения в зданиях городов населенных пунктовТаджикистана и других республикиЦентральной Азии при будущих землетрясениях.

Список литературы

1. Шкала сейсмической активности МСК–64.
2. Бабаев А.М. Сейсмическое районирование Таджикистана (объяснительная записка) [Текст] / А.М.Бабаев, Г.В.Кошлаков, К.М.Мирзоев. - Душанбе: Дониш, 1978. - 68с.
3. Научно-технический отчет: Исследование строительных конструкций для возведения зданий и сооружений на территории Таджикистана [Текст]. - Душанбе :2005 .
4. S. Negmatullaev, A. Iscuk, B.Y. Potekhin. Seismic Hazard and Building Vulnerability in Post-Soviet Central Asian Republics// Seismic Hazard and Building Vulnerability in Post-Soviet Central Asian Republics, NATO ASI Series. – Vol. 52. – 107-125.
5. Bal, I.E., Crowley, H., Pinho, R., and Gülay, G. (2008). Detailed assessment of structural characteristics of Turkish RC building stock for loss assessment models, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 28: 914–932.
6. Brzev, S., Scawthorn, C., Charleson, A.W., and Jaiswal, K. (2012). GEM basic building taxonomy, Report produced in the context of the GEM Ontology and Taxonomy Global Component project, 45 pp.
7. Building Seismic Safety Council (BSSC), 1995. 1994 Edition. NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings, FEMA 222A/223A, Vol. 1 (Provisions) and

Vol. 2 (Commentary), developed for the Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.

8. Burt, J.E., and Barber, G.M. (1996). Elementary Statistics for Geographers, Guilford Press, New York, NY.

9. Gencturk, B., Elnashai, A.S., and Song, J. (2007). Fragility relationships for populations of buildings based on inelastic response. Technical report. Mid-America Earthquake Center, Urbana, pp. 194.

10. Grünthal, G., ed. (1998). European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98), Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Vol. 15, Luxembourg.

11. Kumar, A., Lang, D.H., and Sulaymanov, S. (2014). Classification and vulnerability assessment of central and south Asian building stocks, in preparation.

12. Milutinovic, Z.V., and Trendafiloski, G.S. (2003). RISK-UE, an advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns, Report to WP4: Vulnerability of current buildings, September 2003, 109 pp.

13. Molina, S., Lang, D.H., Lingvall, F., and Lindholm, C.D. (2010a). User Manual for the Earthquake Loss Estimation Tool: SELENA (v5.0), July 2009, 75 pp.

14. SNIP (1963). Construction in Seismic Regions: Norms of Designing, SNIP II-A. 12-62, Moscow, 1963.

15. Сеитов Б.М. Исследование на сейсмостойкость несущих элементов железобетонных колонн и стен в чрезвычайных ситуациях [Текст]: Монография / Б.М. Сеитов, Б.С.Ордобаев. - Бишкек: КРСУ, 2014. - 144с.

16. Сеитов Б.М. Сейсмическая защита и ее организация [Текст] учебник для ВУЗов / Б.М. Сеитов, Б.С.Ордобаев. – Бишкек: Айат, 2013. - 168с.

17. Сеитов Б.М. Сейсмостойкость зданий и сооружений [Текст]: учебник для ВУЗов / Б.М. Сеитов, Б.С.Ордобаев. – Бишкек: Айат, 2015. - 288с.

18. Сеитов Б.М. Обследование и диагностика долговечности зданий и сооружений в сейсмических районах [Текст]: Уч. пособие / Б.М. Сеитов, Б.С.Ордобаев, О.М. Турганбаев. - Бишкек: КРСУ, Айат, 2015. - 328 с.