УДК 550.343.9:699.841; 550.343.9

**[1]Камчыбеков М.П., [1]Егембердиева К.А., [1] Камчыбеков Ы.П.,**
**[2]Маматов Ж.Ы., [2]Шамшиев Н.У.**
*[1] Институт сейсмологии НАН КР, Бишкек, Кыргызстан.*
*[2]Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова, Бишкек, Кыргызстан.*

# ДАННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТА НА ВИБРОПЛАТФОРМЕ МОДЕЛИ ДОМА ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА СО СТЕНАМИ ИЗ ГЛИНОМАТЕРИАЛОВ

**Аннотация:** В статье приведены результаты обработки записи эксперимента на модели дома с железобетонным каркасом с ненесущими стенами из глиноматериалов

**Ключевые слова:** сейсмостойкое строительство, виброплатформа, колебания, амплитудно-частотный спектр.

# ТЕМИРБЕТОН КАРКАС ТОПУРАК МЕНЕН ТОЛТУРУЛУП ТУРГУЗУЛГАН ҮЙ МОДЕЛИНИН ВИБРОПЛАТФОРМАДАГЫ ЭКСПЕРИМЕНТИНИН ЖЫЙЫНТЫГЫ

**Кыскача мазмууну:** Бул макалада темирбетон каркас топурак менен толтурулуп тургузулган моделдеги үйгө жазып алынган экспериментин жыйынтыктары чагылдырылган.

**Негизги сөздөр:** сейсмотуруктуу курулуш, виброплатформа, олку-солкулуктар, амплитудалуу-жыштык спектри.

# EXPERIMENTAL DATA ON THE VIBROPLATFORMY OF THE MODEL OF THE REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION WITH THE WALLS OF THE CLAY MATERIAL

**Abstract:** The results of processing of the record of the experiment on the model of the house of the reinforced concrete frame with non-load bearing of the cob wall.

**Keywords:** earthquake engineering, vibration platform, oscillation, amplitude-frequency spectrum

Для решения вопроса сейсмостойкости зданий и сооружений широко применяются новые, все более совершенные, строительные конструкции и материалы. Однако, в Кыргызстане на сегодняшний день все еще широко используется при строительстве частных домов местные материалы: железобетонный каркас с глинобитными ненесущими стенами [1-4,6,8,9].

Так как территория Кыргызстана относится к сейсмоактивным регионам, то существует практическая необходимость в исследовании таких домов с целью решения проблемы их усиления от сейсмических воздействий и других природных явлений. С этой целью были проведены испытания такой модели дома на воздействие вынужденных колебаний, создаваемых виброплатформой.

Модель дома представляет собой железобетонный каркас, состоящий из колонн и сердечников по краям дверного и оконных проемов, по периметру стен из верхнего обвязочного пояса и заполнением стен из глиноматериалов (рисунок 1).

При возведении домов подобной конструкции в фундамент по углам вертикальных колонн закладываются четыре арматуры; в дверных и оконных проемах – две арматуры. Кроме того, железобетонные опоры в местах сопряжения стен протянуты до уровня ригеля (горизонтальные железобетонные элементы, несущие нагрузку от балок перекрытия и связывающие в горизонтальной плоскости вершины колонн). С шагом 60 см по высоте на месте соединения опор со стеной заложены две арматуры.

**Рис. 1.** Фрагмент модели дома с железобетонным каркасом и заполнением из глиноматериалов.

Стены дома сооружаются с помощью опалубки высотой 60см поэтапно до уровня ригеля, которые заполняются глиноматериалом и связываются на каждом этапе выходящими из опор арматурами при помощи разных поперечных сетей. В качестве сейсмопояса служит железобетонный пояс, связывающий вкруговую верх железобетонных опор и несущих стен. Выступающие из фундамента по краям дверей и окон две арматурные конструкции заделываются в круговой пояс и с помощью опалубки также заливаются бетоном. Данный конструктивный элемент называется монолитным или железобетонным сердечником. Размер модели дома в плане по осям - 3750х2750 мм, высоте – 2600 мм, толщина стен – 250 мм, вес – около 15 тонн.

Для регистрации вынужденных колебаний модели дома была установлена цифровая измерительная аппаратура GioSIG с акселерометром Guralp CMG-5T в двух точках [4]: на виброплатформе; уровне перекрытии (рисунок 2). Регистрация записи ускорений проводилась по трем составляющим: Z - вертикальная, горизонтальные: X – восток-запад и Y – север-юг.

**Рис.2.** Схема расположения приборов на модели дома. №1-виброплатформа; №2-уровень покрытия [3].

На рисунках 3 и 4 приведена запись колебаний виброплатформы на исследуемой модели дома. Для построения амплитудного спектра выделены 3 участка записи: 1 участок – от

7900 до 9900 (рисунки 5,6), 2 участок - от 12900 до 14900 (рисунки 9,10), 3 участок – от 22200 до 24200 (рисунки 13,14), т.е. в интервале 10 секунд для каждого отрезка записи.

Амплитудно-частотные спектры колебаний модели дома на уровне виброплатформы в пределах трех выбранных участков приведены на рисунках 7,11,15. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6 Гц; 15,3 Гц; 22,3 Гц; 30,0 Гц.

Амплитудно-частотные спектры колебаний модели дома на уровне покрытия в пределах трех выбранных участках приведены на рисунках 8,12,16. Преобладающие частоты по трем составляющим для 1 участка (Z; В-З; С-Ю): 7,6 Гц; 15,3 Гц; 22,3 Гц; 30,0 Гц. Преобладающие частоты по трем составляющим 2 участка (Z; В-З; С-Ю): 7,6 Гц; 15,0 Гц; 22,7 Гц. Преобладающие частоты по трем составляющим для 3 участка (Z; В-З; С-Ю): 7,4 Гц; 14,9 Гц; 22,2 Гц; 29,8 Гц.

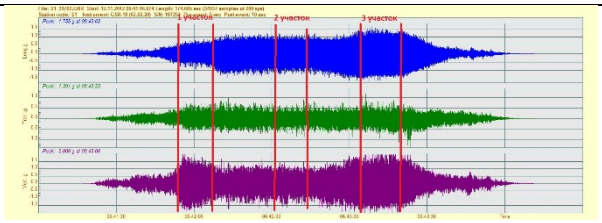


**Рис.3.** Запись колебаний на уровне виброплатформы модели дома. Участки записи: 1 - с 7900 до 9900, 2 - с 12900 до 14900, 3 – с 22200 до 24200, т.е. в интервале 10 секунд каждый участок записи.

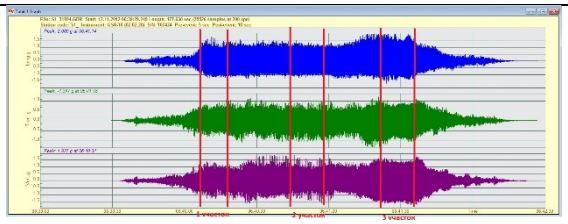


**Рис.4.** Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участки записи: 1 - с 7900 до 9900, 2 - с 12900 до 14900, 3 – с 22200 до 24200, т.е. в интервале 10 секунд каждый участок записи.

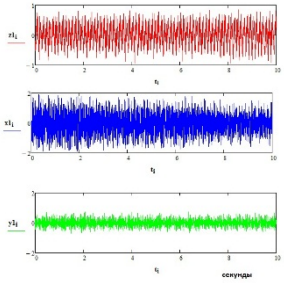


**Рис.5.** Запись колебаний на уровне виброплатформы модели дома. Участок записи: 1 - с 7900 до 9900

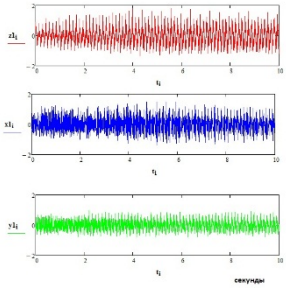


**Рис.6.** Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участок записи: 1 - с 7900 до 9900

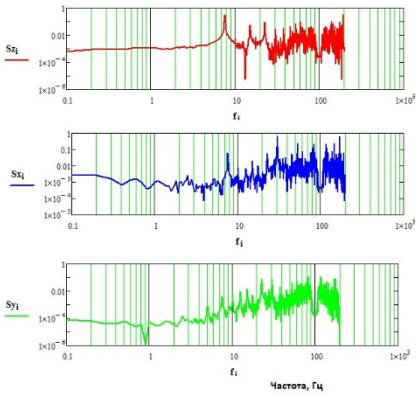


**Рис.7.** Амплитудно-частотный спектр 1 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30,0Гц.

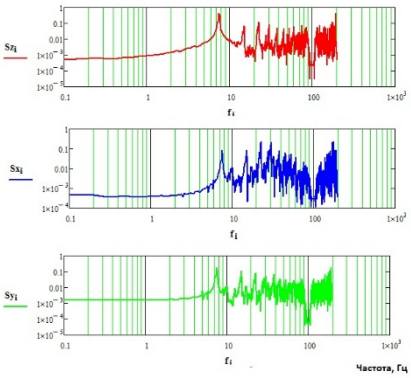


**Рис.8.** Амплитудно-частотный спектр 1 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30,0Гц.

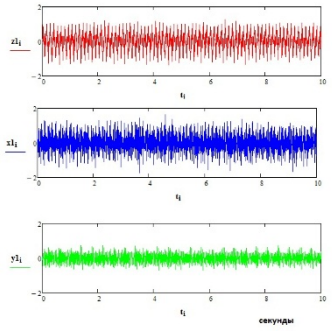

**Рис.9.** Запись колебаний на уровне виброплатформы модели дома. Участок записи: 2- 12900-14900

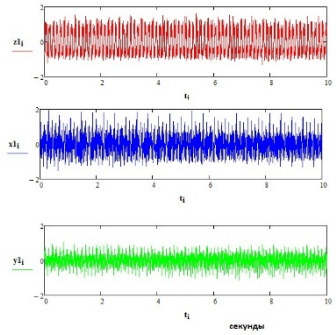

**Рис.10.** Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участок записи: 2- 12900-14900

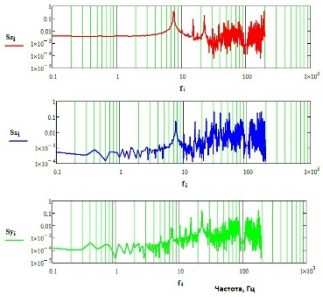

**Рис.11.** Амплитудно-частотный спектр 2 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,3Гц; 22,3Гц; 30,0Гц.

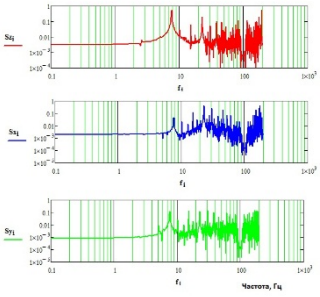

**Рис.12.** Амплитудно-частотный спектр 2 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,6Гц; 15,0Гц; 22,7Гц.

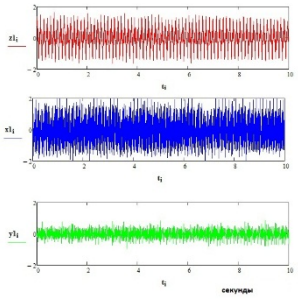

**Рис.13.** Запись колебаний на уровне виброплатформы модели дома. Участок записи: 3- 22200-24200

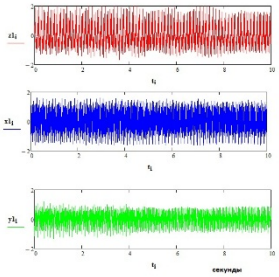

**Рис.14.** Запись колебаний на уровне покрытия модели дома. Участок записи: 3- 22200-24200

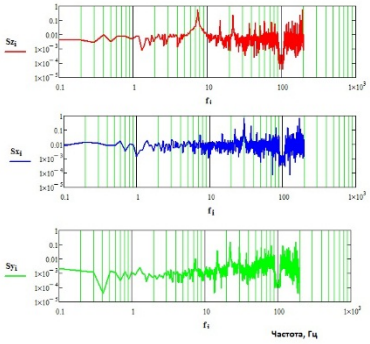

**Рис.15.** Амплитудно-частотный спектр 3 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,4Гц; 14,9Гц; 22,2Гц; 30,0Гц.

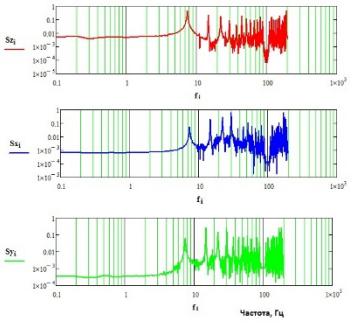

**Рис.16.** Амплитудно-частотный спектр 3 участка. Преобладающие частоты по трем составляющим (Z; В-З; С-Ю): 7,4Гц; 14,9Гц; 22,2Гц; 29,8Гц.

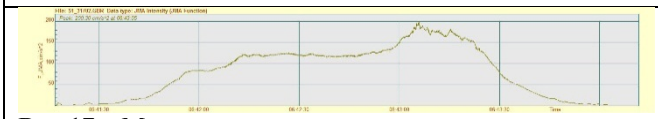

**Рис.17.** Максимальные значения интенсивности на уровне виброплатформы, выраженные в ускорениях.

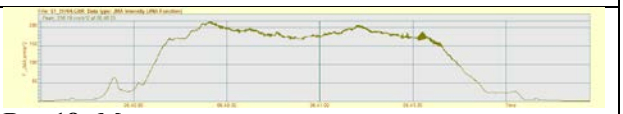

**Рис.18.** Максимальные значения интенсивности на уровне покрытия, выраженные в ускорениях.

Максимальные значения амплитуд ускорения на уровне виброплатформы: В-З - 1,755g, С-Ю - 1,391g, Z - 2,0g. Эти значения соответствуют 8-9 баллам по шкале сейсмической интенсивности MSK-64 [5], а по европейской шкале EMS-92 [7] – 6-7 баллам (рисунок 17).

Максимальные значения амплитуд ускорения на уровне покрытия: В-З - 2g, С-Ю - 1,347g, Z - 1,927g. Эти значения соответствуют 8 баллам по шкале сейсмической интенсивности MSK-64, европейской шкале EMS-92 – 6-7 баллам (рисунок 18).

Следует заметить, что поскольку виброплатформа является искусственным источником вынужденных колебаний, то предполагает наличие определенных ограничений, т.е. ускорения колебаний виброплатформы находятся в обратной зависимости от массы испытываемой модели: чем меньше нагрузка на виброплатформу, тем больше создаваемые ею величины ускорений и смещений (рисунок 19).

Кроме того, колебания виброплатформы имеют строго горизонтальную направленность, тогда как реальные сейсмические колебания имеют разнонаправленный характер в среде.

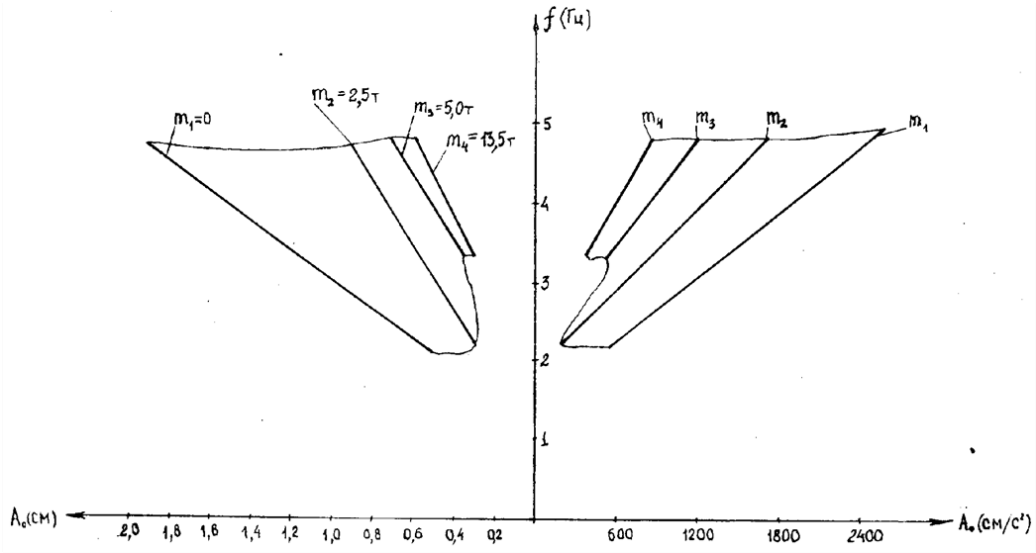


**Рис.19.** Зависимость частот и амплитуд колебаний виброплатформы от массы модели

Таким образом, по результатам проведенного эксперимента можно сделать следующий вывод. Испытание модели дома из железобетонного каркаса со стенами из глиноматериалов показывает, что, так как масса модели дома составляет около 15 тонн, то колебания виброплатформы не могли достичь максимальных значений ускорений, соответствующих 9 баллам по шкале сейсмической интенсивности MSK-64. Поэтому в железобетонном каркасе никаких повреждений (трещин) не возникло. Видимые трещины появились только на стыках стен с колоннами.

## Литература

1. Архипов И.И. Механизированное производство и применение самана в сельском строительстве. М.: Госиздат, по строительству, арх-ре и строймат, 1963. -134 с.
2. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А. Исследование взаимодействия колебаний грунта и трехэтажного дома, расположенного в зоне свыше 9 баллов. // Проблемы механики. Ташкент: ФАН АН Республики Узбекистан, 2004.- №4.- С.27-30.

3. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А. Определение собственных периодов колебаний существующих зданий и сооружений. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений - М.: ВНИИНТПИ, 2004.- №5.- С.55-57.
4. Маматов Ж.Ы., Камчыбеков М.П., Куликов В.И., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы.П., Шамшиев У., Андашев А.Ж., Сансызбаев С.М. Результаты экспериментального исследования на сейсмоплатформе моделей домов из кирпича сырца, «сынча» и «сокмо».// Вестник КГУСТА, Бишкек: 2012.- №3(37) .- С.57-66.
5. Медведев.С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64// В кн.Сейсмическое районирование СССР. Под.ред. С.В.Медведева. М.: Наука, 1968.- С.158-162.
6. Туполев М.С. Конструкции зданий из глиносырцового и саманного кирпича. М.: Изд. Академии архитектуры СССР, 1944. -64 с.
7. Grunthal, G. European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 1998.- Vol.15.- P.1-99.
8. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. М.: Издательство стандартов, 1991.-10 с.
9. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек, 2009.- 103 с.