

Повышение Сейсмостойкости Частных Домов, Построенных Из Местного Сырья Элементарными Способами

Хусаинов М. А¹, К. Исмаилова²

Аннотация: В статье рассмотрены методы повышения сейсмостойкости частных домов построенных из местного сырья, элементарными способами, а также опубликованы результаты исследований по повышению сейсмостойкости стен из мелких бетонных блоков.

Ключевые слова: Усиление несущих конструкций и элементов узлов. Изменение схемы расчета. Надежное соединение каркаса и стены. Конструктивный коэффициент. Сетчатое армирование стен. Прочность кладки из мелких блоков. Расчетная схема моделируемой стены.

Введение. Значительную часть жилищного фонда в Республике Узбекистан составляет частные дома построенные из местных материалов. При строительстве малоэтажных зданий в качестве стеновых материалов широко применяют сырой и жженый кирпич, мелкие блоки, утрамбованная глина-«пахса» и деревянные каркасы-«синч» с заполнителем «гуваляк» [1-6].

Однако в большинстве индивидуальных зданиях построенных частными домостроителями грубо нарушаются антисейсмические правила, не соблюдаются простейшие мероприятия, обеспечивающие сейсмостойкость здания, в результате здание становится неустойчивым к воздействию сейсмической силы, а землетрясения приводят к неприятным последствиям [7-9].

При разработке проектов повышения сейсмостойкости кирпичных и каменных зданий возникает необходимость усиления следующих несущих конструкций и соединительных элементов[10]:

- стен и простенков, перегородок, участков продольных стен;
- стыки продольных и поперечных стен;
- связей между стенами и перекрытиями;
- фронтоны и другие выступающие части стен;
- сопряжений антисейсмических поясов и перекрытий.

Усиление каменных и кирпичных зданий можно производить за счет увеличения несущей способности их элементов без изменения расчетной схемы или путем устройства дополнительных элементов для приема сейсмических усилий.

Для усиления каменных и кирпичных зданий следует применять следующие способы:

- устройство одно- или двустороннего «рубашки»;
- армирование металлическими или железобетонными обоймами;
- армирование поверхности стен и перегородок металлическими или базальтовыми сетками.

Элементы здания, не обладающие достаточной несущей способностью, определяются расчетным путем. При разработке проекта усиления и упрочнения, независимо от результатов расчета, следует учитывать конструктивные требования, перечисленные в разделе 3 КМК 2.01.03-19 «Строительство в сейсмических районах».

¹ К.э.н., доц.

² Магистрант, НамИСИ



Методы. По мере развития жилищного строительства местными (народными) методами, получило широкое распространение применение бетонных блоков, известных в народе как «шлакоблок» и блоков из пенобетона и газобетона, стоимость которых значительно дешевле чем древесины и жженого кирпича[11,12].

В конструктивном решении строительства жилища местными (народными) способами, стены, построенные из таких блоков, выполняют роль не несущей, а ограждающей конструкции. Нагрузку несет железобетонный каркас, построенный по краям этих стен. Во всех зданиях, индивидуального жилищного строительства, построенных по данной конструктивной схеме, не обеспечивается их сейсмостойкость, поскольку не решен вопрос прочного закрепления мелкоблочных ограждающих стен к железобетонным каркасам и единый универсальный способ их усиления.

В сейсмических регионах очень важно прочно закрепить перегородок с основными стенами. В частности, в зданиях, построенных из мелких блоков (бетон, шлакобетон, газобетон, пенобетон и др.), их следует усиливать, соединяя их анкерами или оцинкованной профильной лентой[13].

При устройстве перегородок ее следует крепить к стене специальными металлическими крепежными элементами (анкерами), изогнутыми под прямым углом и прикрепленными к стене с помощью дюбелей, анкеров, шурупов и винтов. Выбор материала крепежного элемента зависит от основного материала стены. В 7-9 балльных сейсмических районах такое армирование эффективно применять через каждые 70 см высоты стены, т. е. каждый третий ряд. Часто дополнительно укрепляют часть перегородки, соединяющую с полом. Также в сейсмоопасных районах необходимо укреплять перегородок из крупных блоков к основным стенам с помощью угольников с двух сторон или стальными профилями, изогнутыми боковые стороны под углом 90^0 градусов (в виде швеллера)[14,15].

В стенах, построенных из бетонных блоков и шлакоблоков используются пустотелые и полнотелые виды блоков. Самый прочный вид бетонных блоков – полнотелые. Их применяют для возведения фундаментов, несущих стен, колонн и стен подвалов зданий. Второй тип – пустотелые блоки, из которых возводятся наружные ограждающие (не несущие) стены, внутренние стены и перегородки[16].

Хотя морозостойкость бетонных блоков заявлена как F100, на самом деле бетонный блок выдерживает до 200 циклов замораживания и оттаивания. Прочность пустотелого бетонного блока составляет от M50 до M75³.

Общая формула прочности таких мелкоблочных кладок принимает вид:

$$R=AR_1(1-0,15/(0,40+R_2/R_1))$$

где: А – конструктивный коэффициент; R₁- прочность бетонного блока, МПа; R₂- прочность раствора, МПа.

Значение конструктивного коэффициента А, для каждой партии бетонных блоков в зависимости от прочности бетонных камней на изгиб и срез, принимается в пределах 0,56-0,90 для полнотелых блоков и 0,45-0,53 для пустотелых блоков.

В практических расчетах рекомендуется использовать средние значения А, ориентируясь на наихудшие случаи. Прочность кладки при слабых растворах составляет 0,3-0,6 от прочности блока и в прочных растворах 0,4-0,8 от прочности блока.

³ <https://www.pk-elissa.ru/article/>



Таблица 1. Отношение прочности кладки из мелких блоков к прочности камня и раствора

Отношение прочности кладки к прочности камня R/R_1			Отношение прочности раствора к прочности камня R_2/R_1		
(A=0,9)	(A=0,67)	(A=0,55)	(A=0,9)	(A=0,67)	(A=0,55)
0,58	0,42	0,35	0	0	0
0,6	0,46	0,48	0,1	0,2	0,45
0,67	0,52	0,5	0,25	0,52	0,8
0,74	0,58	0,55	0,8	1,3	1,9
0,76	0,62		1,7	1,4	
	0,64			3,3	

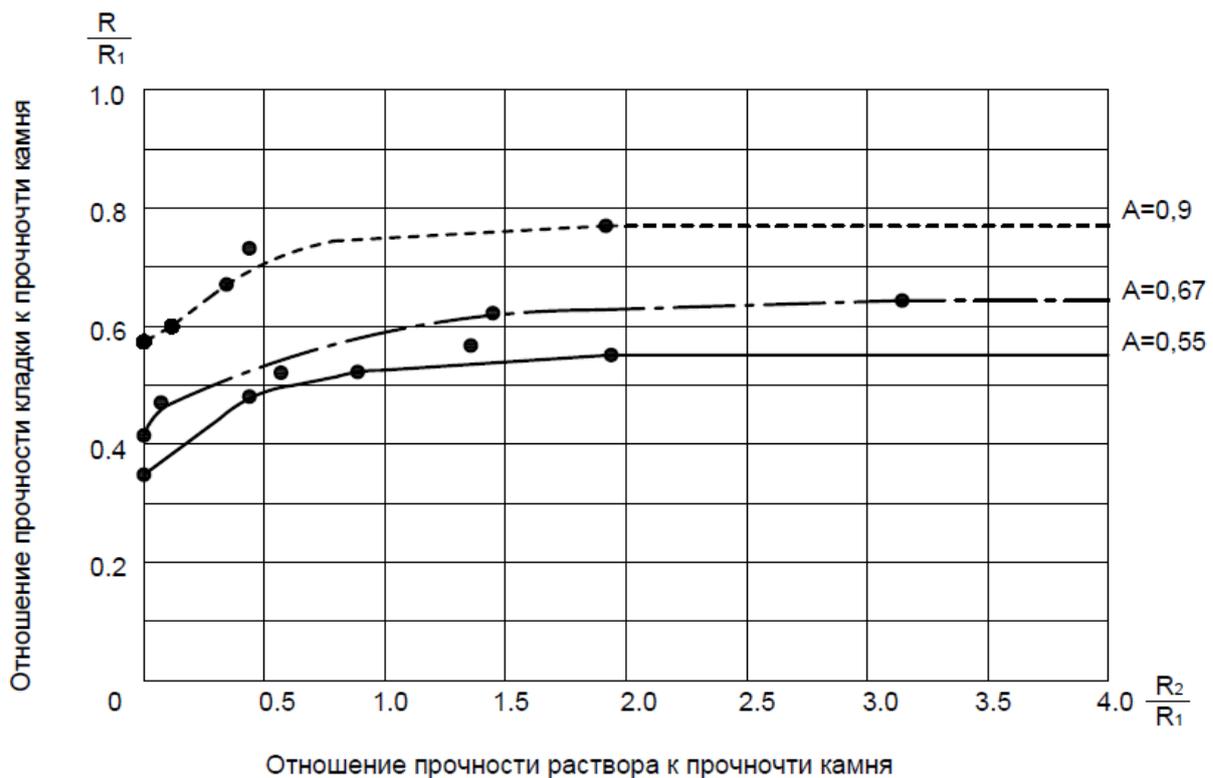


Рис.1. График зависимости прочности кладки из мелких блоков от прочности камня и смеси.

Чтобы сохранить запас коэффициента достаточным (3 раза) для такой кладки, средняя кривая выведена для 50% партий, показавших более низкие результаты, что дало значение $A = 0,55$. Значение $A=0,55$ включено для экспериментальных образцов.

В этом случае единичные отклонения в сторону уменьшения составляют 20% результатов формулы. На основании вышеизложенного такое значение A принято в нормах на все виды полнотелых и пустотелых бетонных блоков при марке бетонного блока $R_1 \leq 100 \text{ кг/см}^2$.

Результаты и обсуждение. В сейсмических районах стены из мелких пустотных бетонных блоков следует возводить в виде ограждающей конструкции в ранее построенный железобетонный каркас или возводить железобетонную обойму (каркас, раму) по периметру кладки после их устройства.

В результате стеновая конструкция состоит из двух отдельных конструкций. Выше были описаны конструктивные и технологические мероприятия, направленные на обеспечение их совместной работы под действием горизонтальных нагрузок, т.е. сейсмических сил. Ниже приводятся результаты сопоставления прочностей стен из мелких бетонных блоков, оштукатуренных без применения и с применением базальтовых сеток.



Моделируемая стена размером 4000x3000 мм. и толщиной 200 мм. по внешним краям усилена железобетонным каркасом сечением 300x300 мм (рис.2). Размер бетонных пустотных блоков составляет 390x190x190 мм. Базальтовая штукатурная сетка размерами ячейки 40x40 мм. имеет прочность 100кН.

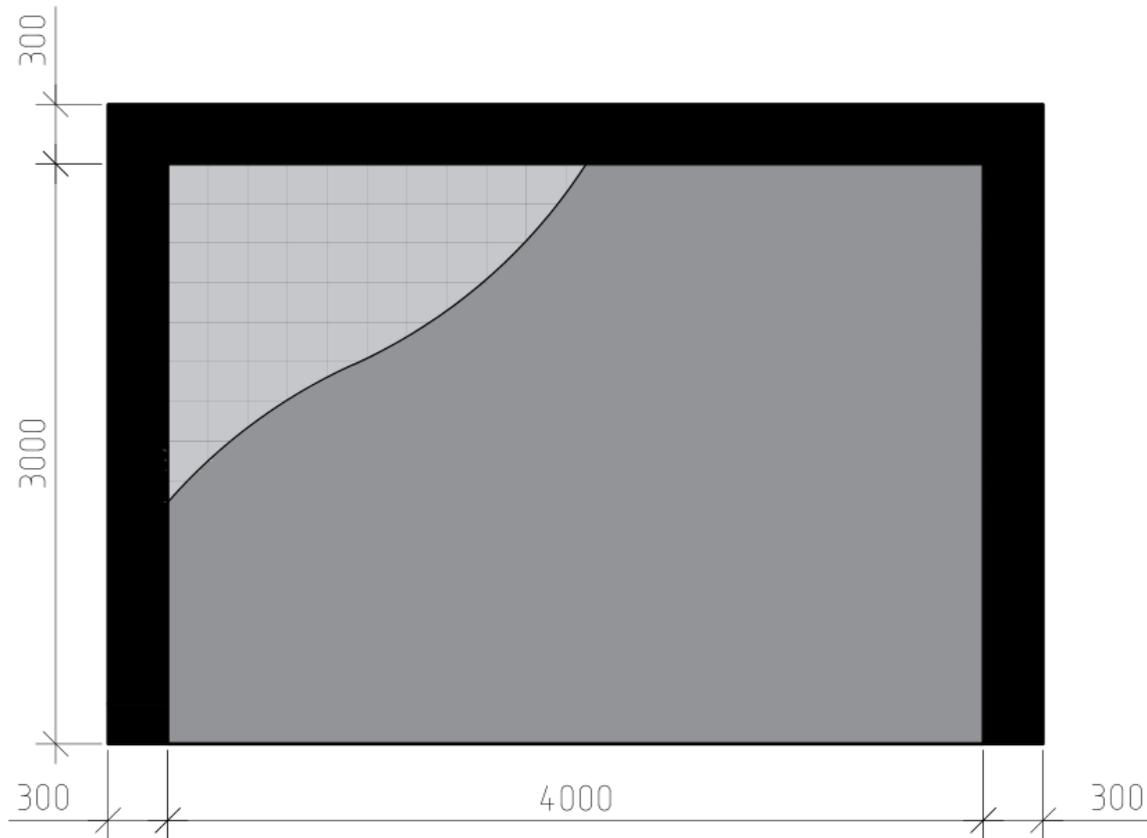


Рис.2. Схема моделируемой стены из мелких бетонных блоков

Расчеты проведены на программном комплексе ETABS на воздействие сейсмической силы. Стены подверглись воздействию силы землетрясения с использованием записанной акселерограммы (рис. 4) землетрясения 1994 года в Санта-Монике, США магнитудой 6,7. Вес стены составляет 6740 Н на 1 пагонометр. Расчетная схема программном комплексе ETABS представлен на рис.3.





Рис.3. Вид расчетной схемы стены на программном комплексе ETABS

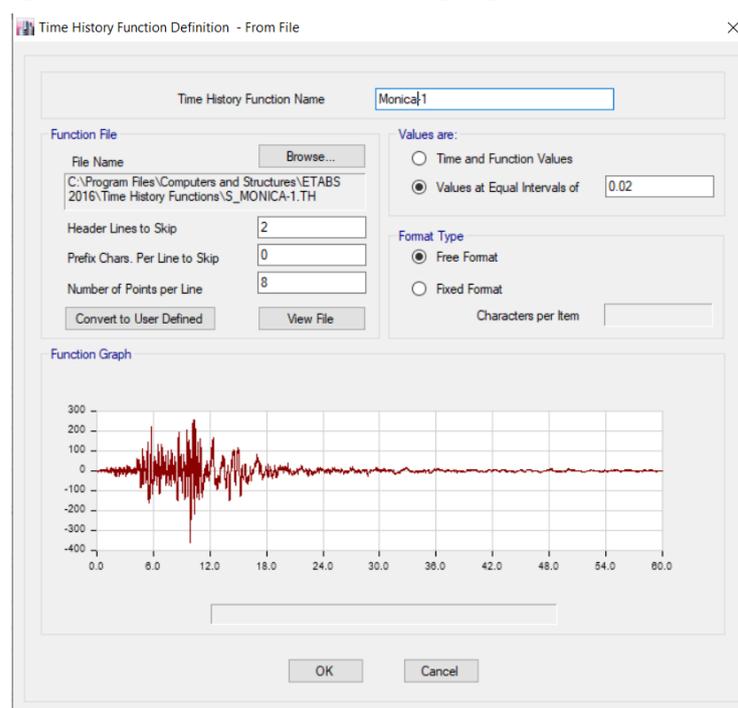


Рис.4. Акселерограмма землетрясения Monica, США

Ускорения, скорость и перемещения точек в стенах определялись путем приложения сейсмических сил к моделируемым стенам и полученные результаты представлены на таблице 2.



Таблица 2. Результаты расчетов на программном комплексе ETABS

Название сейсмической силы	Стена из бетонных блоков, оштукатуренные с применением базальтовых сеток			Стена из бетонных блоков оштукатуренные без применения базальтовых сеток		
	Ускорение, м/с ²	Скорость, см/с	Перемещение, мм	Ускорение, м/с ²	Скорость, см/с	Перемещение, мм
MONICA	1,40	3,2	1,2	1,80	5,90	3,1

На оба модели стены согласно настройкам программы, воздействовала сейсмическая сила в течении одинаковой времени (48 секунд). Если в стенах с мелкими бетонными блоками оштукатуренные без применения базальтовых сеток (не усиленный), максимальное значение перемещения составляло 3,1 мм, то в стенах, усиленных базальтовыми сетками, максимальное значение перемещения составляло 1,2 мм.

В стенах оштукатуренных с применением базальтовых сеток значения перемещений сократились на 59,4% по сравнению со стенами без применения таких сеток.

Значения смещений в моделях стены из бетонных блоков не армированной базальтовой сеткой при оштукатуривании и армированных базальтовыми сетками, представлены на рисунках 5 и 6.

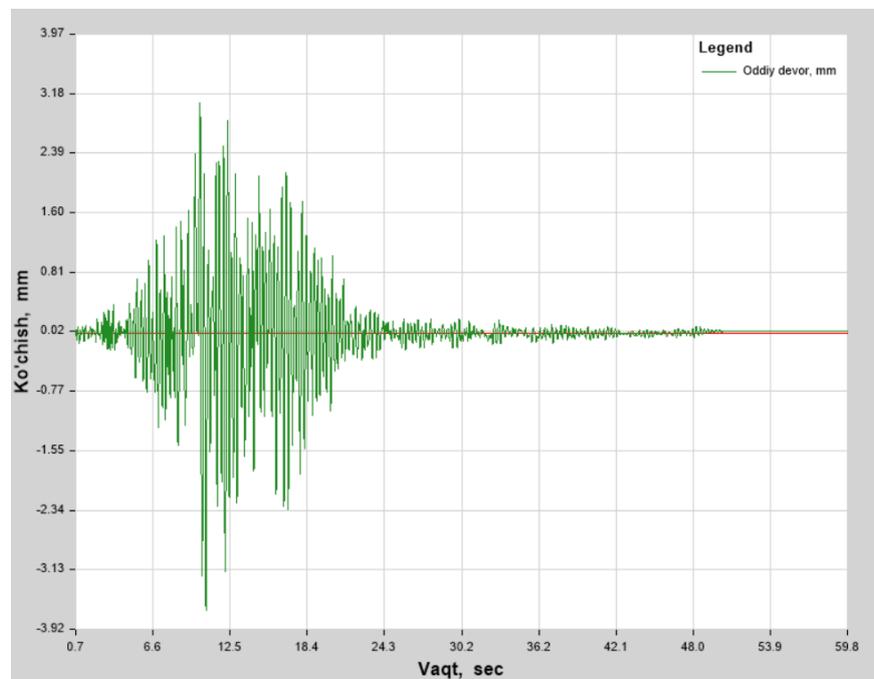


Рис. 5. Значения смещений стены не армированной базальтовой сеткой



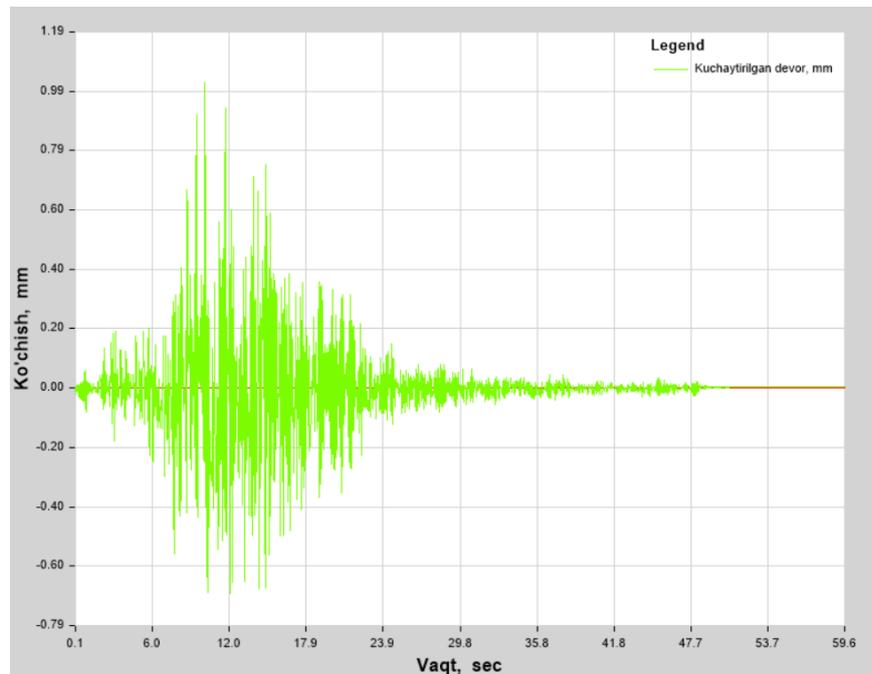


Рис. 6. Значения смещений стены армированной базальтовой сеткой

В стенах из неармированных бетонных блоков максимальная скорость составила 5,9 см/с, а в стене, армированной базальтовыми сетками составила 3,2 см/с. Велесограммы представлены на рисунках 7 и 8.

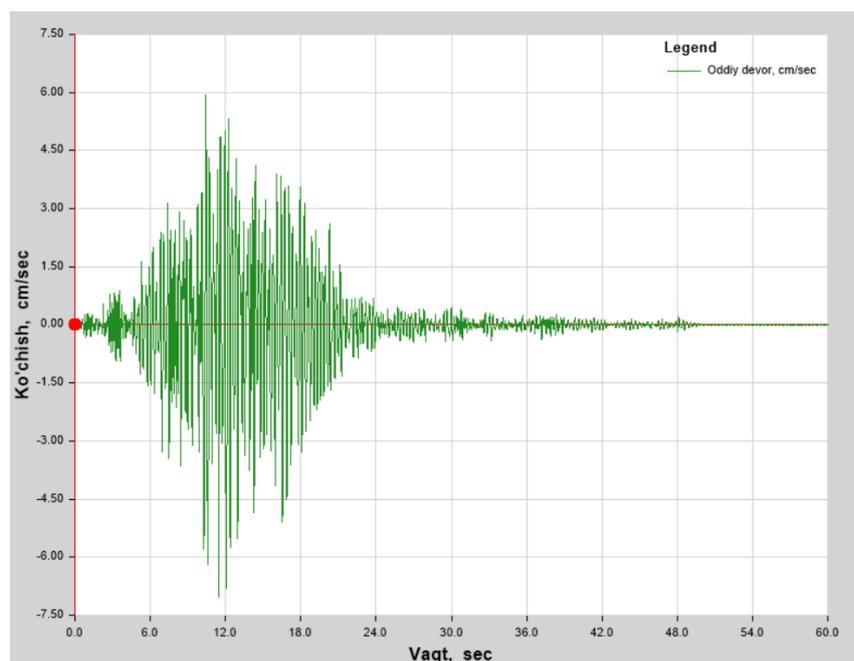


Рис.7. Велесограмма стены не армированной базальтовой сеткой



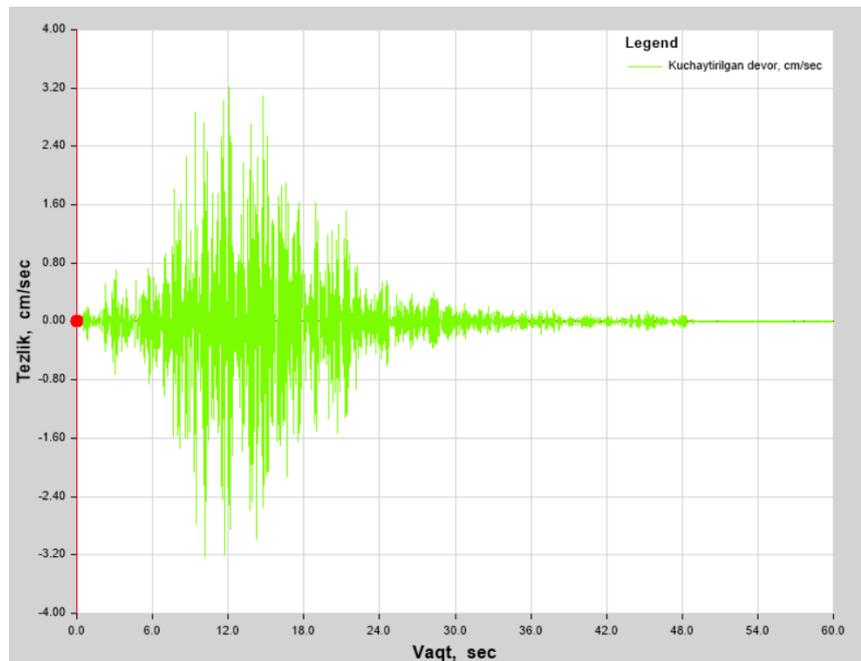


Рис.8. Велисограмма стены армированной базальтовой сеткой

В неармированных стенах из мелких бетонных блоков максимальное ускорение составило $1,8 \text{ м/с}^2$, а в армированных базальтовыми сетками, составило $1,4 \text{ м/с}^2$. Их акселерограммы представлены на рисунках 9 и 10.

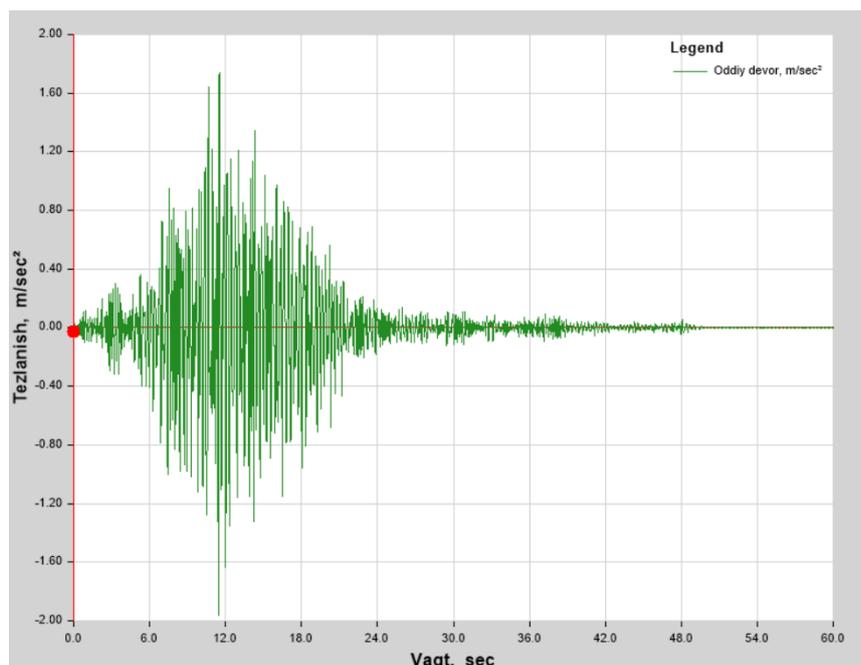


Рис.9. Акселерограмма стены не армированной базальтовой сеткой

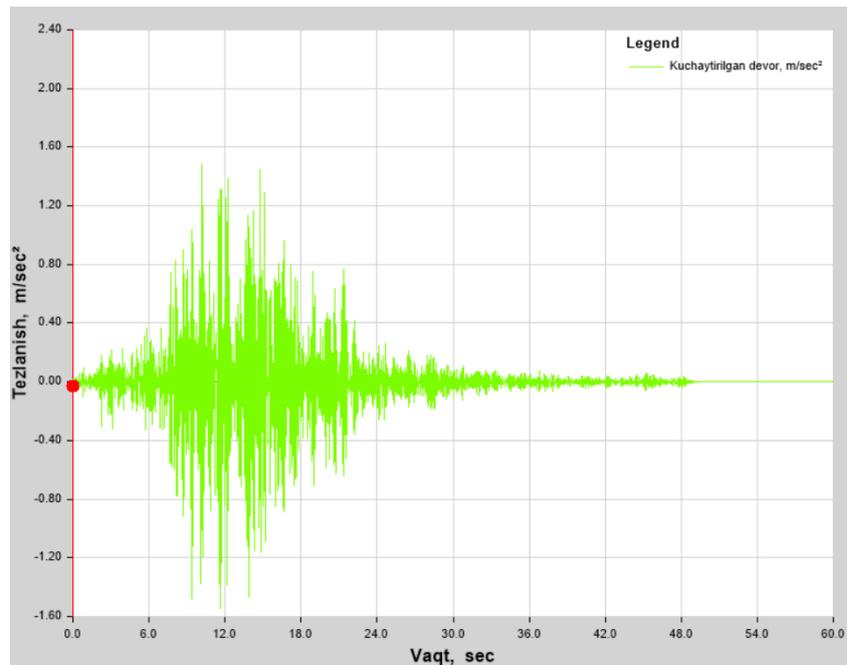


Рис.10. Акселерограмма стены армированной базальтовой сеткой

Определено и проанализировано напряженно-деформируемое состояние стен под воздействием сейсмической силы. С помощью программы ETABS рассчитаны напряжения и деформации, возникающие в неармированных бетонных блоках и армированных базальтовыми сетками стенах. При анализе состояния напряженно-деформируемости стен под действием сейсмической силы наблюдалось снижение напряжений и деформаций стен, армированных базальтовыми сетками (рисунки 11 и 12).

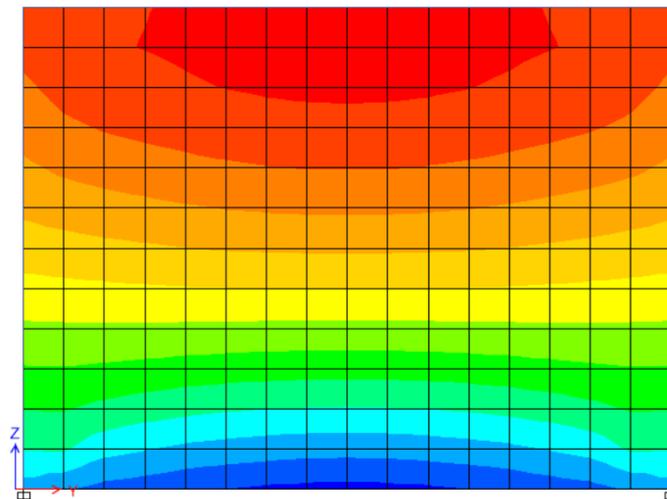


Рис.11. Изосейта напряжений в неармированной стене

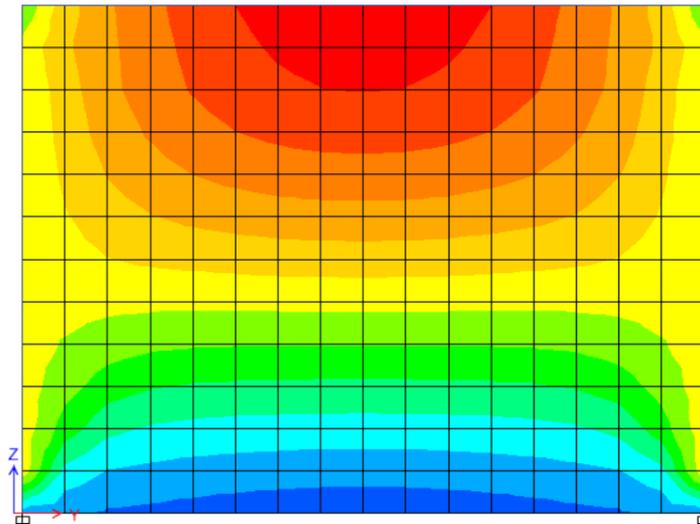


Рис.12. Изосейта напряжений в армированной стене

Выводы. В сейсмических районах стены из мелких пустотных бетонных блоков следует возводить в виде ограждающей конструкции в ранее построенный железобетонный каркас или возводить железобетонную обойму (каркас, раму) по периметру кладки после их устройства.

Армирование штукатурными базальтовыми сетками стен из мелких бетонных блоков в значительной степени повышает их сейсмостойкость. В стенах оштукатуренных с применением базальтовых сеток значения перемещений снижается на 59,4% по сравнению со стенами без применения таких сеток, а максимальная скорость колебаний снижается на 54,2%. Ускорения перемещений снижается на 28,6%. Начальная фаза максимальных перемещений в обоих случаях наблюдается в 1/5 части (в 9-10 секунде) от начала воздействия сейсмических сил (48 сек.).

Литература:

1. Хусаинов М. А. и др. БИНО ВА ИНШОУТЛАРНИ РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИШДА КОНЦЕПТУАЛ ЁНДОШУВЛАР: БИНО ВА ИНШОУТЛАРНИ РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИШДА КОНЦЕПТУАЛ ЁНДОШУВЛАР. – 2023.
2. Хусаинов М. А., Хусаинов С. М. БИНОЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШДА ЗАМОНАВИЙ ЁНДОШУВЛАР //PЕDAGOG. – 2022. – Т. 5. – №. 7. – С. 479-486.
3. Хусаинов М.А., Пошшаходжаева Д.В., К.Исмаилова, Г.Даминов, Хусаинов С.М. Дефекты и повреждения строительных конструкций и особенности их распространения. //Материалы международной научно-технической конференции “Инновации в строительстве, конструкционная и сейсмическая безопасность зданий и сооружений”. Наманганский инженерно-строительный институт. 27-28 ноября 2024 г.
4. Хусаинов М. А. ФИБРОБЕТОН МУСТАҲҚАМЛИГИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР АҲАМИЯТИНИ ДИСПЕРС ТАҲЛИЛ ЁРДАМИДА БАҲОЛАШ //Механика и технология. – 2021. – Т. 4. – №. 5. – С. 108-112.
5. Хусаинов М. А. и др. ФОЙДАНАНИЛАЁТГАН БИНОЛАРНИНГ СЕЙСМИК МУСТАҲҚАМЛИГИНИ БАҲОЛАШ УСУЛЛАРИ: ФОЙДАНАНИЛАЁТГАН БИНОЛАРНИНГ СЕЙСМИК МУСТАҲҚАМЛИГИНИ БАҲОЛАШ УСУЛЛАРИ. – 2023.
6. Хусаинов М. А. и др. ФОЙДАЛАНИШДА БЎЛГАН БИНОЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИНИ ЮКЛАНИШЛАР ТАРИХИ БЎЙИЧА БАҲОЛАШ ФОЙДАЛАНИШДА БЎЛГАН БИНОЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИНИ ЮКЛАНИШЛАР ТАРИХИ БЎЙИЧА БАҲОЛАШ: ФОЙДАЛАНИШДА БЎЛГАН



БИНОЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИНИ ЮКЛАНИШЛАР ТАРИХИ БЎЙИЧА БАҲОЛАШ. – 2023.

7. Хусаинов М. А., Мартазаев А. Ш. ФИБРОБЕТОН МУСТАҲКАМЛИГИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР: ФИБРОБЕТОН МУСТАҲКАМЛИГИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР. – 2023.
8. Mukhammadalikhon K. Strength Characteristics Of Stress-Cement Concrete (NC) During Heat Treatment In A Bubble-Type Chamber //International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) ISSN. – С. 2509-0119.
9. Rakhimov A. M. et al. OPTIMAL MODES OF CONCRETE HEAT TREATMENT //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2022. – Т. 1. – №. 3. – С. 594-597.
10. Khusainov M. A., Rahimov A. M., Turgunpulatov M. M. ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THE STRENGTH OF FIBER CONCRETE //PEDAGOG. – 2022. – Т. 5. – №. 6. – С. 133-140.
11. Alinazarov A. K., Khusainov M. A., Gaybullaev A. H. Applications of Coal Ash in the Production of Building Materials and Solving Environmental Problems //Global Scientific Review. – 2022. – Т. 8. – С. 89-95.
12. Xusainov M.A. Uy-joy fondini rekonstruksiya qilishning ijtimoiy, iqtisodiy va texnik zarurati. // Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФәрПИИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024, Т.28, №4)
13. Хусаинов М. А., Солиев И. И. Возможности использования кластерной модели развития бизнеса в Узбекистане //Молодой ученый. – 2015. – №. 17. – С. 472-475.
14. Xusainov M. A., Xusainov S. M. BIM KONSEPSIYASINING ASOSI-YAGONA MODELDIR //PEDAGOG. – 2022. – Т. 5. – №. 7. – С. 468-478.
15. Хусаинов М. А., Эшонжонов Ж. Б., Муминов К. ҲОЗИРГИ ЗАМОН МАСЖИДЛАРИНИНГ ҲАЖМИЙ-РЕЖАВИЙ ЕЧИМЛАРИ ХУСУСИДА //Вестник Науки и Творчества. – 2018. – №. 6 (30). – С. 64-69.
16. Khusainov M. A. et al. Features of the Architectural Appearance of Modern Mosques in Central Asia //International Journal on Integrated Education. – 2020. – Т. 3. – №. 12. – С. 267-273.
17. Хусаинов М. А., Сирожиддинов И. К. Инновационные факторы экономического развития и их особенности в регионе //Молодой ученый. – 2016. – №. 11. – С. 1063-1065.

