

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ
ЭКОНОМИКА МИНИСТІРЛІГІ ҚҰРЫЛЫС
ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ
ШАРУАШЫЛЫҚ ІСЕРІ КОМИТЕТІ

«ҚАЗАҚ ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ СӘУЛЕТ
ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ
ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМ
«ҚазҚСҒЗИ» АҚ



МИНИСТЕРСТВО НАЦИОНАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ» АО «КазНИИСА»

АО «КазНИИСА»
050046, г.Алматы, ул.Солодовникова, 21
E-mail: Kazniissa@netmail.kz
Тел.: 8 (727) 392-76-16, факс: 392-75-92
От 24.01.2014 № 11
На № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер АО «КазНИИСА»

Кульбаев Б.Б.

ОТЧЕТ

по результатам вибродинамических испытаний стеновых
теплоизоляционных панелей и перегородок (Пенопанель) из
пенополистиролбетона по СТ 145-1907-05-ТОО-01-2014 с заключением о
возможности их применения в сейсмических районах

Зав. лабораторией СЗПЭ,
канд. техн. наук

 Ицков И.Е.

Алматы 2017

Настоящее заключение составлено по результатам динамических испытаний опытных образцов перегородок и теплоизолирующих наружных стен, смонтированных из панелей, изготовленных ТОО «Эдельвейс Риэлти» с применением пенополистиролбетона.

В настоящем заключении изложены результаты испытаний перегородок и теплоизолирующих стен на нагрузки типа сейсмических. Эксплуатационные качества опытных образцов, их долговечность, пожарная безопасность и прочие характеристики в заключении не рассматриваются.

Испытания были выполнены специалистами КазНИИСА по договору с ТОО «Эдельвейс Риэлти».

Динамические испытания перегородок и теплоизолирующих наружных стен проводились на специальном стенде, представляющем собой двухэтажный стальной каркас.

Общий вид стенда с экспериментальными объектами показан на рис. 1.



Рис. 1

Принципиальные конструктивные решения перегородок и теплоизолирующих стен

Панели перегородок и теплоизолирующих стен, изготовленные ТОО «Эдельвейс Риэлти» для испытаний, представляли собой плоские армированные элементы высотой на этаж и шириной 600 мм. Толщина панелей составляла 80, 120, 160 и 200 мм.

Панели толщиной 80 мм выполнялись из пенополистиролбетона и являлись однослойными. Панели толщиной 120, 160 и 200 мм являлись трехслойными. Наружные слои этих панелей выполнялись из пенополистиролбетона, а внутренний слой – из пенопласта.

Испытаниям подвергались:

- фрагменты перегородок, смонтированные из панелей толщиной 80 и 120 мм;
- фрагменты теплоизолирующих стен, смонтированные из панелей толщиной 160 и 200 мм.

Перегородки располагались в уровнях первого и второго этажей стенда на его междуэтажных железобетонных перекрытиях.

Стены располагались на ригелях стенда в уровнях его первого и второго этажей и (одна стена) на железобетонном перекрытии в уровне второго этажа стенда.

Принципиальная схема расположения теплоизолирующих стен и перегородок на первом и втором этажах стенда показана на рис. 2.

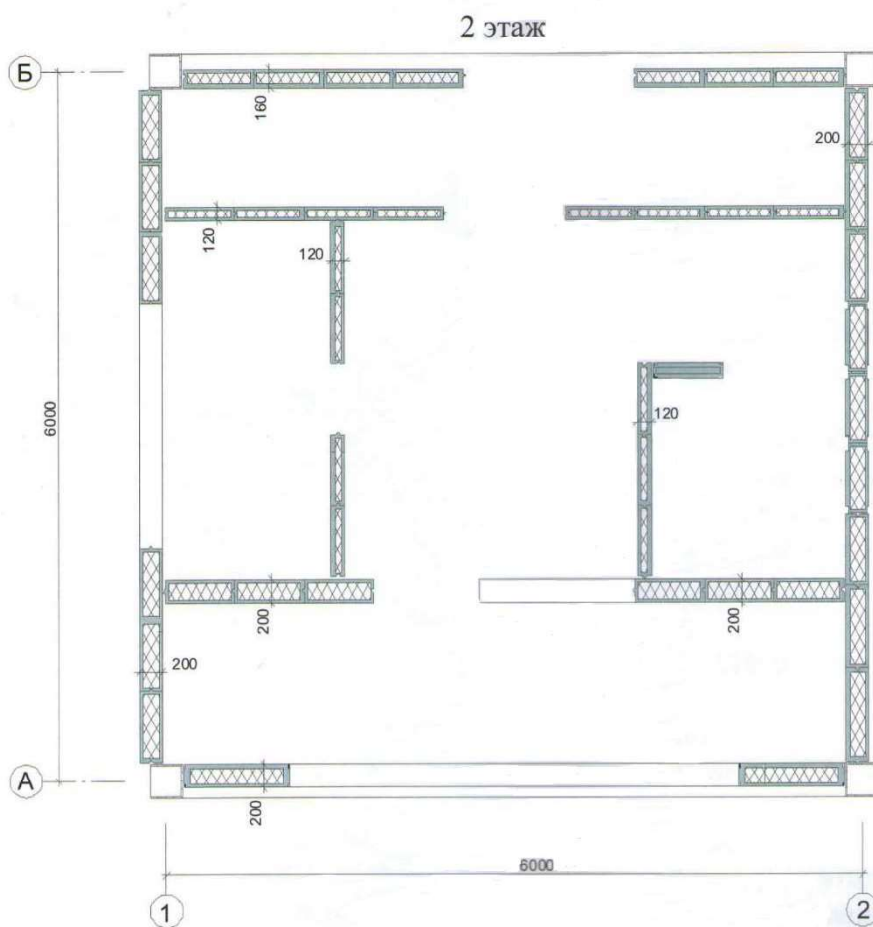
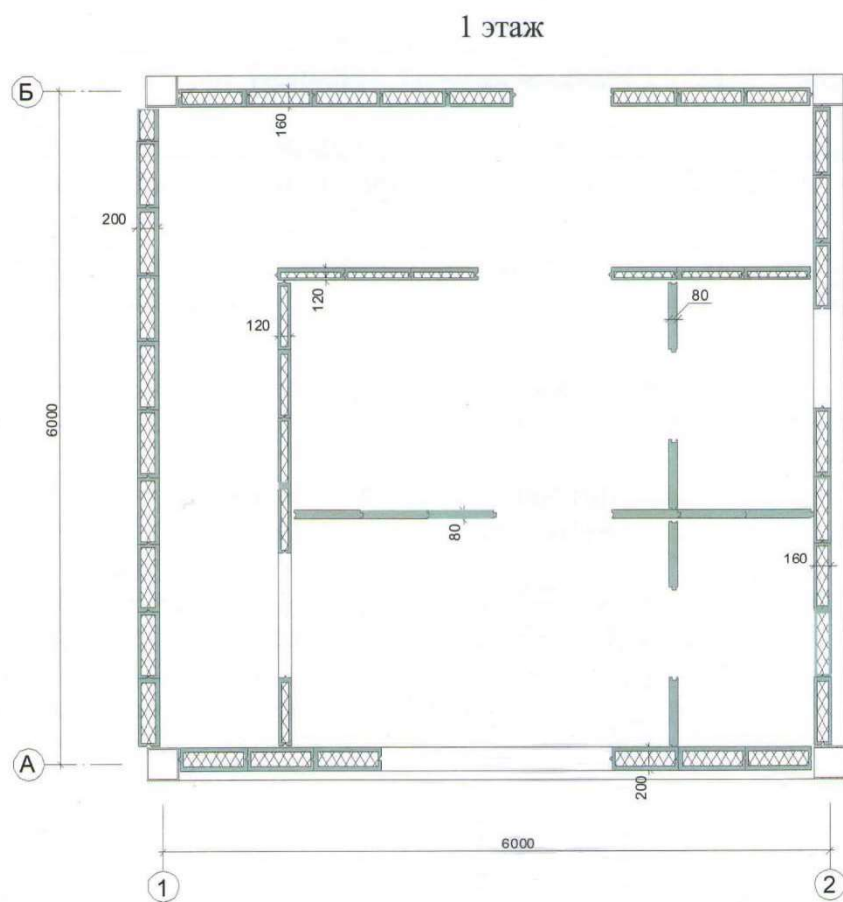


Рис. 2

Устойчивость панелей стен и перегородок из плоскости обеспечивалась внешними стальными уголками, примыкающими к обеим плоскостям каждой панели понизу и поверху (35х2).

Перемещения перегородок в своей плоскости ограничивались стальными уголками, расположенными поверху и понизу свободных вертикальных граней перегородок.

ПРИМЕЧАНИЕ. Под свободными вертикальными гранями перегородок понимаются торцевые вертикальные грани перегородок, к которым не примыкают перегородки ортогонального направления.

Все стальные уголки (35х2), ограничивающие перемещения перегородок и стен в плоскости и из плоскости, крепились к междуэтажным перекрытиям на анкерных клиньях. Оконные и дверные проемы в стенах толщиной 200 мм и в двух перегородках второго этажа толщиной 120 мм были обрамлены стальными уголками (35х4), расположенными в теле панелей.

Вертикальные стыковые соединения между панелями перегородок были предусмотрены по типу «паз-гребень». Совместность работы панелей по вертикальным и горизонтальным швам обеспечивались заполнением стыковых соединений клеями «Soma Fix» S915 и «Cericit» CT84.

Вертикальные и горизонтальные зазоры шириной 20-30 мм, предусмотренные в местах взаимного примыкания ортогональных прямолинейных участков стен и перегородок друг к другу и к несущим конструкциям стенда, заполнялись монтажной пеной.

Методика динамических испытаний экспериментальных объектов

Колебания фрагмента жилого дома возбуждались вибрационной машиной типа В-2, закрепленной на покрытии стенда (рис. 3).

При исследованиях особенностей поведения перегородок и навесных



Рис. 3

В процессе проведения испытаний осуществлялись:

- инструментальная регистрация колебаний стенда и опытных объектов при динамических воздействиях (рис. 4);
- оперативная обработка результатов измерений;
- визуальный осмотр опытных объектов после каждого этапа испытаний
- видео и фотофиксация поведения конструкций и возникших повреждений.

панелей при нагрузках типа сейсмических было проведено 5 этапов динамических испытаний.

В процессе испытаний уровни динамических воздействий на исследуемые объекты увеличивались постепенно - от этапа 1 к этапу 5.

Методика динамических испытаний опытных образцов перегородок и навесных панелей предусматривала прохождение через резонансы:

- стенда по первой форме;
- стенда по крутильной в плане форме;
- стенда по второй форме (по возможности).



Рис. 4

Нагрузки, действовавшие на стенд и опытные объекты при динамических испытаниях

Предварительная обработка результатов инструментальной регистрации свидетельствует о следующем.

Периоды свободных колебаний стенда с закрепленными на нем опытными объектами были в обоих горизонтальных ортогональных направлениях примерно одинаковыми и составляли 0,29 с.

Периоды вынужденных колебаний стенда при динамических воздействиях находились в пределах от 1,0 до 0,17 с.

При проведении испытаний все опытные объекты подверглись динамическим воздействиям высокого уровня.

На четвертом этапе испытаний максимальные зарегистрированные значения ускорений стенда и пенополистиролбетонных панелей достигали следующих величин.

Максимальные ускорения стенда - при поступательных колебаниях по первой форме в направлении вибрационного воздействия ($T_1=0,55$ сек):

- в уровне покрытия - 7,0 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 4,9 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,39 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - при крутильных колебаниях по первой форме в направлении вибрационного воздействия ($T_1=0,29$ сек):

- в уровне покрытия - 8,6 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 4,7 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,34 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - при колебаниях с максимальной достигнутой частотой в направлении вибрационного воздействия ($T=0,17$ сек):

- в уровне покрытия - 6,5 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 18,2 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 1,4 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - в направлении ортогональном вибрационному воздействию при колебаниях по первой крутильной форме:

- в уровне покрытия - 7,1 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 4,2 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 1,3 м/с².

Максимальные ускорения, зарегистрированные в пенополистиролбетонных панелях, расположенных в уровне второго этажа стенда:

- в плоскостях панелей, расположенных в направлении вибрационного воздействия - от 15 до 35 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 200 мм - до 27 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 120 мм - до 48 м/с².

Максимальные ускорения, зарегистрированные в пенополистиролбетонных панелях, расположенных в уровне первого этажа стенда:

- в плоскостях панелей, расположенных в направлении вибрационного воздействия - от 7 до 26 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 80 мм - до 23,7 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 120 мм - до 29,7 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 160 мм - до 21,3 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 200 мм - до 16 м/с².

Горизонтальные перекосы этажей стенда на четвертом этапе испытаний достигли 15-23 мм (до 1/143 высоты этажа).

На пятом (заключительном) этапе испытаний максимальные зарегистрированные значения ускорений стенда и пенополистиролбетонных панелей достигали следующих величин.

Максимальные ускорения стенда - при поступательных колебаниях по первой форме в направлении вибрационного воздействия ($T_1=0$, 55 сек):

- в уровне покрытия - 11,4 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 8,1 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,61 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - при крутильных колебаниях по первой форме в направлении вибрационного воздействия ($T_1=0$, 29 сек):

- в уровне покрытия - 10,7 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 5,5 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,34 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - при колебаниях с максимальной достигнутой частотой в направлении вибрационного воздействия ($T=0$, 19 сек):

- в уровне покрытия - 8,4 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 11,7 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,83 м/с²;

Максимальные ускорения стенда - в направлении ортогональном вибрационному воздействию при колебаниях по первой крутильной форме:

- в уровне покрытия - 6,9 м/с²;
- в уровне перекрытия над первым этажом - 3,9 м/с²;
- в уровне пола первого этажа - 0,35 м/с².

Максимальные ускорения, зарегистрированные в пенополистиролбетонных панелях, расположенных в уровне второго этажа стенда:

- в плоскостях панелей, расположенных в направлении вибрационного воздействия - от 15 до 40 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 200 мм - до 25 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 120 мм - до 37 м/с².

Максимальные ускорения, зарегистрированные в пенополистиролбетонных панелях, расположенных в уровне первого этажа стенда:

- в плоскостях панелей, расположенных в направлении вибрационного воздействия - до 12 м/с²;

- из плоскостей панелей толщиной 80 мм - до 16 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 120 мм - до 11 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 160 мм - до 12 м/с²;
- из плоскостей панелей толщиной 200 мм - до 10 м/с².

Горизонтальные перекосы этажей стенда на пятом этапе испытаний достигали 30-42 мм (до 1/78 высоты этажа). Из приведенных данных следует, что инерционные нагрузки, действовавшие на пенополистиролбетонные панели в их плоскости и из плоскости на четвертом и пятом этапах испытаний, значительно превышали расчетные сейсмические нагрузки интенсивностью 9 баллов (на некоторые объекты в 3-5 раз).

Горизонтальные перекосы этажей стенда на пятом этапе испытаний превысили допускаемые нормами расчетные перекосы этажей примерно в 2-2,5 раза.

Состояние опытных объектов после испытаний

После первого и второго этапов испытаний какие-либо повреждения в пенополистирольных панелях и швах между ними отмечены не были.

После третьего и четвертого этапов испытаний в некоторых стенах и перегородках наблюдались:

- трещины с незначительным раскрытием в вертикальных швах между смежными панелями;
- вертикальные трещины с незначительным раскрытием в местах примыкания друг к другу перегородок ортогональных направлений;
- трещины с незначительным раскрытием в вертикальных и горизонтальных швах между перемычками и примыкающими к ним панелями;
- волосяные трещины в двух панелях перегородок.

После пятого этапа испытаний ширина раскрытия трещин в швах между панелями стен и перегородок, а также между перегородками, примыкающими друг к другу в ортогональных направлениях, несколько увеличилась. Кроме того:

- в пенополистиролбетонных слоях нескольких панелей перегородок отмечено образование трещин с раскрытием до 0,10-0,15 мм;
- одна панель перегородки толщиной 120 мм, расположенная в уровне второго этажа стенда, обрушилась (предположительно из-за дефекта ее закрепления к верхнему перекрытию).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты испытаний показали, что после динамических воздействий, идентифицируемых как воздействия умеренной интенсивности (6-7 баллов), какие-либо повреждения в несущих стеновых конструкциях (теплоизолирующих стенах и перегородках) визуально не наблюдались.

2. После третьего и четвертого этапов испытаний, в ходе которых были созданы динамические воздействия, идентифицируемые как воздействия значительной интенсивности (примерно 8 баллов), повреждения, возникшие в несущих стеновых конструкциях, можно классифицировать как умеренные. После этих этапов испытаний перегородки сохранили свою способность сопротивляться динамическим нагрузкам.

3. На заключительном этапе испытаний стенд и расположенные на нем опытные объекты подверглись динамическим нагрузкам, интенсивность которых была не менее интенсивности сейсмических нагрузок при реальных 9-ти балльных землетрясениях.

4. На четвертом и пятом этапах испытаний, при колебаниях стенда с высокими частотами, некоторые из несущих стеновых конструкций подверглись в своей плоскости и из плоскости динамическим нагрузкам, интенсивность которых до 2-4 раз превышала интенсивность расчетных сейсмических нагрузок, соответствующих сейсмичности 9 баллов.

5. На заключительном этапе испытаний максимальные величины горизонтальных перекосов этажей стенда достигали $1/90$. $_$ $1/79$ их высоты и превышали расчетные перекосы, регламентированные СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах»:

- при податливых соединениях несущих стеновых конструкций с конструкциями стенда - до 2,5 раз;
- при жестких соединениях несущих стеновых конструкций с конструкциями стенда - до 5 раз.

6. Общее состояние стен и перегородок после интенсивных и многоцикловых динамических воздействий можно оценить как соответствующее концепциям, положенным в основу положений действующих норм по проектированию несущих стеновых конструкций в сейсмических районах.

7. Визуальный осмотр панелей несущих стеновых конструкций, отнесенных к группам 1 и 2, не выявил значимой разницы в их состояниях после завершения испытаний.

8. Панели несущих стеновых конструкций, изготавливаемые ТОО «Эдельвейс Риэлти» с применением пенополистиролбетона, при соблюдении рекомендаций, приведенных в Приложении 1, могут применяться при строительстве гражданских и промышленных объектов, возводимых на площадках сейсмичностью до 9-10 баллов включительно и имеющих при расчетных сейсмических нагрузках горизонтальные перекосы этажей до $1/200$ их высоты.