

ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ НА ПРИМЕРЕ ТРЕХЭТАЖНОГО ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА В ГОРОДЕ ФЕОДОСИИ

Авторская монография



Чебоксары 2016

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

**Динамические методы
измерения жилых зданий
в сейсмоопасных районах на примере
трехэтажного торгового комплекса
в городе Феодосии**

Монография

Чебоксары 2016

УДК 692
ББК 38.711
Г14

Рецензенты:

Андронов Сергей Юрьевич,

директор Поволжского учебно-исследовательского центра «Волгодортранс»

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»

Дадян Эдуард Григорьевич,

канд. техн. наук, доцент ФГОБУ ВО «Финансовый университет

при Правительстве РФ»

Гайнутдинов, А. М.

Г14 **Динамические методы измерения жилых зданий в сейсмо-
опасных районах на примере трехэтажного торгового комплекса
в городе Феодосии** : монография [Текст] / А. М. Гайнутдинов. –
Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – 72 с.

ISBN 978-5-9908673-2-1

Планы по разработке машин и оборудования, позволяющих определить различный уровень капитальности конструктивных элементов зданий и строений, расположенных в сейсмоопасных районах, являются актуальными в связи с необходимостью их регулярного обследования на сейсмическую устойчивость. Монография содержит результаты проведенного натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях, при котором синтезировались сейсмические воздействия. Помимо этого, в исследовании предложена инновационная технология укрепления конструктивных элементов. В работе показано, что усиление кирпичной кладки и выполнение предлагаемых конструктивных решений позволяют повысить несущую способность стены в среднем на 16,7%.

ISBN 978-5-9908673-2-1
DOI 10.21661/a-327

© А.М. Гайнутдинов, 2016
© Центр научного сотрудничества
«Интерактив плюс», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Архитектурно-строительный раздел	8
1.1. Техническое обследование здания с применением инженерно-сейсмометрических методов обследования	8
1.2. Объемно-планировочное решение здания	10
1.3. Определение нагрузки, действующей на основание.....	12
1.4. Конструктивные решения по усилению конструкций здания.15	
1.5. Оценка и проектирование дополнительных конструктивных антисейсмичных мероприятий	19
2. Программно-аппаратный метод измерения динамических характеристик конструкции на примере трехэтажного торгового комплекса города Феодосии	21
2.1. Измерительное оборудование для определения величин ускорений, перемещений, вызванных вибрацией.	21
2.2. Программное обеспечение преобразователя и регистратора динамических измерений	24
2.3. Измерение динамических характеристик при помощи пакета прикладных программ АП ЖБК «Лира»	25
2.3.1. Расчет перекрытий. Кодировочные схемы	25
2.3.2. Сбор нагрузок и распределение моментов при загружении в программу	29
2.3.3. Расчет стен первого этажа. Кодировочные схемы	35
2.3.4. Сбор нагрузок. Расчет по блокам	36
2.4. Предложения по укреплению и реконструкции здания....	38
3. Опытно-экспериментальный раздел	40
3.1. Проведение натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях	40
3.2. Применение вибрационной машины инерционного воздействия и сейсмоплатформы для создания статической горизонтальной нагрузки	44
3.3. Синтезирование сейсмических воздействий в лабораторных условиях.....	45
3.4. Исследование конструкций из ячеистого бетона в условиях лабораторных испытаний.....	47
4. Организационно-технологический раздел	49
4.1. Определение объемов строительно-монтажных работ.....	49

4.2. Расчет трудоемкости работ	50
4.3. Выбор типа эксплуатируемых при осуществлении работ машин и приспособлений.....	50
4.4. Календарный план-график проведения работ	51
4.5. Производство работ	54
4.5.1. Работы по демонтажу поврежденных перегородок и несущих конструкций	54
4.5.2. Кладка перегородок из кирпича.....	54
4.5.3. Усиление конструктивных элементов перегородок путем нанесения на кирпичные стены сухой смеси <i>BASF Emaco</i>	55
4.5.4. Мероприятия по усилению несущих конструкций при помощи холстов из углеволокна марки <i>M-Brace FIB CF</i>	57
5. БЖД и охрана окружающей среды	60
5.1. Общие сведения	60
5.2. Характеристика и анализ производственных условий.....	62
5.3. Мероприятия, исключающие травматизм и профзаболевания..	62
5.4. Мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике	63
5.5. Мероприятия по защите окружающей среды на стадии проектирования	64
5.6. Мероприятия по защите окружающей среды на стадии производства работ	64
Заключение	66
Список источников	68
Приложение	69

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Применение различного оборудования для диагностики научно-технических разработок, особенно в сфере строительства, эксплуатации и реконструкции зданий, обусловлено новыми задачами стратегического развития экономики и отдельных ее отраслей в нашей стране. Так, 4 июля 2012 года в Петропавловске-Камчатском состоялось совещание Правительства РФ, на котором, в присутствии его Председателя, Дмитрия Медведева, была поставлена на повестку дня актуальность проблематики повышения устойчивости жилых и общественных зданий [4]. Результатом совещания стали дополнения и поправки к Федеральной целевой программе, предусматривающей создание условий и эффективных механизмов мониторинга проектирования, строительства и реконструкции зданий, расположенных в сейсмически опасных районах России [5]. В частности, были поставлены задачи по разработке машин и оборудования, которые бы позволили определить различный уровень капитальности конструктивных элементов зданий и строений, расположенных в сейсмоопасных районах. Все они должны подвергаться регулярному обследованию на сейсмическую устойчивость.

В связи с этим при проектировании реконструкции зданий и сооружений представляется закономерным изучение способов и методов применения дополнительных конструктивных антисейсмичных мероприятий. После вхождения в состав Российской Федерации полуострова Крым территориально увеличилось количество сейсмоопасных регионов, застроенных зданиями и сооружениями, относящимися к сложившейся застройке. Такое обновление фонда жилых и нежилых строений, расположенных на территории сейсмоопасных регионов, требуют от строителей и проектировщиков применения адекватной модели оценки состояния фундаментов и несущих конструкций зданий, а также возможности их оперативного усиления при реконструкции. Решение всех вышеперечисленных задач должно достигаться путем внедрения нового инновационного оборудования и аппаратного комплекса машин и программ, способных за короткий отрезок времени определить сейсмическую устойчивость строительных конструкций, а также предложить инновационные технологии по их реконструкции и укреплению.

Проблематика исследования. На сегодняшний момент времени, таким образом, возникает проблематика обозначения новых нормативных требований к строительству зданий в сейсмоопасных районах, особенно для полуострова Крым. Переход на новые СНиП, а также изучение карты новой местности, ставят перед инженерами новые задачи по освоению масштабных объемов строительного фонда, расположенного в районах с повышенной сейсмоопасностью. Так, при разработке конструктивных решений элементов зданий, отвечающих за сейсмическую устойчивость, в результате обследования могут быть обнаружены существенные недостатки строений, которые необходимо оперативно устранить. Для этого важно изучить не только отечественный, но и зарубежный опыт применения инновационных инженерных решений и оборудования по усилению

фундаментов и несущих конструкций зданий, расположенных в сейсмически нестабильных регионах.

В этой связи интерес представляют инновации в сфере сейсмоусиления несущих конструкций и фундамента жилых домов, основных объектов строительства и реконструкции, систем жизнеобеспечения. Важно учитывать, что подобные работы могут проводиться как в обычных условиях, так и в условиях экстремальных, когда при экстренном реагировании от инженеров потребуется задействовать минимальные ресурсы для устранения последствий чрезвычайных ситуаций. При этом необходимо учитывать простоту и доступность инновационных технологий. Исходя из вышесказанного, автором научно-технического исследования будут предложены мероприятия по разработке проектных решений по реконструкции здания, расположенного в сейсмически опасном районе, путем применения новых образцов машин и оборудования, а также последних вариантов компьютерной разработки диагностики и измерения сейсмической устойчивости.

Объектом исследования является анализ диагностики и проектного решения способов реконструкции элементов здания, расположенного в сейсмически опасном регионе, разработка технических и технологических научно-технических вариантов по дальнейшей эффективной эксплуатации объекта.

Предметом исследования выступают диагностические методы программно-аппаратного измерения сейсмической устойчивости несущих конструкций здания и предложения по их дальнейшему конструктивному проектированию и реконструкции участков фундамента и элементов несущих конструкций трехэтажного здания торгового комплекса в городе Феодосия.

Целью исследования является выявление при помощи диагностики динамических показателей характерных недостатков оптимальных значений сейсмоустойчивости здания торгового комплекса, и его реконструкция путем сейсмоусиления.

В соответствии с указанным объектом, предметом исследования, и для достижения намеченной цели исследования, автором были сформулированы следующие задачи:

1) произвести техническое обследование здания с использованием инженерно-сейсмометрических методов обследования, применить оборудование, способное генерировать отчет динамических показателей;

2) проанализировать возможность применения инновационных программно-аппаратных методов измерения динамических характеристик конструкции и использования решений по усилению конструкций здания, с учетом сейсмоопасности региона;

3) в опытно-экспериментальном разделе описать проведение натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях с целью синтезировать сейсмическое воздействие и предложить инновационную технологию укрепления конструктивных элементов;

4) с целью разработки предложений по экономической эффективности применения программно-аппаратного оборудования для диагностики

сейсмоустойчивости, осуществить разработку последовательности работ и их трудоемкость;

5) предусмотреть и разработать способы обеспечения безопасности жизнедеятельности при осуществлении работ по применению аппаратной диагностики и конструктивному усилению здания торгового комплекса.

Методологической базой исследования выступили методы научного познания: сравнительный анализ, контентный анализ, структурно-функциональный анализ, метод математического моделирования, системный метод, метод экономико-статистического анализа.

Теоретической базой исследования являются научные труды и практические разработки в сфере программно-аппаратного моделирования сейсмоустойчивости, проектирования и реконструкции зданий таких авторов, как: Н.С. Алябьева, Л.В. Кузнецова, Н.С. Кобелев, В.Н. Мелькумов, О.А. Сотникова, Ю.А. Черноухова, Д.М. Чудинов, К.Н. Щербаков и других. Научные труды перечисленных авторов помогли проанализировать возможность применения инновационных программно-аппаратных методов измерения динамических характеристик конструкции, а также возможность и способы осуществления конструктивного усиления при реконструкции здания торгового комплекса в городе Феодосия.

Структура исследования. Научно-техническое исследование состоит из введения, четырех разделов и заключения. Во введении автором определены актуальные проблемные вопросы современной диагностики динамических характеристик зданий и сооружений при помощи новейших программно-аппаратных средств, используемых для реконструкции зданий; намечены объект, предмет, цели и задачи исследования. Первый раздел раскрывает основные особенности технического обследования с применением инженерно-сейсмометрических методов обследования характеристик здания, нуждающегося в реконструкции. Во втором разделе проводится исследование инновационных программно-аппаратных методов измерения динамических характеристик конструкции и использования решений по усилению конструкций здания, с учетом сейсмоопасности региона конструктивного проектирования и реконструкции элементов здания торгового комплекса в городе Феодосия. В третьем разделе описаны данные по проведению натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях, а также синтезировано сейсмическое воздействие и предложены варианты инновационных технологий укрепления конструктивных элементов. Четвертый раздел предусматривает способы обеспечения безопасности жизнедеятельности при проведении работ и основные технико-экономические показатели, которые предполагается получить после реконструкции.

1. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1.1. Техническое обследование здания с применением инженерно-сейсмометрических методов обследования

Надземные сооружения относятся к типу зданий, которые характеризуются специфическими особенностями и качественными характеристиками, определяющими условия их эксплуатации. Результатом длительного использования потенциала надземных сооружений может быть износ, порча, разного рода повреждения, ведущие к изнашиванию инженерного оборудования и конструктивных элементов. Для того чтобы избежать опасных глобальных разрушений, необходимо регулярно применять эффективные методы обследования состояния зданий. Технологическая эксплуатация любого сооружения рано или поздно приводит к неизбежной реконструкции, вопрос только в том, чтобы эта реконструкция была проведена вовремя.

Особенно важно использовать эффективную модель обследования зданий жилого и общественного сектора, с целью составления проектных решений по своевременной их реконструкции. Наиболее востребованным фактором при эксплуатации и реконструкции современного жилого и общественного фонда является повышение устойчивости основных объектов застройки и систем жизнеобеспечения. Наиболее востребованной для применения подобных методов реконструкции является реконструкция зданий и сооружений в сейсмически опасных районах. Последние разработки в сфере строительной инженерии позволяют обеспечить работы по оценке (анализу) подобного жилого и общественного фонда, выявляющему дефицит сейсмостойкости зданий. Проблематикой в данной сфере является создание эффективных и недорогих способов определения дефицита сейсмостойкости уже существующей застройки.

Так, по словам В.И. Смирнова, «предварительное обследование производиться с целью быстрого сбора первичной информации об объекте, качественной оценки его состояния и оформление сведений о конкретном объекте» [2]. Далее ученый пишет о том, что для рассматриваемых сооружений актуальны методы определения сейсмического воздействия, при которых используют прежние данные о частоте землетрясений на площадках, где идет застройка или уже возведены здания. Еще одним методом для оценки сейсмического воздействия на эксплуатируемое здание является оценка и генерация расчетных сейсмических воздействий, основанных на теоретическом и полуэмпирическом расчете модели разлома. И третьим методом является использование стандартных спектров путем применения синтеза расчетных акселерограмм. Эта методика используется только в случае, когда известна амплитуда расчетного землетрясения и расстояние до его источника.

Такие методы определения сейсмического воздействия на здания и его конструктивные элементы могут применяться вместе или по отдельности.

Для факторов, которые определяют уровень сейсмостойкости зданий, предусмотрены такие показатели, как: S_1 – способность здания к значи-

1. Архитектурно-строительный раздел

тельным неупругим деформациям; S_2 – соответствие конструктивных и объемно-планировочных решений тем допускам и регламентам, которые определены правилами СНиП и другими нормативными документами; S_3 – оценка текущего состояния здания; S_4 – соответствие модели оценки критериям расчетного анализа. Показатели: S_1 , S_2 , и S_3 – определяются на основании значений, приведенных в паспорте, который заполняется данными о сейсмостойкости сооружения [6]. При этом показатель S_4 равен анализу максимальной несущей способности здания к сейсмичности площадки.

Каждый из перечисленных факторов может влиять на общий показатель сейсмостойкости сооружения и его конструктивных элементов. Н.Ю. Воронцова предлагает представить его в виде математической формулы, предусматривающей слияние параметров в произведение (формула 1):

$$S = \sum_{i=1}^4 \cdot a_i \cdot S_i \quad (1)$$

где a_i – показатель удельного веса фактора, определяющего его влияние на общую сейсмостойкость;

S_i – степень соответствия данного фактора на реальном этапе по сравнению с тем этапом, когда он полностью соответствует требованиям действующего регламента или нормативного документа или имеет максимальную оценку сейсмостойкости, равную единице.

Критерии S_1 (живучести здания) определяются по 8 значениям, принимаемым в результате научных наблюдений о порядке дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений. В таблице приведены значения, принятые договором № 116 от 26.08.2009 года Российской ассоциацией по сейсмостойкому строительству. Данные показатели соответствуют целям Технических регламентов и подлежат обязательному соблюдению в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» (таблица 1).

Таблица 1

Критерий S_1 – живучесть [1]

Класс уязвимости	A1	A2	В	С	D	E	F1	F2
S1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,5	2

Далее, для показателя S_3 разработаны следующие допуски в соответствии с указанным источником (табл. 2).

Таблица 2

Критерий S_3 – текущее техническое состояние

№ п/п	Категория технического состояния	S_3
1	Нормальное состояние	1
2	Удовлетворительное состояние	0,95
3	Не совсем удовлетворительное состояние	0,85
4	Неудовлетворительное состояние	0,75
5	Аварийное состояние	0,65

С учетом существующей модели оценки проектирование и реконструкция должны осуществляться поэтапно, с применением следующей последовательности:

- 1) визуальное обследование здания;
- 2) детальное обследование здания;
- 3) составление расчетной документации по параметрам исследований;
- 4) выяснение территориальной расположности объекта;
- 5) объемно-планировочное решение;
- 6) наличие ядер жесткости;
- 7) количество балконов, лоджий, эркеров;
- 8) проектирование усиления;
- 9) уровень качества производимых работ.

Все производимые технические реконструкции здания и его элементов должны производиться в соответствии с принятым в 2010 году Сводом правил [6].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что указанными регламентами были внесены новые поправки и дополнения в теорию и практику эксплуатации и реконструкции зданий и сооружений, расположенных в сейсмически опасных районах.

1.2. Объемно-планировочное решение здания

Здание торгового центра «Аквамарин» расположено по адресу: город Феодосия, ул. Пр-т Старшинова 12 к. Оно представляет собой 3-х этажное строение с технической надстройкой, используемой для установки лифтового оборудования и вентиляционных камер, возведенное на участке прямоугольной формы размером 82×70 м. Основой объемно-планировочного решения ТЦ является каркасная схема с постоянным шагом колонн. Здание имеет размеры в осях $42 \times 23,55$ м.

Принципиальная схема расположения здания приводится на рисунке (рис. 1.). Здание обследуемого объекта представлено в приложении [Приложение «А»].

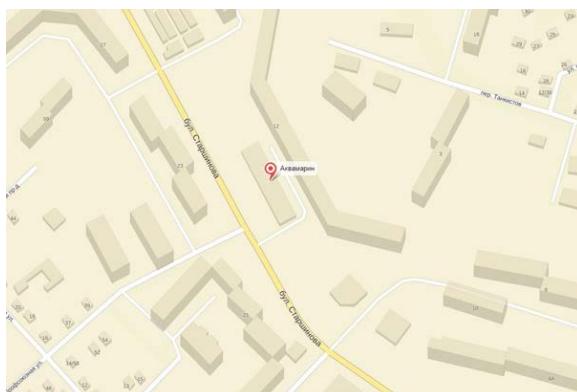


Рис. 1. Торговый комплекс «Аквамарин». Схема расположения

Для персонала и посетителей вход организован через центральный и боковые входы с освещенными лестницами. Для разгрузки оборудования и товаров предусмотрен дебаркадер с северной стороны здания. Помещения персонала и техпомещения разделены.

Для доступности здания маломобильным группам населения центральный вход в здание оборудован наружным пандусом по СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». Проектирование ТЦ осуществлялось с учётом существующей застройки.

Основными несущими конструкциями является система монолитного рамного каркаса, в котором пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается жестким соединением монолитных перекрытий с колоннами и стенами в уровне каждого этажа.

Основные конструктивные решения описаны ниже:

1. Фундаменты – сплошная монолитная железобетонная плита из бетона класса B25.

2. Колонны – монолитные железобетонные сечением 400×400 мм из бетона класса B25.

3. Стены:

– внутренние – монолитные железобетонные толщиной 200 мм из бетона класса B25;

– наружные – из панелей типа «сэндвич», обшитые изнутри гипсокартонными листами.

4. Перекрытие и покрытие – монолитные железобетонные плиты.

5. Кровля – из двух слоев битумно-полимерного кровельного материала «Изопласт» марок «К» и «П» по стяжке из цементно-песчаного раствора М150 по уклону из керамзитового гравия $\gamma = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$, утеплитель «URSA» XPS N-III-L $\gamma = 35 \text{ кг}/\text{м}^3$. $\delta = 100\text{мм}$ по монолитному железобетонному перекрытию.

6. Перегородки – из гипсокартонных листов с зашивкой в два слоя с двух сторон на металлическом каркасе шириной 75 мм с укладкой в тело перегородки минеральной ваты.

7. Лестницы – монолитные железобетонные из бетона B25.

8. Окна – индивидуального изготовления из поливинилхлоридных профилей по ГОСТ 30674-99.

9. Двери – индивидуального изготовления из поливинилхлоридных профилей по ГОСТ 30970-200.2

10. Полы в административных помещениях, санузлах и торговых залах – керамическая плитка, в комнатах персонала – ковролин.

Основанием фундаментов являются суглинки I типа по просадочности. По техническим условиям здание обеспечивается отоплением и вентиляцией, холодной и горячей водой, канализацией, системой охранной сигнализации, видеонаблюдения и электроэнергии.

Участок, отведенный под строительство ТЦ «Аквамарин», размещается в освоенном микрорайоне г. Феодосия на застроенной территории. Размеры элементов генерального плана приняты с учетом размещения инженерных сетей, автодорог, тротуаров, элементов озеленения, а также в соответствии с

санитарными и противопожарными нормами и правилами. Участок ТЦ благоустроен и соответствует архитектурным требованиям застройки района.

Размещение здания в системе застройки района определено предварительно разработанным перспективным планом развития в комплексе с предприятиями культурно-бытового назначения. Сеть районного обслуживания сформирована с учетом размещения зданий на центральных улицах, связанных транспортными линиями, вблизи остановок общественного транспорта.

Генеральный план участка отдельно стоящего здания ТЦ зонирован. Можно выделить пешеходную зону, место для курения персонала и автостоянку. Пешеходная зона расположена перед главным фасадом. С бокового фасада располагается место для курения персонала. Участки свободные от застройки, автодорог и инженерных сетей максимально озеленяются: высаживаются деревья и кустарники, разбиваются газоны и цветники. Вблизи пешеходной зоны территории ТЦ предусмотрены стоянки для легковых машин, обслуживающие покупателей и персонал. Так же имеется площадка для контейнера с мусором.

Главным критерием качества организации территории ТЦ является разделение пешеходных и транспортных потоков. Организация территории предусмотрена с учетом количества людей, проживающих в жилом доме, и зависит от движения пешеходов и транспортных потоков машин.

При этом обеспечен проезд пожарных машин вдоль всех фасадов на расстоянии 5 м. Также между рядом стоящими зданиями обеспечен противопожарный разрыв 20 м. Вертикальная планировка территории выполнена с учетом существующего рельефа местности, а также отвода поверхностных дождевых и талых вод от здания к лоткам автодорог.

Отвод дождевых и талых вод от зданий и сооружений предусматривается по спланированной поверхности в пониженные точки рельефа. Принятые проектные уклоны спланированной поверхности предохраняют территорию от размыва ливневыми водами.

1.3. Определение нагрузки, действующей на основание

Рассчитываемая колонна торгового зала торгового-коммерческого центра выполняется из бетона класса B25, и армируется арматурным пространственным каркасом с продольной арматурой класса А-III, и хомутами класса А-I. Колонна первого этажа имеет высоту $l = 4$ м, имеет размеры поперечного сечения $0,4 \times 0,4$ м.

Суммарная нагрузка на колонну складывается из нагрузок на покрытие и перекрытия, а также от собственного веса колонны и вышестоящих колонн. Нагрузка на перекрытия и покрытие собирается на 1 м^2 площади (табл. 3).

Таблица 3

Нагрузки, действующие на конструкции

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
1	2	3	4
От покрытия (3-й этаж)			
Постоянная:			
– от 2-хслойного водозоляционного ковра ИЗОПЛАСТ К и ИЗОПЛАСТ П	70	1,2	84
– от цементно-песчаной стяжки, t=40 мм, $\rho=2000$ кг/м ³	800	1,3	1040
– от утеплителя – «URSA» XPS N-III-L, t=100 мм, $\rho=35$ кг/м ³	35	1,2	42
– от цементно-песчаной стяжки, t=40 мм, $\rho=2000$ кг/м ³	800	1,3	84
– от керамзитового гравия, t=200 мм, $\rho=600$ кг/м ³	1200	1,3	1560
– от монолитной железобетонной плиты покрытия, t=200 мм, $\rho=2500$ кг/м ³	5000	1,2	6000
Итого:	q _n = 7905	-	q = 8810
Временная (снег):	p _n = 1000	1,43	1430
– в том числе кратковременная	560	1,43	800
– длительная (30%)	280	1,43	400
Итого:	1840	-	2630
Всего от покрытия:	q _{n+p} =9745	-	q+p=11440
От перекрытия 2-го этажа			
Постоянная:			
– от покрытия пола – плитка керамическая, t=30 мм, $\rho=2900$ кг/м ³	870	1,1	957

**Динамические методы измерения жилых зданий в сейсмоопасных районах
на примере трехэтажного торгового комплекса в городе Феодосии**

– от стяжки из цем.-песч. раствора, $t=50$ мм, $\rho=1800$ кг/м 3	900	1,3	1170
– от монолитной железобетонной плиты перекрытия, $t=200$ мм, $\rho=2500$ кг/м 3	5000	1,2	6000
Итого:	$qn = 6770$	-	$q = 8127$
<u>Временная:</u>			
– длительная	1500	1,2	1800
– кратковременная	500	1,2	600
Итого:	2000	-	2400
Всего от перекрытия 2-го этажа:	$qn+pn=8770$	-	$q+p=10527$
От перекрытия 1-го этажа			
<u>Постоянная:</u>			
– от покрытия пола – плитка керамическая, $t=30$ мм, $\rho=2900$ кг/м 3	870	1,1	957
– от стяжки из цем.-песч. раствора, $t=50$ мм, $\rho=1800$ кг/м 3	900	1,3	1170
– от монолитной железобетонной плиты перекрытия, $t=200$ мм, $\rho=2500$ кг/м 3	5000	1,2	6000
Итого:	$qn = 6770$	-	$q = 8127$
<u>Временная:</u>			
– длительная	1500	1,2	1800
– кратковременная	500	1,2	600
Итого:	2000	-	2400
Всего от перекрытия 1-го этажа:	$qn+pn=8770$	-	$q+p=10527$
Итого на колонну:	27285	-	32494

Нагрузка от собственного веса железобетонной колонны G_k , кН, по формуле (формула 2):

$$G_k = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 7,1 \cdot 25 \cdot 1,3 \cdot 0,95 = 35,07 \quad (2)$$

Расчётная длина колонны $l_0 = 4$ м, так как колонна не имеет частичной заделки. Грузовая площадь, на которую собираем нагрузки от перекрытия и покрытия: $A_c = 6,0 \cdot 6,0 = 36,0$ м 2 .

Нагрузка от перекрытия и покрытия равна:

$$N_{\text{пер}} = 21054 \cdot 36 = 757,9 \text{ кН},$$

$$N_{\text{покр}} = 11440 \cdot 36 = 411,8 \text{ кН.}$$

Таким образом, в общем и целом, здание относится к нормальному уровню ответственности, тем не менее, на колонны и другие несущие конструкции может осуществляться дополнительная нагрузка в связи с проведением реконструкции на 3-м этаже. Пересчитаем нагрузки от перекрытия и покрытия с учетом коэффициента надежности по назначению $\gamma_n = 0,95$ (табл. 4).

Таблица 4

Сводная таблица нагрузки на колонну, кН

Нормативная временная нагрузка от покрытия и перекрытий				Расчетная суммарная нагрузка от покрытия и перекрытия			
длитель-ная	кр. врем.	постоян-ная	полная	длитель-ная	кр. врем.	постоян-ная	полная
112,2	87,5	733,5	933,5	185,07	68,4	857,2	111,3

1.4. Конструктивные решения по усилению конструкций здания

Принимаем толщину защитного слоя бетона в сжатой и растянутой зонах сечения колонны $a = a' = 4,0 \text{ см}$ согласно заданию на проектирование. Тогда расчётная высота сечения колонны будет рассчитываться по формуле (формула 3):

$$h_0 = h_{00} = h - a, \quad (3)$$

где h – высота сечения элемента, см;

a – толщина защитного слоя бетона (растянутой арматуры), см.

Таким образом, подставляя в формулу исходные данные, получаем:

$$h_0 = 40 - 4 = 36 \text{ см}$$

Расстояние между продольными стержнями арматуры рассчитывается по формуле (формула 4):

$$zs = h - a - a', \quad (4)$$

где: h – высота сечения элемента, см;

a' – толщина защитного слоя бетона (сжатой арматуры), см;

a – толщина защитного слоя бетона (растянутой арматуры), см.

Таким образом, подставляя в формулу исходные данные, получаем

$$zs = 40 - 4 - 4 = 32 \text{ см}$$

Величина случайного эксцентризитета определяется по формуле (формула 5):

$$e_a = e_{0l} = h/30, \quad (5)$$

где: h – высота сечения элемента, см.

Тогда получаем: $e_a = 40/30 = 1,3 \text{ см.}$

Коэффициент приведения площади сечения арматуры к бетону, α вычисляется по формуле (формула 6):

$$\alpha = 200000/30000 = 6,67 \quad (6)$$

Определяем момент инерции сечения колонны I , см^4 , по формуле (формула 7).

$$I = (b \cdot h^3)/12, \quad (7)$$

где: h – высота сечения элемента, см;

b – ширина сечения элемента, см.

$$I = (40 \cdot 403)/12 = 213333$$

Определяем расстояние от точки приложения равнодействующей силы до растянутой арматуры e_1 , см (формула 8)

$$e_1 = e_0 + 0,5 \cdot h \cdot a, \quad (8)$$

где: e_0 – эксцентриситет приложения продольной силы относительно центра тяжести приведённого сечения, $e_0 = 5$ см.

$$e_1 = 5 + 0,5 \cdot 40 \cdot 4 = 21$$

Определяем расстояние от точки приложения равнодействующей силы до сжатой арматуры e_{11} , см (формула 9)

$$e_{11} = e_0 + 0,5 \cdot h \cdot a, \quad (9)$$

$$e_{11} = 1,3 + 0,5 \cdot 40 \cdot 4 = 17,3$$

Суммарная продольная сила, действующая на колонну N , кН (формула 10):

$$N = N_1 + N_{sh}, \quad (10)$$

где: N_1 – продольная сила от полной и длительно действующей нагрузки, кН (табл. 3);

N_{sh} – продольная сила от кратковременной нагрузки, кН (табл. 3):

$$N = 35,07 + 185,7 + 68,4 + 857,2 = 1146,37 \text{ кН}$$

Определяем изгибающий момент сечения от действия продольной силы от полной нагрузки M , кН·м (формула 11):

$$M = N \cdot e_1, \quad (11)$$

$$M = 1146,37 \cdot 0,21 = 240,74 \text{ кН·м}$$

Определяем изгибающий момент сечения от действия продольной силы от длительной нагрузки M_1 , кН·м (формула 12):

$$M_1 = N_1 \cdot e_{11} \quad (12)$$

$$M_1 = 857,2 \cdot 0,173 = 148,3$$

Вычисляем коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента в предельном состоянии ϕ_1 (формула 13):

$$\phi_1 = 1 + \beta \cdot \frac{M_1}{M} \quad (13)$$

где: β – коэффициент, зависящий от вида бетона, и принимаемый для тяжёлого бетона $\beta = 1$.

$$\phi_1 = 1 + 1 \cdot (148,3 / 240,74) = 1,62 < 1 + \beta = 1 + 1 = 2$$

Вычисляем коэффициент, который должен быть не менее: $\delta = e_0/h = = 5/40 = 0,125$, по формуле (формула 14):

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot 10 / h - 0,01 \cdot R_b \quad (14)$$

где: R_b – расчётное сопротивление бетона осевому сжатию по первому предельному состоянию, принимаемое для бетона класса B15.

$$R_b = 1 \cdot 14,5 = 14,5 \text{ МПа}$$

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot (4/40) - 0,01 \cdot 14,5 = 0,270$$

$$\delta_{min} = 0,270 > \delta = 0,125 \text{ поэтому принимаем } \delta = 0,270.$$

1. Архитектурно-строительный раздел

Определяем радиус инерции приведенного сечения i , см, (формула 15):

$$i = h/3,46, \quad (15)$$

$$i = 40/3,46 = 11,56$$

Вычисляем минимальную площадь сечения арматуры $A_{s \min}$, см² (формула 16):

$$A_{s \min} = \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0, \quad (16)$$

где $\mu_{\min} = 0,1\%$ - процент минимального армирования, принимаемый в зависимости от отношения $l_0/i = 351/11,56 = 30,4$

$$A_{s \min} = 0,001 \cdot 40 \cdot 36 = 1,44$$

Принимаем предварительно по 2010А-III в каждой зоне, то есть $A_s = A'_s = 1,57$ см².

Определяем момент инерции сечения арматуры относительно центра тяжести сечения I_s , см⁴ (формула 17):

$$I_s = A_s \cdot (0,5 \cdot h - a)^2 + A'_s \cdot (0,5 \cdot h - a)^2 \quad (17)$$

где A_s, A'_s – площадь сечения арматуры соответственно в растянутой и сжатой зонах сечения, см²

$$I_s = 2 \cdot [1,57 \cdot (0,5 \cdot 40 - 4)^2] = 803,8$$

Вычисляем критическую силу N_{cr} , кН, по формуле (формула 18):

$$N_{cr} = \frac{6,4 E_b}{l_0^2} \left[\frac{I}{\phi} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] \quad (18)$$

$$N_{cr} = 6,4 \cdot 30000 / 400^2 \cdot (213333 / 1,62 \cdot ((0,11 / 0,1 + 0,270) + 0,1) + 6,67 \cdot 803,8) \cdot 100 = 701230 \text{Н} = 7012,3 \text{kN} > N = 1146,37 \text{ кН.}$$

Вычисляем коэффициент η по формуле (формула 19):

$$\eta = \frac{1}{1 - N / N_{cr}} \quad (19)$$

$$\eta = 1 / (1 - 1146,37 / 7012,3) = 1,21$$

Расстояние от продольной силы до точки приложения равнодействующей в растянутой арматуре e , см (формула 20):

$$e = e_0 \cdot \eta + 0,5 \cdot h - a, \quad (20)$$

$$e = 5 \cdot 1,21 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 22,05$$

Расстояние от продольной силы до точки приложения равнодействующей в сжатой арматуре e' , см, рассчитываем по формуле (формула 21):

$$e' = e \cdot \eta - 0,5 \cdot h + a, \quad (21)$$

$$e' = 1,3 \cdot 1,21 - 0,5 \cdot 40 + 4 = -22,42$$

Вычисляем коэффициент, характеризующий сжатую зону бетона ω по формуле (формула 22):

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot R_b, \quad (22)$$

где: α – коэффициент, принимаемый для тяжёлого бетона $\alpha_1 = 0,85$;

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 = 0,734$$

Определяем относительную высоту сжатой зоны бетона ξ_R по формуле (формула 23):

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + (\sigma_{sr} / \sigma_{sc,u}) (1 - \omega / 1,1)} \quad (23)$$

где: $\sigma_{s,r}$, $\sigma_{sc,u}$ – предельные напряжение в арматуре, соответственно растянутой и сжатой зон. Так как класс арматуры – А-III, то предельное напряжение арматуры в растянутой зоне равно расчетному сопротивлению арматуры, то есть $\sigma_{s,R} = R_s = 355$. Предельное напряжение арматуры сжатия зависит от коэффициента условий работы бетона γ_{b2} . Так как коэффициент условий работы бетона $\gamma_{b2} < 1$ ($0,9 < 1$), то принимаем $\sigma_{sc,u} = 500$:

$$\xi_R = 0,734/(1+((355/500)\cdot(1-0,734/1,1))=0,59$$

Вычисляем коэффициент, характеризующий сжатую зону бетона A_R (формула 24):

$$\begin{aligned} A_R &= \xi_R \cdot (1-0,5 \cdot \xi_R), \\ A_R &= 0,59 \cdot (1-0,5 \cdot 0,59) = 0,416 \end{aligned} \quad (24)$$

Так как $e_0 \cdot \eta = 5 \cdot 1,21 = 6,05 \text{ см} < 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ см}$, то суммарную площадь продольной арматуры ($A_s + A'_s$), см^2 , вычисляем по формуле (формула 25):

$$A_s + A'_s = \frac{N \cdot e - A_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc} \cdot z_s} \quad (25)$$

где: R_{sc} – расчётное сопротивление арматуры растяжению, принимаемое для арматуры класса А-III равным $R_{sc} = 355 \text{ Мпа}$.

$$A_s + A'_s = (1146370 \cdot 22,05 - 0,416 \cdot 14,5 \cdot 40 \cdot 36^2 \cdot 10) / 355 \cdot 32 \cdot 100 = 19,5$$

Принимаем по сортаменту 4025А-III, с $A_s = 9,82 \text{ см}^2$, то есть:

$$A_s + A'_s = 19,64 \text{ см}^2$$

Поперечную арматуру принимаем конструктивно Ø8А-III с шагом 300 мм.

Вычисляем абсолютную высоту сжатой зоны сечения X_R , см (формула 26):

$$\begin{aligned} X_R &= \xi_R \cdot h_0, \\ X_R &= 0,59 \cdot 36 = 21,24 \end{aligned} \quad (26)$$

Вычисляем высоту сжатой зоны сечения X , см (формула 27):

$$x = \frac{N + R_s A_s \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} A'_s}{R_b b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 - \xi_R)}} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} x &= (1146370 + 355 \cdot 9,82 \cdot [(1+0,59)/(1-0,59)] \cdot 100 - 355 \cdot 9,82 \cdot 100) / \\ &\quad (14,5 \cdot 40 \cdot 100 + 2 \cdot 355 \cdot 9,82 \cdot 100 / 36 \cdot (1-0,59)) = 23,7 \end{aligned}$$

Так как $X_R = 21,24 \text{ см} < X = 23,7 \text{ см}$, то несущую способность сечения N_{adm} , кН, определяем по формуле (формула 28):

$$N_{adm} = \frac{R_b \cdot b \cdot X \cdot (h_0 - 0,5 \cdot X) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot z_s}{e} \quad (28)$$

$$x = (14,5 \cdot 40 \cdot 23,7 \cdot (36 - 0,5 \cdot 23,7) \cdot 100 + 355 \cdot 9,82 \cdot 32 \cdot 100) / 22,05 = 5459 \text{ кН}$$

Так как $N_{adm} = 1561,3 \text{ кН} > N = 1146,37 \text{ кН}$, то несущая способность колонны обеспечена.

1.5. Оценка и проектирование дополнительных конструктивных антисейсмичных мероприятий

Обследуемое здание торгового комплекса находится в сейсмически опасном регионе, в соответствии с картами эпицентров местных землетрясений и локальных сейсмически активных зон (рис. 2).

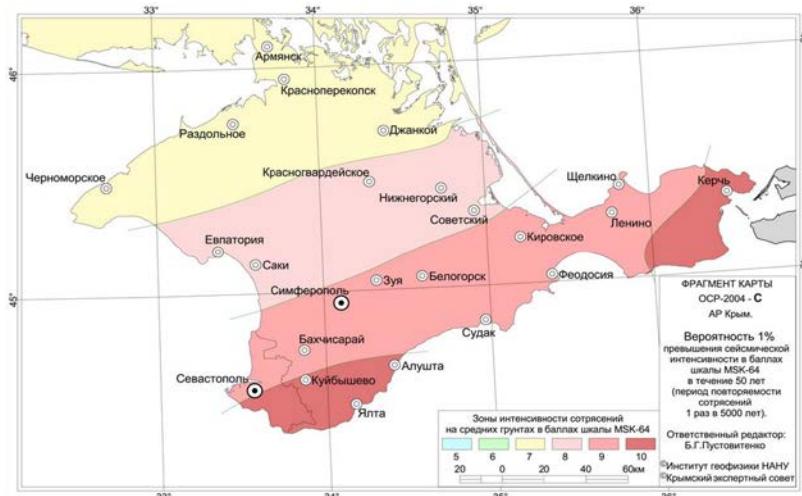


Рис. 2. Расположение Феодосии на карте зонирования сейсмической активности региона

В связи с расположением здания в сейсмоопасном районе, принято решение о его дополнительном усилении. Для усиления конструкций решено использовать материалы компании «BASF»: сухую смесь BASF Emaco для усиления кирпичных перегородок, расположенных на 3-м этаже (рис. 3 и рис. 4) и несущих конструкций на 1-м и 2-м этаже при помощи холстов из углеволокна марки M-Brace FIB CF (рис. 5).

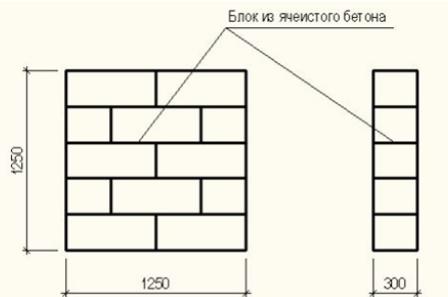


Рис. 3. Несущие конструкции здания

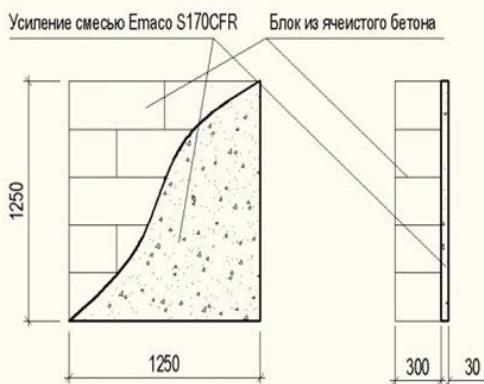


Рис. 4. Усиление несущей конструкции сухой смесью

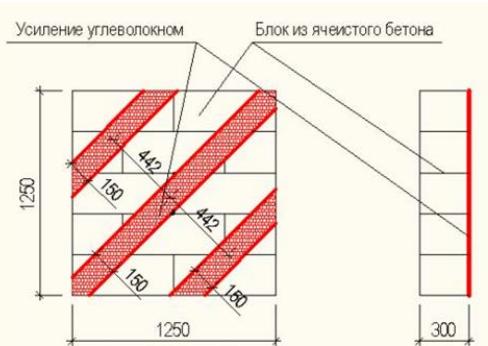


Рис. 5. Усиление несущих конструкций углеволокном

По мнению автора исследования, данные мероприятия позволят повысить сейсмостойкость здания и его конструктивных элементов.

Вывод по первой главе

В результате исследования, проведенного в первой главе ВКР, автором был сформулирован вывод о том, что актуальной проблематикой современной эксплуатации и реконструкции зданий является их сейсмостойкость. Новейшие технологии в сфере усиления зданий и сооружений, а также их конструктивных элементов, позволят снизить риски глобальных разрушений и помогут реализовать оптимальную модель реконструкции инженерного оборудования и его конструктивных элементов. Применение эффективных методов обследования состояния зданий позволит осуществлять их технологическую эксплуатацию и реконструкцию грамотно, в соответствии с нормами регулирующих административных документов.

2. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ТРЕХЭТАЖНОГО ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДА ФЕОДОСИИ

2.1. Измерительное оборудование для определения величин ускорений, перемещений, вызванных вибрацией

Для определения динамических характеристик конструктивных элементов здания было выбрано измерительное оборудование, фиксирующее виброускорение, виброперемещение, напряжение деформированного основания, глубину раскрытия обнаруженных трещин на испытуемой конструкции и усиление гашения колебаний. Статистические характеристики испытуемой несущей конструкции были измерены при помощи регистрирующего устройства для динамических измерений. Типы подобранных для проведения испытаний устройств описаны в таблице (табл. 5):

Таблица 5

Измерительное оборудование

Измерительные величины	Оборудование	Тип устройств	Результат
Виброускорение	Датчик ускорения	ARF-A	Измерение ускорений, которые вызываются вибрацией
Виброперемещение	Датчик перемещения	CDP	Измерение ускорений, вызванных вибрацией
Напряженно-деформированное состояние	Тензорезистор	FLA	Оценка напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции
	Датчик нагрузки на арматуру	KSA-A, KSAT-A	
Раскрытие трещин	Датчик раскрытия трещин	PI	Измерение степени раскрытия трещин после воздействия оборудования
	Датчик раскрытия трещин	KG-A	
Усилие гашения колебаний, перемещение	Датчик усилий	TLCP-NB	Измерение разброса динамических перемещений и усилий гашения колебаний
	Датчик перемещений	CDP	

Вышеприведенная система измерений состоит из высокочувствительных датчиков и представляет собой определенную последовательность взаимодействия блоков регистрирующих устройств, работа которых осуществляется под контролем общего Центра управления. С помощью программного продукта АП ЖБК «Лира», которая была разработана для выполнения статистических и динамических расчетов плотности железобетонных конструкций при воздействии на них внешних механических сил. Программные продукты предоставляют точные расчеты с последующим моделированием сечений элементов зданий, которые необходимы

мо укрепить при помощи армирования. Программа отражает не только точные схемы статичности и динамики выбранных конструкций, но и предоставляет чертежи КМД и ЧПУ. Отличительной особенностью данного новейшего продукта является характерная для сейсмических расчетов факторизация матрицы уравнений с учетом корреляции жесткости стержневых и пластиначатых конечных элементов. Далее с учетом матриц масс пластинчатых элементов реализуется подбор арматурного укрепления конструкций с учетом различных направлений, в том числе, диагональных и вертикальных, чего в прежнем программном моделировании никогда не было.

Кроме того, в инновационных технологиях применения укрепляющих элементов также произошли большие изменения. Передовые технологии были усовершенствованы, и процесс укрепления сейсмических характеристик здания сейчас представляет собой наложение укрепляющих материалов непосредственно на поверхность конструкции. В данном исследовании автор предоставляет описание эксперимента по расчету сейсмической устойчивости и дальнейшему укреплению конструкций сухой смесью BASF Emaco для усиления кирпичных перегородок, а также несущих конструкций при помощи холстов из углеволокна марки M-Brace FIB CF.

Передовой технологией в повышении степени сейсмостойкости зданий признается внедрение в фундаментную основу инженерного решения, которое учитывает консоль, выполненную из двутавровой конструкции. Система является многоячейковой и, так как имеет большую пространственную структуру, состоящую из совокупности поперечных и продольных соединений, распределяет нагрузки и напряжение отдельных ее элементов по всему периметру.

Для того чтобы подвергнуть испытанию качественные характеристики исследуемого строительного материала, из которого выполнены несущие конструкции, в данной работе при проведении эксперимента применялся Программный пакет АП ЖБК «Лира». Возможности данного программного продукта позволяют рассчитать и отразить максимально приближенную к реальности схему статистических и динамических воздействий.

Для расчета принимается полная архитектурно-строительная модель объекта, отраженная в программной среде, и расчетная схема. На схеме модулей программного оборудования расположены графики размещения объекта на плоскости, с приведением плана этажей и данных по высоте, уровню. Поэтому в расчет включены следующие важные моменты:

1) поскольку расчет производился в соответствии с описанной выше технологией применения двутавровой консоли, то учтена многоячейковость системы, ее большая сейсмоустойчивость и произведены усилия, большие по нагрузке, максимально допустимые при лабораторных испытаниях;

2) проходящие через уровень пола 1-го этажа опоры отражают воздействие нагрузок до середины второго этажа, что на схеме и в модулях программы ЖБК «Лира» отражено в виде эпюр моментов, которые меняются в зависимости от динамических нагрузок на стойки;

3) реконструируемая и подвергнутая исследованию строительная конструкция состоит из подблоков, которые рассчитываются в отдельности, на основании показанного на примере расчета. В данном случае имеется виду, что все остальные расчеты благодаря соответствуанию других конструкций испытуемой, – будут максимально приближенными к общему результату;

4) остальные перекрытия рассчитываются отдельно от подблоков при помощи программного оборудования, которое выделяет типовые участки перекрытий. По расположению наружного уровня плана и линиям, выделенным на схемах, можно определить все их статические и динамические показатели. При этом, угол поворота оси перекрытия, расположенный посередине пролета, равен нулю.

Таким образом, программой осуществляется следующий порядок расчетов:

1) в соответствии с планом за основу берется 3 типовых конструкции, представляющих собой перекрытие и выполняется расчет;

2) по результатам произведенного расчета программа выделяет зоны, необходимые для укрепления дополнительным сейсмически устойчивым материалом;

3) выполняются итоговые расчеты по действию нагрузки на здание в целом с учетом всех перегородок и конструкций, как несущих, так и перекрытий, учитываются также свойства грунта;

4) разделенная на пять блоков секция рассчитывается с учетом постоянно действующей на протяжении некоторого времени нагрузки;

5) конечным результатом является распределение нагрузки на стены 1-го этажа, в соответствии с чем принимается окончательное решение об их реконструкции (рис. 6).

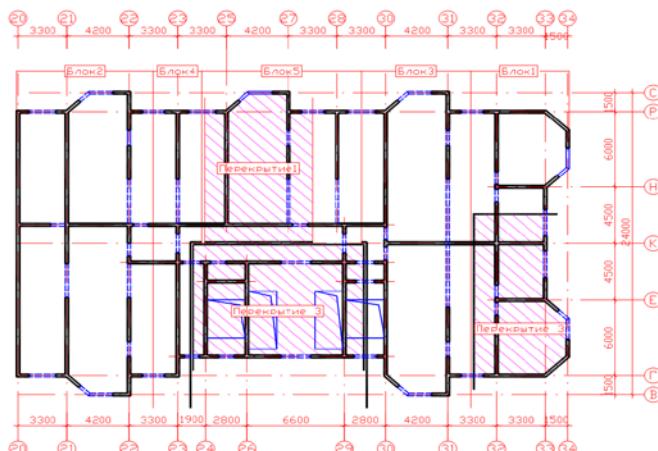


Рис. 6. Схема предполагаемого армирования несущих конструкций первого этажа

2.2. Программное обеспечение преобразователя и регистратора динамических измерений

Как уже упоминалось в первом пункте второй главы, при проведении научного исследования будет использоваться программные продукты АП ЖБК «Лира». Основная конструктивная схема здания отражена в программе, которая находится в Центре управления и осуществляет передачу данных на персональный компьютер (далее – ПК), после чего управление через ПК с помощью команд поступает на регистрирующее устройство измерений. При помощи дешифратора сигналов, поступающих от датчиков, регистратор пересыпает на ПК данные, которые в программе пре-вращаются в блок-схемы, отражающие все необходимые показатели. Для того чтобы представить наглядно цепочку взаимодействия аппаратного оборудования, автором была составлена схема (рис. 7).



Рис. 7. Схема подключения аппаратного оборудования

Далее, на вибрационном столе, где располагается конструкция, происходит измерение горизонтальных и вертикальных смещений при помощи датчиков перемещения и ускорения, которые фиксируют работу генераторов горизонтального и вертикального смещения. Тензорезисторы являются главным элементом данного эксперимента, поскольку передают силу сопротивления, которая измеряется в результате их деформации. Схема действия оборудования изображена на схеме (рис. 8).

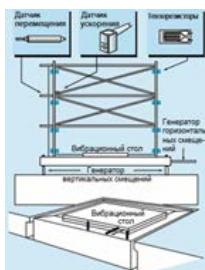


Рис. 8. Схема испытательного стенда

Программный продукт предлагает создание кодировочных схем нескольких видов: образующих систему координат; нумерацию узлов; мест пересечения плоскостей перекрытия; направлений и мест необходимого усиления конструкций.

2.3. Измерение динамических характеристик при помощи пакета прикладных программ АП ЖБК «Лира»

2.3.1. Расчет перекрытий. Кодировочные схемы

При использовании программного оборудования для реконструкции исследуемого строительного объекта необходимо учесть соответствия качественных и технических параметров используемых приборов. Техническое обеспечение (ТО) представляет собой комплекс технических средств, предназначенных для обработки данных в рамках единой информационной системы. В состав комплекса входят: ЭВМ, осуществляющие обработку экономической информации; средства сбора и регистрации информации; средства передачи данных по каналам связи; средства накопления и хранения данных и выдачи результатной информации; вспомогательное оборудование и организационная техника.

Для того чтобы выбрать подходящий ЭВМ необходимо рассмотреть конфигурации персональных компьютеров (ПК), представленных на рынке. Более подробно они представлены в таблице (табл. 6).

Одним из главных условий разработки ЭИС – является проверка оборудования на соответствие требованиям к системе. Необходимо чтобы характеристика системного блока подходила следующим условиям: частота процессора не ниже 2 ГГц, объем оперативной памяти не менее 400 МБ, объем жесткого диска не менее 400 ГБ, наличие оптического привода DVD±RW, операционная система Windows 7, стоимость не более 30000 руб.

Указанным выше условиям подходит модель системного блока Kraftway G630/4096/GT630. Данный системный блок уже имеется в компании ООО «Тюф Зюд Рус». На основании таблицы №1.5 видно что данная модель не уступает по техническим характеристикам, следовательно было принято решение использовать модель Kraftway G630/4096/GT630.

Следующей важной частью технического обеспечения рабочего места является монитор, к которому предъявлены следующие требования: диагональ экрана не менее 50 см., разрешение не меньше 1024×768, отображение не менее 256 цветов, время отклика пикселя не менее 4 мсек. На данный момент в компании ООО «Тюф Зюд Рус» уже имеется монитор Samsung S27B350H. Стоимость: 8100 руб. Диагональ экрана – 68,5 см. Разрешение: 1920×1080. Принято решение использовать указанный монитор, так как он удовлетворяет представленным выше требованиям.

Рабочее место специалиста по бюджетированию должно быть оборудовано принтером для вывода отчетов на печать. Сравнительная характеристика моделей лазерных принтеров представлена в таблице (табл. 7).

Таблица 6
Сравнение характеристик моделей ПК

Производитель	Модель	Операционная система	Процессор	Оперативная память	Видеокарта	Жесткий диск	Цена (руб.)
HP	Pavilion p6-2227er	Windows 7 HB 64 bit	Core i7-3770	4 ГБ	NVIDIA, GeForce GT630, 2 ГБ	1 ТБ	27700
HP	P6-2402er D2K01EA	Windows 8 64 bit	Core i5-3350P	6 ГБ	NVIDIA, GeForce GT630, 3 ГБ	2 ТБ	26000
Kraftway	Kraftway G630/4096/GT630	Windows 7 HB 64 bit	Pentium G630	4 ГБ	NVIDIA, GeForce GT630, 1 ГБ	500 ГБ	15400
Acer	As M1470 DT.SHJER.018	Windows 7 HB 64 bit	AMD	4 ГБ	AMD Radeon HD 7470M 2ГБ	500 ГБ	15000
Lenovo	Lenovo H415 A8 3850 530	Windows 7 HB 64 bit	AMD	8 ГБ	NVIDIA, GeForce GT630, 2 ГБ	500 ГБ	20990
Lenovo	Lenovo IdeaCentreK330RUR714	Windows 7 HP 64 bit	Core i7-3770	8 ГБ	NVIDIA, GeForce GT560, 2 ГБ	2 ТБ	39990

Сравнение характеристик моделей принтеров

Таблица 7

Модель	Макс. разреш. печати	Скорость печати до	Лоток для подачи бумаги	Нагрузка на принтер
HP LaserJet P1102s	600x2400 т/д	18 стр./мин	до 150 листов	до 150 листов
Canon i-SENSYS LBP7010C:	600x2400 т/д	16 стр./мин	до 150 листов	до 15 000 стр/мес
Canon i-Sensys LBP6020B	600x2400 т/д	18 стр./мин	до 150 листов	до 5000 стр/мес
Samsung ML-2160	1200x1200 т/д	20 стр./мин	до 100 листов	до 10 000 стр/мес
Xerox Phaser 3320DNI	1200x1200 т/д	35 стр./мин	до 200 листов	до 80 000 стр/мес
HP LJ P1102 CE651A	600x2400 т/д	18 стр./мин	до 150 листов	до 5000 стр/мес

Используемый принтер должен подходить следующим условиям: возможность цветной печати, лазерный принтер. Исходя из таблицы №1.6 принято решение использовать модель принтера Canon i-SENSYS LBP7010C. Стоимость 3690 руб., скорость печать 16 стр./мин. \approx 320 документов/мин.

В качестве дополнительных элементов рабочего места, принято решение использовать мышь проводную Logitech M90 стоимостью 460 руб. и клавиатуру проводную Logitech K120 стоимостью: 220 руб.

На основании проведенного анализа технического обеспечения можно сделать вывод об отсутствии необходимости капитальной реорганизации имеющихся аппаратных средств. Было принято решение оставить существующую технику, так как она полностью соответствует техническим характеристикам.

На выше описанном программно-аппаратном комплексе осуществлялись расчеты по перекрытиям и стенам половины этажа. За основу графического расчета принимались данные прямоугольного плоского конечного элемента оболочки, и однотипного треугольного. Схемы расположения после проведения программного анализа приведены на рисунках (рис. 9 и 10).

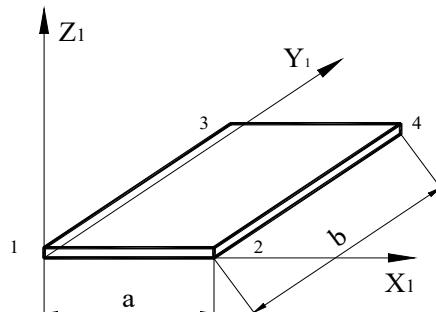


Рис. 9. Плоскость расположения

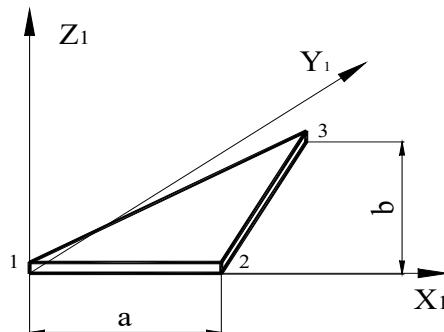


Рис. 10. Образование системы координат

2. Программно-аппаратный метод измерения динамических характеристик конструкции на примере трехэтажного торгового комплекса города Феодосии

В соответствии с расчетом, учитывающим расположение систем координат прямоугольного и треугольного плоских конечных элементов оболочки, реализуются узловые усилия ($R_{x_i}, R_{y_i}, R_{z_i}, R_{ux_i}, R_{uy_i}$), которые соответствуют принимаемым уровням свободы, в соответствии с усилиями ($M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y$) и нагрузками в центре конечных элементов (N_x, N_y, T_{xz}).

В соответствии с рассчитанными усилиями и выявленными зонами укрепления блоки подлежат исследованию в соответствии с накладываемыми на них связями: там, где разрез конструкции находится в середине пролета исключается поворот вокруг соответствующей оси; там, где разрез стен рассчитывается с наличием шарнира – не допускается его линейное смещение в направлении, которое перпендикулярно плоскости стены; из-за небольших деформаций конструктивных элементов в горизонтальных плоскостях применяются соединительные связи для поперечных стен. Наложение на плоскости перекрытия дополнительных связей также предусматривается программным обеспечением. При пересечении плоскостей перекрытия и стен налагаемые связи объединяются.

2.3.2. Сбор нагрузок и распределение моментов при загружении в программу

При учете и распределении нагрузок, были учтены: постоянные статичные и динамические усилия.

Таблица 8

Сбор нагрузок на 1 м² перекрытия комнат

Наименование	Нормативная нагрузка	y	Расчетная нагрузка
Постоянная			
– собственный вес плиты толщиной 160 мм из керамзитобетона, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$;	2,825	1,1	3,108
– слой звукоизоляционный толщиной 50 мм, $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$;	0,392	1,3	0,510
– цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$;	0,833	1,3	1,148
– мозаичный наборный паркет толщиной 20 мм, $\gamma = 700 \text{ кг/м}^3$;	0,137	1,3	0,178
– нагрузка от перегородок и санитарно-технического оборудования (п. 3.6. [2]).	0,738	1,3	0,956
Итого	4,975	–	5,900
Полезная (п. 1, табл. 3 [2])	1,472	1,3	1,974
Всего	6,447	–	7,814

Таблица 9

Сбор нагрузок на 1 м² коридоров, лестниц, фойе, бассейна
и спортзала (с примыкающими к ним проходами)

Наименование	Нормативная нагрузка	y	Расчетная нагрузка
Постоянная – собственный вес плиты толщиной 160 мм из керамзитобетона, $Y = 1800 \text{ кг/м}^3$; – цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $Y = 1800 \text{ кг/м}^3$.	2,825 0,833	1,1 1,3	3,108 1,148
Итого	3,708	–	4,256
Полезная (п. 11, табл. 3 [2])	2,943	1,3	3,826
Всего	6,651	–	8,082

Таблица 10

Сбор нагрузок на 1 м² балконов

Наименование	Нормативная нагрузка	y	Расчетная нагрузка
Постоянная – собственный вес плиты толщиной 160 мм из керамзитобетона, $Y = 1800 \text{ кг/м}^3$; – цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $Y = 1800 \text{ кг/м}^3$; – приведенная нагрузка от остекления и ограждения.	2,825 0,833 0,400	1,1 1,3 1,3	3,108 1,148 0,520
Итого	4,108	–	4,776
Полезная (п. 9, табл. 3 [2])	3,924	1,3	5,101
Всего	80,32	–	9,887

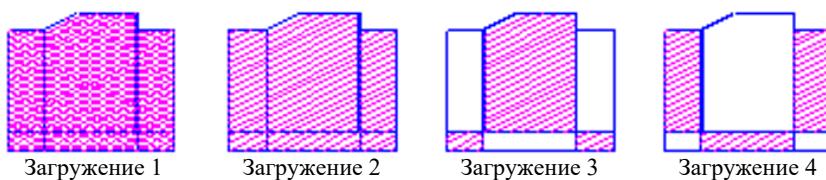


Рис. 11. Схема распределения нагрузок

Схема приложения нагрузок: рассматривается 4 загружения:

1. Постоянная во всех пролетах.
2. Полезная во всех пролетах.
3. Полезная через пролет, вариант 1
4. Полезная через пролет, вариант 2

В результате расчета и математической обработки получена следующая картина распределения моментов в пролете (рис. 12). Эпюра распределения моментов на опоре (полиномиальный ряд) позволяет предложить следующую теорию распределения моментов. На участках опор, соответствующих проекции линии разлома, выходящей из угла комнаты, величина моментов уменьшается. Поэтому, можно предположить, что на участке, соответствующем пролетной линии разлома приложен максимальный момент из эпюры, а на остальных участках (угловых) момент можно не учитывать.

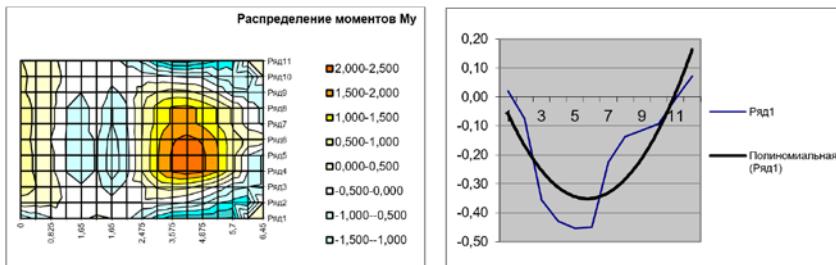


Рис. 12. Распределение моментов

Общая картина деформаций блока №3 представлена на рис. 13. Деформации определены для центральных сечений.

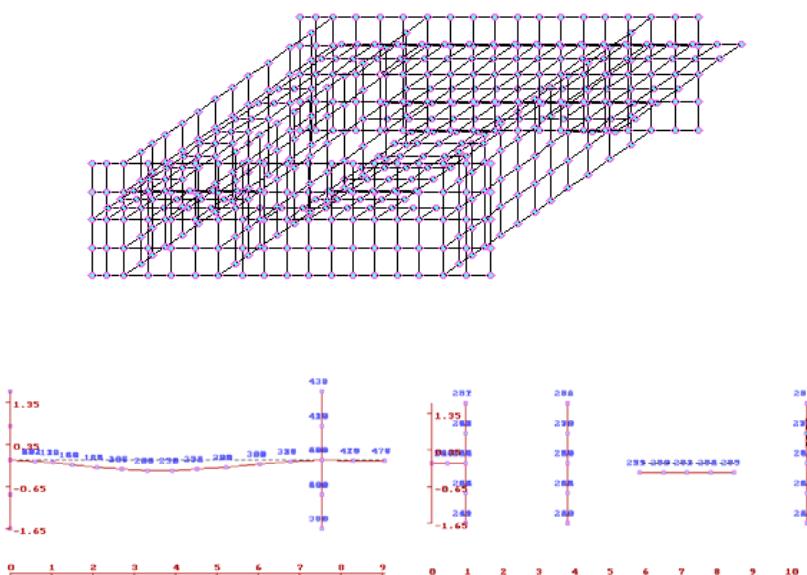


Рис. 13. Деформация блоков

Распределение моментов при загружении №1:

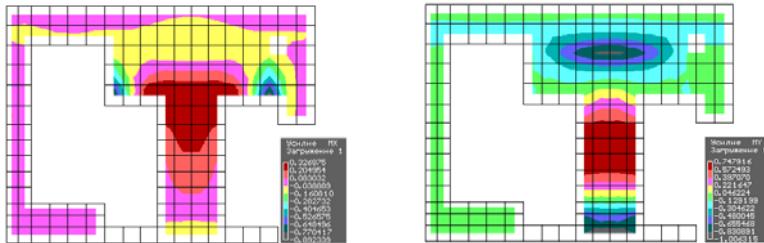


Рис. 14. Распределение эпюры моментов

Распределение моментов при загружении №2:

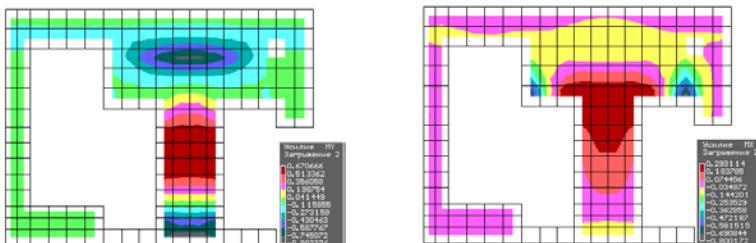


Рис. 15. Распределение эпюры моментов

Распределение усилий в стене (загружение 1):

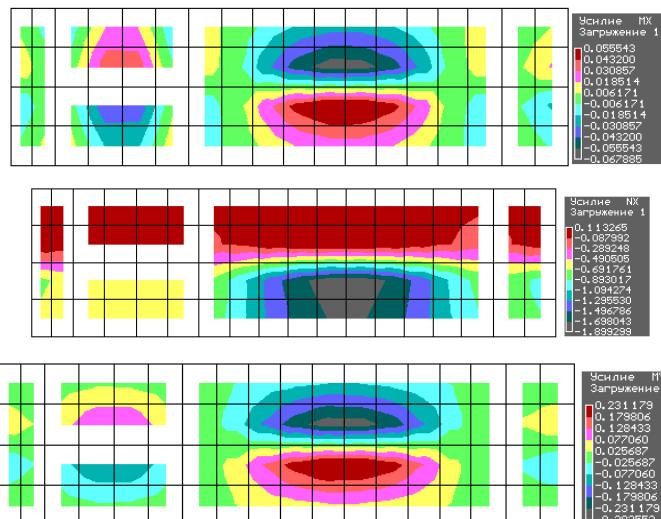


Рис. 16. Эпюра усилий

В соответствии с полученными значениями по деформационным блокам и распределению моментов, значения средних и пульсационных колебаний при расчете по 1-й форме колебания, представляют собой нагрузки, аналогичные тем, которые испытывают строительные конструкции в результате сейсмических воздействий. Наиболее уязвимые места, в соответствии со схемами и графиками, изображающими эпюры моментов, являются центральные блоки перекрытий. В то же время, учитывая график деформации блоков, изображенный на рисунке 13, горизонтальная плоскость также фиксирует деформацию в центре конструкции.

Однако, прежде, чем принять решение о соответствующем ее укреплении сухой смесью BASF Emaco для усиления кирпичных перегородок, а также несущих конструкций при помощи холстов из углеволокна марки M-Brace FIB CF, - необходимо учесть полученные значения средних и пульсационных составляющих сил сейсмической активности, которые определяются при помощи расчета суммарных характеристик (табл. 11).

Для определения геометрических характеристик блоков в процессе проектирования была разработана программа (рис. 17).

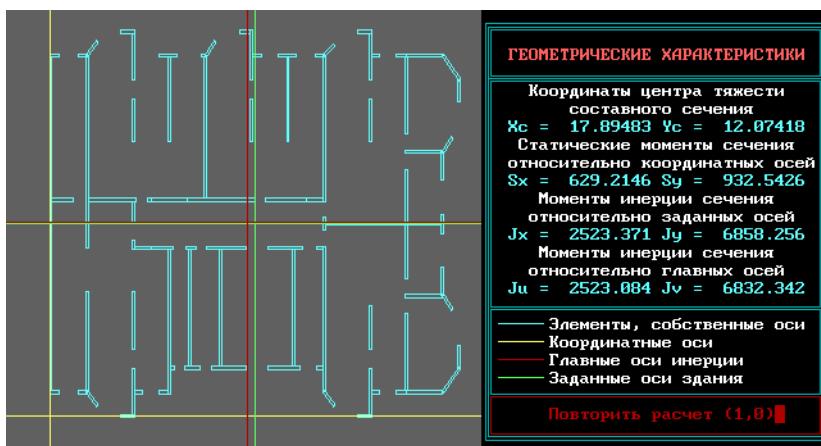


Рис. 17. Программный расчет геометрических характеристик

Таблица 11

	Расстояния,м										
	8,4	18,3	28,2	38,1	48	57,9	67,8	77,7	87,6	97,5	
Блок №2	м1	м2	м3	м4	м5	м6	м7	м8	м9	м10	М, т·м
Динамическая составляющая	2,13	3,73	5,34	6,94	8,55	10,16	11,77	13,38	5,1	0,28	3811,509
Статическая составляющая	5,72	8,01	9,13	9,93	10,66	11,33	11,86	12,37	10,69	10,56	5692,64
Блок №4	м11	м12	м13	м14	м15	м16	м17	м18	м19	м20	М, т·м
Динамическая составляющая	1,03	1,81	2,59	3,38	4,17	4,96	5,75	6,55	3,57	0,12	1954,152
Статическая составляющая	1,62	2,28	2,59	2,82	3,03	3,21	3,37	3,51	3,04	3	1617,58
Блок №5	м21	м22	м23	м24	м25	м26	м27	м28	м29	м30	М, т·м
Динамическая составляющая	2,71	4,75	6,8	8,84	10,89	12,94	14,99	17,04	7,5	0,44	4950,429
Статическая составляющая	7,34	10,28	11,72	12,76	13,69	14,52	15,24	15,88	13,72	13,56	7310,23
Блок №3	м31	м32	м33	м34	м35	м36	м37	м38	м39	м40	М, т·м
Динамическая составляющая	2,71	4,75	6,8	8,84	10,89	12,94	14,99	17,04	0	0,44	4293,429
Статическая составляющая	7,34	10,28	11,72	12,76	13,69	14,52	15,24	15,88	13,72	13,56	7310,23
Блок №1	м41	м42	м43	м44	м45	м46	м47	м48	м49	м50	М, т·м
Динамическая составляющая	1,46	2,55	3,65	8,84	10,89	12,94	14,99	17,04	12	0,44	5205,039
Статическая составляющая	4,03	5,65	6,43	7,01	7,51	7,97	8,36	8,72	7,53	7,44	4012,85

В таблице приводятся уже рассчитанные характеристики блоков (табл. 12):

Таблица 12
Геометрические характеристики блоков

№№ блоков	A, м ²	S _{x²} , м ³	S _{y²} , м ³	J _{x²} , м ⁴	J _{y²} , м ⁴	J _{x_а²} , м ⁴	J _{y_а²} , м ⁴
1	10,11	121,3	343,5	485,5	30,9	485,5	2423,8
2	14,23	173,0	50,5	713,5	129,5	713,8	3350,7
3	9,13	110,1	243,2	512,0	39,4	512,1	629,6
4	4,48	52,5	48,0	207,0	1,0	207,4	279,0
5	14,33	175,9	248,6	621,2	170,5	622,3	193,1
Сумма	52,11	629,2	932,5	2523,4	6858,3	2523,1	6832,3

Таким образом, программный продукт позволил рассчитать правильный центр тяжести, статистические моменты инерции сечения относительно координатных, главных и заданных осей.

2.3.3. Расчет стен первого этажа. Кодировочные схемы

Для описания расчетной схемы стен используется 41 КЭ. Блок разбивается на конечные элементы по вертикале в уровне низа окон, середине окна первого этажа, в уровне перекрытия, уровне низа окон второго этажа. В плане разбивка проходит в характерных сечениях или местах изменения структуры. Перемычки над дверными и оконными проемами рассматриваются как балки с сечением 200×600 мм. Они описываются 5КЭ (пространственный рамный стержень). Элемент предназначен для расчета произвольных пространственных стержневых систем без учета сдвиговой жесткости.

Местная система координат образуется следующим образом:

- ось X₁ направлена от начала стержня (1-й узел) к концу (2-й узел);
- оси Y₁, Z₁ являются главными центральными осями инерции попечного сечения стержня и образуют с осью X₁ правую тройку.

Кодировочные схемы блоков 1-5 приведены на рис. 18-19.

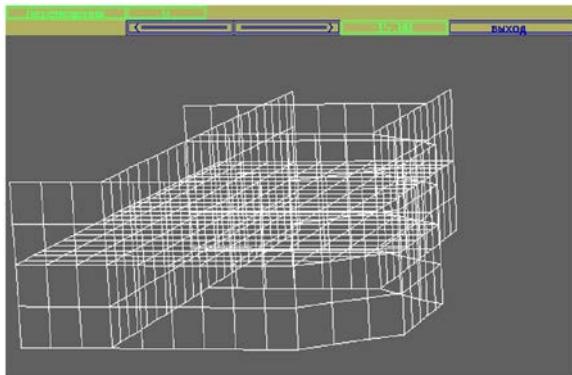


Рис. 18. Кодировочная схема 1-го этажа

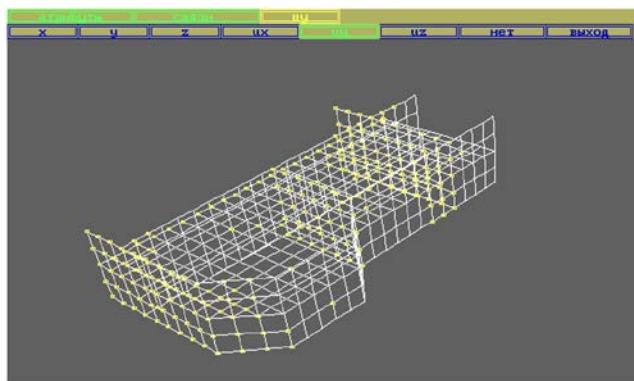


Рис. 19. Выявление на схеме участков, нуждающихся в укреплении

Ввиду большого объема составления исходных данных при работе над проектом была составлена программа, позволяющая выводить на экран перспективное изображение рассчитываемого блока, производить с ним перемещения и повороты в пространстве, просмотр деталей, наложенных связей и деформаций под нагрузкой (рис. 18 и 19).

2.3.4. Сбор нагрузок. Расчет по блокам

Таблица 13

Сбор нагрузок на 1 м² перекрытия комнат

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
От покрытия (3-й этаж)			
Постоянная			
от 2-хслойного водоизоляционного ковра Изопласт К и Изопласт П	70	1,2	84
от цементно-песчаной стяжки, $t = 40$ мм, $p = 2000$ кг/м ³	800	1,3	1040
от утеплителя – «Ursa» XPS N-III-L, $t = 100$ мм, $p = 35$ кг/м ³	35	1,2	42
от цементно-песчаной стяжки, $t = 40$ мм, $p = 2000$ кг/м ³	800	1,3	84
от керамзитового гравия, $t = 200$ мм, $p = 600$ кг/м ³	1200	1,3	1560

2. Программно-аппаратный метод измерения динамических характеристик конструкции на примере трехэтажного торгового комплекса города Феодосии

от монолитной железобетонной плиты покрытия, $t = 200$ мм, $p = 2500$ кг/м ³	5000	1,2	6000
Итого	$q^n = 7905$	—	$q = 8810$
Временная (снег)	$p^n = 1000$	1,43	1430
в том числе кратковременная	560	1,43	800
длительная (30%)	280	1,43	400
Итого	1840	—	2630
Всего от покрытия	$q^n + p^n = 9745$	—	$q + p = 11440$
От перекрытия 2-го этажа			
Постоянная			
от покрытия пола – плитка керамическая, $t = 30$ мм, $p = 2900$ кг/м ³	870	1,1	957
от стяжки из цем.-песч. раствора, $t = 50$ мм, $p = 1800$ кг/м ³	900	1,3	1170
от монолитной железобетонной плиты перекрытия, $t = 200$ мм, $p = 2500$ кг/м ³	5000	1,2	6000
Итого	$q^n = 6770$	—	$q = 8127$
Временная			
длительная	1500	1,2	1800
кратковременная	500	1,2	600
Итого	2000	—	2400
Всего от перекрытия 2-го этажа	$q^n + p^n = 8770$	—	$q + p = 10527$
От перекрытия 1-го этажа			
Постоянная			
от покрытия пола – плитка керамическая, $t = 30$ мм, $p = 2900$ кг/м ³	870	1,1	957
от стяжки из цем.-песч. раствора, $t = 50$ мм, $p = 1800$ кг/м ³	900	1,3	1170
от монолитной железобетонной плиты перекрытия, $t = 200$ мм, $p = 2500$ кг/м ³	5000	1,2	6000
Итого	$q^n = 6770$	—	$q = 8127$
Временная			
длительная	1500	1,2	1800
кратковременная	500	1,2	600
Итого	2000	—	2400

Всего от перекрытия 1-го этажа	$q^n + p^n = 8770$	–	$q + p = 10527$
Итого на колонны	27285	–	32494

В результате на стены первого этажа действует сжимающая сила N , горизонтальная сила H от ветра в уровне перекрытия первого этажа ветра и суммарный момент M от действия сосредоточенных сил в уровне перекрытий выселяющихся этажей.

Уравнение напряжений для элементов стены здания было рассчитано по формуле (формула 29):

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \quad (29)$$

Расчет производился с помощью программы DUNAJ.

2.4. Предложения по укреплению и реконструкции здания

По причине расположения здания в сейсмоопасном районе, было принято решение об усилении с использованием сухой смеси BASF Emaco для усиления кирпичных перегородок, расположенных на 3-м этаже и несущих конструкций на 1-м и 2-м этаже при помощи холстов из углеволокна.

Предварительно, потребуется провести работы по зачистке и пропитке площади швов и соединений, которые будут подвергнуты усилению. Зачистка и пропитка будет проведена специ раствором.

$$S_{\text{зач. и проп.}} = (1 \cdot 0.9) \cdot 0.5 = (33.6 \cdot 0.9) \cdot 0.5 = 15.1 \text{ м}^2 \quad (30)$$

Подсчитаем общий объем работ по усилению в рамках проводимой реконструкции здания для каждого мероприятия (формулы 30-33).

1 этаж:

$$V = 41.8 \text{ м}^3 \quad (31)$$

2 этаж:

$$V = l_{\text{стен}} \cdot h_{\text{ст}} \cdot \sigma_{\text{ст}} - S_{\text{пр}} = 108.8 \text{ м}^3 \quad (32)$$

3 этаж:

$$V = l_{\text{стен}} \cdot h_{\text{ст}} \cdot \sigma_{\text{ст}} - S_{\text{пр}} = 112 \text{ м}^3 \quad (33)$$

Общий объем рассчитывается путем сложения.

$$\sum V = 262.6 \text{ м}^3 \quad (34)$$

После проведения усиления в указанном объеме, планируется провести штукатурные работы по кирпичным перегородкам и несущим конструкциям здания (формулы 33-36). Внешние штукатурные работы:

$$S_{\text{штук.стен}} = (L_{\text{стен}} \times h_{\text{ст}} - S_{\text{прост}}) \cdot 0.3 = (114 \cdot 3.88 - 62.1) \cdot 0.3 = 114.1 \text{ м}^2 \quad (35)$$

Внутренняя штукатурка стен:

$$S_{\text{штук.внут.стен}} = (L_{\text{внут.стен}} \times h_{\text{внут.стен}} - S_{\text{прост}}) = 280 + 12.2 = 292.2 \text{ м}^2 \quad (36)$$

Восстановление и штукатурка стен и кирпичных перегородок на 3-м этаже:

$$S_{\text{отк.двер.}} = (2h + b) \cdot n_{\text{двер.}} \cdot 0.2 \text{ м} = (2 \cdot 2.1 + 0.9) \cdot 6 = 30.6 \text{ м}^2 \quad (37)$$

$$S_{\text{шт.}} = (\sum S_{\text{перег.}}) + \sum S_{\text{общ.}} = 1131.4 + \text{м}^2 \quad (38)$$

Вывод по второй главе

Указанные работы должны быть проведены в соответствии с календарным планом работ и в соответствии с нормативными указаниями. Календарный план является проектной разработкой, определяющей последовательность выполнения строительных процессов для комплекса и отдельных объектов. Задача календарного планирования состоит в организационной и технологической увязке работ, выполняемых различными подразделениями на различных объектах, с учетом возможностей рационального обеспечения этих работ всеми видами трудовых и материально-технических ресурсов, соблюдения установленных сроком ввода объектов в действие и организация производства непрерывным долгосрочным потоком.

3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1. Проведение натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях

Для точного определения и расчета данных в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования по оценке сейсмоустойчивости несущей конструкции. Непосредственно технология укрепления уже описана в первом разделе. При помощи статистических и динамических испытаний были проверены конструктивные элементы железобетонной и кирпичной плиты перекрытия. Для моделирования нагрузок, действующих на поверхность, использовалась сейсмоплатформа маятникового типа. С ее помощью на программном оборудовании моделировались ударные воздействия и измерялись нагрузки (рис. 20 и рис. 21).



Рис. 20. Испытательная платформа

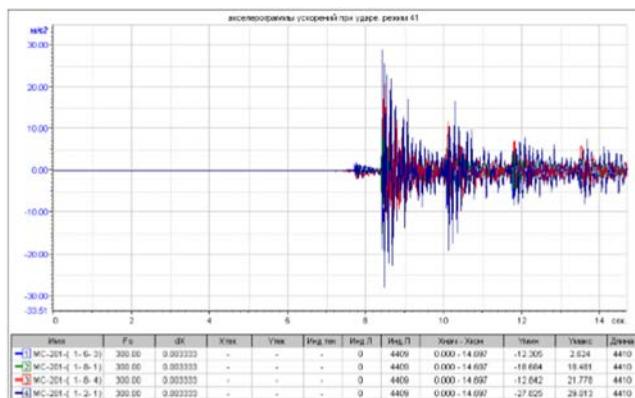


Рис. 21. Измерения нагрузок

3. Опытно-экспериментальный раздел

При дальнейшей оценке сейсмостойкости использовались: мобильная вибромашина инерционного воздействия ВИД-12, которая предназначается для испытания фрагментов строительных конструкций в горизонтальной плоскости, сейсмическая платформа ВП-100 и силовой домкрат на рельсах. Работа аппаратуры производилась с контролем показателей по совместимости электрических и механических воздействий: вибромашина ВИД-12 была установлена на вибрационную платформу маятникового типа и настроена на диапазон частот 0,4-25 Гц. Платформа ВИД-12 позволяет реализовать более существенные нагрузки на испытуемые конструкции. Кроме того, с ее помощью можно моделировать нагрузки в виде ударных воздействий. В отличие от ВИД-12, ВП-100 является платформой, которая предназначается для инерционного воздействия, ее недостатком является небольшая амплитуда колебаний. Тем не менее, при моделировании показателей амплитудно-частотных характеристик по итогам испытаний достигается полноценное отражение в программе всех необходимых параметров.

На платформу ВИД-12 была установлена рама системы «Ронсон 200», на которую при помощи ударных воздействий со стороны основания оказывались механические нагрузки. Возбуждение колебаний на испытательном стенде производилось с разницей в равномерности нанесения механических воздействий по вертикали. Величина инерционного воздействия при этом находилась в диапазоне от 0,8 тс до 20 тс. На раму была установлена фасадная система «MAVent». При этом на верхнюю поверхность испытываемой плиты осуществлялась максимальная инерционная нагрузка, а в основании рамы, которая была зафиксирована на фундамент, ее практически не было. Таким образом, фиксировалась разница между максимальным колебанием верхней части и основанием плиты. С помощью фасадной системы «MAVent» на виброплатформе фиксировались данные, при помощи измерительно-вычислительного комплекса МИС-036. В комплекс были включены: однокомпонентные датчики — акселерометры АТ 1105-10, ноутбук фирмы SONY, в операционную систему которого были установлены пакеты специализированных прикладных программ, также в комплекс для измерения показателей был встроен дешифратор, представляющий собой периферийное устройство для автоматизированного процесса обработки сигналов, поступающих от датчиков. Для наглядности процесса применения оборудования автором была составлена таблица приборов, используемых для испытаний (табл. 14).

Таблица 14
Оборудование, используемое для проведения испытаний

Внешний вид	Наименование	Применение
	Мобильная вибромашина инерционного воздействия ВИД-12	Предназначается для испытания фрагментов строительных конструкций в горизонтальной плоскости

	фасадная система «MAVent»	Предназначена для преобразования показателей датчиков в графические и программные коды
	Схема платформы	–
	Система для монтажа и крепления «Ронсон 200»	Предназначена для принятия ударных воздействий со стороны основания платформы
	Акселерометр 1105-10M	Предназначается для измерения вибрации и механических воздействий, является первичным преобразователем
	Датчик перемещения CDP	Измерение ускорений, вызванных вибрацией
	Датчик ускорения ARF-A	Измерение ускорений, которые вызываются вибрацией
	Датчик нагрузки на арматуру AK SAT-A	Оценка напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции
	Датчик раскрытия трещин PI	Измерение степени раскрытия трещин после воздействия оборудования
	Датчик усилий TL-CP-NB	Измерение разброса динамических перемещений и усилий гашения колебаний

3. Опытно-экспериментальный раздел

	Лазерный указатель УЛ-010	Выравнивание по уровню
	Лазерный преобразователь KP-020л	Считывание градуса отклонения
	Тензорезистор FLA	Предназначается для измерения длины трещины и скорости ее роста
	Регистрирующее устройство – цифровой тензометрический комплекс на 80 каналов	Считывание данных с тензорезисторов, преобразование сигналов
	Ноутбук	Дешифровка данных при помощи установленного ПП АП ЖБК «Лира»
	Стационарный компьютер	Центр управления
	ИБП для компьютера	Обеспечение подачи энергии
	Развязывающий трансформатор	Выполнение гальванической развязки, обеспечение разных потребностей цепи

При наличии переменного тока напряжением от 90 до 250 В эксперимент может быть реализован.

3.2. Применение вибрационной машины инерционного воздействия и сейсмоплатформы для создания статической горизонтальной нагрузки

Первым этапом испытания сейсмоустойчивости несущей конструкции явилось создание вибрационного режима при помощи возбуждения колебаний экспериментальной модели. Данная задача осуществлялась с использованием вибрационной машины ВИД-12. Работа аппарата осуществлялась в диапазоне 0,5–25 Гц. Вибрационная машина была установлена на специальную вибрационную платформу маятникового типа. При этом в процессе испытаний создавались необходимые колебания и производилась их фиксация при амплитуде от 50 до 100 мм. Различные варианты величин отклонения закрепленной на платформе плиты (несущей конструкции) отражали необходимый уровень ускорений, задаваемый при помощи Центра Управления (далее – ЦУ). Соответствующий уровень балльной амплитуды также фиксировался с учетом характеристики отклонения.

Кроме вышеописанного воздействия, поступающего от вибрационной машины, использовались техники ударного воздействия, которые производились при помощи силового домкрата, помещенного на рельсы. При оказании ударного воздействия ускорение домкрату придавалось с использованием ЦУ. Оказываемые на ВИД-12 механические усилия и нагрузки от силового домкрата рассчитывались так же, как и при воздействии вибрационной машины. Максимальное ускорение, придаваемое домкрату, не превышало 1,5g.

Динамические характеристики экспериментальной модели фиксировались при помощи датчиков, расположенных на углах и по периметру платформы, при этом моделировались силовые динамические воздействия, равные землетрясению от 6 до 9 баллов по 12-ти балльной шкале Медведева – Шпонхайера – Карника. Испытания проводились с изменением частотного спектра от нуля до двадцати герц с учетом фиксированной амплитуды платформы. При изменении амплитуды осуществлялась статистика частот в упомянутом выше спектре. Продолжительность воздействия в каждом из этапов испытаний имела показатель от 30 секунд до 35 секунд.

Вторым этапом испытаний было достижение разных уровней воздействий. Каждый из них соответствовал резонансным колебаниям и уровням ускорений, которые задавались платформе и соответствовали колебаниям от 6 до 9-ти баллов по 12-ти балльной шкале Медведева – Шпонхайера – Карника (далее – MSK-64). О классификации по данной шкале упоминается в ГОСТ 6249-52. После завершения испытаний на несущей конструкции были зафиксированы значительные изменения и деформация поверхности, а также отмечены места принятия наиболее сильных воздействий, которые соответствовали нарушению целостности поверхности железобетонной плиты.

После укрепления несущей конструкции аналогичного типа углеволокном марки M-Brace FIB CF, после второго этапа испытаний, конструк-

ция не показала разрушений. Поверхность железобетонной плиты осталась целой и невредимой.

При дальнейшем испытании кирпичной конструкции, имитирующей кирпичную перегородку, расположенную в подвале здания, аналогичный имитирующий материал был обработан сухой смесью Emaco S-170 CFR. При воздействии на него усилий, равных 6-9 баллам по шкале MSK-64, поверхность испытуемого материала осталась не поврежденной.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в здании Торгового центра, который подлежит реконструкции, необходимо провести замену разрушенных конструкций новыми, аналогичными прежним и соответствующими ГОСТ, но после их обработки сухой смесью Emaco S-170 CFR и углеволокном марки M-Brace FIB CF. При этом углеволокном предлагается обработать новые конструкции, представляющие собой железобетонные плиты несущих конструкций, а сухой японской смесью – полнотельный кирпич, который подлежит замене.

Здание подлежащего реконструкции торгового центра было возведено в 1998 году с нарушением нормативных рекомендаций по усилению, кроме того, вместо двух этажей было возведено три. Конструктивное решение по усилению подвального этажа – представляет собой кирпичную кладку и кирпичные колонны. Все несущие конструкции подземного этажа представляют собой железобетонные конструкции. Также, железобетонные несущие конструкции расположены и на трех надземных этажах. За основу расположения кладок и конструкций по ограничению этажности взяты рекомендации СНиП II-7-81.

Описанный выше эксперимент подразумевает проведение инженерного мониторинга, который рассчитан по продолжительности не только на время реконструкции здания, но и на дальнейшую перспективу его эксплуатации. Учитывая сейсмическую активность в зоне месторасположения торгового центра, здание должно подвергаться постоянному инженерному мониторингу. Кроме того, необходимо учитывать результаты данного проведенного лабораторного эксперимента, поскольку качественные характеристики материала уже принимались во внимание при его реализации. Для того чтобы проводить дальнейший мониторинг здания, так же важно учитывать обследование не несущих конструкций, которые имеют ту же структуру, что и несущие. Поскольку здание является не жилым строением, реконструкция займет не большое количество времени и будет не такой продолжительной. Инженерный мониторинг в этом случае тоже будет осуществляться в кратчайшие сроки.

3.3. Синтезирование сейсмических воздействий в лабораторных условиях

При синтезировании сейсмических воздействий во время описанного выше эксперимента, вибрационная машина ВИД-12 была установлена с применением маятниковой платформы. Платформа подвешивалась на гибких стальных конструкциях, которые были прикреплены к опорной раме. Жесткость рамы достигалась креплением ее к основанию лабораторного

корпуса. При осуществлении активного воздействия путем подключения вибрационной машины, консоль маятниковой платформы приводилась в движение. Такие воздействия помогли обеспечить необходимый спектр частотных воздействий с учетом горизонтальной и вертикальной плоскостей. Управление вибрационной машиной ВИД-12 осуществлялось через пульт управления, который располагался в специализированном шкафу. Шкаф является частью аппарата и преобразует коды программы, поступающей с ЦУ, в команды для вибромашины. С учетом основных технических данных вибрационного оборудования в лабораторных условиях выбираются показатели инерционного силового воздействия, вырабатываемые машиной при максимальном радиусе дебалансов (табл. 15):

Таблица 15
Технические и частотные характеристики ВИД-12

Наименование параметра	Показатель, оборотов/в минуту	Значение
Инерционная сила, развиваемая машиной при наибольшем радиусе дебалансов	60 180 240 300	0,8т 7т 12,5т 20т
Частотная характеристика	Нижняя частота, Гц Верхняя частота, Гц	0,4 25
Характер изменения частот	–	бесступенчатый

Прочность вибрационной машины и отдельных ее деталей, а также масса с учетом скорости вращения предусматривает воздействие, не превышающее величину, близкую к 12-ти тоннам. Формирование характеристик воздействия и расчетный анализ экспериментальных показателей статистических и динамических воздействий осуществлялся с учетом вышеуказанных значений. Целью расчетов являлось получение расчетных характеристик собственной амплитуды частот и периодичности колебаний. Для считывания данных показателей были использованы датчики и тензорезисторы, передающие сигналы на аппаратуру программного комплекса через регистрирующее устройство. При их поступлении в программный комплекс (далее - ПК), осуществлялось формирование расчетного анализа и вариантов моделей воздействия и результатов нагрузок.

Для максимально точного отражения вышеуказанных характеристик в лабораторных испытаниях использовались средства измерения и регистрации динамических характеристик воздействия. В регистраторе, который предназначался для получения и дешифрования сигналов датчиков и тензорезисторов, осуществлялась функциональная измерительно-вычислительная программа по сбору, преобразованию, регистрации, обработке и передаче информации, полученной от датчиков. В данном лабораторном испытании использовалась программный измерительно-вычислительный комплекс МИС-036. Данная программа осуществлялась в следующей последовательности:

1) сбор, регистрация и первичная обработка сигналов;

- 2) отображение регистрируемых обработанных величин;
 - 3) контроль и диагностика полученных значений;
 - 4) архивирование данных с целью их дальнейшего использования и анализа;
 - 5) передача обработанных и заархивированных сигналов, заложенных в программу кодов и сообщений об аварийном состоянии платформы и других технологических событий на ПК, в котором установлена ПП АП ЖБК «Лира»;
 - 6) передача протоколов измерений на печатное устройство (при наличии);
 - 7) потенциальная структура программы предоставляет возможность доступа к локальной сети при условии связи с другими системами;
 - 8) возможность выдачи аналоговых сигналов.
- Измерения частотных колебаний, показателей ускорения и динамические перемещения осуществлялись благодаря датчикам-акселерометрам 1105-10М, их характеристики приведены в таблице (табл. 16):

Таблица 16
Характеристика акселерометров

Наименование параметра	Значение
Питание от источника постоянного тока	+ 12 В – 12 В
Диапазон измерения	98 м/с ² , 10 г
Частотная характеристика	
– нижняя частота, Гц	0
– верхняя частота, Гц	700
Диапазон рабочих температур, °С	от +15 до +35

Расположение акселерометров подбиралось из расчета определения мест, где ожидалось развитие максимально больших отклонений по ускорению и перемещению платформы; где было необходимо зафиксировать деформации в разных координатных плоскостях. Общее количество размещенных на платформе акселерометров – шесть штук.

3.4. Исследование конструкций из ячеистого бетона в условиях лабораторных испытаний

Для определения сейсмической устойчивости конструкции из ячеистого бетона в лабораторных условиях было использовано программно-аппаратное оборудование, на котором измерялись показатели коэффициентов статистических и динамических воздействий. В данном лабораторном исследовании применялись кирпичные и железобетонные конструкции, состоящие из ячеисто-бетонных блоков, качественные характеристики которых отвечают ГОСТу бетона группы В 3,5. При изучении параметров усиления в результате анализа итогов лабораторных испытаний можно сформулировать следующие выводы:

- 1) при моделировании нагрузок, соответствующих воздействию сейсмических толчков, равных 6-9 баллам по шкале MSK-64, усиление угле-

волокном марки M-Brace FIB CF и обработка сухой смесью Emaco S-170 CFR позволило получить результат. При ускорении платформы на максимально допустимую величину, которая предусматривала от 0,95 до 9,45 м/с², были получены показатели по сейсмичности экспериментальных конструкций из ячеистого бетона. Следовательно, качественные характеристики данного строительного материала предусматривают повышение сейсмостойкости при помощи физического усиления;

2) в результате анализа испытаний экспериментальных образцов из ячеистого бетона были сделаны расчеты по нормальному сцеплению кладки. Выяснилось, что после усиления показатели соответствуют кладке стен первой категории в зданиях, которые возводятся в сейсмоопасных районах. Прочность не менее восемнадцати Мпа. Показатели временного сопротивления нагрузке увеличились до 4-х раз и превысили показатели, которые являются общепринятыми для цементного раствора и других качественных характеристик строительных материалов;

3) при наклеивании углеволокна использовался японский клеевой состав марки Ytong, что позволило увеличить расчетное сопротивление кладки при растяжении и изгибах в результате лабораторных испытаний. В результате после обработки сухой смесью Emaco S-170 CFR и с учетом использования клеевого состава Ytong показатели устойчивости при оказании нагрузок на растяжение и изгибы, возросли более чем в три раза.

Вывод по третьей главе

Таким образом, технологии усиления конструкций из ячеистого бетона, которые были применены при лабораторных испытаниях несущих конструкций Торгового центра в городе Феодосии, могут быть реализованы и рекомендованы для использования в условиях повышенной сейсмической опасности.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1. Определение объемов строительно-монтажных работ

По причине расположения здания в сейсмоопасном районе, было принято решение об усилении с использованием сухой смеси BASF Emaco для усиления кирпичных перегородок, расположенных на 3-м этаже и несущих конструкций на 1-м и 2-м этаже при помощи холстов из углеволокна.

Предварительно, потребуется провести работы по зачистке и пропитке площади швов и соединений, которые будут подвергнуты усилению. Зачистка и пропитка будет проведена специ раствором:

$$S_{\text{зач. и проп.}} = (1 \cdot 0.9) \cdot 0.5 = (33.6 \cdot 0.9) \cdot 0.5 = 15.1 \text{ м}^2 \quad (40)$$

Подсчитаем общий объем работ по усилению в рамках проводимой реконструкции здания для каждого мероприятия (формулы 40-43).

1 этаж:

$$V = 41.8 \text{ м}^3 \quad (41)$$

2 этаж:

$$V = l_{\text{стен}} \cdot h_{\text{ст}} \cdot \sigma_{\text{ст}} - S_{\text{пп}} = 108.8 \text{ м}^3 \quad (42)$$

3 этаж:

$$V = l_{\text{стен}} \cdot h_{\text{ст}} \cdot \sigma_{\text{ст}} - S_{\text{пп}} = 112 \text{ м}^3 \quad (43)$$

Общий объем рассчитывается путем сложения.

$$\sum V = 262.6 \text{ м}^3 \quad (44)$$

После проведения усиления в указанном объеме, планируется провести штукатурные работы по кирпичным перегородкам и несущим конструкциям здания (формулы 45-48).

Внешние штукатурные работы:

$$S_{\text{штук.стен}} = (L_{\text{стен}} \times h_{\text{ст}} - S_{\text{проем}}) \cdot 0.3 = (114 \cdot 3.88 - 62.1) \cdot 0.3 = 114.1 \text{ м}^2 \quad (45)$$

Внутренняя штукатурка стен:

$$S_{\text{штук.внут.стен}} = (L_{\text{внут.стен}} \times h_{\text{внут.стен}} - S_{\text{проем}}) = 280 + 12.2 = 292.2 \quad (46)$$

Восстановление и штукатурка стен и кирпичных перегородок на 3 этаже:

$$S_{\text{отк.двер.}} = (2h + b) \cdot n_{\text{двер.}} \cdot 0.2 \text{ м} = (2 \cdot 2.1 + 0.9) \cdot 6 = 30.6 \text{ м}^2 \quad (47)$$

$$S_{\text{шт.}} = (\sum S_{\text{перег.}}) + \sum S_{\text{общ.}} = 1131.4 + \text{м}^2 \quad (48)$$

Рассматриваемые работы должны быть проведены в соответствии с календарным планом работ и в соответствии с нормативными указаниями. Календарный план является проектной разработкой, определяющей последовательность выполнения процессов реконструкции для комплекса и отдельных объектов. Задача календарного планирования состоит в организационной и технологической увязке работ, выполняемых различными подразделениями на различных объектах, с учетом возможностей рационального обеспечения этих работ всеми видами трудовых и материально-технических ресурсов, соблюдения установленных сроком ввода объектов в действие и организация производства непрерывным долгосрочным потоком.

4.2. Расчет трудоемкости работ

Технико-экономические показатели, определяемые по календарному плану, включают такие параметры как: продолжительность реконструкции, себестоимость работ и их трудоемкость. Проведем общий расчет трудоемкости производимых работ.

В плане расчетов приведем коэффициенты удельной трудоемкости и неравномерного движения рабочих и проанализируем характеристики возможного совмещения работ и сокращения сроков реконструкции (формулы 49-53):

1. Коэффициент удельной трудоемкости:

$$K_1 = \frac{\sum T}{V_{\text{зо}}} = \frac{519595}{757834} = \frac{\text{чел} \cdot \text{дн}}{\text{м}^3} \quad (49)$$

2. Коэффициент неравномерного движения рабочих:

$$K_2 = \frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{ср}}} = \frac{50}{25} = 2 \quad (50)$$

$$N_{\text{ср}} = \frac{\sum T}{t_{\text{факт}}} = \frac{5195,95}{208} = 24,9 \text{ чел} \quad (51)$$

Коэффициент равномерности движения рабочих определяется отношением максимального количества рабочих к среднему количеству рабочих в день, которое равно общей трудоемкости, деленной на число дней реконструкции.

3. Коэффициент совмещения работ:

$$K_3 = \frac{\sum t_{\text{сум}}}{t_{\text{факт}}} = \frac{440}{208} = 2,1 \quad (52)$$

4. Коэффициент сокращения сроков строительства:

$$K_4 = \frac{t_{\text{факт}}}{t_{\text{норм}}} = \frac{208}{230} = 0,9 \quad (53)$$

Данные трудоемкости работ могут стать основанием для разработки специальных календарных планов с целью выполнения строительно-монтажных работ в кратчайшие сроки с минимальными затратами материальных и трудовых ресурсов при минимальном расходовании денежных средств.

4.3. Выбор типа эксплуатируемых при осуществлении работ машин и приспособлений

Для реализации поставленных задач необходимо привлечь специальные инструменты и автоматизированные машины. В таблице (табл. 17) представлены основные инструменты, которые будут применены при проведении работ.

Таблица 17

Инструменты и оборудование для реализации работ по усилению

Наименование инструментов	Ед.изм.	Количество
Каска	шт	14
Монтажный пояс	шт	5
Сварочный аппарат	шт	2
Маска	шт	2
Гусеничный кран	шт	1
Инвентарная лестница	шт	5
Инвентарные леса	шт	3
Ящик с раствором	шт	8
Шпатель скребок	шт	5
Лопата	шт	4
Лом	шт	2
Компрессор	шт	3
Отбойный молоток	шт	1
Шлифовочная машина	шт	2
Контейнер под мусор	шт	2
Опалубка	шт	2
Наименование инструментов	Ед.изм.	Количество
Кирпич силикатный	м ²	1602,4
Холст из углеволокна	м ³	28,32
Сухая смесь BASF Emaco	м ³	68,903
Щиты опалубки	м ²	—
Электроды	т	0,481

Особого внимания при выборе инструментов заслуживает проблема обеспечения высокого качества применяемых материалов, изделий, конструкций, строительных машин и механизмов. Должна быть обеспечена эффективная звуковая или световая сигнализация, а используемые в строительстве инвентарные устройства и монтажная оснастка должны отвечать всем требованиям техники безопасности. При этом должен быть организован строгий систематический контроль за соблюдением техники безопасности на строительной площадке.

Поскольку поверхности, ранее окрашенные масляной краской и не поддающиеся удалению, очищаются только от отслаивающейся краски, полная зачистка нецелесообразна. Оставшаяся краска промывается от грязи и копоти 3% раствором кальцинированной соды или 5% аммиачным раствором с последующей промывкой водой. По этой причине выбор материала не включает специальные средства для очистки всей окрашенной площади.

4.4. Календарный план-график проведения работ

Календарный план является проектными разработками, определяющими последовательность выполнения строительных процессов для комплекса и отдельных объектов. Задача календарного планирования состоит в организационной и технологической увязке работ, выполняемых

различными подразделениями на различных объектах, с учетом возможностей рационального обеспечения этих работ всеми видами трудовых и материально-технических ресурсов, соблюдения установленных сроком ввода объектов в действие и организация производства непрерывным долгосрочным потоком. При проектировании реконструкции здания учитывают результаты технического обследования данного объекта.

Проектом были предусмотрены мероприятия, обеспечивающие прочность, устойчивость и требуемые показатели устойчивости здания в целом, его отдельных элементов и конструкций, а так же несущую способность и устойчивость грунтов основания на всех стадиях выполнения ремонтно-строительных работ и последующей эксплуатации.

При усилении должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие совместную работу элементов усиления и сохраняемых конструкций. Нагрузки и виды воздействий на конструкции и основания, а так же на здание в целом, должны приниматься в соответствии со СНиП 2.01.07-85.

Существующие конструкции здания, не соответствующие требованиям действующих норм, но обладающие необходимой расчетной несущей способностью, могут быть сохранены без увеличения нагрузок на них. При проектировании встроек и пристроек к реконструируемому зданию, предусмотрены мероприятия по обеспечению минимальной разности осадок существующего здания и пристраиваемых к нему объемов и возможности их взаимных смещений без снижения эксплуатационных качеств.

Устройство деформационных швов внутри помещений не допускается. Конструкции крыши или парапетной части здания должны быть оснащены устройствами для крепления технологического оборудования, используемого при ремонте фасадов. Кровли ремонтируемых зданий спроектированы в соответствии со СНиП 2-26-76.

Для подготовки проведения соответствующих работ автором исследования был подготовлен план-график, который позволит спланировать проведение комплекса работ на рассматриваемом объекте. Подобный ремонт проводится на объектах, которые в целом находятся в удовлетворительном техническом состоянии, но отдельные конструктивные элементы или инженерное оборудование в них сильно изношено и нуждается в полной или частичной замене или усилении. В таких случаях в первую очередь предусматривается ремонт тех конструкций и того оборудования, неисправность которого может ухудшить состояние смежных конструкций здания и повлечь за собой их повреждение или полное разрушение.

№ п.л.	Наименование работ	Ед. измер.	Кол. во	2015 год															
				I квартал				II квартал				III квартал				IV квартал			
				Январь		Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август	
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Работы по демонтажу поврежденных перегородок	т.р.																	
2	Зачистка и пропитка	т.р.																	
3	Кладка перегородок из кирпича	п.м.	330,0																
4	Уплотнение перегородок	комп.	1,0																
5	Монтаж генератора	комп.	1,0																
6	Устройство сетей	п.м.	250,0																
7	Уплотнение кирпичных перегородок	м2	1162,5																
8	Штукатурка	м2																	
9	Заключительные работы	п.м.	67,0																

Рис. 22. Календарный план-график проведения работ

4.5. Производство работ

4.5.1. Работы по демонтажу поврежденных перегородок и несущих конструкций

Перед демонтажем производят разборку всего оборудования, находящегося на территории реконструкции. Разборка начинается со снятия покрытий около труб и других выступающих частей, затем усиленными ножницами срезают выступающие элементы арматуры и. Далее должна быть произведена разборка обрешетки, в случае если таковая имеется.

Разборка полов из керамической плитки производится с помощью отбойных молотков и ломов. Разборка перегородок производится посредством снятия дверных полотен, затем с помощью ломиков, освобождают их от креплений к стенам, перекрытиям и другим перегородкам, стропятся и демонтируются укрепленные блоки. Кирпичная перегородка, подлежащая усилению и восстановлению, а также фотографии поврежденного фрагмента приведены в приложении (Приложение «А»). Предложенные методы усиления конструкций с использованием материалов фирмы BASF могут использоваться как при усилении существующих конструкций (в сочетании с другими методами усиления – инъекция трещин и т. д.), так и при возведении новой кирпичной кладки с заданными по результатам настоящих испытаний характеристиками прочности.

4.5.2. Кладка перегородок из кирпича

В местах опирания балок на кирпичные стены выполняются распределительные подушки, высотой 150 мм из бетона В 15 с армированием кирпичной сеткой 5 Вр1 50×50 в двух уровнях. На бетонные подушки укладывают металлические пластины, которые крепятся к бетону анкерными болтами. Далее укладываются двутавровые балки, в местах соединения балки и закладной, производится сварка, все швы $h = 5$ мм. В местах стыка балок ендовой и коньковых балок, устанавливаются ребра жесткости. Где необходимо устанавливают поперечные связи из уголков 70×50.

Для монтажа опорных балок под лестничные площадки, в стенах, где необходимо, устраиваются отверстия 250×250 мм, куда и монтируются двутавровые балки. Далее производят установку косоуров.

Прежде всего производят разметку возводимых перегородок на полу, с помощью отвеса отметки переносят на потолок. Далее по разметке возводится кладка.

Нормами предусмотрена каменная кладка из естественных или искусственных строительных материалов с применением передовых методов труда, рационального инструмента, инвентаря и приспособлений. Нормами на кладку учтено время, необходимое для проверки правильности кладки. Качество работ должно соответствовать требованиям СНиП III-17-78 «Каменные конструкции».

Вертикальность поверхностей и углов кладки, а также горизонтальность рядов проверяются не менее двух раз на 1 м высоты с выравниванием обнаруженных отклонений. Оси конструкций здания проверяются в каждом этаже, причем отклонения устраняются на уровне междуэтажных перекрытий.



Рис. 23. Монтаж кирпичных перегородок.
Фрагмент с вентиляционным каналом. Этаж 3

В соответствии с календарным планом, на кладку перегородок из кирпича и сопутствующие работы отведен период с апреля по сентябрь 2015 года. По заключению проводимых работ, будет назначена комиссия для оценки качества выполненных строительных перегородок.

4.5.3. Усиление конструктивных элементов перегородок путем нанесения на кирпичные стены сухой смеси BASF Emaco

Для достижения максимального эффекта при усилении конструктивных элементов используются новейшие технологии и материалы, которые позволяют предотвратить дальнейшее разрушение бетонированных конструкций. Для того чтобы выполнить работы в полном объеме, необходимо в каждой конструкции детально визуально обследовать колонны и плиты. Качество поверхности конструкций можно определить визуально, а так же, при возникновении сомнений в визуальном обследовании, возможно механическое нанесение дополнительных повреждений с целью выявления скрытых разрушений.

Еще одним этапом проведения реконструкции должна быть тщательная проверка качества материалов и изделий, применяемых в конструкции. Во избежание дальнейших разрушений, важно проверять кол-во и качество смесей, изготавляемых для усиления. Кроме того, необходимо тщательно проверить имеющееся техническое задание на соответствие выполненным чертежам.

Для выполнения задания ведется общий журнал работ, а также составляются акты приемки-сдачи работ по этапам их выполнения. Каждый работник снабжен необходимым инструментом, за процессом демонтажа и монтажа колонн и несущих конструкций наблюдает мастер (прораб), инженер. Для проведения усиления конструктивных элементов был за-

действован материал – сухая смесь сухой смеси BASF Emaco. Геометрические параметры кирпичного простенка здания имеют следующие параметры:

I серия – представляет собой кирпичную кладку размерами 103×104×25 см, изготовленную из кирпича марки М200 на растворе М75 с расчетным сопротивлением кладки $R=25$ кг/см² и временным сопротивлением $R_{Vp}=50$ кг/см² (рис. 24);

II серия – кирпичная кладка того же состава, усиленная слоем материала «BASF Emaco S170 CFR» толщиной 2 см с одной стороны (рис. 25).

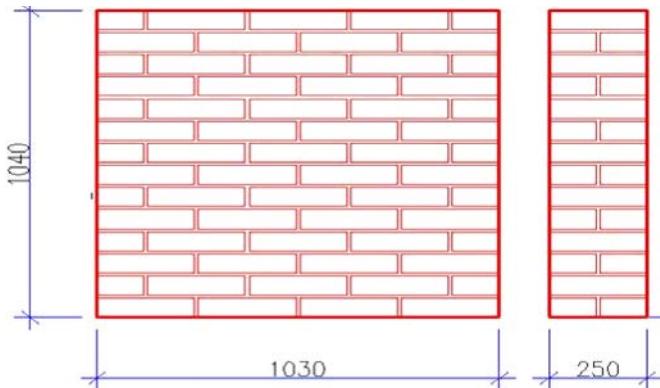


Рис. 24. Конструкция кирпичной кладки, подлежащей усилению

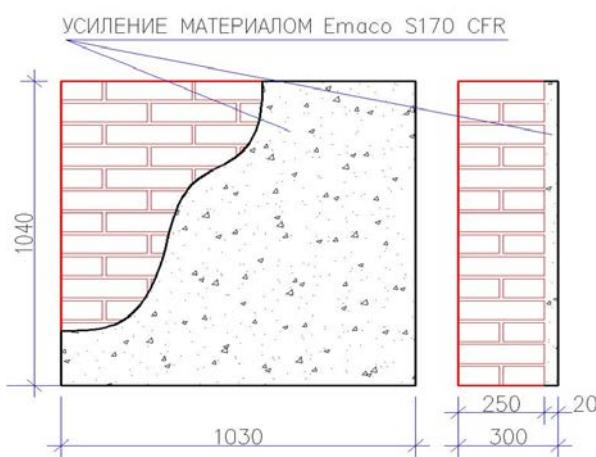


Рис. 25. Конструкция кирпичной кладки
после усиления сухой смесью Emaco

Нагрузка передается через опорные части стены. Анализ кирпичной кладки после нанесения смеси, позволяет отметить, что показатели прочности кладки при действии сдвигающих усилий (перекос) при срезе по неперевязанному сечению составляет 0,47 МПа или величина расчетного сопротивления в этом случае составляет $0,47/2=0,235$ МПа при нормативном значении 0,16 Мпа. Таким образом, разрушение стены, низкая прочность сцепления кирпичей из-за сдвига слоев кладки по растворным швам уже не вызовет таких деструктивных последствий, которые были описаны в 1 главе исследования.

4.5.4. Мероприятия по усилению несущих конструкций при помощи холстов из углеволокна марки M-Brace FIB CF

Для оценки влияния эффекта усиления кирпичных столбов путем внешнего их армирования полосами внешнего их армирования полосами из углеволокнистой ткани марки MBrace FIB CF 230/4900.200g/5.100m на их прочность и деформативность, следует проанализировать опытные исследования, которые проводились для анализа свойств данного материала.

Кирпичные столбы без усиления углеволокном. Результаты испытаний данной серии образцов являлись «эталонными», позволяющими оценить эффективность применения предложенного в данной работе способа усиления с помощью углеволокна относительно традиционных, не усиленных, конструкций кирпичных столбов.

Из каждой поставленной с кирпичного завода партии кирпича изготавливались параллельно с экспериментальными (усиленными) образцами кирпичных столбов I÷V серии эталонные (не усиленные) образцы. Это позволило более точно учесть эффект усиления при использовании каждой партии кирпича и раствора для кладки из одного замеса при изготовлении как эталонных, так и усиленных образцов.

I серия образцов – кирпичные столбы, усиленные полосами из углеволокнистой ткани, наклеенными на кладку через один на второй ряд по высоте столба (приложение «Б»).

II серия образцов – кирпичные столбы, усиленные полосами из углеволокнистой ткани, наклеенными на кладку через два ряда на третий по высоте столба (приложение «Б»).

Опытные образцы кирпичных столбов сечением 380×510 мм (I÷IV серий) и 380×770 мм (V серия) при высоте 1183 мм и 1260 мм были изготовлены и испытаны в экспериментальном корпусе ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. На рисунках (приложение «Б») показаны схемы экспериментальных образцов кирпичных столбов I÷V серий.

Для определения величин временного сопротивления (средний предел прочности) и расчетного сопротивления сжатию кладки были проведены испытания на сжатие и изгиб 6÷10 контрольных образцов кирпича, отобранных из каждой поставленной кирпичным заводом партии, и растворных кубиков размером 7.07×7.07×7.07 см, изготовленных в процессе выполнения кладки экспериментальных образцов кирпичных столбов.

Испытания контрольных образцов кирпича на сжатие и изгиб производились в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия». Прочность раствора в швах кирпичной кладки опытных образцов определялась в соответствии с указаниями ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний».

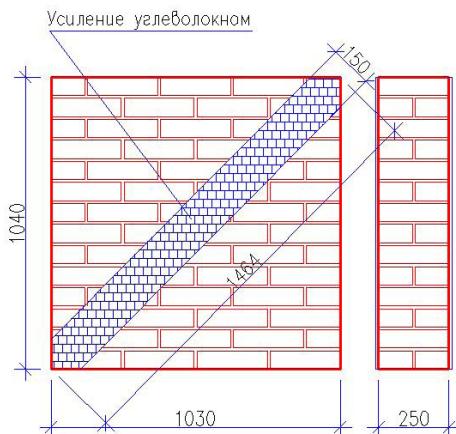


Рис. 26. Конструкция кирпичной кладки, подлежащей усилению

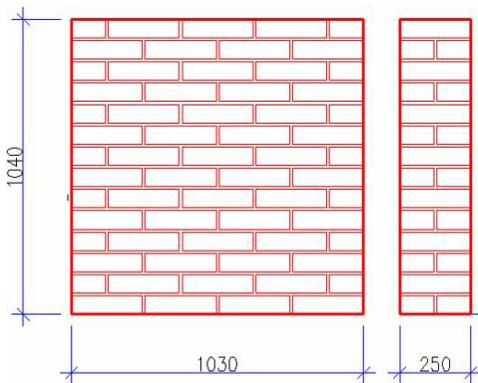


Рис. 27. Конструкция кирпичной кладки после усиления углеволокнистой тканью марки MBrace FIB CF 230/4900.200g/5.100m

Приведенные показатели прочности кладки при действии сдвигающих усилий (перекос) позволяют отметить, что прочность кладки при срезе по неперевязанному сечению составляет 0,47 МПа или величина расчетного сопротивления в этом случае составляет $0,47/2=0,235$ МПа при нормативном значении 0,16 Мпа.

Вывод по четвертой главе

Результаты усиления кирпичной кладки и клади усиленной с помощью набетонки на основе сухой смеси BASF Emaco S170 CFR и углеволокнистой ткани марки MBrace FIB CF 230/4900.200g/5.100m позволяет отметить, что наличие односторонней жесткой набетонки приводит к смещению геометрического центра тяжести фрагмента стены и, как следствие этого, изменению эксцентричности приложения нагрузки. В связи с этим, несущая способность стены из-за появления эксцентричности приложения нагрузки относительно центра тяжести элемента вырастает в среднем на 16,7%.

5. БЖД И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1. Общие сведения

Техника безопасности представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, воздействие которых приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

На рабочем месте программиста и в условиях лабораторных испытаний должны предусматриваться меры предохраниения человеческого организма от факторов воздействия вредных для здоровья человека веществ и потенциально опасных условий окружающей среды. Программное оборудование некоторых комплексов, а также лабораторные аппараты при подключении их к сетям электропитания могут представлять опасность для организма человека из-за повышенного уровня мощности, а также по причине того, что в момент максимальной реализации их потенциала, могут выделять различные вредные вещества, представляющие собой продукты распада, разрушительно влияющие на организм человека. Также в некоторых лабораториях испытуемые материалы и комплексы оборудования выделяют вещества, которые повышают уровень радиации.

Для того, чтобы не подвергать работников лабораторий и программистов, которые осуществляют управление оборудованием, опасности, – предусмотрены специальные условия для комфортной работы машин ПЭВМ и программистов, осуществляющих свои функциональные обязанности. Для этого в отдельно взятом помещении располагают часть оборудования, необходимого для осуществления лабораторных процессов, а остальное оборудование, представляющее потенциальную опасность, оставляют вне помещения, в рабочем цеху (рис. 28).

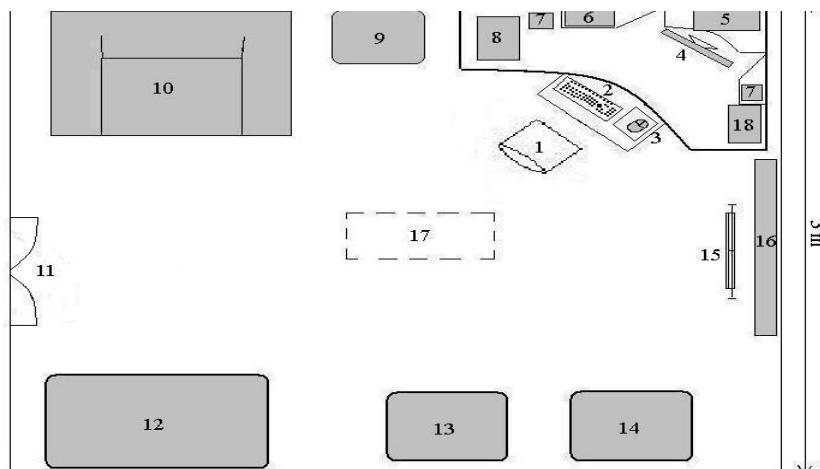


Рис. 28. Рабочее место оператора ПЭВМ и сотрудников лаборатории

Помещения в соответствии с нормами СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» должны соответствовать допускам и нормам, перечисленным в документе. Требования по доступу естественного освещения соблюдаются с учетом размещения боковых проемов, которые должны быть ориентированы на север и северо-восток. Коэффициент естественной освещенности при этом принят за КЕО равным 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и 1,5% во всех остальных зонах.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Пункт 6.14. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Требование по ограничению глубины пульсации освещенности до 5% было и в ранее действовавшем документе на компьютеры – СанПиН 2.2.2.542-96. И это требование технически достижимо: разные ПРА в светильнике плюс «расфазировка» светильников либо высокочастотные ПРА – и нет проблемы. Тем не менее, как показывают результаты обследования освещения, почти все существующие осветительные установки на рабочих местах с компьютерами не обеспечивают нормируемую глубину пульсации освещенности, и при норме 5 % или даже 10 % фактические значения коэффициента пульсации составляют, как правило, 25-35 %.

Нормы освещенности приведены в таблице (табл. 18).

Таблица 18

Нормы освещенности

Характеристика зрительной работы	Контраст	Фон	Освещенность, Лк
Минимальный объект различения 0,3–0,5 мм	Средний	Средний	300

Проведем расчет освещенности рабочей области. В помещении используется светильник с 4 лампами, световой поток каждой составляет 4600 лм.

Сначала произведем расчет высоты светильника над рабочей областью (формула 54):

$$H_p = H - h_c - h_p \quad (54)$$

$$H_p = 3.4 - 0.1 - 0.8 = 2.5 \text{ м}$$

где: H — высота помещения,

h_c — расстояние от светильника до потолка,

h_p — высота рабочей поверхности над полом.

Произведем расчет показателя помещения по формуле (формула 55):

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)} = \frac{4 \cdot 3}{2.5(4 + 3)} = 0.68 \quad (55)$$

где: A и B – длина и ширина помещения.

Далее проведем расчет фактической освещенности по формуле (формула 56):

$$E_n = \frac{\Phi_s \cdot N \cdot \eta}{100 \cdot S \cdot Z \cdot K} = \frac{4600 \cdot 4 \cdot 32}{100 \cdot 12 \cdot 1.1 \cdot 1.5} = 297 \text{ лк} \quad (56)$$

где: Z – коэффициент минимальной освещенности для люминесцентных ламп, который составляет 1,1;

K – коэффициент запаса K = 1,5;

N – количество светильников N = 4;

S – площадь помещения S = 4 · 3 = 12 м²;

η – коэффициент использования светового потока η = 32.

В ходе расчетов удалось получить освещенность данного помещения – 297 лк, что соответствует требованиям нормы освещенности, таким образом, в помещении достаточно светло и комфортно.

Поскольку в данном проекте были объединены функции сотрудников лаборатории, программистов и представителей строительных бригад, следует рассматривать не только нормы и правила для помещений с лабораторным оборудованием и ПЭВМ, но и строительные нормы и правила технической и пожарной безопасности.

5.2. Характеристика и анализ производственных условий

Строительная площадка ограничена забором из металлоксайдинга, высотой 2 м. Реконструкция сопровождается краном ДЭК-251 с основной длиной стрелы 14 м. Леерным ограждением обозначена зона складирования арматуры, кирпича, металлических балок, прочих материалов.

При въезде-выезде на строительную площадку устанавливаются распашные ворота с соответствующими указателями и фирменный щит с указанием наименования объекта, заказчика, подрядчика, сроков производства работ. Для входа в здание устраивается крытая галерея с указателем «вход». Административно-бытовые помещения располагаются вне зоны вылета стрелы. К ним проведено водоснабжение и электричество.

5.3. Мероприятия, исключающие травматизм и профзаболевания

В соответствии с действующими нормами и правилами администрация стройки должна в установленные сроки организовать инструктаж, изучение и проверку знаний рабочих и технического персонала в области техники безопасности с обязательным документальным её оформлением. Вновь вступающих на строительство рабочих можно допускать к работе только после прохождения ими вводного инструктажа по технике безопасности и инструктажа непосредственно на рабочем месте. Работающим в опасных и вредных условиях необходимо выдавать средства индивидуальной защиты, предупреждающие возможность возникновения несчастных случаев и спецодежду, защищающую организм от вредных факторов окружающей среды. Значительный эффект по предупреждению травматизма дает наглядная агитация в виде плакатов, развешиваемых в близи рабочих мест.

Санитарно-гигиенические мероприятия предусматривают осуществление обслуживания трудящихся на рабочих местах и бытовых помещениях. К таким мероприятиям относятся: создание на рабочих местах нормальной воздушной среды и освещенности; устранение вредного воздействия вибрации и шума; оборудование необходимых бытовых и санитарных помещений. При проектировании и производстве строительно-монтажных работ должны предусматриваться и выполняться мероприятия противопожарной безопасности. Эти мероприятия учтены при разработке строй генплана, обеспечивающего свободный подъезд пожарных машин к зданию; наличие средств пожаротушения на объекта; правильных противопожарных разрывов между постоянными и временными зданиями; безопасное хранение горючих и взрывоопасных материалов. Нормы и правила техники безопасности изложены в СНиП 3-4-80 «Техника безопасности в строительстве».

5.4. Мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике

Если на объекте одновременно работает несколько строительных организаций, то генеральный подрядчик обязан с участием субподрядных организаций разработать график производства совмещенных работ. Этот график должен обеспечивать безопасное ведение работ. Его выполнение обязательно для всех организаций, участвующих в строительстве.

Необходимо также чтобы было обеспечено высокое качество применяемых материалов, изделий, конструкций, строительных машин и механизмов. Должна быть обеспечена эффективная звуковая или световая сигнализация, а используемые в строительстве инвентарные устройства и монтажная оснастка должны отвечать всем требованиям техники безопасности. При этом должен быть организован строгий систематический контроль за соблюдением техники безопасности на строительной площадке.

Допускаются рабочие не моложе 18 лет, имеющие соответствующее удостоверение. Все монтажники должны быть обеспечены монтажными поясами. Не допускаются нахождение людей на нижележащих этажах. Оставляемые отверстия в перекрытиях в процессе монтажа следует закрывать временным настилом или ограждать. Необходимо проверить исправность механизированных инструментов.

При устройстве подготовки под полы работникам выдается спецодежда. К работе с механическими и ручными инструментами допускаются обученные рабочие, прошедшие необходимый инструктаж по технике безопасности. Помещение должно тщательно проветриваться.

При устройстве кровли на крышу допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие наряд на допуск для работы на высоте. Кровельщики должны работать в мягкой нескользящей обуви и иметь прочные монтажные пояса, привязываемые к прочным надежным конструкциям. Кровельные материалы, тара, инструмент должны быть закреплены на обрешетке так, чтобы они не смогли упасть. Обделку фасада необходимо производить с лесов и подмостей.

При производстве отделочных работ, при работе с красками, имеющими в своем составе вредные или ядовитые вещества рабочие должны проходить периодический медицинский осмотр. Пневматические окра-

сочные аппараты и шланги проверить и испытать под давлением до начала работ. Всем рабочим необходимо иметь спецодежду и средства индивидуальной защиты.

При устройстве полов необходимо, чтобы у всех рабочих была спецодежда и рукавицы. При работе с механическими и электроинструментами должны соблюдаться правила техники безопасности и пройден инструктаж. В связи с тем, что применяются битумные мастики, необходимо, чтобы помещения проветривались.

При плотнично-столярных работах необходимо проверить исправность механизированных инструментов. Если используются вредные химические вещества, необходимо проверить помещения и иметь средства пожаротушения. Рабочие должны быть в спецодежде и рукавицах.

До начала фасадных работ необходимо проверить устойчивость лесов. У рабочих должны быть в наличии спецодежда и монтажные пояса.

5.5. Мероприятия по защите окружающей среды на стадии проектирования

На стадии проектирования определяется местоположение, рельеф и существующее состояние территории расположения строящегося объекта.

По данным центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды определяется существующий уровень загрязнения атмосферы в данном районе (содержание диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы) в соответствии с санитарными нормами.

Определяются природно-климатические характеристики района расположения строительной площадки.

Производятся инженерно-геологические изыскания на месте расположения строительной площадки. Определяется геологический разрез исследуемого участка с установлением мощности почвенно-растительного грунта и глубины залегания грунтовых вод.

Устанавливается наличие опасных геологических процессов и явлений, а также факторов, способных осложнить процессы строительства и эксплуатации строящегося здания или сооружения (такие как – возможность просадки грунтов при замачивании под нагрузкой, подтопляемость участка грунтовыми водами, возможность образования «верховодки» с переходом твердых суглинков и супесей в текучие, «слабые» по несущей способности, наличие в основании мягко пластичных, и текучих грунтов).

5.6. Мероприятия по защите окружающей среды на стадии производства работ

При производстве демонтажных и монтажных работ, в течении всего срока строительства следует соблюдать следующие правила охраны окружающей среды:

1. Находящиеся в зоне проведения работ, зеленые насаждения следует огородить деревянными инвентарными щитами и накрыть сверху мешковиной.

2. Установить вблизи реконструируемого здания один или несколько мусорных контейнеров, для дальнейшего сбора мусора.

3. Необходимо устройство очистных сооружений.

4. Весь образовавшийся строительный мусор в обязательном порядке необходимо спускать в мусорный контейнер при помощи рукава.

5. Нельзя сливать и смыть на грунт раствор и бетон.

6. Во избежание загрязнения почвы, запрещается сливать на грунт горюче-смазочных и лакокрасочных материалов.

7. При заполнении мусорного контейнера, необходимо осуществлять вывоз строительного мусора за пределы города на общегородскую свалку.

При завершении всех строительных работ необходимо разобрать ограждение зеленых насаждений, снять мешковину и желательно взрыхлить и полить землю под ними, а так же смыть с листвы образовавшийся слой строительной пыли струей воды.

При эксплуатации зданий и сооружений будут образовываться отходы и иные продукты жизнедеятельности. Сбор бытовых отходов осуществляется в многоразовые емкости или одноразовые пакеты, которые затем накапливаются в стандартном металлическом крытом контейнере, смет территории – в таком же контейнере.

Местом хранения является контейнерная площадка – постоянная, асфальтированная. Выгрузка отходов из металлических контейнеров и вывоз на полигон ТБО осуществляется транспортом специализированной организации, с которой заключается Договор.

Отработанные люминесцентные лампы хранятся в заводской упаковке в специальном металлическом ящике объемом не менее 0,5 м³ (высотой не менее 1,2 м), установленном в подсобном помещении. Вывоз на предприятие по демеркуризации производится 1–2 раза в год.

Остатки трансформаторных масел на объекте не хранятся – после замены сдаются на предприятие по переработке.

Вывод по пятой главе

Поскольку техника безопасности для программистов и сотрудников лабораторий в данном случае совмещена со строительными нормами, необходимо, чтобы на объекте имелась проектная документация по организации и производству работ. Проект производства работ должен содержать конкретные технические решения по созданию условий для безопасного производства работ, по санитарно-техническому обслуживанию рабочих на строительной площадке. Инженерно-технический персонал строительно-монтажной организации несет ответственность за выполнение мероприятий по охране труда, оговоренных в проекте производства работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования, проведенного автором, были сформулированы следующие выводы:

1) при проведении технического обследования здания с использованием инженерно-сейсмометрических методов, применялось следующее оборудование: мобильная вибромашина инерционного воздействия ВИД-12; фасадная система «MAVent»; система для монтажа и крепления «Ронсон 200»; датчики и тензорезисторы для измерения показателей; регистрирующее устройство – цифровой тензометрический комплекс на 80 каналов, два компьютера, блок бесперебойного питания и трансформатор;

2) при рассмотрении возможности применения инновационных программно-аппаратных методов измерения динамических характеристик конструкции и использования решений по усилению конструкций здания, с учетом сейсмоопасности региона, в разработке применялась ПП АП ЖБК «Лира» - новейший программный продукт, осуществляющий не только преобразование полученных в результате лабораторных испытаний показателей, но и предусматривающий возможность подсоединения в локальную сеть параллельных соединений;

3) опытно-экспериментальный раздел содержит описание проведения натурального и модельного динамического испытания в лабораторных условиях, при котором синтезировались сейсмические воздействия, и была предложена инновационная технология укрепления конструктивных элементов. Таким образом, по результатам эксперимента был сделан вывод о том, что в здании Торгового центра, который подлежит реконструкции, необходимо провести замену разрушенных конструкций новыми, аналогичными прежним и соответствующими ГОСТ, но после их обработки сухой смесью Emaco S-170 CFR и углеволокном марки M-Brace FIB CF. При этом углеволокном предлагается обработать новые конструкции, представляющие собой железобетонные плиты несущих конструкций, а сухой японской смесью – полнотелый кирпич, который подлежит замене;

4) результаты усиления кирпичной кладки и клади усиленной с помощью набетонки на основе сухой смеси BASF Emaco S170 CFR и углеволокнистой ткани марки MBrace FIB CF 230/4900.200g/5.100m позволяет отметить, что наличие односторонней жесткой набетонки приводит к смещению геометрического центра тяжести фрагмента стены и, как следствие этого, изменению эксцентриситета приложения нагрузки. В связи с этим, несущая способность стены из-за появления эксцентриситета приложения нагрузки относительно центра тяжести элемента вырастает в среднем на 16,7%.

5) с целью разработки предложений по экономической эффективности применения программно-аппаратного оборудования для диагностики сейсмоустойчивости, была осуществлена разработка последовательности работ и их трудоемкость;

5) при рассмотрении способов обеспечения безопасности жизнедеятельности при осуществлении работ по применению аппаратной диагностики и конструктивному усилению здания торгового комплекса, были предусмотрены меры по соответствуию заявленных работ строительным нормам и правилам. Проект производства работ содержит конкретные технические решения по созданию условий для безопасности работ, по санитарно- техническому обслуживанию рабочих на строительной площадке. Инженерно-технический персонал строительно-монтажной организации несет ответственность за выполнение мероприятий по охране труда, оговоренных в проекте производства работ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка критериев и процедур оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения». Этап II по итогам работы в 2010–2011 годах // Проект Свода правил «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения» – М.: Российская Ассоциация по Сейсмостойкому Строительству и защите от природных и техногенных воздействий – РАСС. – 2011.
2. Смирнов В.И. Развитие моделей расчетных акселерограмм сейсмических воздействий / В.И. Смирнов, Г.Н. Вахрина // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2011. – № 4. – С. 26–34.
3. СНиП 3-4-80 «Техника безопасности в строительстве». Утверждены постановлением Госстроя СССР от 9 июня 1980 г. – №82.
4. Совещание по повышению устойчивости жилых домов // Научно-технический журнал «Сейсмостойкое строительство и безопасность сооружений». – 2012. – №4. – С. 11.
5. Федеральная целевая программа «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009–2018 годы в ред. Постановления Правительства РФ от 04.07.2012. – №683.
6. Айзенберг Я.М. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка критериев и процедур оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения», II этап работы по итогам 2010–2011 гг. / Я.М. Айзенберг, В.И. Смирнов, А.С. Алешин [и др.] // Проекты Сводов правил «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения» и «Методология, порядок и критерии паспортизации существующей застройки для оценки дефицита сейсмостойкости». – М.: РАСС, 2011. – С. 16.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Торговый комплекс «Аквамарин». Фасад здания



Расположение ТЦ «Аквамарин»



Торговые площади, 1-й этаж



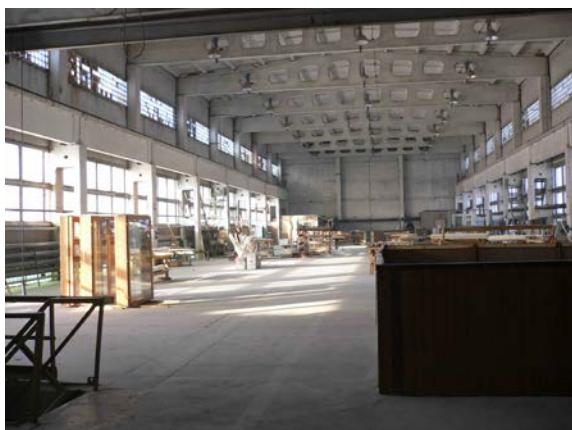
Торговые площади, 1-й этаж



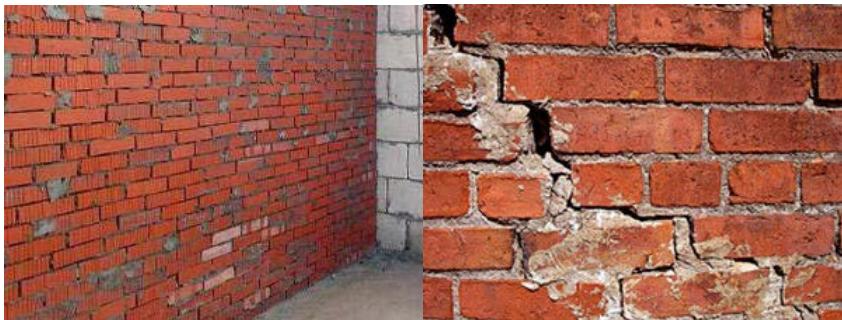
Торговые площади, 2-й этаж



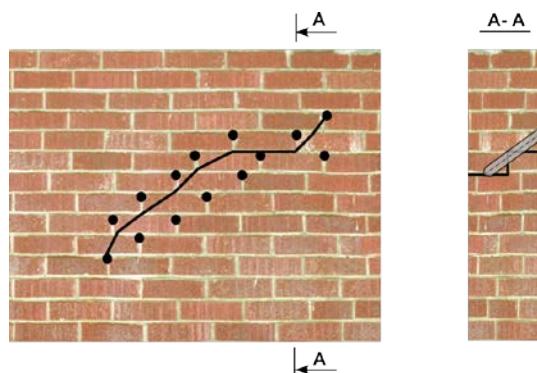
Реконструкция, 3-й этаж



Кирпичная перегородка и поврежденный фрагмент



Кирпичная перегородка и поврежденный фрагмент



Научное издание

Гайнутдинов Айрат Минбелиевич

**ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ
НА ПРИМЕРЕ ТРЕХЭТАЖНОГО ТОРГОВОГО
КОМПЛЕКСА В ГОРОДЕ ФЕОДОСИИ**

Монография

Редактор *Т.В. Яковлева*
Компьютерная верстка и правка *А.В. Тимофеева*
Дизайн обложки *Н.В. Фирсова*

Подписано в печать 28.09.2016 г. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 4,185. Заказ К-142. Тираж 500 экз.
Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75
8 800 775 09 02
info@interactive-plus.ru
www.interactive-plus.ru

Отпечатано в Студии печати «Максимум»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75
+7 (8352) 655-047
info@maksimum21.ru
www.maksimum21.ru