



Министерство строительства и ЖКХ РФ
Федеральное агентство по управлению государственным
имуществом



Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский центр "Строительство"

(ОАО "НИЦ "Строительство")

(499)170-1548; факс: (499)171-2250; E-mail: inf@cstroy.ru, Интернет: www.cstroy.ru
Центральный научно-исследовательский институт строительных
конструкций имени В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: «Провести испытания тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА», применяемых для крепления теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R с использованием облицовки в виде керамической плитки LOBATERM P(M)-R к ограждающим конструкциям, на статические и динамические нагрузки для оценки возможности их применения в сейсмоопасных регионах РФ».

(по договору № 354/24-14-14/ск от 20 марта 2014 года)

Москва 2014г.



Министерство строительства и ЖКХ РФ
Федеральное агентство по управлению государственным
имуществом



Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский центр "Строительство"

(ОАО "НИЦ "Строительство")

(499)170-1548; факс: (499)171-2250; E-mail: inf@cstroy.ru, Интернет: www.cstroy.ru
Центральный научно-исследовательский институт строительных
конструкций имени В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
доктор технических наук



И.И. Ведяков

2014г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: «Провести испытания тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА», применяемых для крепления теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R с использованием облицовки в виде керамической плитки LOBATERM P(M)-R к ограждающим конструкциям, на статические и динамические нагрузки для оценки возможности их применения в сейсмоопасных регионах РФ».

(по договору № 354/24-14-14/ск от 20 марта 2014 года)

Руководитель Центра исследований
сейсмостойкости сооружений
к.т.н.

В.И. Смирнов

Заведующий Лабораторией,
к.т.н.

А.В. Грановский

Старший научный сотрудник

А.И. Доттуев

Москва 2014г.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Задачи проводимых экспериментальных исследований	6
3. Описание опытных образцов анкеров и железобетонного стенда.....	7
4. Программа и методика и программа испытаний анкерного крепежа.....	9
4.1. Статические испытания тарельчатых дюбелей на вырыв (1-й этап)....	13
4.2. Динамические испытания тарельчатых дюбелей на вырыв (2-й этап)	20
4.2.1 Оборудование для создания динамических нагрузок.....	20
4.2.2 Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них.....	22
5. Результаты статических испытаний на вырыв тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» (1-й этап).....	30
6. Результаты динамических испытаний анкерного крепежа (2-й этап).....	35
7. Результаты статических испытаний на вырыв тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» (3-й этап).....	47
8. Заключение. Выводы и рекомендации.	53
Список литературы.....	55
Приложение 1. Аттестат аккредитации испытательной лаборатории.....	56
Приложение 2. Свидетельство.....	59

1. ВВЕДЕНИЕ

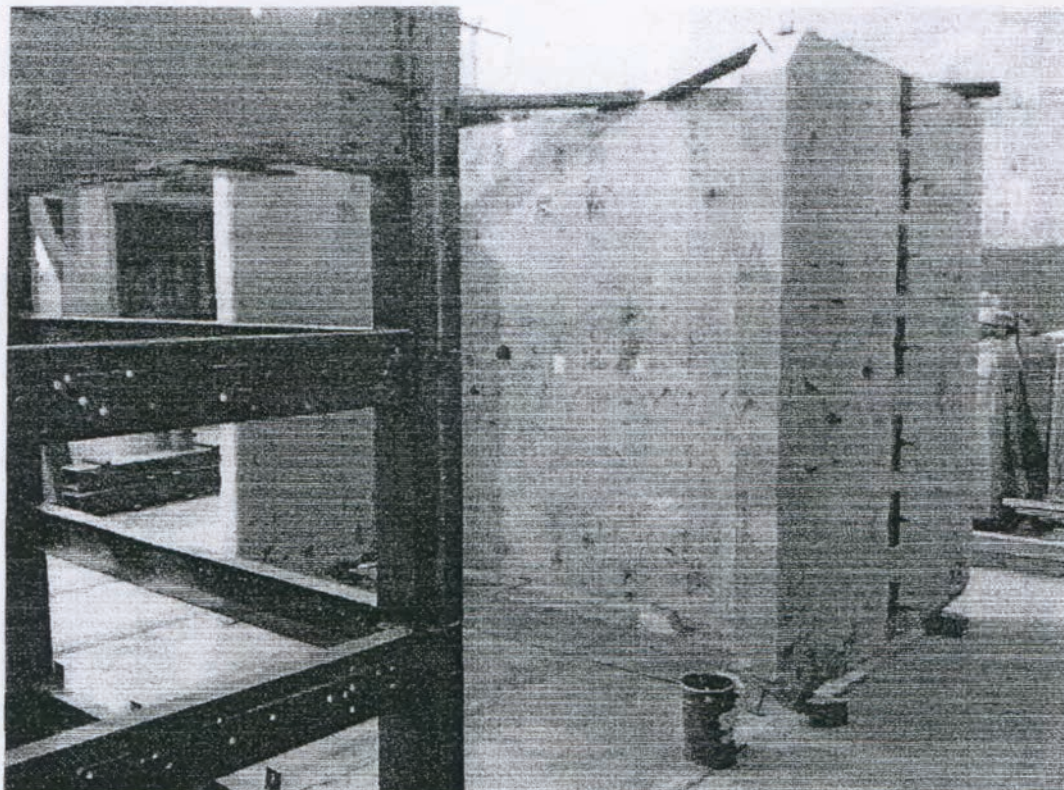
Настоящий технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований несущей способности при вырыве тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОCLIP - СТЕНА», применяемых для крепления теплоизоляционных плит композиционной системы LOBATERM P(M)-R с использованием облицовки в виде керамической плитки LOBATERM P(M)-R к ограждающим конструкциям, при действии на них нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия на здания и сооружения при землетрясениях 7÷9 баллов. Анкерный крепеж ООО «ПК-Термоснаб» использовался для крепления теплоизоляционных плит к железобетонному пространственному экспериментальному фрагменту (рис. 1.1), который в свою очередь устанавливался на специальную виброплатформу маятникового типа. На рис 1.2 показан общий вид виброплатформы маятникового типа до момента установки на нее экспериментального фрагмента.

Цель лабораторных испытаний – оценка пригодности и эксплуатационной надежности анкерного крепежа ООО «ПК-Термоснаб» при использовании его для крепления теплоизоляционных плит к железобетонным стенам зданий, возводимых в сейсмических районах в 7÷9 баллов по шкале MSK-64 [1].

Отчет оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов. При описании методики и результатов экспериментально-технических исследований сейсмостойкости анкерного крепежа ООО «ПК-Термоснаб» использовались термины и определения, содержащиеся в действующих стандартах и нормативах [2-4].

При составлении программы исследований и обработки результатов испытаний использовались данные, приведенные в работах [5-7].

a)



б)

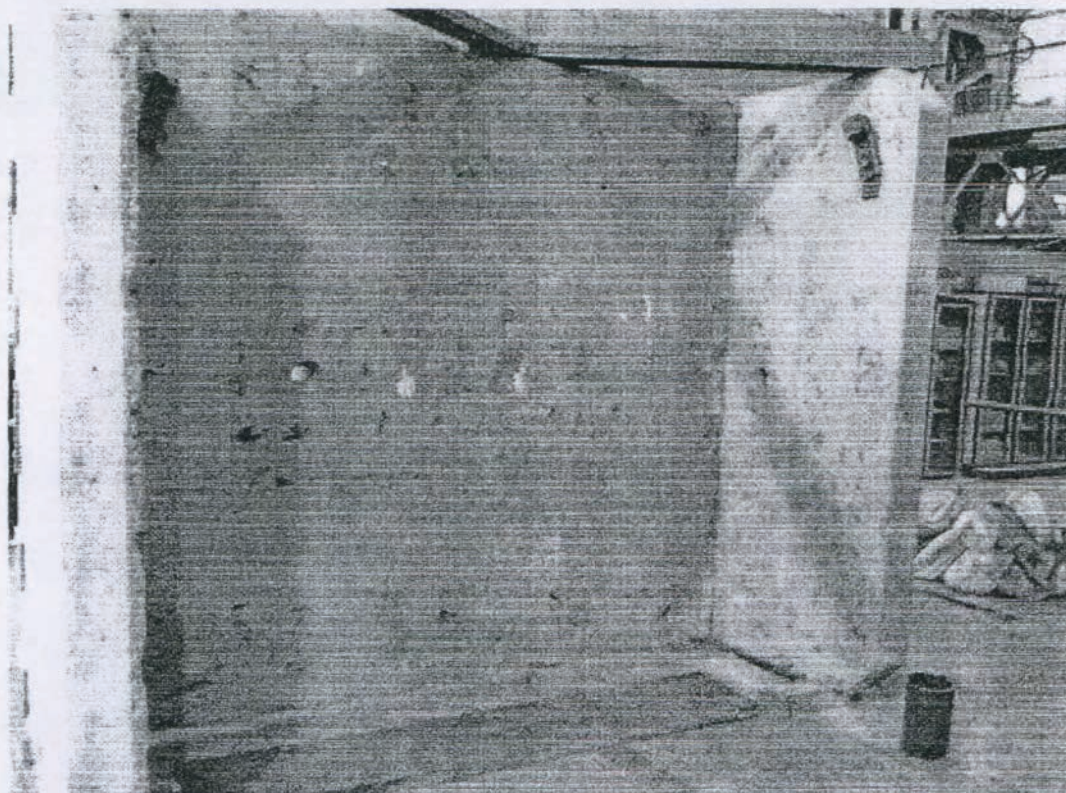


Рис. 1.1 Общий вид пространственного экспериментального фрагмента из сборных железобетонных панелей.

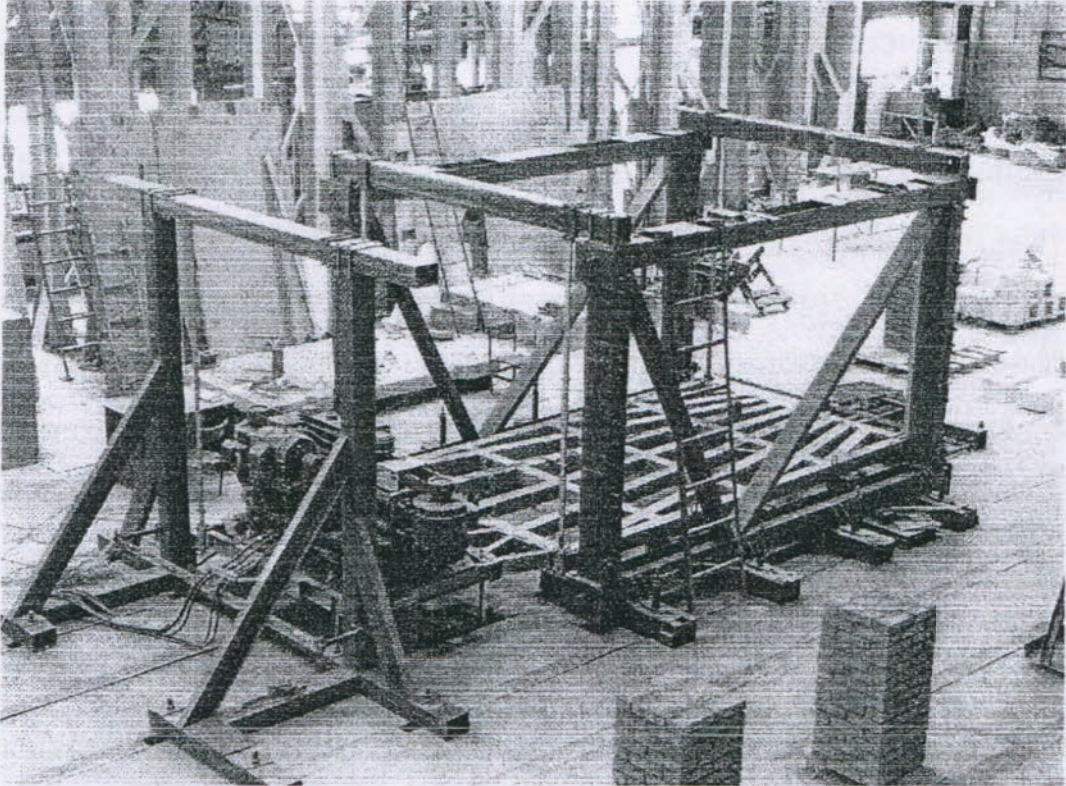


Рис. 1.2 Общий вид виброплатформы маятникового типа.

2. ЗАДАЧИ ПРОВОДИМЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» новая строительная продукция, разрабатываемая и передаваемая в массовое (серийное) производство подлежит обязательной оценке и подтверждению на соответствие требованиям безопасности.

Важным этапом таких исследований применительно к вопросам оценки сейсмической безопасности являются испытания, в том числе с применением динамического нагружения на специальных стендах, виброплатформах и с помощью специальных вибромашин.

Полученные в результате испытаний данные позволяют определить физико-механические, эксплуатационные и другие характеристики анкерного крепежа при воздействии на него динамических нагрузок моделирующих сейсмические воздействия на здания при землетрясениях различной интенсивности. Полученные данные являются основанием для оценки возможности расширения области применения анкерного крепежа с учетом требований безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности зданий, возводимых в сейсмических районах РФ.

Оценка возможности применения тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» в сейсмических районах России на строительных площадках с балльностью 7÷9 баллов включает в себя следующие этапы:

1. Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа ООО «ПК-Термоснаб» при статических нагрузках до динамических испытаний.
2. Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа «ПК-Термоснаб» на нагрузки, моделирующие сейсмические воздействия.
3. Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа ООО «ПК-Термоснаб» при статических нагрузках после проведения динамических испытаний.

4. Внесение в Технический каталог фирмы-производителя рекомендаций по применению в сейсмоопасных регионах РФ анкерного крепежа ООО «ПК-Термоснаб».

3. ОПИСАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ АНКЕРОВ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СТЕНДА

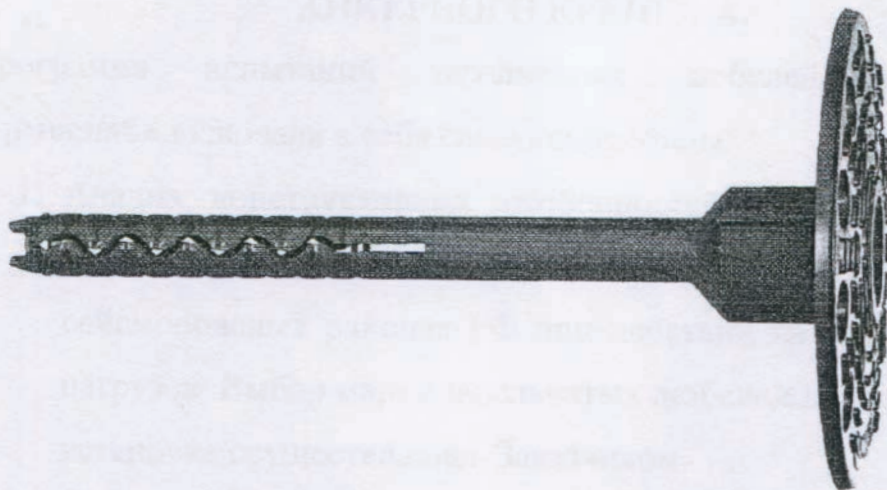
Для проведения статических и динамических испытаний Заказчиком были предоставлены тарельчатые дюбели ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА», состоящий из следующих элементов (рис. 3.1):

- *рабочий орган* – тарельчатый держатель из высокомолекулярного полиэтилена Ø8 мм;
- *распорный элемент* – стальной шуруп из углеродистой стали Ø4.9мм;

При монтаже теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R с использованием облицовки в виде керамической плитки LOBATERM P(M)-R, крепление теплоизоляционных плит осуществлялось с помощью указанных выше тарельчатых дюбелей. Установка тарельчатых дюбелей в бетон осуществлялось специалистами фирмы «КВИК МИКС» в соответствии с требованиями Технического справочника фирмы-производителя.

Сборный железобетонный стенд (рис.1.1) состоит из 3-х стеновых панелей толщиной 160мм и высотой 2500мм. Панели выполнены из бетона класса В25 и соединены между собой с помощью специальных гибких металлических связей, моделирующих по жесткости на сдвиг типовые решения соединений сборных панелей в крупнопанельных зданиях.

a)



б)

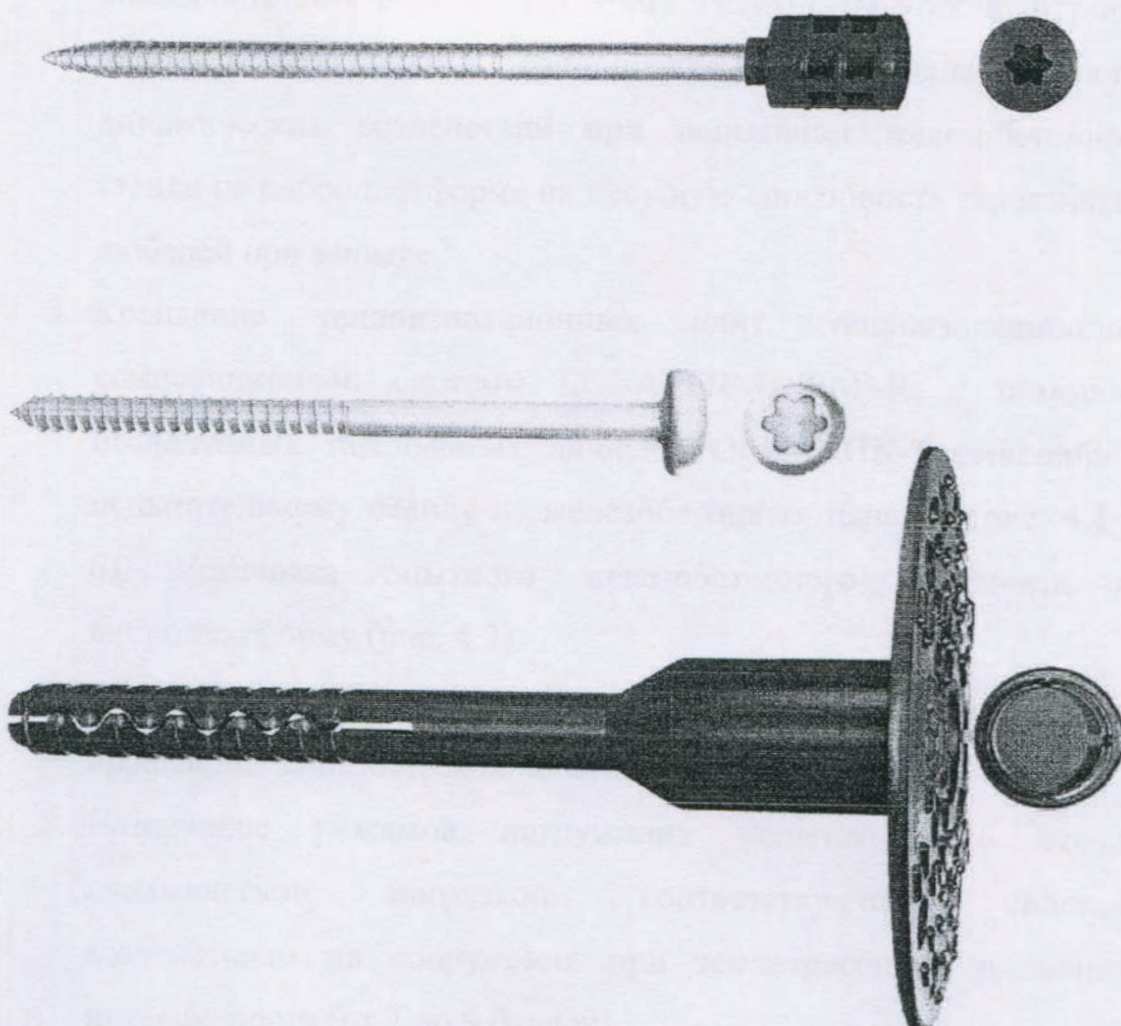


Рис. 3.1 Общий вид тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОCLIP - СТЕНА».

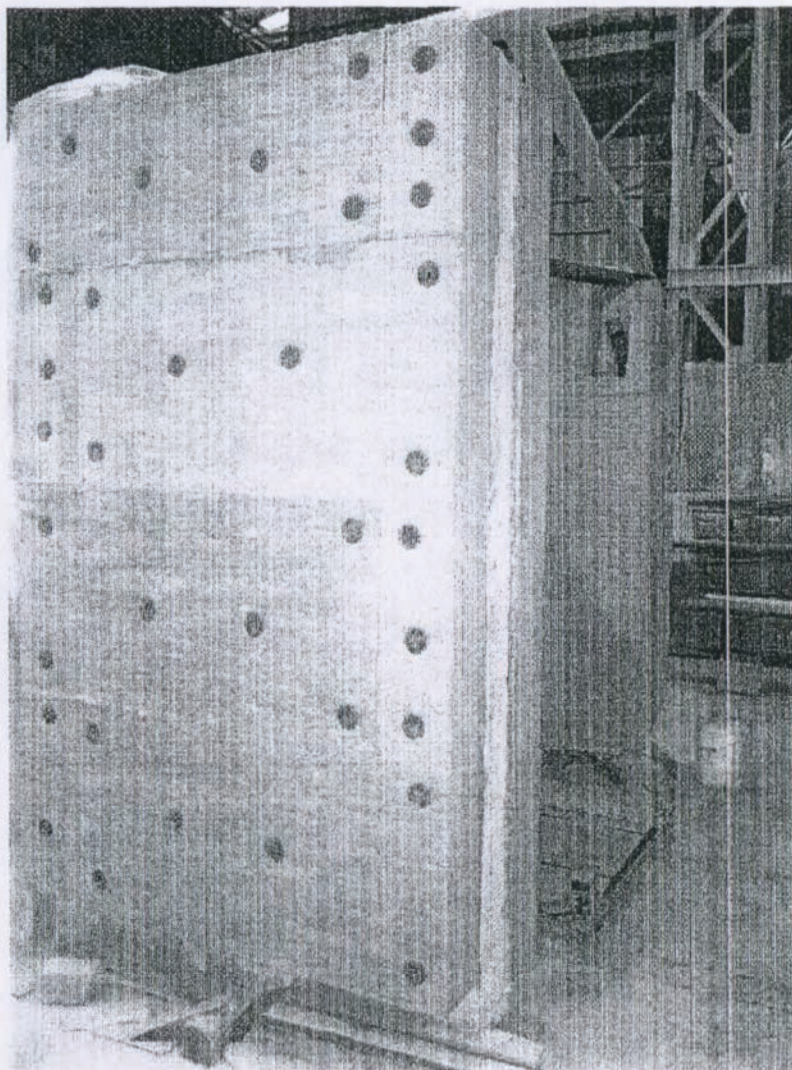
4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА.

Программа испытаний тарельчатых дюбелей фирмы ООО «ПК-Термоснаб» включала в себя следующие этапы:

1. Анализ конструктивных особенностей тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» с учетом возможности их применения в сейсмоопасных районах РФ при действии на них сейсмических нагрузок. Выбор марок тарельчатых дюбелей для испытаний и их установка осуществлялись Заказчиком.
2. Статические испытания тарельчатых дюбелей на вырыв из железобетонной панели (1-й этап). Результаты этих испытаний являлись эталонными для последующей оценки влияния динамических воздействий при испытании железобетонного стенда на виброплатформе на несущую способность тарельчатых дюбелей при вырыве.
3. Крепление теплоизоляционных плит, теплоизоляционной, композиционной системы LOBATERM P(M)-R, с помощью исследуемых тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» к испытательному стенду из железобетонных панелей (рис. 4.1 а, б). Установка опытного железобетонного фрагмента на виброплатформу (рис. 4.2).
4. Подготовка вибростенда и измерительного оборудования для проведения динамических испытаний.
5. Назначение режимов нагружения испытательного стенда динамической нагрузкой, соответствующей силовым воздействиям на сооружения при землетрясениях различной интенсивности (от 7 до 9 баллов).
6. Проведение динамических испытаний, обработка и анализ результатов экспериментальных исследований анкерного крепежа при действии нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия различной интенсивности.

7. После завершения динамических испытаний производится демонтаж теплоизоляционной, композиционной системы LOBATERM P(M)-R с сохранением анкерных узлов. После этого проводятся статические испытания тарельчатых дюбелей на вырыв (3-й этап) из железобетонных стеновых панелей. Данные испытания позволяют оценить возможные изменения несущей способности анкерного крепежа при вырыве его из стеновых железобетонных панелей после завершения этапа динамических испытаний.
8. Составление технического отчета по результатам испытаний анкерного крепежа фирмы ООО «ПК-Термоснаб» с рекомендациями по обеспечению эксплуатационной надежности анкеров.

a)



б)

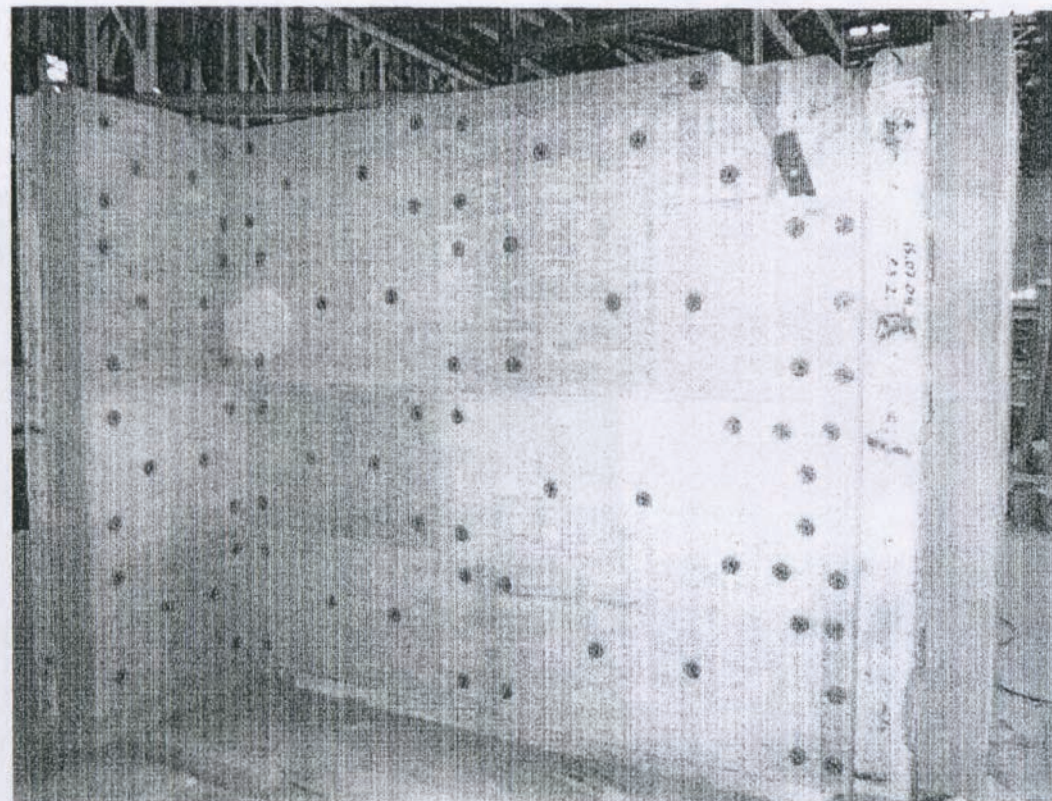


Рис. 4.1 Общий вид железобетонного стенда с закрепленными на нем теплоизоляционными плитами.

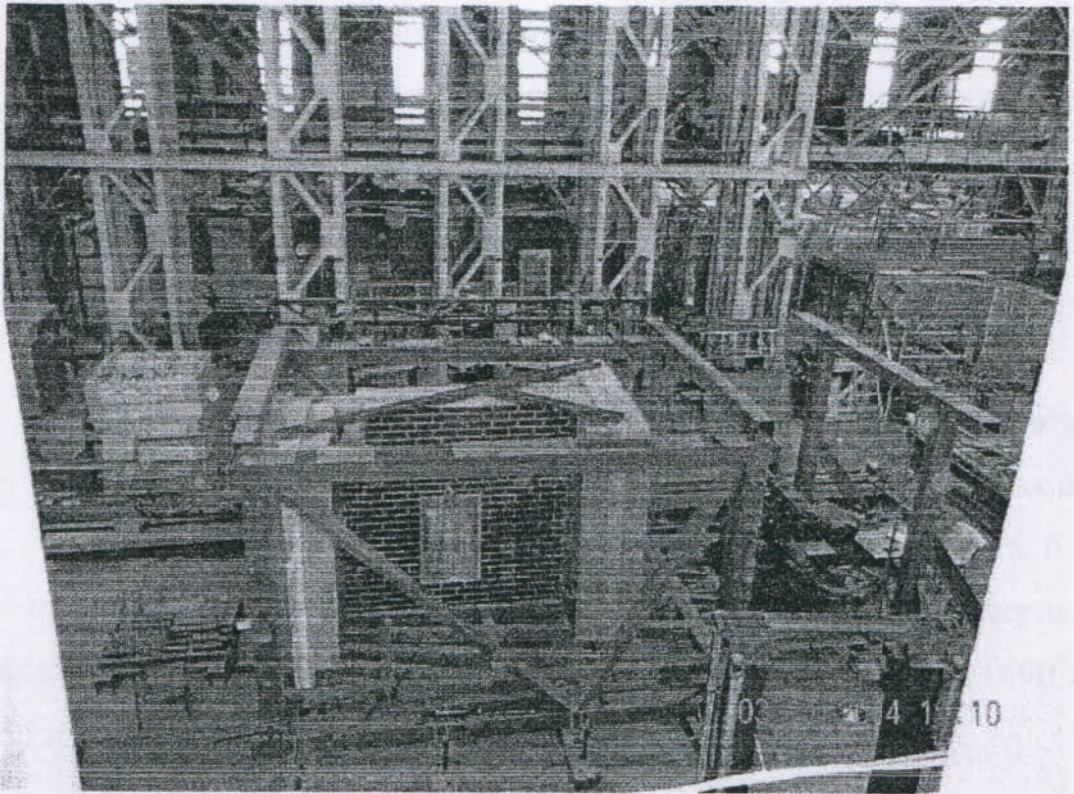


Рис. 4.2 Общий вид экспериментального стенда после установки на виброплатформу.

4.1. Статические испытания тарельчатых дюбелей на вырыв (1-й этап).

В настоящее время в РФ не существует нормативных документов для испытаний тарельчатых дюбелей на вырыв. Ввиду этого испытания тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА» на вырыв, проводились по трём схемам:

- при первой схеме нагрузка на тарельчатый дюбель передавалась с помощью специального захвата (адаптера) на тарельчатый элемент дюбеля (рис. 4.3 а, б);
- при испытаниях по второй схеме нагрузка на тарельчатый дюбель передавалась на стержень тарельчатого дюбеля (рис. 4.4 а б);
- при испытаниях по третьей схеме нагрузка на тарельчатый дюбель передавалась через головку распорного элемента (шурупа) на стержень тарельчатого дюбеля (рис. 4.5 а, б).

При проведении испытаний анкеров на вырыв из стенового материала использовался прибор ПСО-10МГ4АД (свидетельство о поверке №1690 от 26.04.2013) мощностью 10 кН (рис. 4.6).

Испытания тарельчатых дюбелей по третьей схеме проводились по двум методикам, приведенным в Стандарте [2]:

- путем непрерывного нагружения анкера до момента разрушения анкерного узла. Время нагружения 2-3 минуты с замером деформации анкера на каждом шаге нагружения;

- по методике ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко путем пошагового нагружения анкера с выдержкой 3-5 минут на каждом шаге нагружения и с разгрузкой на каждом шаге нагружения для определения упругой зоны работы анкера.

Нагрузка на головку анкеров подавалась ступенями, составляющими $N \approx 1/10 - 1/15$ от предполагаемой разрушающей нагрузки (нагрузки, при которой происходило вытягивание анкера из тела стены).

При испытаниях анкеров на вырыв из стенового материала по первой методике, нагружение анкера осуществлялось пошагово с замером на каждом шаге нагружения деформации анкера. За разрушающую (предельную) принималась нагрузка, при которой увеличение деформации анкера происходило без роста усилия на него.

При первой схеме натуральных испытаний за расчетное усилие вырыва анкеров принимается нагрузка, определяемая в соответствии с рекомендациями [2] по формуле:

$$R=N(1-t \times v)/m.$$

Для тарельчатых дюбелей с полиэтиленовым дюбелем марки «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА» коэффициент $m=5$, остальные коэффициенты определяются по формулам [2]:

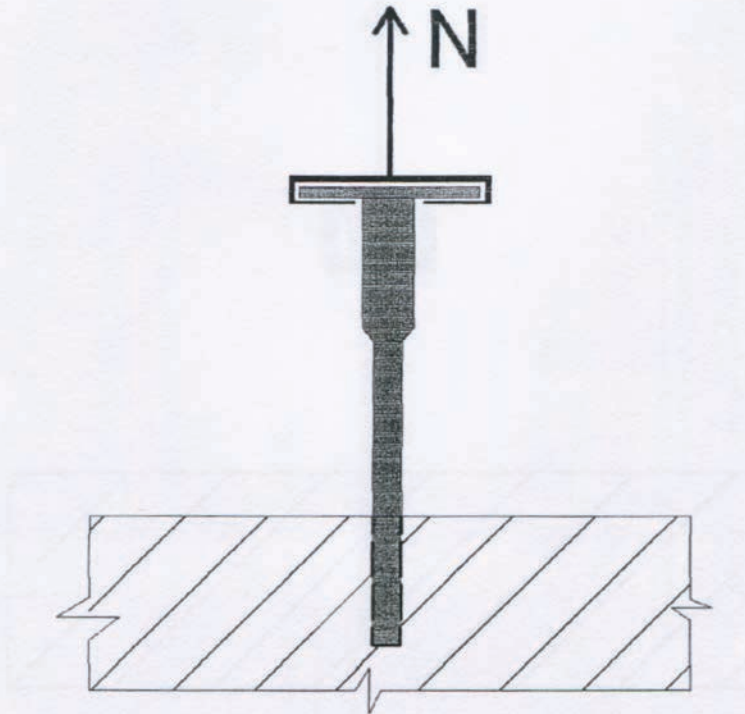
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N)^2}{n-1}} \quad v = \frac{S}{N}$$

Суть второй методики испытаний, включенной в Стандарт [2], заключается в следующем:

- на каждом этапе нагружения величина усилия на анкер составляет $N_{i+1} = N_i + \Delta N$, где N_i - величина усилия на анкер на i -ом шаге нагружения; ΔN - величина прироста нагрузки на $i+1$ шаге нагружения, составляющая $1/10 \times N_{\text{разр.}}$;
- на каждом этапе нагружения дважды (после увеличения нагрузки и после ее выдержки) производится замер перемещения головки анкера;

- после завершения каждого этапа нагружения анкера производится его разгрузка и с помощью измерительных приборов определяется остаточная величина деформации анкера. Таким способом устанавливается реальная область упругой работы анкера и устанавливается величина расчетной нагрузки вырыва. По результатам исследований предельное значение величины остаточных деформаций анкера, определяющей область упругой работы, принято равным $\Delta=0.1\text{мм}$.

a)



б)

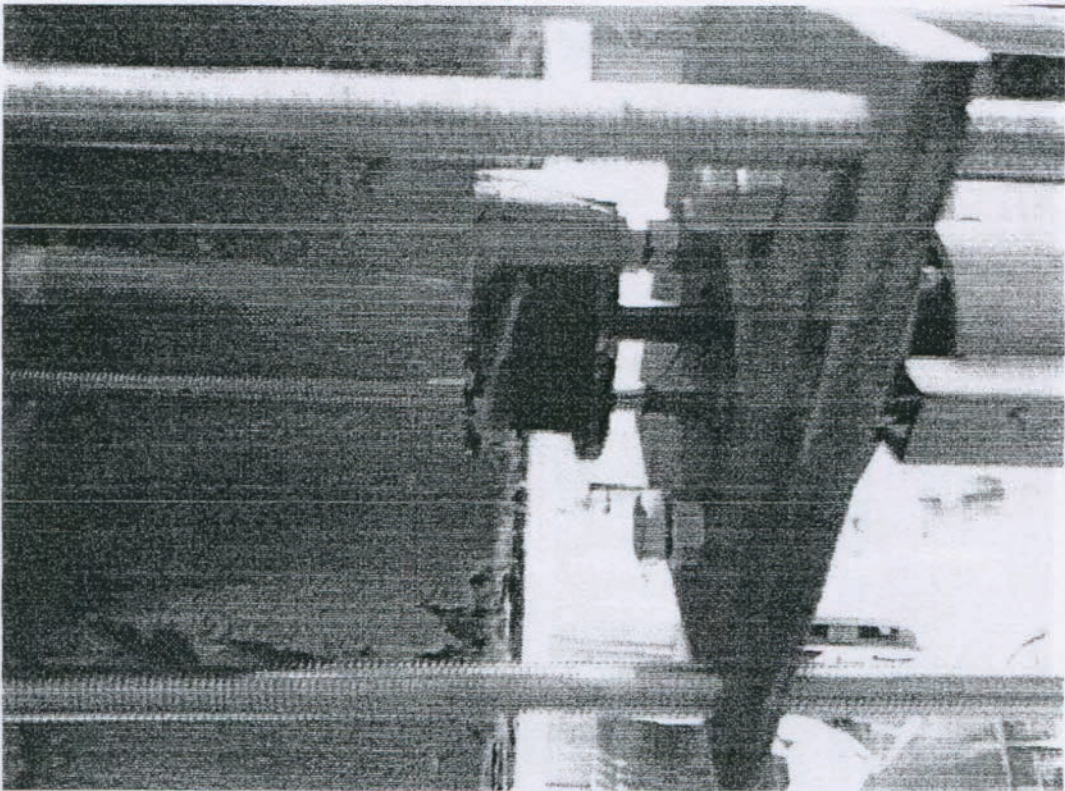
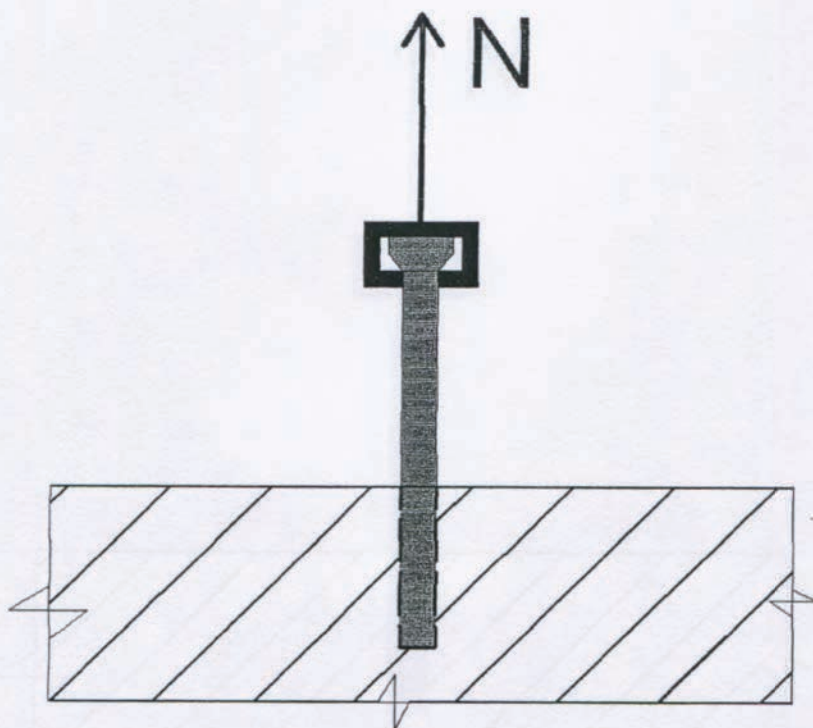


Рис. 4.3

a)



б)

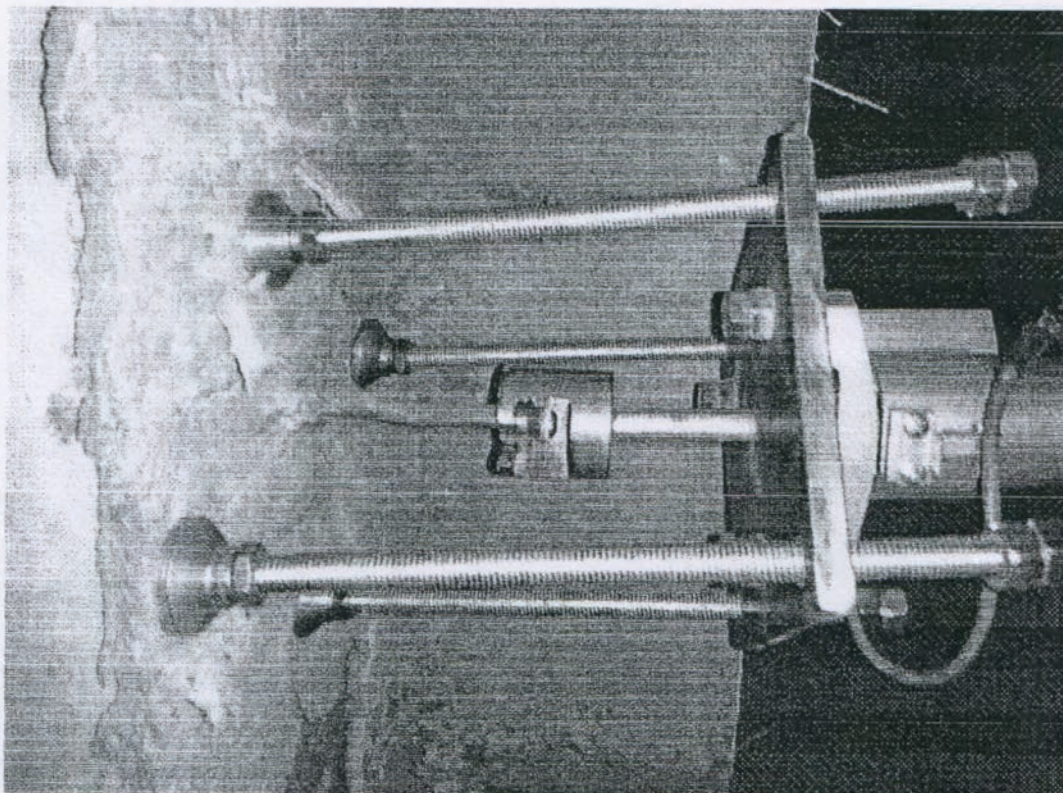
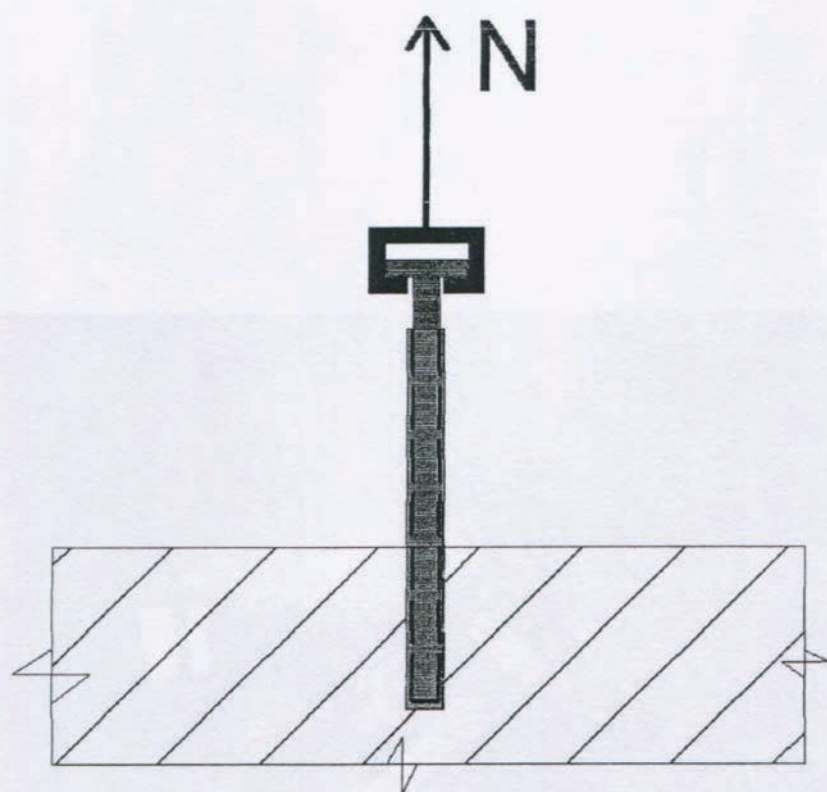


Рис. 4.4

a)



б)

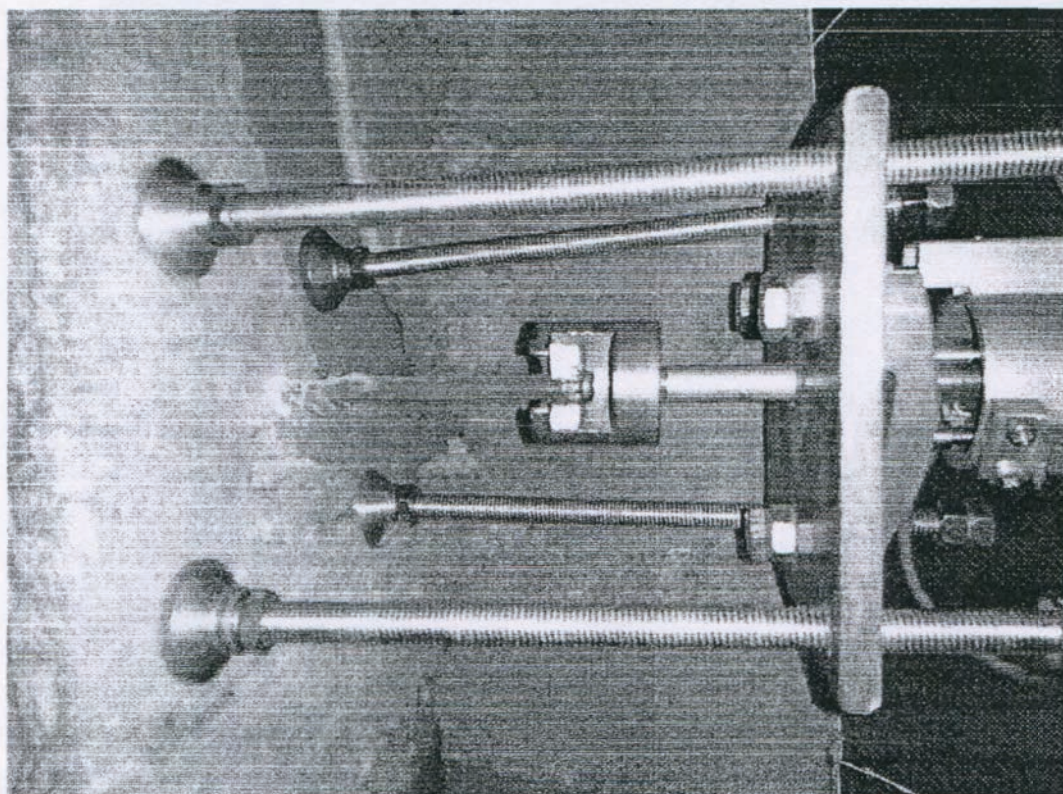


Рис. 4.5

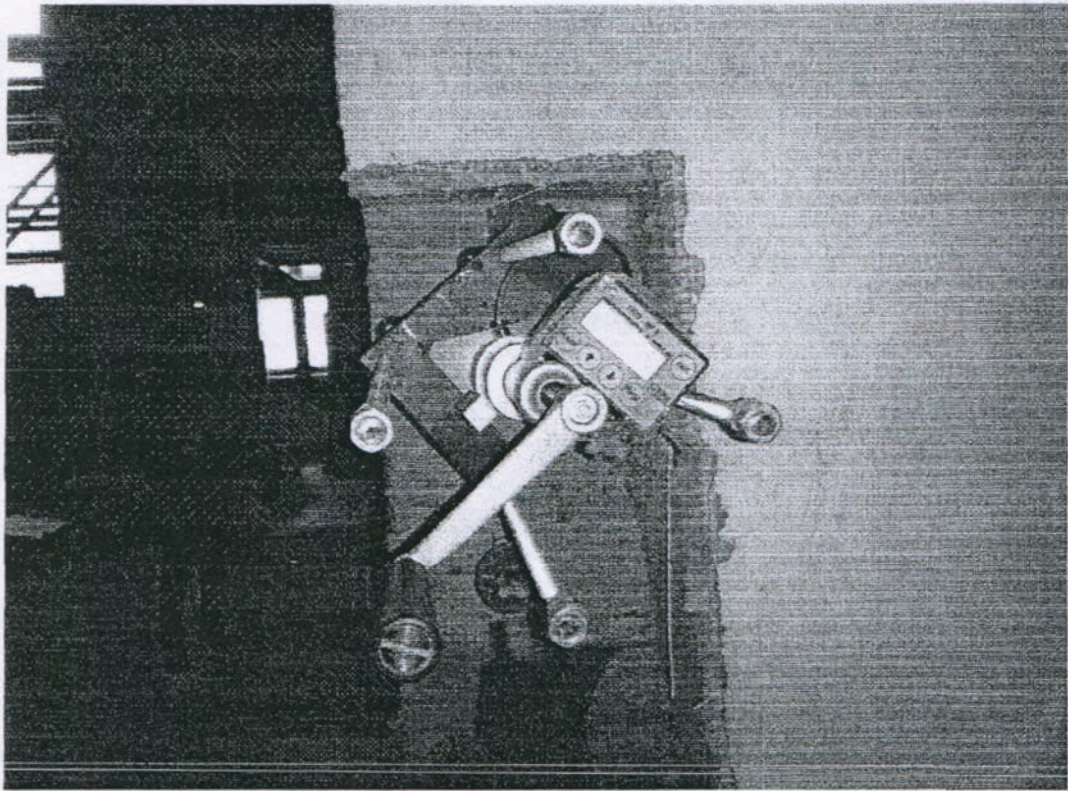


Рис. 4.6 Общий вид домкратной установки для испытаний тарельчатых дюбелей на вырыв.

4.2 Динамические испытания тарельчатых дюбелей (2-й этап).

В ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко под руководством д.т.н. А.М. Курзанова разработан испытательный стенд (рис. 4.2), возбуждение колебаний которого может осуществляться одним из двух способов:

- колебания платформы-маятника, на который установлен испытательный стенд (рис. 4.2), возбуждаются с помощью вибромашины ВИД-12, закрепленной на платформе. За счет инерционной силы, развиваемой ВИД-12, обеспечивается тот или иной частотный спектр воздействий на испытательный стенд и определенный уровень амплитуды колебаний платформы. Как показали испытания, максимальная величина амплитуды колебаний платформы при использовании ВИД-12 составляет 150мм;
- в зависимости от поставленной задачи вместо инерционной нагрузки на платформу от вибромашины возможно возбуждение колебаний платформы обеспечить за счет ударного воздействия. Испытания показали, что в момент удара максимальное ускорение на уровне основания стенда в зависимости от массы опытного образца может составлять от 1.0g до 2.0g.

4.2.1 Оборудование для создания динамических нагрузок.

Как уже отмечалось, для создания динамических воздействий на испытываемые образцы использовался специальный стенд.

Стенд состоит из маятниковой платформы, подвешенной на гибких (из полосовой стали) силовых связях к опорной силовой раме. Рама жестко закреплена в силовой пол лабораторного корпуса. Активация платформы осуществляется вибромашиной ВИД-12М, установленной на консоли маятниковой платформы (см. фото на рис. 1.2).

Вибромашина ВИД-12М позволяет обеспечить необходимые параметры динамических воздействий на исследуемые образцы в широком диапазоне частот и инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний платформы в горизонтальной плоскости.

Управление ВИД-12М осуществляется с пульта управления, расположенного в электрошкафу. Основные технические характеристики маятниковой виброплатформы приведены в табл. 4.1.

Основные технические данные машины ВИД-12 Таблица 4.1.

№№	Наименование параметра	Значение
1	Инерционная сила, развиваемая машиной при наибольшем радиусе дебалансов: - при 60 об/мин (1 Гц) - при 180 об/мин (3 Гц) - при 240 об/мин (4 Гц) - при 300 об/мин (5 Гц)	0,8 т 7,0 т 12,5 т 20,0 т
2	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0,4 25
3	Характер изменения частот	бесступенчатый

4.2.2 Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них

Регистрация и измерение сигналов проводились при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МПС - 036, предназначенного для сбора, преобразования, регистрации, обработки, передачи и представления информации поступающей с датчиков.

Комплекс выполняет следующие функции:

- измерение, регистрацию и первичную обработку сигналов (частотных, дискретных и пр.), полученных в результате испытаний;
- отображение значений измеряемых величин или преобразованных параметров на мониторе;
- контроль значений измеряемых величин или преобразованных параметров; оценка результатов их измерения и преобразования;
- самодиагностику проводимых измерений (анализ работоспособности с возможностью вызова диагностических программ);
- архивацию результатов измерения и преобразования (хранение данных с возможностью просмотра и анализа);
- вывод текущих значений измеряемых параметров, кодов аварий и технологических сообщений на ЭВМ верхнего уровня;
- возможность подключения печатающих устройств, в том числе для оформления протоколов результатов измерений;
- возможность связи с другими системами (подключение в существующую локальную вычислительную сеть);
- возможность выдачи сигнала типа «сухой контакт» для включения сигнализации и использования в системах защиты;
- возможность выдачи тестовых аналоговых сигналов.

Измерительно-вычислительный комплекс МІС – 036 дополнительно укомплектован ноутбуком со специализированным пакетом прикладных программ и периферийных устройств, необходимых для автоматизированного процесса обработки сигналов, а также для документирования результатов обработки (рис. 4.7, а).

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики – акселерометры АТ 1105 – 10м (рис. 4.7, б).

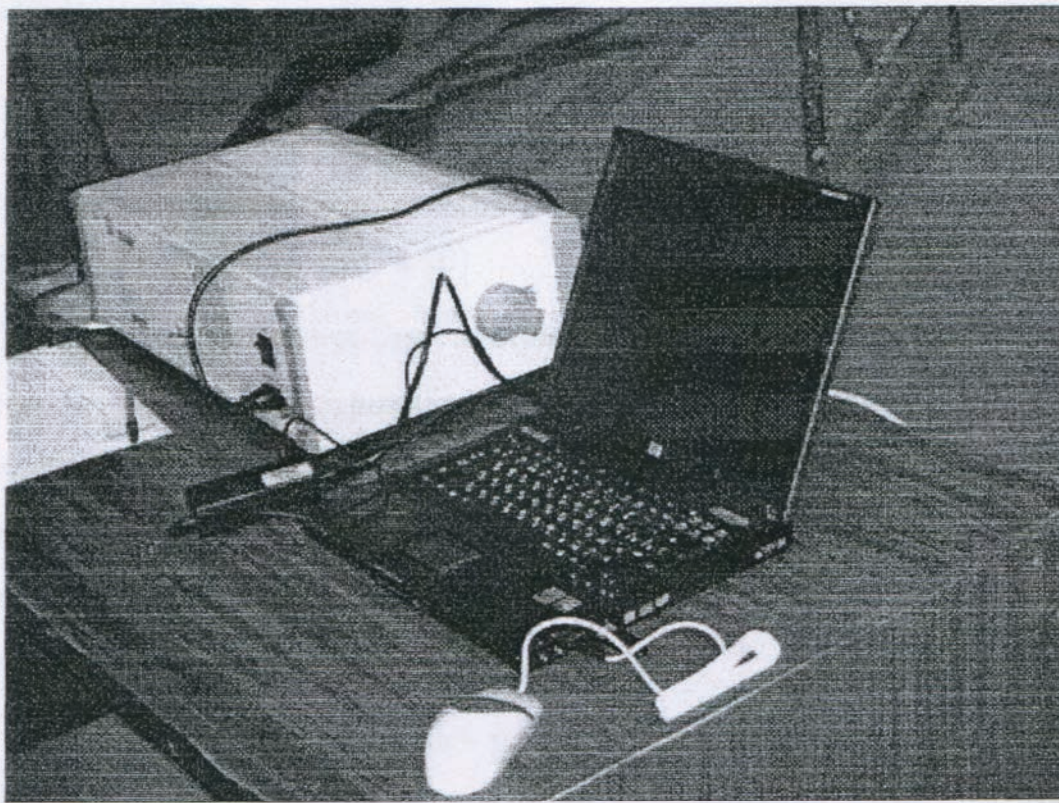
Характеристики датчиков (акселерометров) представлены в таблице 4.2.

Основные технические данные акселерометра АТ 1105 – 10м

Таблица 4.2.

№№	Наименование параметра	Значение
1	Электропитание от источника постоянного тока относительно средней точки, В	$\pm 12 \pm 12$
2	Диапазон измерения, м/с^2 (g)	98,1 (10,0)
3	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0 700
4	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	от +15 до +35

a)



б)

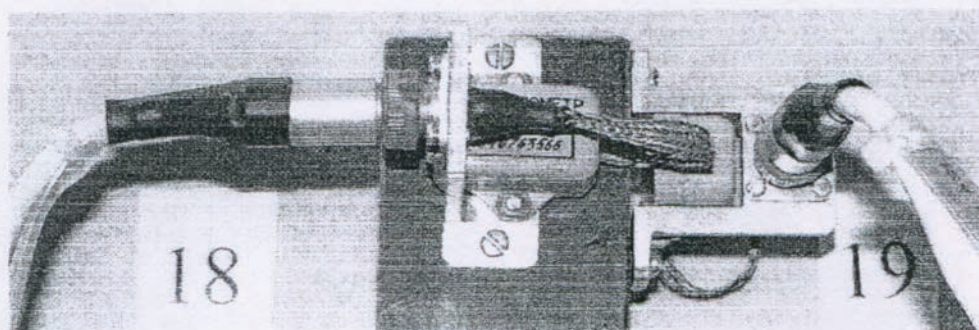


Рис. 4.7

Общее количество контролируемых точек (количество акселерометров) – 8.

Схема расстановки датчиков показана на рис. 4.8 и 4.9.

Кроме этого измерения динамических характеристик стенда в процессе динамических испытаний осуществлялось с помощью специального прибора вибротест-МГ4 (фото на рис. 4.10).

Данная схема расстановки измерительных приборов позволяет оценить характер динамических воздействий от виброплатформы на несущие элементы теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R – теплоизоляционные плиты и соответственно на анкерный крепеж, с помощью которого осуществляется крепление теплоизоляционных плит к железобетонным стенам.

На рис. 4.11 а, б показано расположение на испытательном стенде различных вариантов конструктивных решений по устройству теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R.

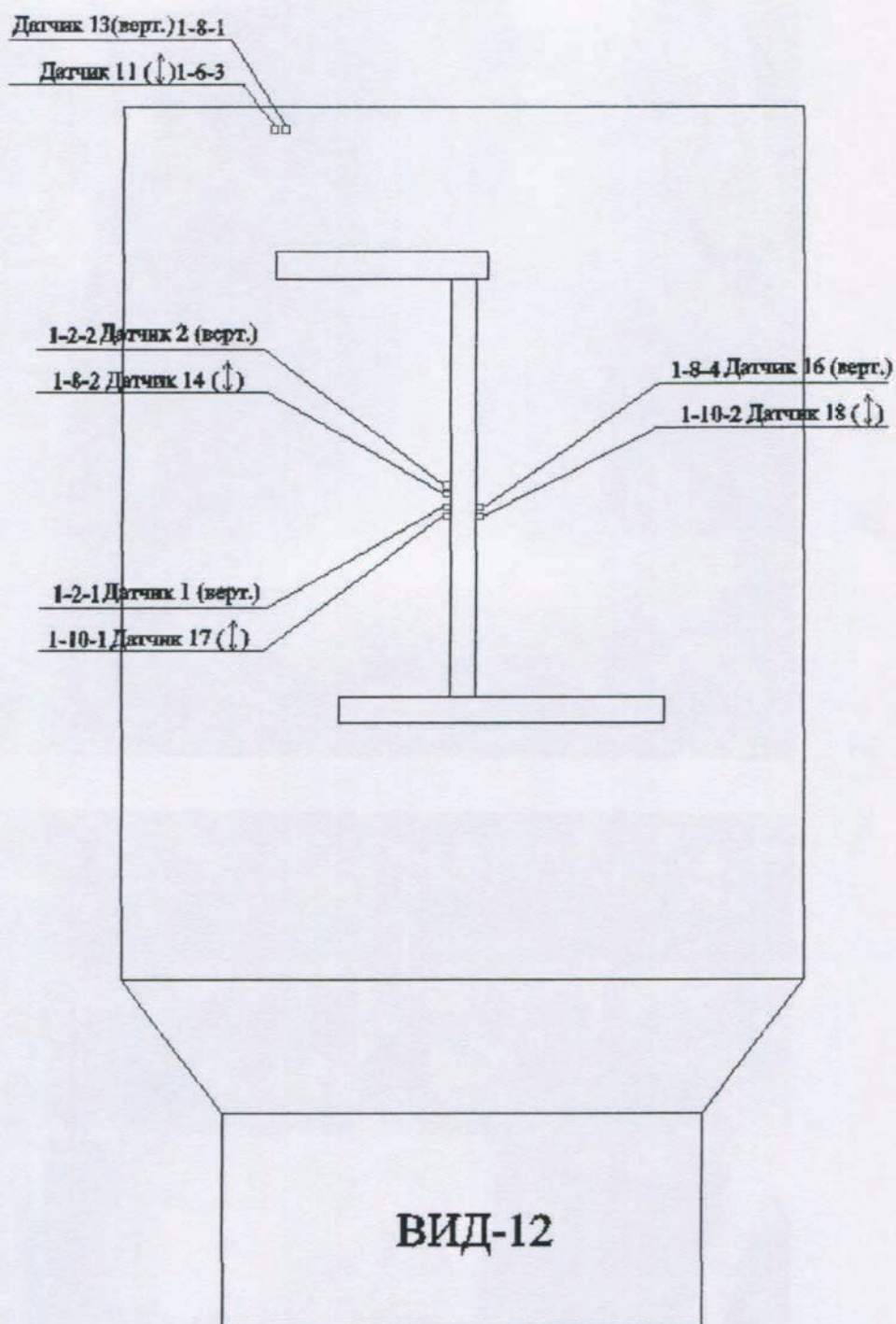
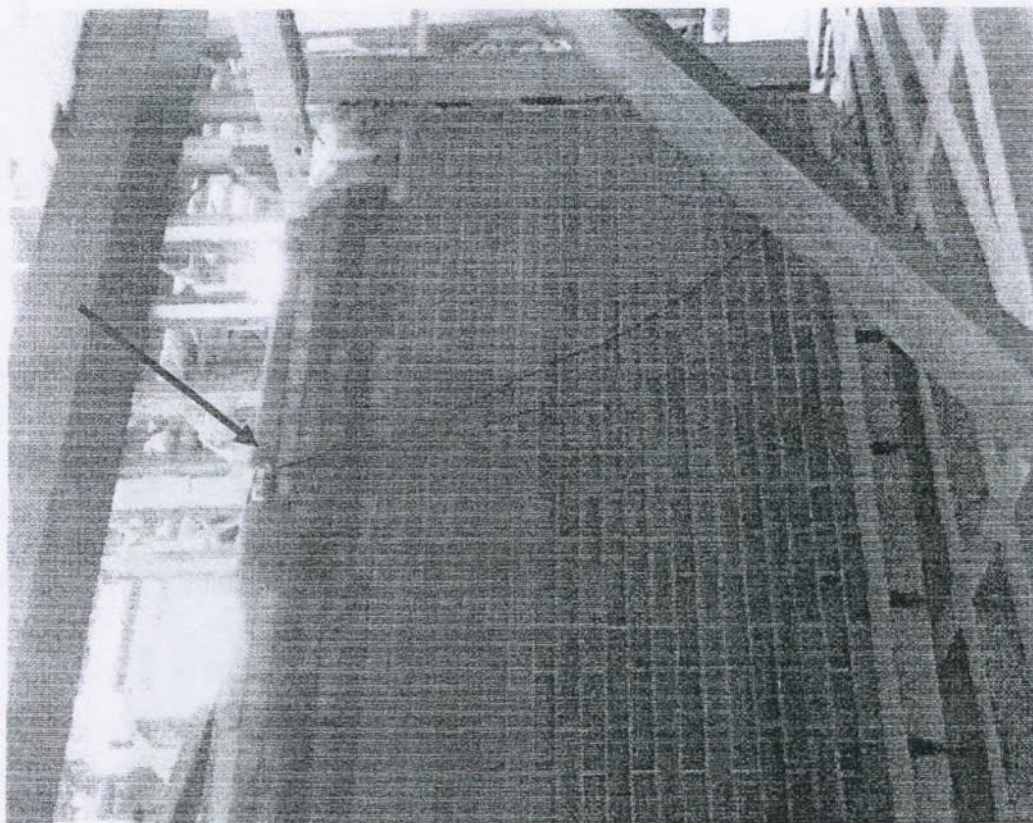


Рис. 4.8 Схема расположения акселерометров на стенде и виброплатформе.

б)



а)

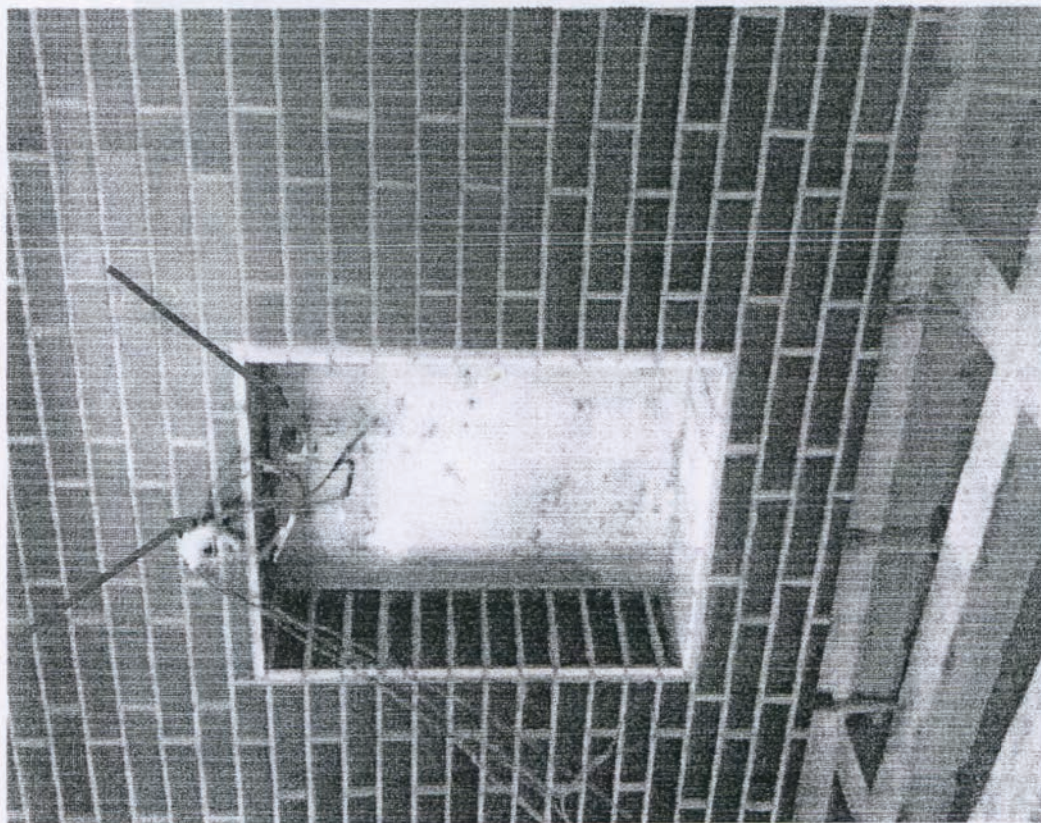


Рис. 4.9

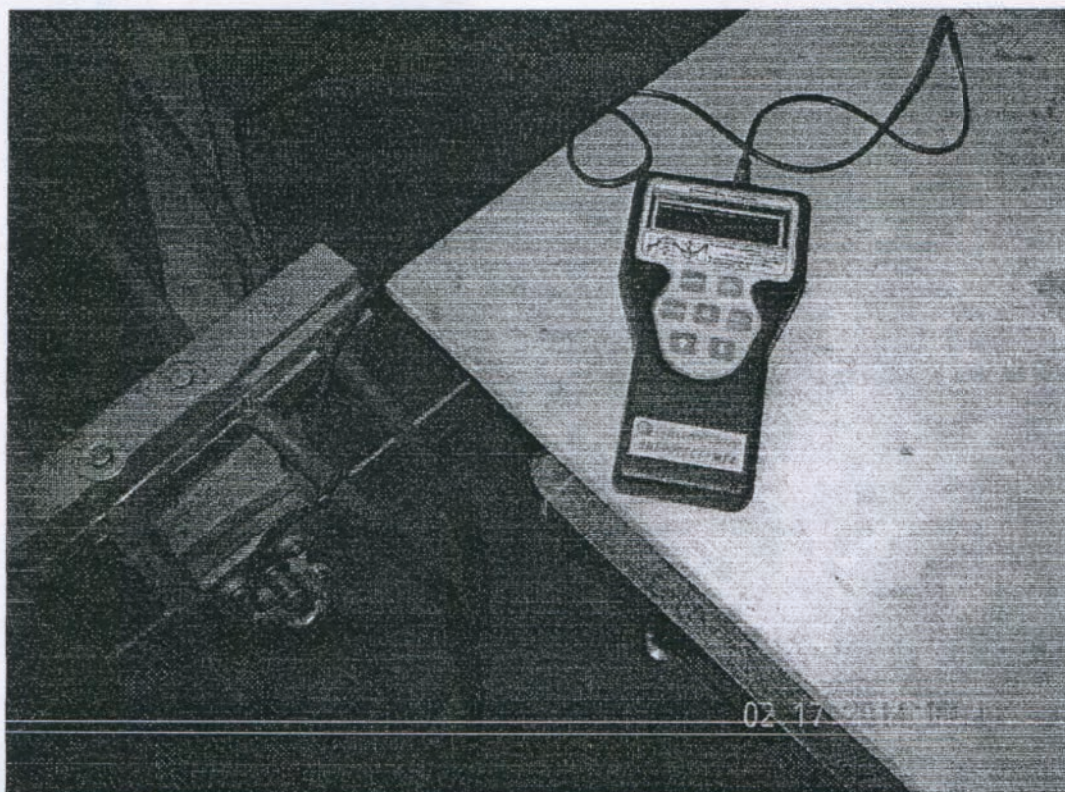
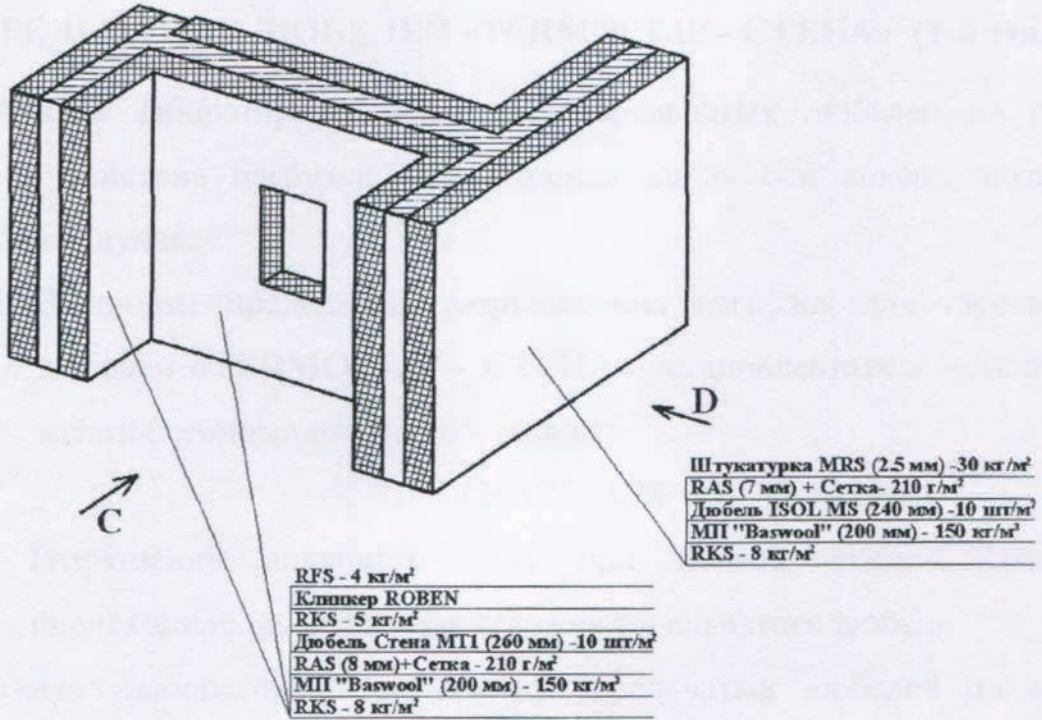


Рис. 4.10 Общий вид прибора Вибротест МГ-4

a)



б)

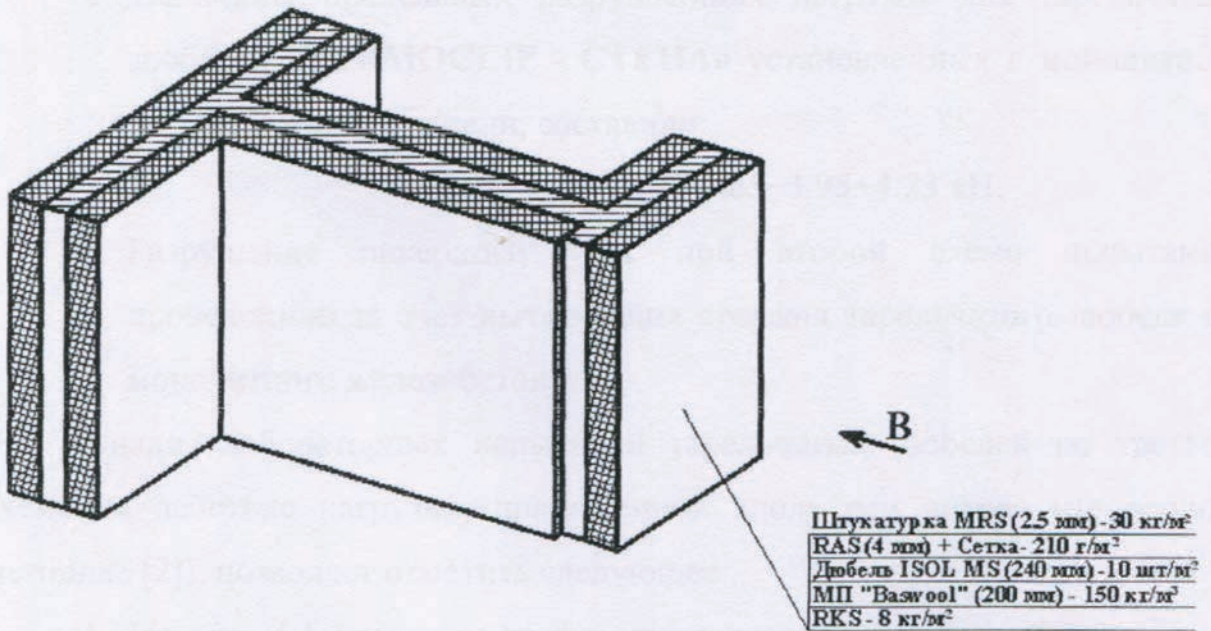


Рис. 4.11

5. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ НА ВЫРЫВ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ДЮБЕЛЕЙ «ТЕРМОСЛІР - СТЕНА» (1-й этап).

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по первой схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера, позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛІР - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

–2.91–3.12–3.21–3.28–2.81–3.15 кН;

2. Разрушение анкерного узла при первой схеме испытаний происходило из-за разрыва стержня тарельчатого дюбеля.

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по второй схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера, позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛІР - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

–4.11–4.43–4.46–3.85–3.95–4.23 кН;

2. Разрушение анкерного узла при второй схеме испытаний происходило за счет вытягивания стержня тарельчатого дюбеля из монолитного железобетона.

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по третьей схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (по первой методике [2]), позволяет отметить следующее:

1. На рис. 5.1 приведен график зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок тарельчатых дюбелей, построенный по результатам лабораторных испытаний.

2. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

$$-4.22-4.51-4.40-4.15-3.9-4.11 \text{ кН};$$

За расчетное усилие вырыва тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА», установленных в монолитные железобетонные панели, в соответствии с рекомендациями [2] - по первой методике испытаний следует принимать нагрузку равную:

$$N_{\text{расч}} = 0.70 \text{ кН (70 кгс) при } m=5.0, \nu=0.05 \text{ и } S=0.21.$$

Анализ результатов лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по третьей схеме (по второй методике [2]) на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (было испытано по 3 образца анкеров указанных выше марок позволяет отметить следующее:

1. На рис. 5.2 приведен график зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок анкеров, построенный по результатам лабораторных испытаний.
2. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

$$4.25-4.3-4.15 \text{ кН};$$

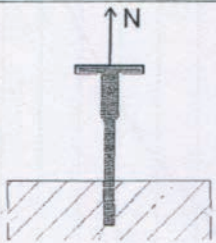
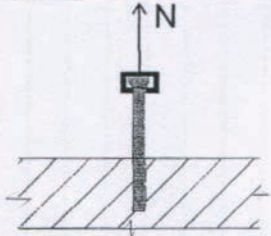
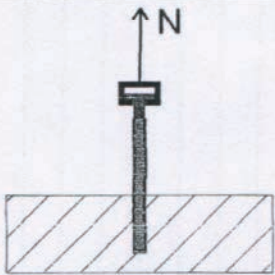
3. За расчетное усилие вырыва тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛИП - СТЕНА» с учетом характера поведения анкера в процессе пошагового его нагружения с разгрузкой по второй методике, изложенной в [2], следует принимать нагрузку равную:

$$N_{\text{расч.}}=0.8 \text{ кН (80 кгс);}$$

При данной нагрузке величина остаточных деформаций в процессе разгрузки анкеров практически равна нулю, т.е. анкера при данных расчетных нагрузках работают в упругой стадии.

В таблице 5.1 приведены результаты первого этапа испытаний тарельчатых дюбелей по трем схемам на вырыв из тяжелого бетона класса В25.

Таблица 5.1

Схема испытания	№ испытания	Разрушающая нагрузка кН
	1 2 3 4 5 6	2.91 3.12 3.21 3.28 2.81 3.15
	1 2 3 4 5 6	4.11 4.43 4.46 3.85 3.95 4.23
	1 2 3 4 5 6	4.22 4.51 4.40 4.15 3.90 4.11

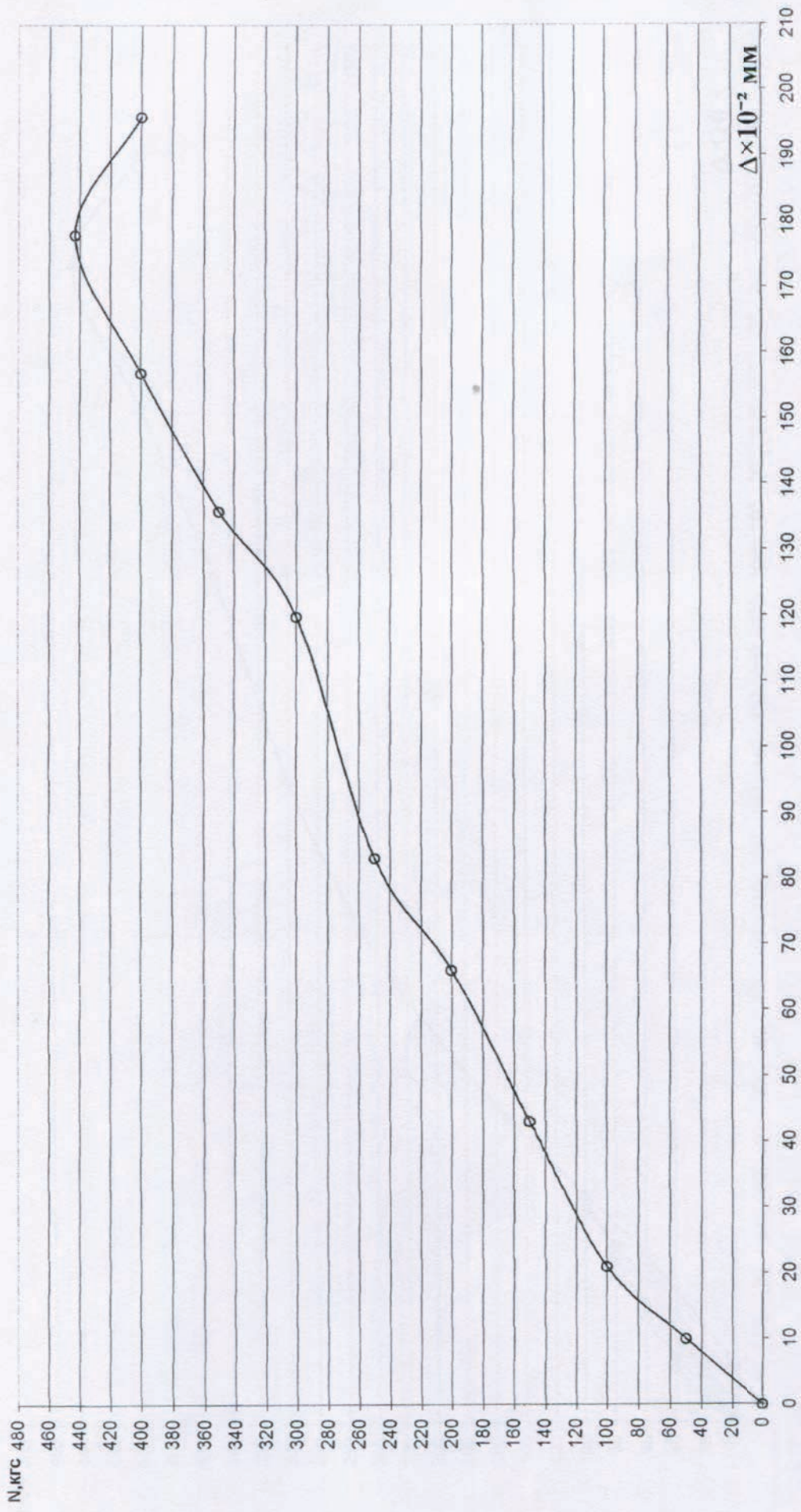


Рис. 5.1 График зависимости "нагрузка-перемещение" для тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» (статические испытания - I-й этап).

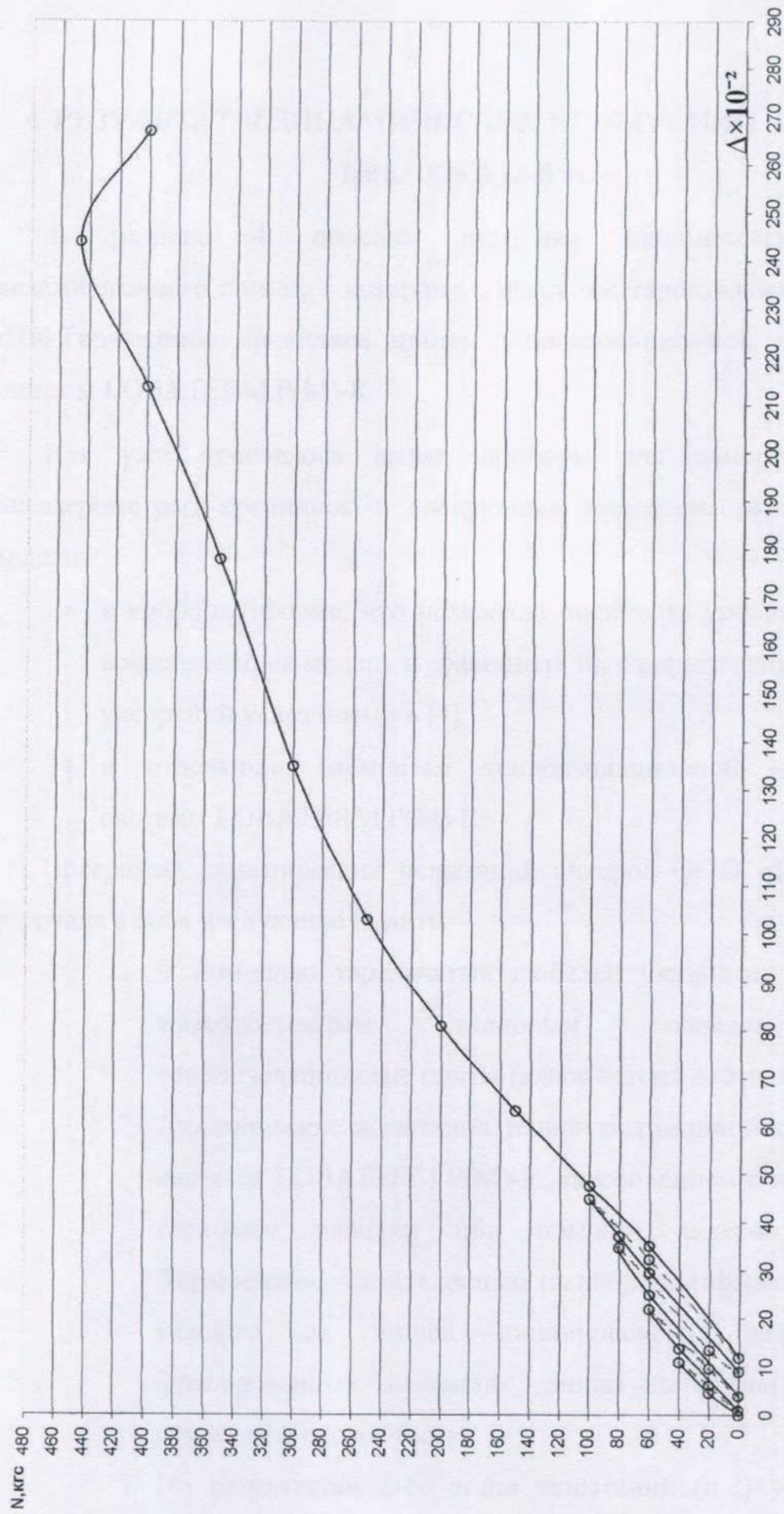


Рис. 5.2 График зависимости "нагрузка-перемещение" для тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» (статические испытания - 1-й этап).

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА (2-й этап).

В разделе 4 описана методика динамических испытаний железобетонного стенда, к которому с помощью тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» крепились плиты, теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R.

Как уже отмечалось выше, приборы для измерения ускорений (акселерометры) крепились к следующим элементам экспериментальной модели:

- к виброплатформе, что позволяло оценивать уровни динамических воздействий на модель и сравнивать их с нормативными значениями ускорений указанными в [4];
- к отдельным элементам теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R;

Программа динамических испытаний анкеров ООО «ПК-Термоснаб» включала в себя следующие пункты:

1. С помощью тарельчатых дюбелей указанных выше марок к железобетонным стеновым панелям крепились теплоизоляционные плиты (класс бетона соответствовал В25).
2. Динамические испытания теплоизоляционной композиционной системы LOBATERM P(M)-R, закрепленной к железобетонным стеновым панелям при помощи анкеров ООО «ПК-Термоснаб», установленным на виброплатформе. Длительность каждого из этапов динамического нагружения (при фиксированных значениях амплитуды и частоты) системы составляла около 30 сек.
3. По результатам 2-го этапа испытаний (п.2) устанавливались уровни воздействий, соответствующие резонансным колебаниям системы, и уровни ускорений виброплатформы,

соответствующие 7÷9-ти балльным воздействиям по шкале MSK-64.

4. После завершения этапа динамических испытаний фасадной системы производилась визуальная оценка технического состояния тарельчатых дюбелей и возможности их испытания на действие статической нагрузки вырыва. При отсутствии признаков разрушения анкера, изменения его конфигурации или видимых перемещений анкера он допускался к последнему этапу испытаний статическим нагружением до его разрушения для определения влияния динамической нагрузки на его несущую способность при вырыве.

Анализ результатов лабораторных динамических испытаний фасадной теплоизоляционной, композиционной системы LOBATERM P(M)-R с использованием облицовки в виде керамической плитки LOBATERM P(M)-R позволяет отметить следующее:

- в таблицах 6.1-6.2 приведены параметры динамического нагружения платформы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, установленные по акселерометрам, закрепленным в уровне платформы, а в таблице 6.3-6.8 приведены параметры динамического нагружения образца в горизонтальной и вертикальной плоскостях, установленные по акселерометрам, закрепленным на образце. Приведенные в табл. 6.1-6.8 значения по цветовой гамме соответствуют зонам сейсмичности, указанным на карте сейсмического районирования территории РФ (рис. 6.1);
- в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров (таб. 6.1-6.2), установленных на ней, изменялось в интервале от 0,2 до 5,6 м/с² - в горизонтальном направлении, и от 0,01 до 8,6 м/с² - в вертикальном направлении.

Горизонтальное ускорение образца по данным акселерометра (таб. 6.9), установленного на ней, изменялось в интервале от 0,01 до 10,2 м/с², а вертикальное ускорение изменялось в интервале от 0,01 до 6,9 м/с² (табл. 6.8). Полученные значения горизонтальных ускорений виброплатформы превышают значения нормативных ускорений, соответствующих 9 баллам по шкале MSK-64 – 4 м/с²). Частоты колебания системы изменялись в интервале от 1,5 до 6,3 Гц. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний виброплатформы составила 11,8 мм, а вертикальных колебаний 6,1 мм. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний образца составила 18,3 мм, а вертикальных колебаний образца составила 4,9 мм;

- во время испытаний в момент, когда собственные частоты колебаний ФС совпали с вынужденными частотами колебаний виброплатформы ФС вошла в резонанс (режим 33). Это явление наблюдалось при частоте $f=6,0$ Гц ($a=0,6$ м/с² – 7 баллов). При резонансе эксплуатационная надежность фасадной системы LOBATERM P(M)-R и тарельчатых дюбелей «TERMOCLIP-СТЕНА» не была нарушена.

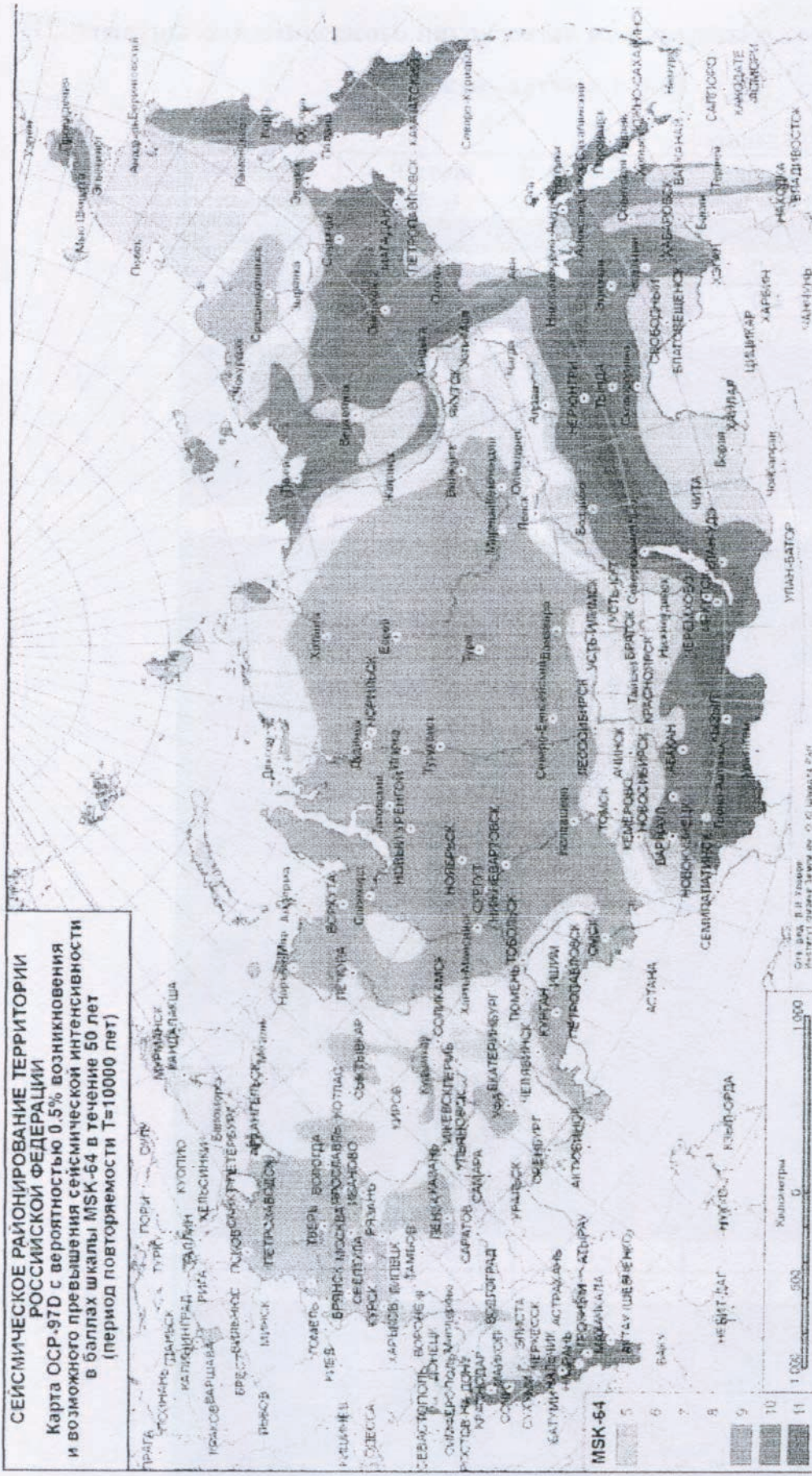


Рис. 6.1

Параметры динамического нагружения платформы в горизонтальной плоскости (датчик 1-6-3)

Таблица 6.1.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	0,9	0,2
2	4,3	0,9	0,6
3	5,1	0,8	0,8
4	6,0	0,5	0,7
5	2,4	0,8	1,0
6	3,4	2,4	1,1
7	4,3	2,2	1,6
8	5,1	2,1	2,0
9	5,7	1,0	1,3
10	1,8	4,6	0,6
11	2,8	4,4	1,3
12	3,5	4,1	2,1
13	4,0	4,0	2,4
14	4,5	3,7	3,1
15	5,0	3,2	3,2
16	5,3	2,9	3,1
17	2,1	7,2	1,3
18	2,8	6,7	1,9
19	3,5	6,4	3,0
20	4,0	6,4	3,9
21	4,3	7,0	4,4
22	1,8	9,6	1,2
23	2,2	9,5	1,9
24	2,9	9,0	3,0
25	3,2	8,9	3,5
26	3,7	8,0	4,3
27	1,5	11,8	1,0
28	1,8	11,8	1,6
29	2,4	11,3	2,6
30	3,1	10,9	4,1
31	3,5	10,7	5,2
32	5,6	1,3	1,6
33	6,0	0,4	0,6
34	5,6	0,6	0,8
35	6,3	0,8	1,2
36	6,2	1,0	1,6
37	3,3	9,9	4,3
38	3,7	10,2	5,6
39	3,7	7,4	4,1
40	3,7	10,1	5,6
41	3,9	10,8	5,8

Параметры динамического нагружения платформы в вертикальной плоскости (датчик 1-8-1)

Таблица 6.2.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	0,05	0,01
2	4,3	0,3	0,2
3	5,1	0,5	0,5
4	6,0	1,0	1,3
5	2,4	1,3	1,6
6	3,4	0,3	0,2
7	4,3	0,7	0,5
8	5,1	1,3	1,3
9	5,7	1,9	2,4
10	1,8	0,07	0,01
11	2,8	0,3	0,1
12	3,5	0,7	0,4
13	4,0	0,9	0,6
14	4,5	1,6	1,3
15	5,0	2,2	2,2
16	5,3	2,7	2,9
17	2,1	1,9	0,04
18	2,8	0,5	0,2
19	3,5	1,0	0,5
20	4,0	1,6	1,0
21	4,3	1,8	1,1
22	1,8	0,1	0,01
23	2,2	0,4	0,1
24	2,9	0,8	0,3
25	3,2	1,3	0,5
26	3,7	1,7	0,9
27	1,5	0,1	0,01
28	1,8	0,2	0,03
29	2,4	0,6	0,1
30	3,1	1,3	0,5
31	3,5	2,0	0,9
32	5,6	1,7	2,2
33	6,0	6,1	8,6
34	5,6	0,9	1,2
35	6,3	4,6	7,3
36	6,2	4,0	6,2
37	3,3	1,5	0,6
38	3,7	2,3	1,3
39	3,7	1,7	0,9
40	3,7	2,5	1,4
41	3,9	2,1	1,5

Параметры динамического нагружения образца в горизонтальной плоскости (датчик 1-8-2)

Таблица 6.3.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	1,0	0,3
2	4,3	1,2	0,8
3	5,1	1,3	1,4
4	6,0	1,7	2,4
5	2,4	2,0	2,7
6	3,4	2,9	1,3
7	4,3	3,0	2,2
8	5,1	3,9	3,6
9	5,7	5,1	6,6
10	1,8	4,7	0,6
11	2,8	4,9	1,5
12	3,5	5,1	2,5
13	4,0	5,2	3,1
14	4,5	5,7	4,7
15	5,0	6,3	6,3
16	5,3	7,2	7,7
17	2,1	7,7	1,3
18	2,8	7,5	2,2
19	3,5	7,8	3,6
20	4,0	8,6	5,2
21	4,5	9,3	5,6
22	1,8	10,2	1,26
23	2,2	10,2	2,0
24	2,9	10,3	3,4
25	3,2	10,7	4,2
26	3,7	10,2	5,5
27	1,5	12,1	1,1
28	1,8	12,4	1,7
29	2,4	12,4	2,9
30	3,1	12,7	4,8
31	3,5	13,4	6,5
32	5,6	3,9	4,9
33	6,0	4,5	6,4
34	5,6	1,9	2,4
35	6,3	3,2	4,9
36	6,2	2,7	4,1
37	3,3	12,1	5,2
38	3,7	13,5	7,4
39	3,7	10,0	5,4
40	3,7	13,2	7,3
41	3,9	12,2	7,6

Параметры динамического нагружения образца в вертикальной плоскости (датчик 1-2-2)

Таблица 6.4.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	0,01	0,01
2	4,3	0,03	0,02
3	5,1	0,08	0,1
4	6,0	0,4	0,5
5	2,4	0,6	0,7
6	3,4	0,02	0,01
7	4,3	0,1	0,1
8	5,1	0,3	0,3
9	5,7	2,8	3,7
10	1,8	0,04	0,01
11	2,8	0,01	0,01
12	3,5	0,1	0,03
13	4,0	0,1	0,1
14	4,5	0,3	0,2
15	5,0	0,8	0,8
16	5,3	1,6	1,8
17	2,1	2,2	0,01
18	2,8	0,01	0,01
19	3,5	0,1	0,04
20	4,0	0,2	0,1
21	4,3	0,4	0,2
22	1,8	0,1	0,01
23	2,2	0,05	0,01
24	2,9	0,04	0,01
25	3,2	0,1	0,04
26	3,7	0,2	0,1
27	1,5	0,1	0,01
28	1,8	0,1	0,05
29	2,4	0,02	0,01
30	3,1	0,1	0,04
31	3,5	0,3	0,1
32	5,6	1,0	1,3
33	6,0	2,8	3,9
34	5,6	0,4	0,5
35	6,3	0,5	0,7
36	6,2	0,2	0,3
37	3,3	0,2	0,1
38	3,7	0,3	0,2
39	3,7	0,2	0,1
40	3,7	0,3	0,2
41	3,9	0,2	0,3

Параметры динамического нагружения образца в горизонтальной
плоскости (датчик 1-10-1)

Таблица 6.5.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	1,0	0,3
2	4,3	1,2	0,8
3	5,1	1,3	1,4
4	6,0	1,6	2,3
5	2,4	1,9	2,5
6	3,4	2,9	1,3
7	4,3	3,0	2,1
8	5,1	3,8	3,5
9	5,7	4,6	6,0
10	1,8	4,8	0,6
11	2,8	4,9	1,5
12	3,5	5,0	2,5
13	4,0	5,1	3,1
14	4,5	5,5	4,5
15	5,0	6,0	6,0
16	5,3	6,8	7,2
17	2,1	7,7	1,3
18	2,8	7,5	2,2
19	3,5	7,7	3,6
20	4,0	8,4	5,1
21	4,3	8,9	5,6
22	1,8	10,2	1,3
23	2,2	10,2	2,0
24	2,0	10,2	3,1
25	3,2	10,6	4,2
26	3,7	10,1	5,4
27	1,5	12,2	1,1
28	1,8	12,5	1,7
29	2,4	12,3	2,9
30	3,1	12,6	4,7
31	3,5	13,2	6,4
32	5,6	3,6	4,6
33	6,0	5,2	7,3
34	5,6	0,3	0,3
35	6,3	1,3	2,1
36	6,2	1,4	2,1
37	3,3	12,0	5,2
38	3,7	13,2	7,3
39	3,7	10,0	5,3
40	3,7	16,8	9,4
41	3,9	15,0	8,4

Параметры динамического нагружения образца в вертикальной плоскости (датчик 1-2-1)

Таблица 6.6.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	0,03	0,01
2	4,3	0,05	0,03
3	5,1	0,08	0,08
4	6,0	0,3	0,4
5	2,4	0,6	0,5
6	3,4	0,1	0,01
7	4,3	0,1	0,1
8	5,1	0,3	0,3
9	5,7	2,7	3,5
10	1,8	0,14	0,02
11	2,8	0,2	0,05
12	3,5	0,2	0,1
13	4,0	0,2	0,1
14	4,5	0,3	0,3
15	5,0	0,8	0,8
16	5,3	1,5	1,7
17	2,1	2,2	0,03
18	2,8	0,2	0,07
19	3,5	0,3	0,1
20	4,0	0,01	0,01
21	4,3	0,05	0,2
22	1,8	0,3	0,03
23	2,2	0,3	0,06
24	2,9	0,3	0,1
25	3,2	0,4	0,2
26	3,7	0,4	0,2
27	1,5	0,3	0,03
28	1,8	0,3	0,05
29	2,4	0,4	0,09
30	3,1	0,5	0,2
31	3,5	0,6	0,3
32	5,6	0,9	1,2
33	6,0	3,2	4,5
34	5,6	0,4	0,5
35	6,3	1,1	1,8
36	6,2	0,6	0,9
37	3,3	0,5	0,2
38	3,7	0,6	0,3
39	3,7	0,4	0,2
40	3,7	0,6	0,3
41	3,9	0,5	0,3

Параметры динамического нагружения образца в горизонтальной плоскости (датчик 1-10-2)

Таблица 6.7.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	1,1	0,3
2	4,3	1,4	1,0
3	5,1	1,7	1,8
4	6,0	2,4	3,4
5	2,4	2,8	2,5
6	3,4	3,2	1,4
7	4,3	3,6	2,5
8	5,1	4,2	4,5
9	5,7	7,2	9,3
10	1,8	5,0	0,7
11	2,8	5,3	1,6
12	3,5	5,7	2,9
13	4,0	5,9	3,5
14	4,5	6,8	5,6
15	5,0	8,0	8,0
16	5,3	9,3	9,9
17	2,1	8,1	1,4
18	2,8	8,1	2,3
19	3,5	8,6	4,1
20	4,0	9,8	5,9
21	4,3	10,4	6,2
22	1,8	10,7	1,3
23	2,2	10,8	2,1
24	2,9	11,1	3,7
25	3,2	11,8	4,7
26	3,7	11,4	6,2
27	1,5	12,7	1,1
28	1,8	13,1	1,8
29	2,4	13,2	3,1
30	3,1	13,9	5,2
31	3,5	14,9	7,2
32	5,6	5,2	6,5
33	6,0	7,3	7,9
34	5,6	0,4	1,0
35	6,3	2,0	2,5
36	6,2	2,4	2,7
37	3,3	12,5	6,1
38	3,7	14,2	8,0
39	3,7	11,6	5,9
40	3,7	18,3	10,2
41	3,9	16,9	9,5

Параметры динамического нагружения образца в вертикальной плоскости (датчик 1-8-4)

Таблица 6.8.

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с ²)
1	2,6	0,01	0,01
2	4,3	0,05	0,04
3	5,1	0,1	0,1
4	6,0	0,2	0,2
5	2,4	0,4	0,4
6	3,4	0,04	0,02
7	4,3	0,1	0,1
8	5,1	0,2	0,2
9	5,7	1,6	2,1
10	1,8	0,02	0,01
11	2,8	0,02	0,01
12	3,5	0,1	0,04
13	4,0	0,1	0,1
14	4,5	0,2	0,2
15	5,0	0,02	0,02
16	5,3	0,4	0,4
17	2,1	2,3	0,01
18	2,8	0,02	0,01
19	3,5	0,1	0,04
20	4,0	0,2	0,1
21	4,3	0,4	0,1
22	1,8	0,05	0,01
23	2,2	0,02	0,01
24	2,9	0,04	0,01
25	3,2	0,1	0,04
26	3,7	0,2	0,1
27	1,5	0,1	0,01
28	1,8	0,1	0,01
29	2,4	0,01	0,01
30	3,1	0,1	0,02
31	3,5	0,1	0,1
32	5,6	0,3	0,4
33	6,0	4,9	6,9
34	5,6	0,1	0,1
35	6,3	3,4	5,3
36	6,2	2,8	4,3
37	3,3	0,2	0,1
38	3,7	0,3	0,2
39	3,7	0,3	0,2
40	3,7	0,5	0,3
41	3,9	0,4	0,5

7. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ НА ВЫРЫВ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ДЮБЕЛЕЙ «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» (3-й этап).

После завершения динамических испытаний анкеров эти анкеры были испытаны на действие статической продольной относительно их оси нагрузки.

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по первой схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера, позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

–2.91–3.10–3.13–3.25–3.03–3.15 кН;

2. Разрушение анкерного узла при первой схеме испытаний происходило из-за разрыва стержня тарельчатого дюбеля (рис. 7.1 а).

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по второй схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера, позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «ТЕРМОСЛIP - СТЕНА» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

–4.15–4.50–4.40–4.25–4.10–4.43 кН;

2. Разрушение анкерного узла при второй схеме испытаний происходило за счет вытягивания стержня тарельчатого дюбеля из монолитного железобетона (рис.7.1 б)

Анализ лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по третьей схеме на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (по первой методике [2]), позволяет отметить следующее:

1. На рис. 7.2 приведен график зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок тарельчатых дюбелей, построенный по результатам лабораторных испытаний.

2. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «**ТЕРМОСЛИП - СТЕНА**» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

$$-4.63-4.55-4.48-4.58-4.25-4.05 \text{ кН};$$

За расчетное усилие вырыва тарельчатых дюбелей «**ТЕРМОСЛИП - СТЕНА**», установленных в монолитные железобетонные панели, в соответствии с рекомендациями [2] - по первой методике испытаний следует принимать нагрузку равную:

$$N_{\text{расч.}} = 0.74 \text{ кН (74 кгс) при } m=5.0, \nu=0.05 \text{ и } S=0.22.$$

Анализ результатов лабораторных испытаний тарельчатых дюбелей по третьей схеме (по второй методике [2]) на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (было испытано по 3 образца анкеров указанных выше марок позволяет отметить следующее:

1. На рис. 7.3 приведен график зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок анкеров, построенный по результатам лабораторных испытаний.
2. Величины предельных разрушающих нагрузок для тарельчатых дюбелей «**ТЕРМОСЛИП - СТЕНА**» установленных в монолитные железобетонные панели, составили:

$$4.25-4.3-4.15 \text{ кН};$$

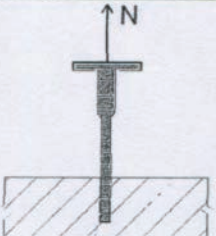
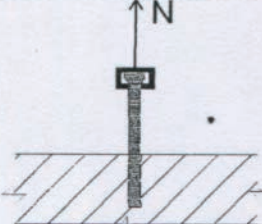
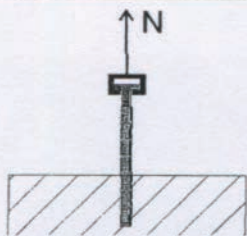
3. За расчетное усилие вырыва тарельчатых дюбелей «**ТЕРМОСЛИП - СТЕНА**» с учетом характера поведения анкера в процессе пошагового его нагружения с разгрузкой по второй методике, изложенной в [2], следует принимать нагрузку равную:

$$N_{\text{расч.}} = 0.8 \text{ кН (80 кгс)};$$

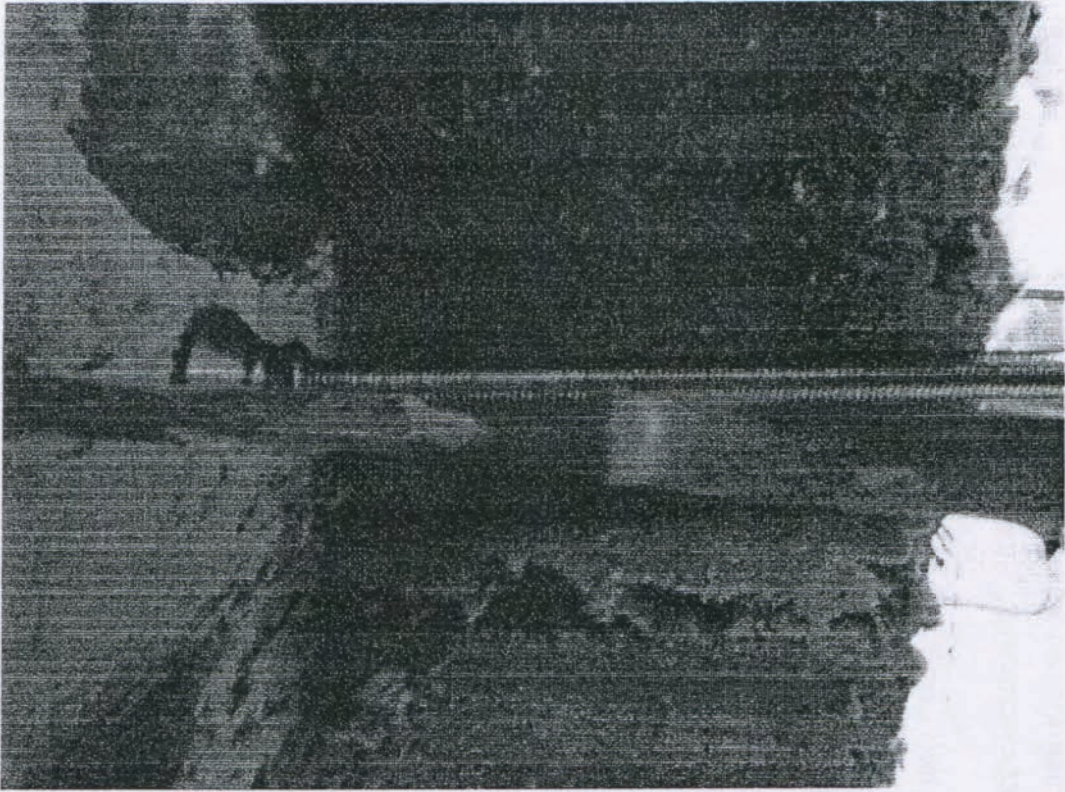
При данной нагрузке величина остаточных деформаций в процессе разгрузки анкеров практически равна нулю, т.е. анкеры при данных расчетных нагрузках работают в упругой стадии.

В таблице 7.1 приведены результаты третьего этапа испытаний тарельчатых дюбелей по трем схемам на вырыв из тяжелого бетона класса В25.

Таблица 7.1

Схема испытания	№ испытания	Разрушающая нагрузка кН
	1	2.91
	2	3.10
	3	3.13
	4	3.25
	5	3.03
	6	3.15
	1	4.15
	2	4.50
	3	4.40
	4	4.25
	5	4.10
	6	4.43
	1	4.63
	2	4.55
	3	4.48
	4	4.58
	5	4.25
	6	4.05

a)



б)



Рис. 7.1

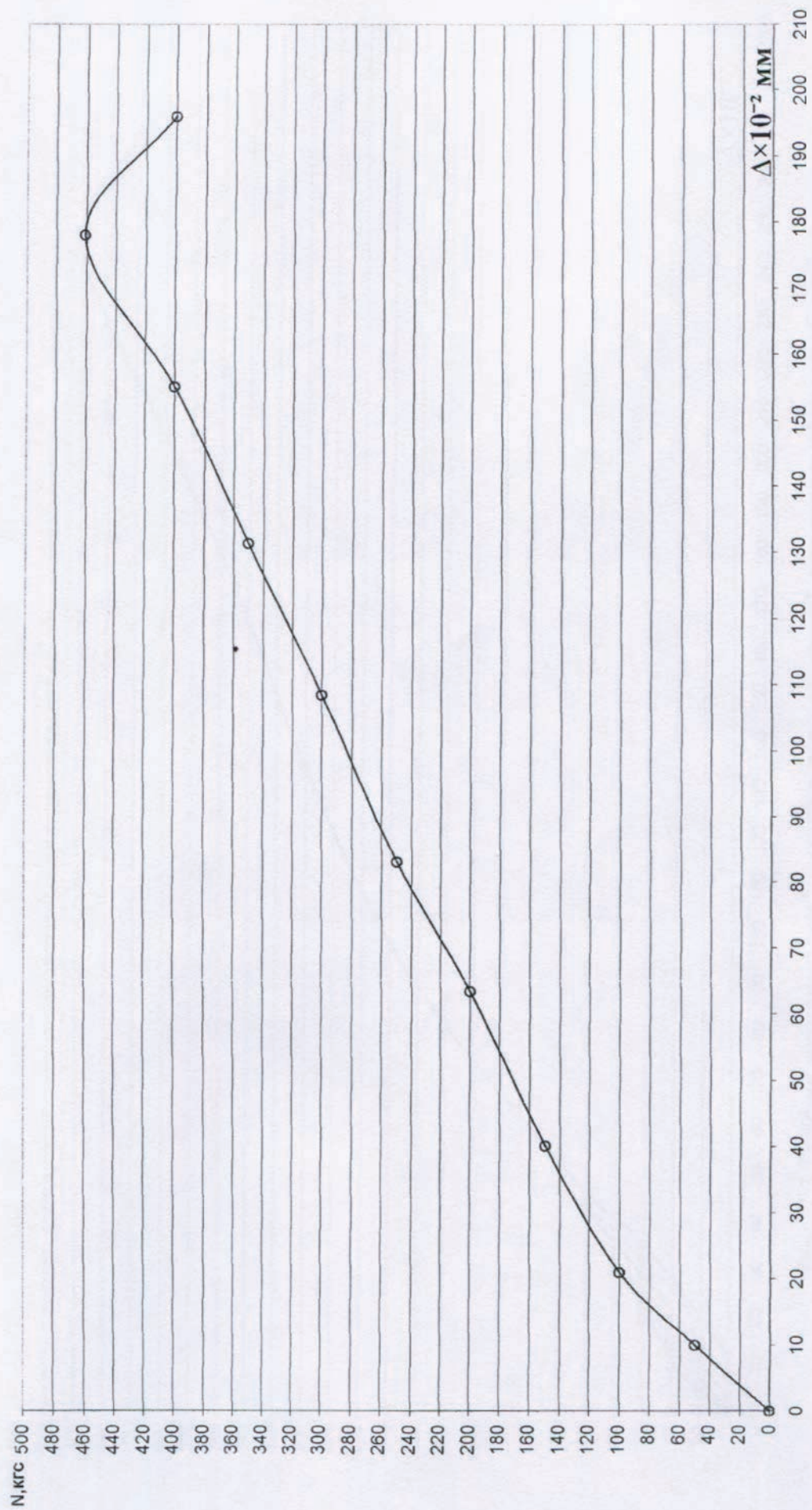


Рис. 7.2 График зависимости "нагрузка-перемещение" для тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛІР - СТЕНА» (статические испытания - 1-й этап).

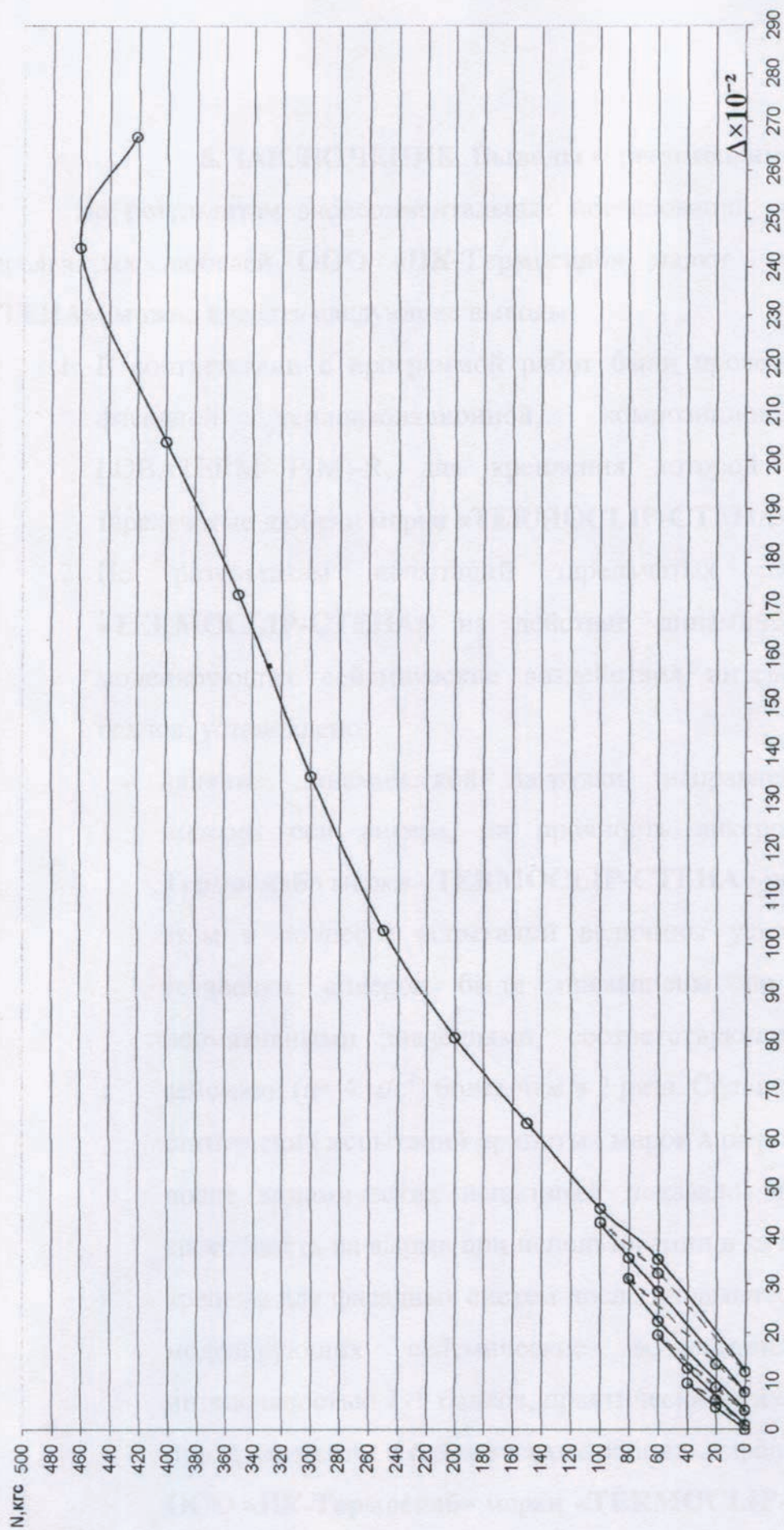


Рис. 7.3 График зависимости "нагрузка-перемещение" для тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛР - СТЕНА» (статические испытания - 1-й этап).

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации.

По результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА», можно сделать следующие выводы.

1. В соответствии с программой работ были проведены испытания фасадной теплоизоляционной, композиционной системы LOBATERM P(M)-R, для крепления которой использовались тарельчатые дюбели марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА».
2. По результатам испытаний тарельчатых дюбелей марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА» на действие динамических нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7÷9 баллов, установлено:
 - влияние динамической нагрузки, направленной вдоль и поперек оси анкера, на прочность анкеров ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА» не выявлено. При этом в процессе испытаний величины ускорений в зонах установки анкеров были превышены по сравнению с нормативными значениями, соответствующими 9-балльной сейсмике ($a = 4 \text{ м/с}^2$) более чем в 2 раза. Сравнение результатов статических испытаний принятых марок анкеров на вырыв до и после динамических испытаний показало, что их несущая способность на вырыв при использовании в качестве анкерного крепежа для фасадных систем после динамических испытаний, моделирующих сейсмические воздействия на здание интенсивностью 7÷9 баллов, практически не изменилась;
 - при применении в сейсмических районах тарельчатых дюбелей ООО «ПК-Термоснаб» марки «ТЕРМОСЛИП-СТЕНА» и при установке их в стены из тяжелого бетона класса В25 в качестве

крепежных элементов их несущая способность может приниматься такой же, как и в случае использования этих анкеров в обычных районах;

3. Испытанные анкера марки «**ТЕРМОСЛИП-СТЕНА**» могут быть рекомендованы для применения в сейсмоопасных регионах РФ при землетрясениях 7÷9 баллов с учетом указанных выше ограничений по нагрузкам от фасадных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MSK-64. Шкала сейсмической интенсивности MSK. 1964.
2. Стандарт организации. Крепления Анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натуральных испытаний. СТО 44416204-010-2010. М.2011.
3. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости».
4. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
5. Я.М. Айзенберг, Р.Т. Акбиев, В.И. Смирнов, М.Ж. Чубаков. «Динамические испытания и сейсмостойкость навесных фасадных систем». Ж. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» №1, 2008г. стр. 13-15.
6. Назаров А.Г., С.С. Дарбинян. Шкала для определения интенсивности сильных землетрясений на количественной основе. // В. кн.: Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. Академия наук СССР. Междуведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.
7. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. – М., 1980, 62 с.
8. Отчет по результатам натуральных испытаний фрагментов навесных вентилируемых фасадов «ДИАТ». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко М., 2007.
9. Поляков С.В., «Сейсмостойкие конструкции зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1969г., 335 с.
10. Корчинский И.Л. и др., «Сейсмостойкое строительство зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1971г., 319 с.
11. Карапетян Б.К. «Колебание сооружений, возведенных в Армении», Изд. «Айостан», Ереван, 1967.
12. Корчинский И.Л., Беченева Г.В. «Прочность строительных материалов при динамических нагружениях», Стройиздат, М., 1966г.