

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП «НИЦ «Строительство»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам лабораторных испытаний арматурных выпусков из
стеклопластика, установленных в монолитный бетон,
на действие продольных относительно оси выпуска усилий

по договору №1692/24-4028-09/ск от октября 2009
Этап I

Москва 2009 г.

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП «НИЦ «Строительство»

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Центр исследований сейсмостойкости сооружений



УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
доктор технических наук, профессор
Ю.П. Назаров

2009г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам лабораторных испытаний арматурных выпусков из
стеклопластика, установленных в монолитный бетон,
на действие продольных относительно оси выпуска усилий

по договору №1692/24-4028-09/ск от октября 2009
Этап I

Руководитель ЦИСС,
К. Т. Н.

А.М. Мелентьев

Зав. Лабораторией
сейсмостойких конструкций,
К. Т. Н.

А.В. Грановский

Зав. Сектором ЛСК

Д.А. Киселев

Москва 2009 г.

Настоящее заключение составлено по результатам проведенных лабораторных испытаний на вырыв арматурных выпусков из стеклопластика Ø 8 мм, установленных в монолитный бетон. Испытания проводились в лабораторных условиях ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

Цель работы:

- экспериментальное определение несущей способности на вырыв арматурных выпусков из стеклопластика Ø 8 мм, установленных в монолитный бетон.

Испытания арматурных выпусков из стеклопластика Ø 8 мм проводились в соответствии с требованиями действующих нормативных и рекомендательных документов [1-5].

Описание опытных образцов анкеров.

Для определения прочностных и деформативных характеристик арматурных выпусков из стеклопластика, установленных в железобетонные конструкции здания при действии на выпуски продольных относительно их оси усилий были проведены экспериментальные исследования прочности на вырыв выпусков из бетонных образцов.

Арматурные выпуски из стеклопластика представляют собой арматурные стержни периодического профиля из стеклопластика с диаметром 8 мм. Диаметр стержня определялся без учета поперечных выступов (рифления). Глубина анкеровки составляла от 150 до 195 мм.

Методика испытаний анкерных креплений.

Лабораторные испытания арматурных выпусков из стеклопластика Ø 8 мм на вырыв из монолитного бетона проводились по двум методикам:

- по методике ФГУ «ФЦС» [3] с нагружением выпуска непрерывно возрастающей нагрузкой и измерением перемещений анкера на каждом этапе приложения нагрузки. Время нагружения ~1-2 минуты.

- по методике [4] с пошаговым увеличением нагрузки на выпуск, выдержкой выпуска при данном уровне нагрузки с последующей разгрузкой образца. По данной методике адаптер (захват головки анкера) крепился к ручному гидравлическому домкрату HYDRAJAWS NH237 (сертификат №24-3 от 23.08.2004) мощностью 90 кН. Нагрузка на головку выпусков подавалась ступенями, составляющими $N \approx 1/10-1/15$ от предполагаемой разрушающей нагрузки (нагрузки, при которой происходило вытягивание выпуска из тела стены). На каждом шаге нагружения с помощью индикатора часового типа (точность 0.01мм) фиксировались деформации выпуска. В процессе пошагового нагружения производилась разгрузка образцов с целью определения остаточных деформаций выпуска. За разрушающую (предельную) принимается нагрузка, при которой увеличение деформации выпуска происходит без роста усилия на него.

За расчетное усилие вырыва выпуска принималась нагрузка, после снятия которой (разгрузка образца) остаточные деформации выпуска не превышали 0.1 мм (точность прибора - 0.01мм).

Преимущества данной методики, включенной в настоящее время в ФГУ «ФЦС» разработанный Стандарт «Анкерные крепления для фасадных систем. Общие положения, основные требования, метод испытаний», перед принятой в состоят в следующем.

- пошаговое увеличение нагрузки составляет не более 10 % от предполагаемой величины контрольной нагрузки, с выдержкой на каждом этапе нагружения 5-10 мин и последующим повторным измерением деформаций выпуска;

- разгрузка выпуска на каждом этапе нагружения позволяет не только определить величину остаточных деформаций, но и установить реальную область упругой работы выпуска. Т.е. имеется возможность оценить величину расчетной нагрузки на выпуск и определить для дальнейших испытаний коэффициент безопасности для данных выпусков и основания, в которое крепится выпуск.

Результаты испытаний арматурных выпусков из стеклопластика и их анализ.

Были испытано 4 арматурных выпуска из стеклопластика $\varnothing 8$ мм, установленных в монолитный бетон (см. фото на рис.1,2,3).

Анализ лабораторных испытаний указанных выше выпусков в процессе воздействия на них продольных относительно их оси усилий позволяет отметить следующее:

1. Величины предельных разрушающих нагрузок для арматурных выпусков из стеклопластика $\varnothing 8$ мм, установленных в монолитный бетон, составили:

— 34.0–38.0 кН — при глубине анкеровки 150 мм;

— 47.0–44.0 кН — при глубине анкеровки более 180 мм.

2. За расчетное усилие вырыва арматурных выпусков из стеклопластика $\varnothing 8$ мм, установленных в монолитный бетон, в соответствии с методикой принятой в ФГУ «ФЦС», следует принимать нагрузку на выпуск, составляющую:

— $N_{расч.} = 0.14 \times 504 = 504$ кгс при глубине анкеровки 150 мм;

— $N_{расч.} = 0.14 \times 4550 = 637$ кгс при глубине анкеровки более 180 мм.

Как отмечалось выше, данная методика не отражает реальную область упругой работы выпуска, и, как следствие этого имеет место завышенный коэффициент запаса.

3. По результатам лабораторных испытаний арматурных выпусков из стеклопластика $\varnothing 8$ мм, установленных в монолитный бетон, рекомендуется за расчетное усилие вырыва выпусков в соответствии с методикой испытаний, разработанной в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко [4], принимать нагрузку на выпуск, составляющую:

— $N_{расч.} = 1000$ кгс — при глубине анкеровки 150 мм;

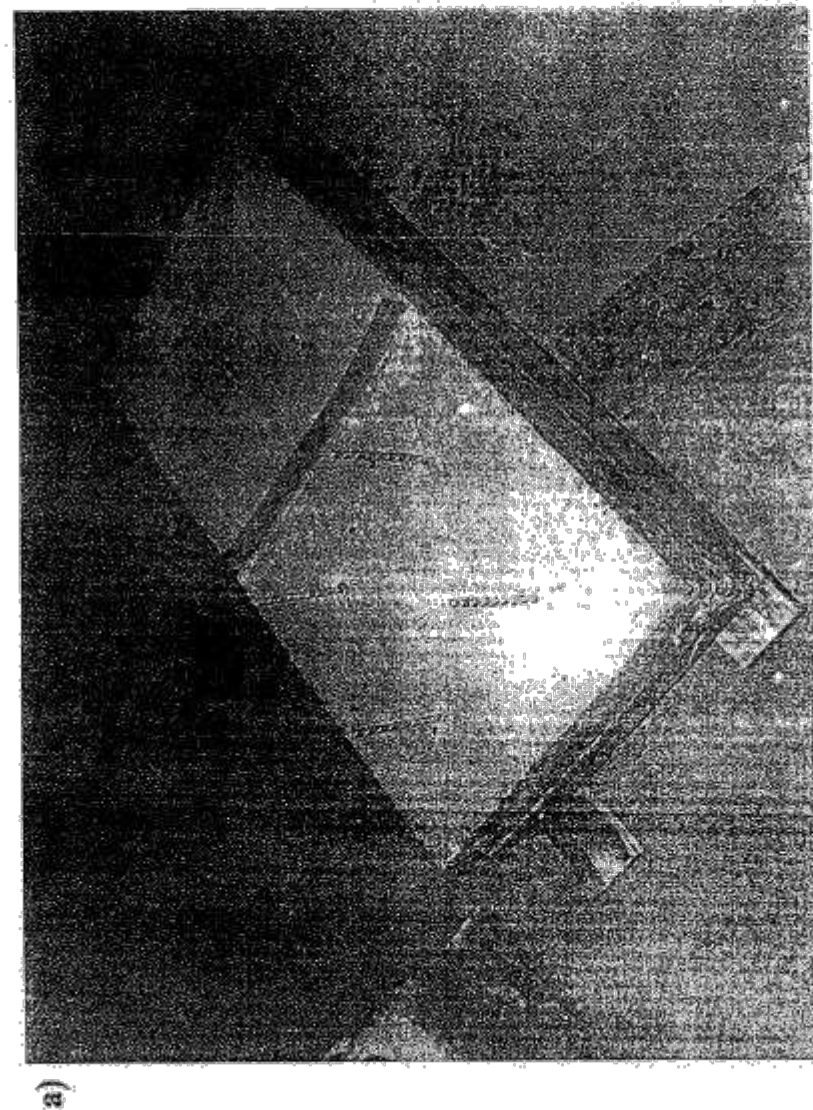
— $N_{расч.} = 1500$ кгс — при глубине анкеровки более 180 мм.

При данных нагрузках величины остаточных деформаций в процессе разгрузки выпусков практически равны нулю, т.е. арматурные выпуски из стеклопластика при данных расчетных нагрузках работают в упругой стадии. На рис. 4,5 приведены графики зависимости «нагрузка-деформация» при испытании отдельных арматурных выпусков,

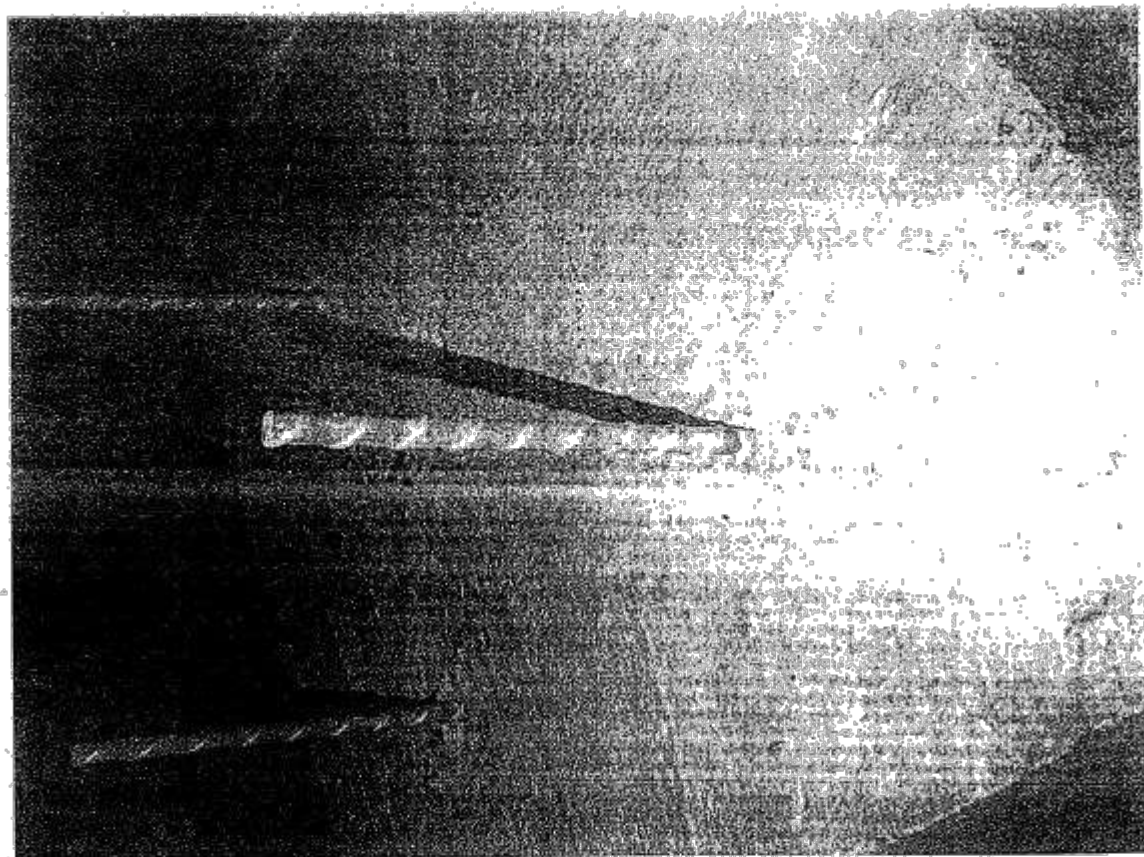
Выводы и рекомендации.

Анализ результатов лабораторных испытаний на вырыв арматурных выпусков из стеклопластика $\varnothing$ 8 мм, установленных в монолитный бетон, позволяет отметить следующее:

1. По результатам лабораторных испытаний за расчетную нагрузку вырыва арматурных выпусков из стеклопластика $\varnothing$ 8 мм, установленных в монолитный бетон, следует принимать усилие равное:
 - $N_{\text{расч.}} = 1000$ кгс — при глубине анкеровки 150 мм.
 - $N_{\text{расч.}} = 1500$ кгс — при глубине анкеровки более 180 мм.
2. Указанное расчетное усилие может быть принято при соблюдении требований фирмы-изготовителя стеклопластиковой арматуры в части технологии ее установки и глубины анкеровки в соответствии с проектом.



а)



б)

Рис.1. а) Общий вид бетонного образца для установки стеклопластиковой арматуры; б) стеклопластиковой арматурный выпуск из бетонного образца.

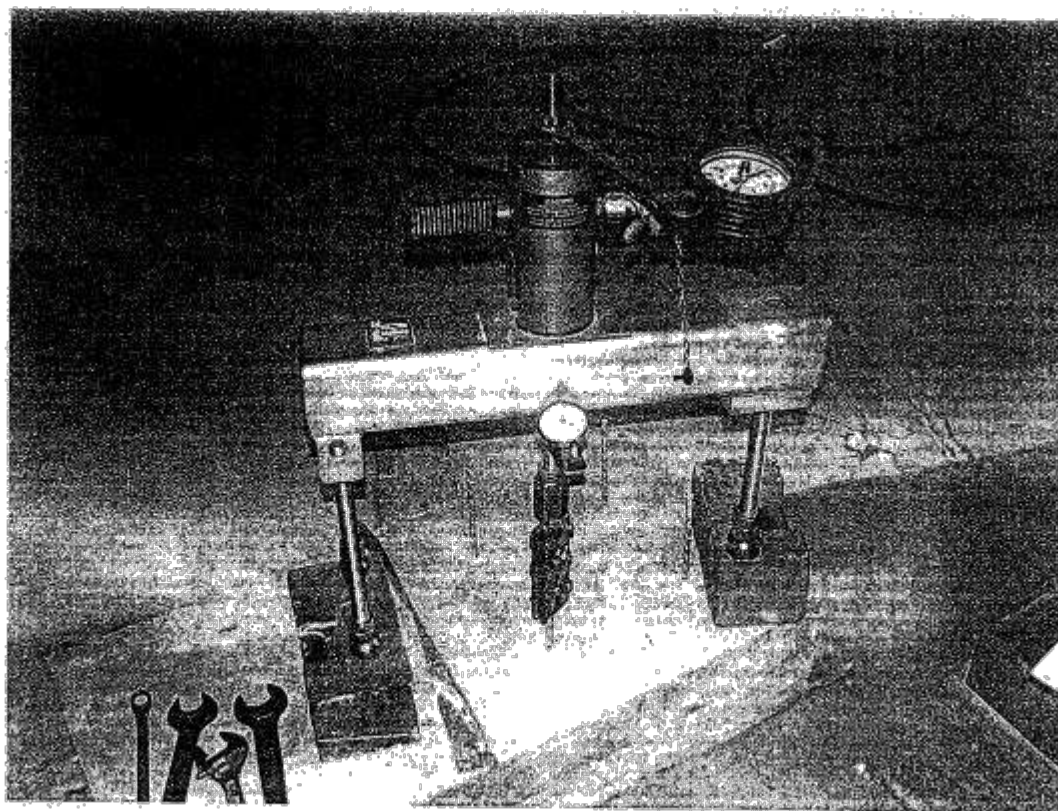
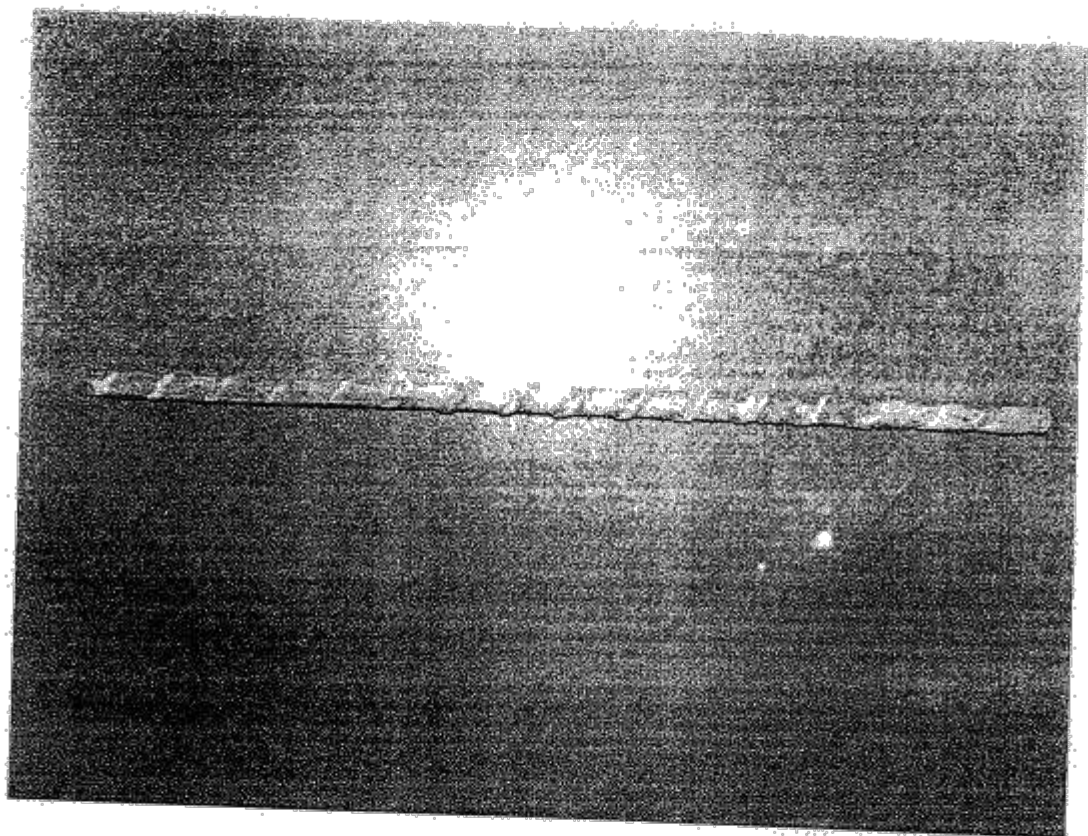


Рис.2. Домкратная установка в момент испытания стеклопластикового арматурного выпуска на вырыв из монолитного бетона.

а)



б)

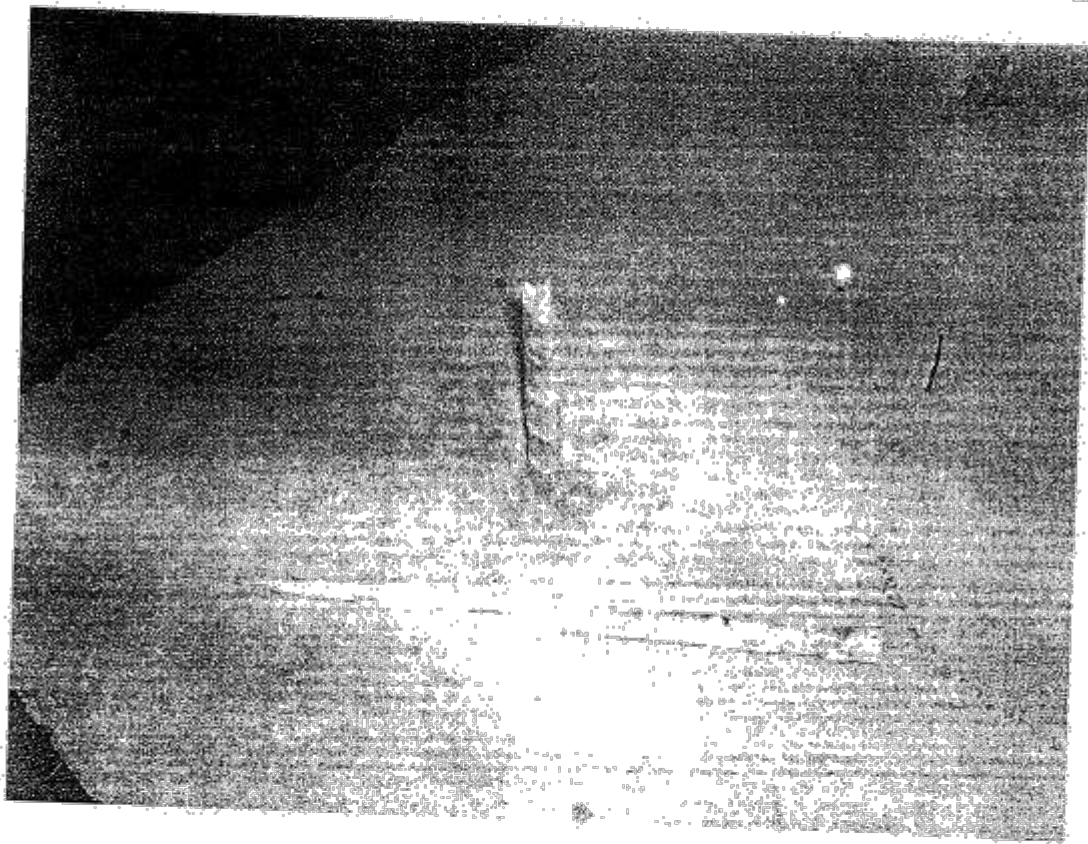


Рис.3. Общий вид разрушения арматурного выпуска из стеклопластика при вырыве из монолитного бетона по схеме: а) вырыва арматура из бетона; б) по материалу стержня.

Образец 1

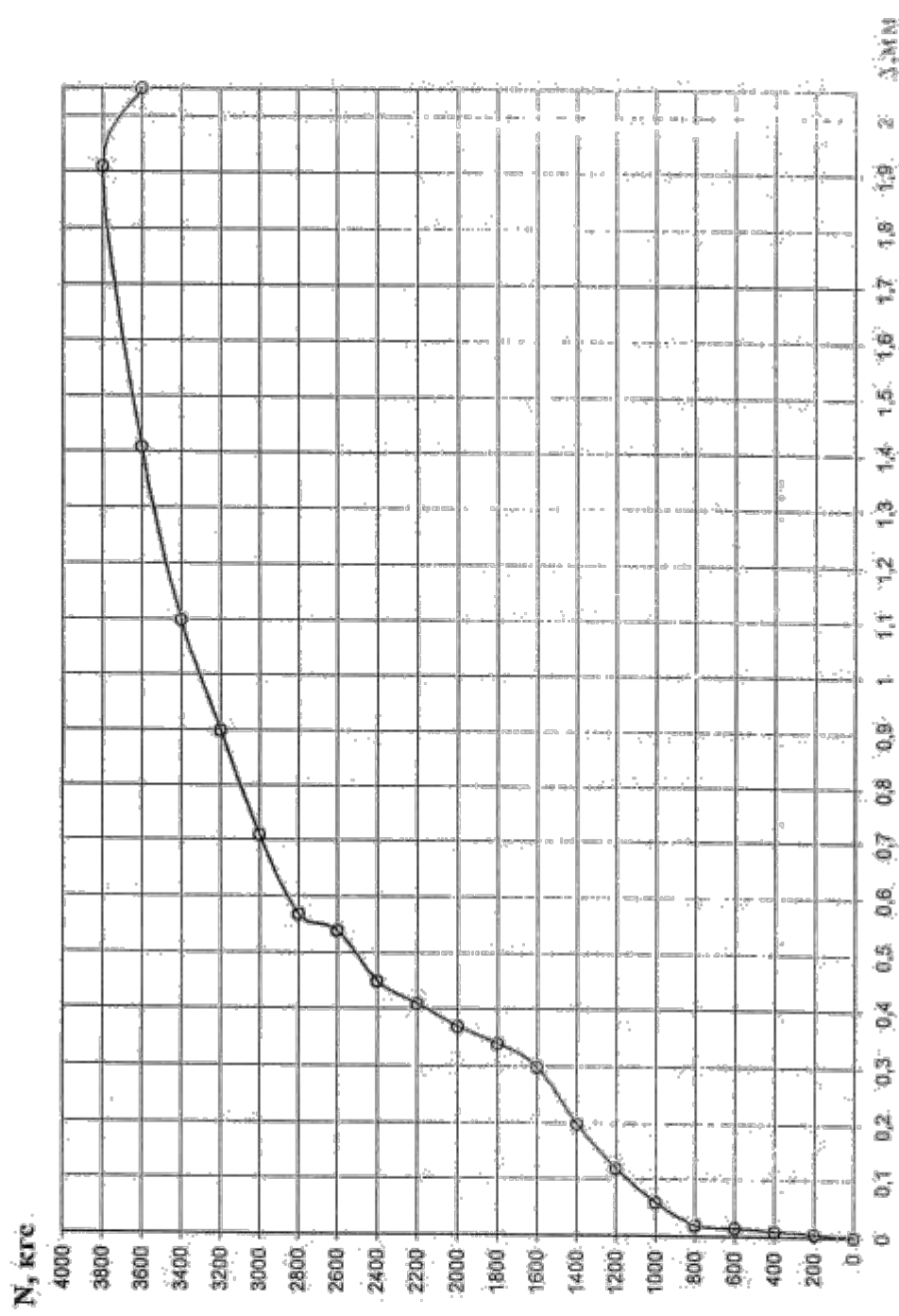


Рис. 4 . График зависимости "нагрузка-деформация"
-материал стены - бетон
-марка анкера - стеклопластиковая арматура $\varnothing$ 8 мм.

Образец 2

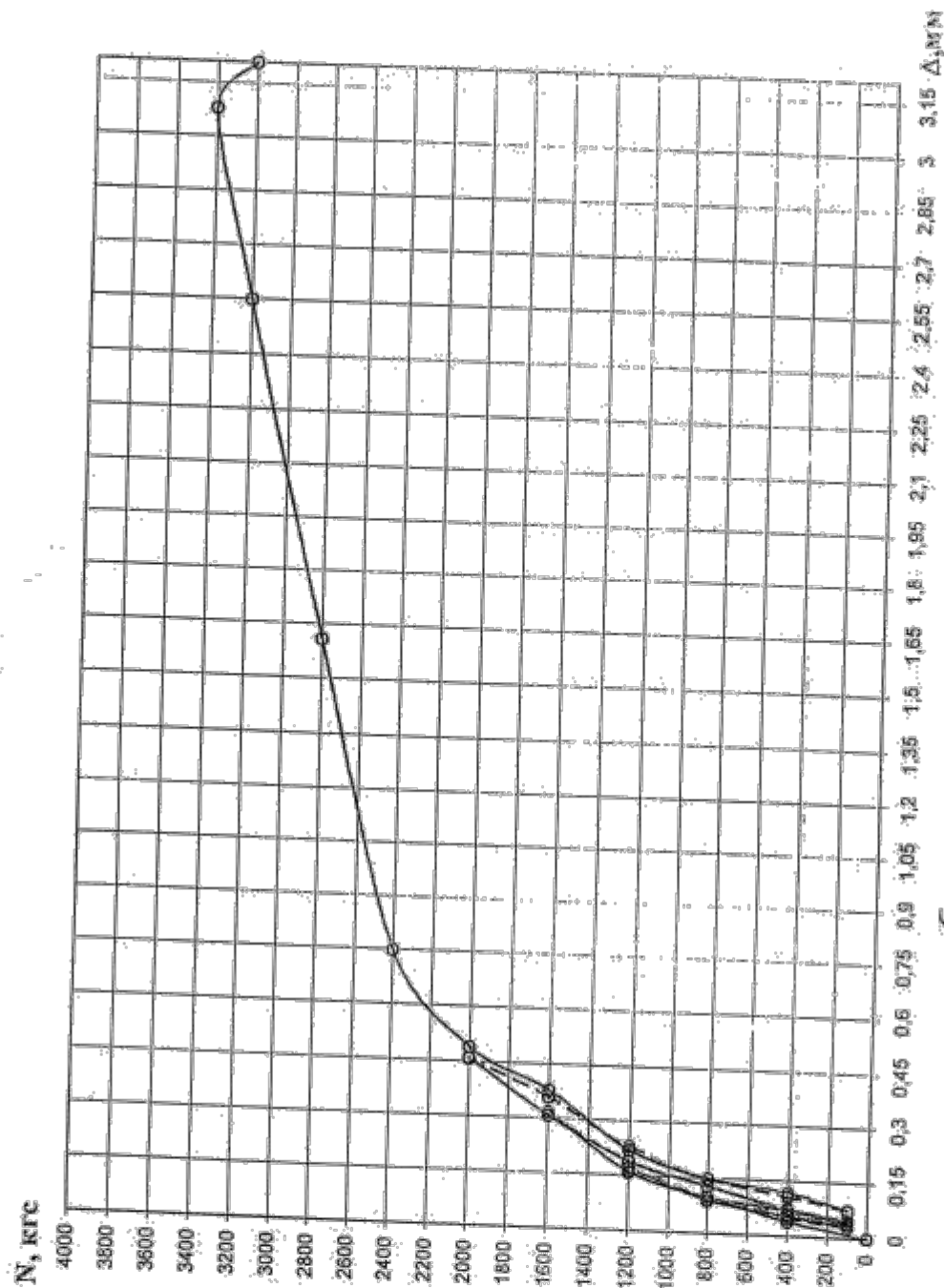


Рис. 5. График зависимости "нагрузка-деформация"
 - материал стены - бетон
 - марка анкера - стеклопластиковая арматура $\varnothing 8$ мм.

Список литературы.

1. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. ФЦС Госстроя России и ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, М., 2004.
2. Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем ТР 161-05. ГУ ЦЕНТР «ЭНЛАКОМ», М., 2005.
3. ETAG №001. GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF METAL ANCHORS FOR USE IN CONCRETE. BRUSSELS. 1997.
4. Грановский А.В., Киселев Д.А., Аксенова А.Г., «Об оценке несущей способности анкерных креплений», Бетон и железобетон. — 2006 — №2 — с.17-20.
5. СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», М., Госстрой России, 1998.

**Аттестат аккредитации испытательной
лаборатории**

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП «НИЦ «Строительство»

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: «Экспериментальные исследования бетонных конструкций,
армированных стеклопластиковой арматурой, на динамические
(сейсмические) воздействия»

по договору №1692/24-4028-09/ск от октября 2009г.

Этап 2.

Москва 2009 г.

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП «НИЦ «Строительство»

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Центр исследований сейсмостойкости сооружений

УТВЕРЖДАЮ:

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

Ю.П. Назаров

2009г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме: «Экспериментальные исследования бетонных конструкций,
армированных стеклопластиковой арматурой, на динамические
(сейсмические) воздействия»

по договору №1692/24-4028-09/ск от октября 2009г.

Этап 2.

Рук. Центра исследований
сейсмостойкости сооружений,
доктор технических наук, профессор

А.Е. Саргсян

Зав. Лабораторией
сейсмостойкости конструкций,
кандидат технических наук

А.В. Грановский

Ст. научн. сотр. ЛСК

З.И. Доттуев

Ст. научн. сотр. ЛСК

Т.М. Хасанов

Москва 2009 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. Введение	3
2. Задачи проводимых экспериментальных исследований	5
3. Описание опытных образцов	6
4. Программа и методика испытаний	15
5. Оборудование для испытаний на сейсмические нагрузки. Средства измерения и регистрации динамических характеристик	16
5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок	16
5.2 Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них	17
6. Результаты динамических испытаний и их анализ	21
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Результаты динамических испытаний стеклопластиковой арматуры	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Видеосъемка испытания на сейсмическое воздействие	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Лицензия на право проведения работ по обследованию несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений (только в 1-м экз. отчета)	40

1. Введение

Настоящий технический отчёт составлен по результатам экспериментальных исследований на динамические (сейсмические) воздействия бетонных конструкций, армированных стеклопластиковой арматурой.

Испытания опытных образцов (фрагментов) бетонных панелей, армированных стеклопластиковой арматурой, производились на специально разработанном в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко стенде (фото на рис. 1.1).

Цель испытаний: - квалификационная оценка прочности и жёсткости стеклопластиковой арматуры, рекомендуемой для армирования бетонных панелей, при сейсмических воздействиях, соответствующих землетрясениям интенсивностью 7-9 баллов по шкале МКС - 64 [1].

Отчёт оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов и технических регламентах. При описании методики и результатов экспериментальных исследований использовались термины и определения, содержащиеся в действующих нормативных документах [2,3].

Установка для крепления опытных образцов панелей к виброплатформе была разработана специалистами Лаборатории ст. научного сотрудника Бышенко В.К. и научным сотрудником Доттуевым А.И.

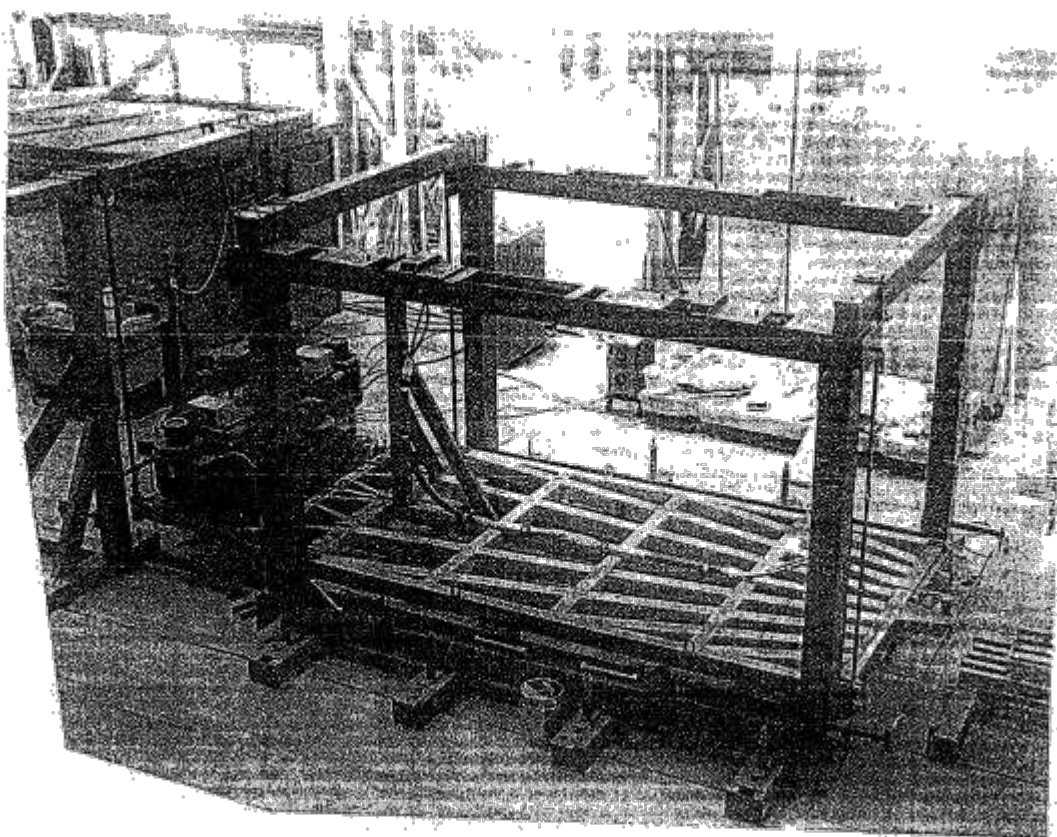


Рис. 1.1. Общий вид платформы-маятника.

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 исследуемой конструкции, включая динамические показатели испытываемой системы, ее расчетные и реальные характеристики. Полученные данные являются основанием для оценки возможности расширения области применения исследуемой системы с учетом требований безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности зданий, возводимых в сейсмических районах.

Оценка результатов испытаний основана на демонстрации функциональной пригодности (работоспособности) испытываемых бетонных образцов, армированных стеклопластиковой арматурой в процессе и после действия сейсмических нагрузок. В процессе испытаний регистрируются изменения технического состояния образцов (увеличение ширины раскрытия трещины, состояние стеклопластиковой арматуры и т.д.). После каждого цикла испытаний производится внешний осмотр образцов с целью выявления механических повреждений.

3. Описание опытных образцов

Для проведения динамических испытаний Заказчиком были доставлены в ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко фрагменты опытных образцов стеновых железобетонных панелей, армированных стеклопластиковой арматурой $\varnothing 8$ мм.

Испытываемые образцы представляют из себя фрагменты железобетонных панелей размером 200x500x1000мм, армированных 4-мя стержнями из стеклопластиковой арматуры $\varnothing 8$ мм (рис. 3.1). Для оценки поведения стеклопластиковой арматуры при динамических воздействиях в панелях при их изготовлении моделировалась трещина: в панель при бетонировании на всю ее толщину закладывалась пластина толщиной 1,2мм, которая перед началом испытаний вынималась из тела панели.

Оценка прочности бетона панели производилась путем испытаний кубов размером 10x10x10см, изготовленных одновременно с образцами из той же бетонной смеси, и по результатам испытаний бетона панелей с использованием неразрушающих методов контроля прочности — склерометра Шмидта, тарировка которого была выполнена по результатам испытаний кубов.

При проведении динамических испытаний фрагменты панелей устанавливались в специальный испытательный стенд, который крепился к раме виброплатформы.

Было испытано 4-е серии образцов.

1-я серия. Панель устанавливалась консольно в стенд (рис. 3.2а). При этом консольная часть панели отделялась трещиной от закрепленной части. Для исключения ее возможного обрушения при динамических воздействиях при колебании виброплатформы консольная часть панели шарнирно подвешивалась к неподвижной раме виброплатформы (см. фото на рис. 3.3 — стрелками указана вертикальная трещина).

II-я серия. Поскольку при проведении полного цикла динамических испытаний каких-либо изменений и механических повреждений в образце не было обнаружено были проведены испытания II-ой серии образцов (рис. 3.2б). На фото рис. 3.4 показан общий вид образца II-ой серии, установленной на виброплатформе. Как видно из чертежа на рис. 3.2б в образцах II-ой серии плечо приложения и сама величина динамической силы (за счет дополнительной массы второй панели) увеличивается по отношению к фрагменту панели, закрепленной в стенде.

При испытаниях образца II-ой серии изменений и повреждений в панелях не установлено.

III-я серия. Общий вид опытного образца III-ей серии показан на рис. 3.2. в.

Общий вид опытного образца III-ей серии, установленного на виброплатформе показан на фото рис. 3.5. В отличие от образца II-ой серии в данном образце за счет установки на консоли части панели увеличена масса консольной части панели и, соответственно, величина динамической силы, действующей на панель, закрепленную в испытательный стенд, и на стеклопластиковую арматуру в зоне трещины. Поскольку при проведении испытаний образца III-ей серии разрушения (разрыва) стеклопластиковой арматуры не произошло, была изменена схема опытного образца.

IV-я серия. Общий вид опытного образца показан на чертеже рис. 3.2г. Общий вид опытного образца IV-ой серии, установленного на виброплатформе, показан на фото рис. 3.6. По сравнению с образцами I-III серий в образцах данной серии более чем в два раза увеличена длина плеча приложения динамической силы относительно трещины в панели, закрепленной в стенд.

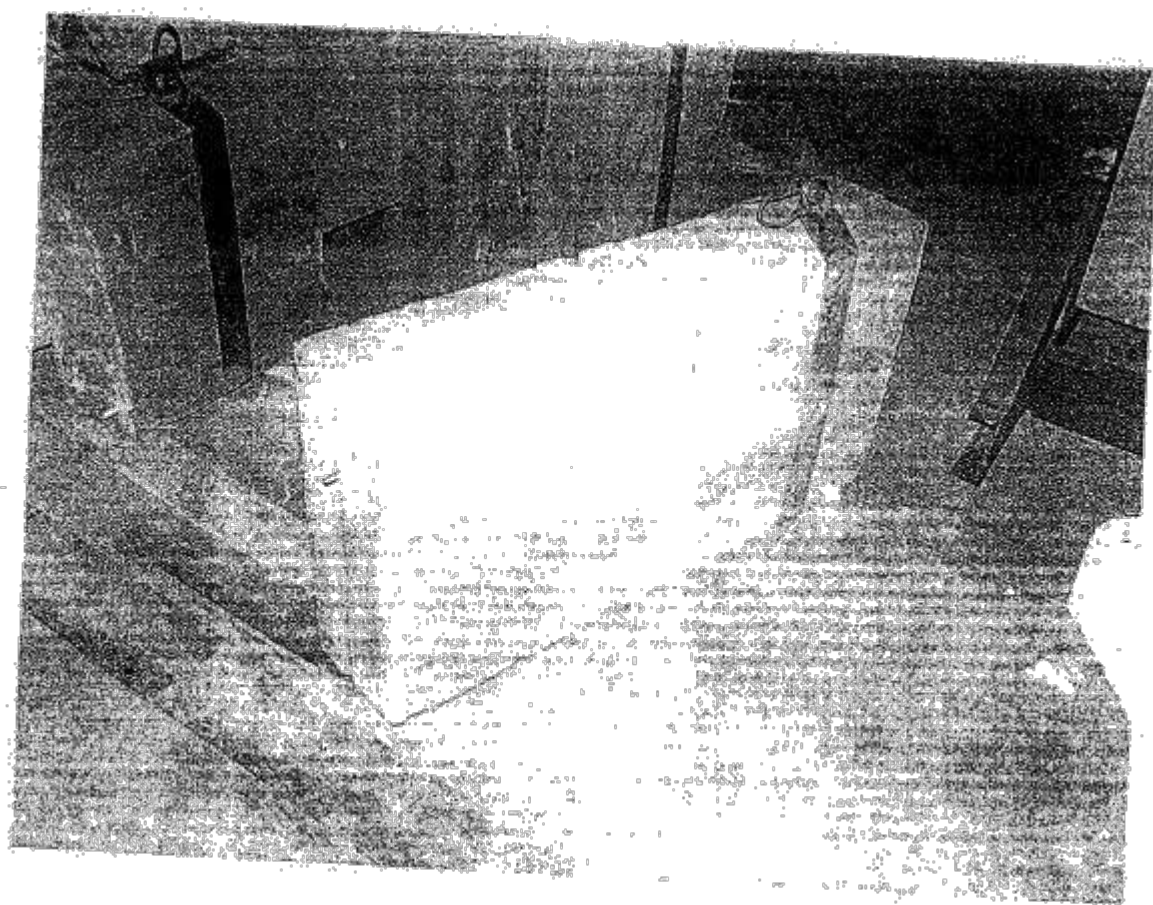
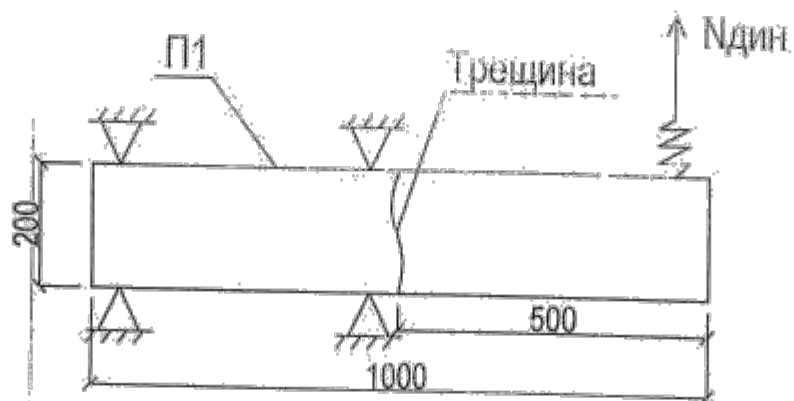


Рис. 3.1. Общий вид опытного образца.

а)

Образец №1



б)

Образец №2

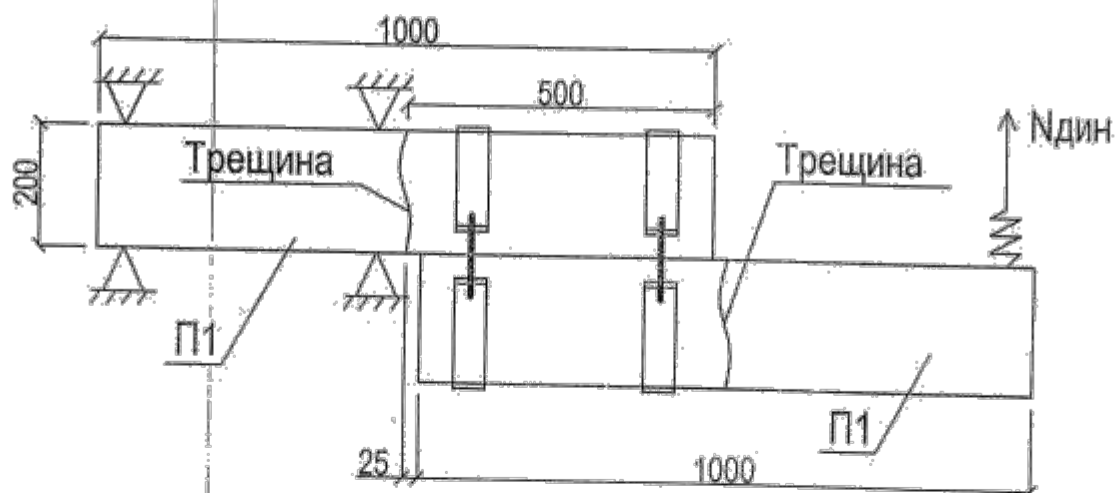
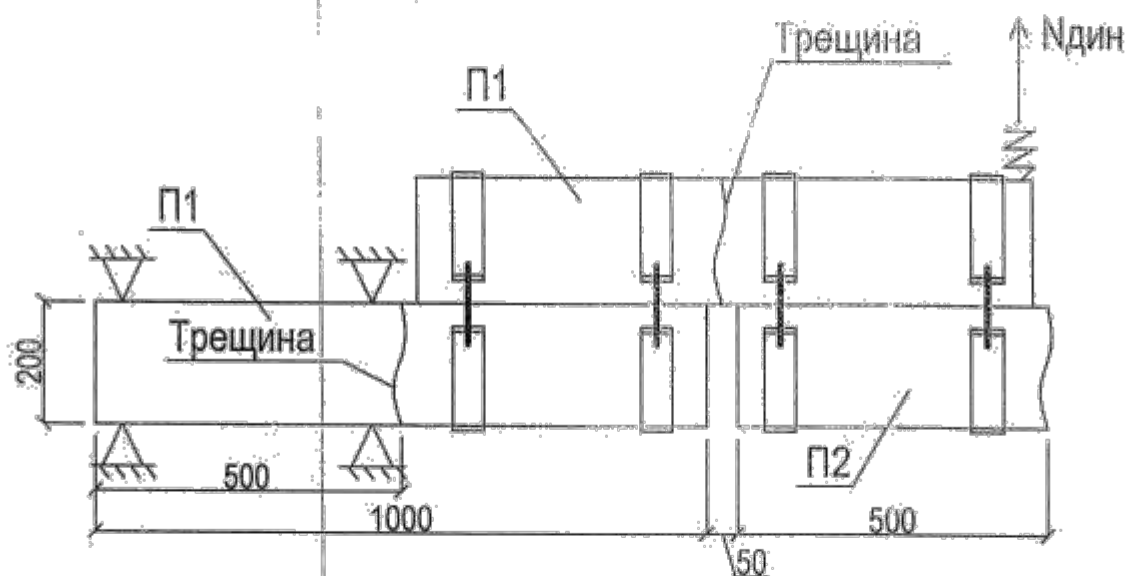


Рис. 3.2. Схемы испытаний блоков со стеклопластиковой арматурой.

в)

Образец №3



г)

Образец №4

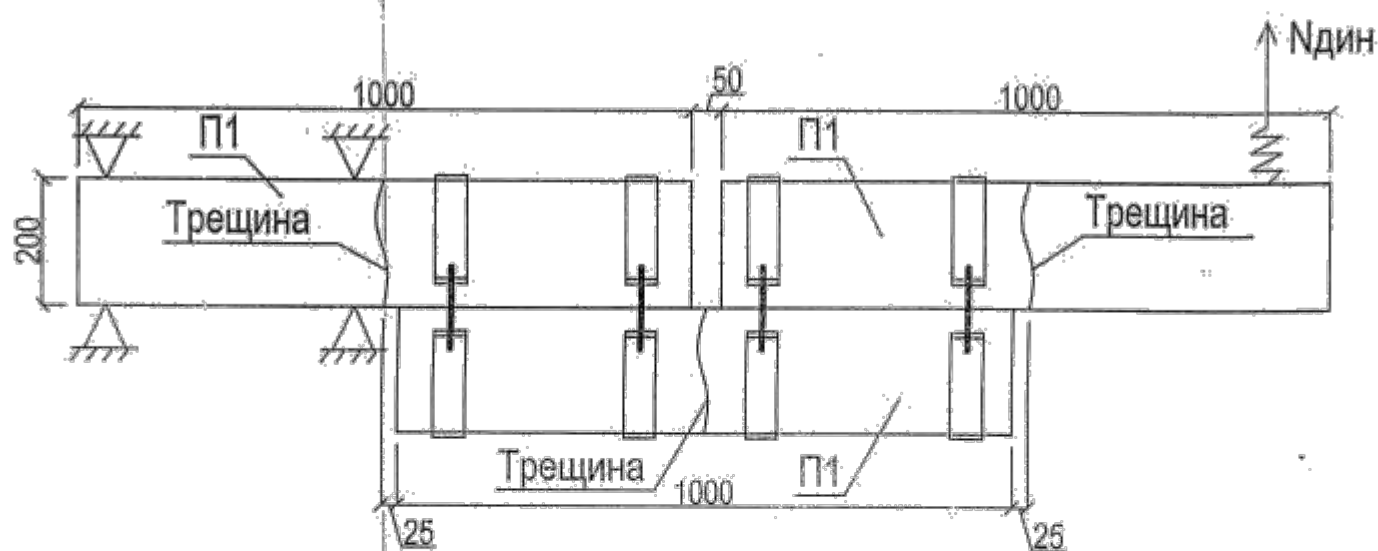


Рис. 3.2. Схемы испытаний блоков со стеклопластиковой арматурой.

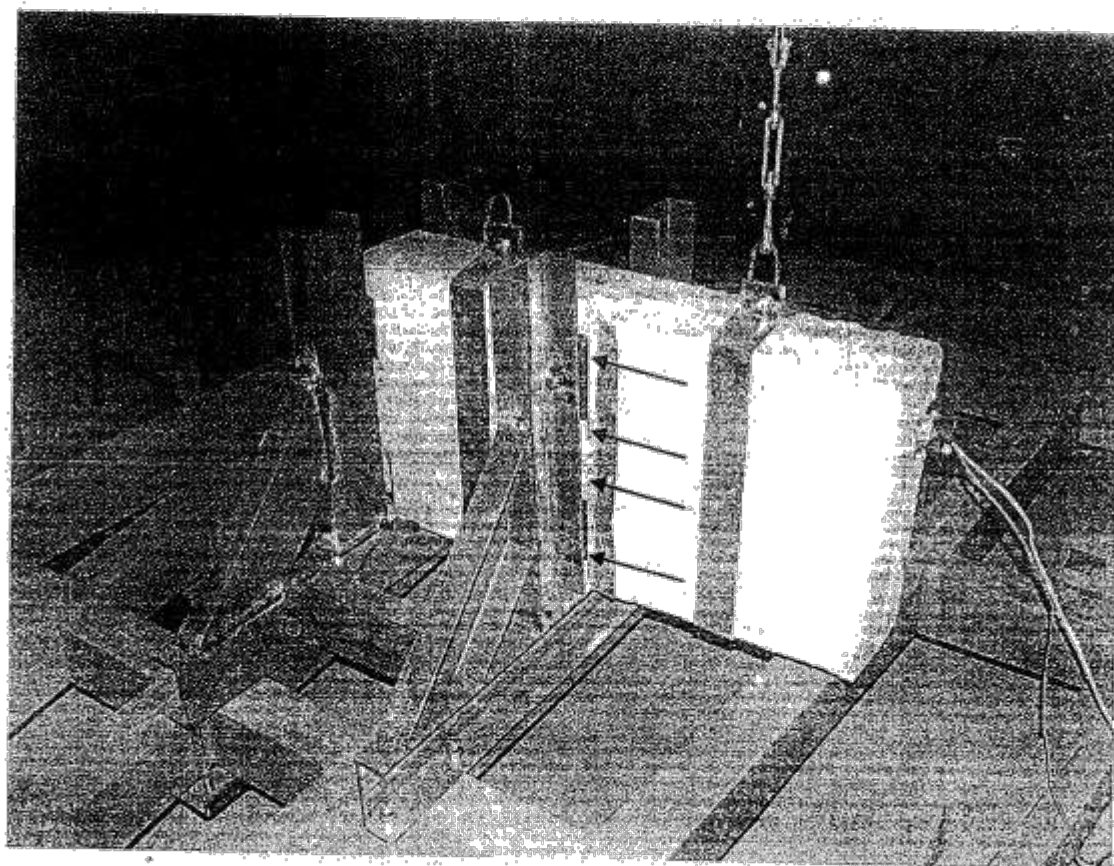
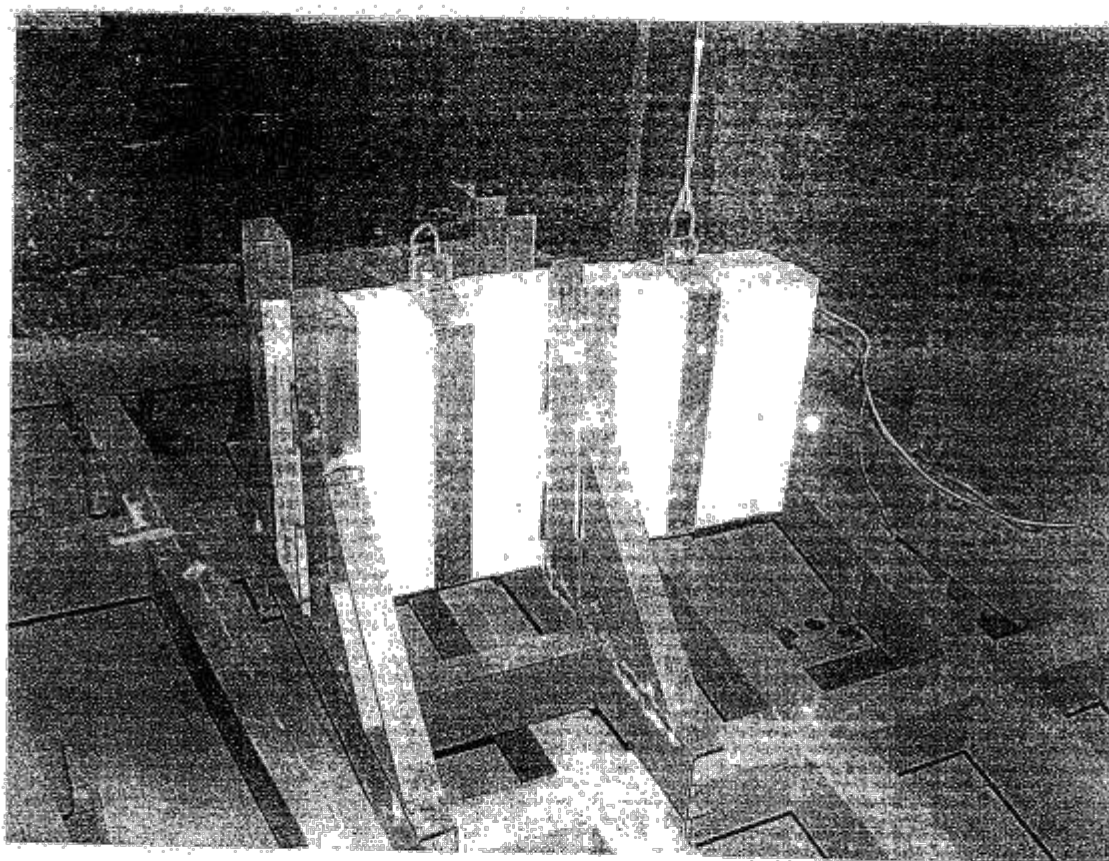


Рис. 3.3

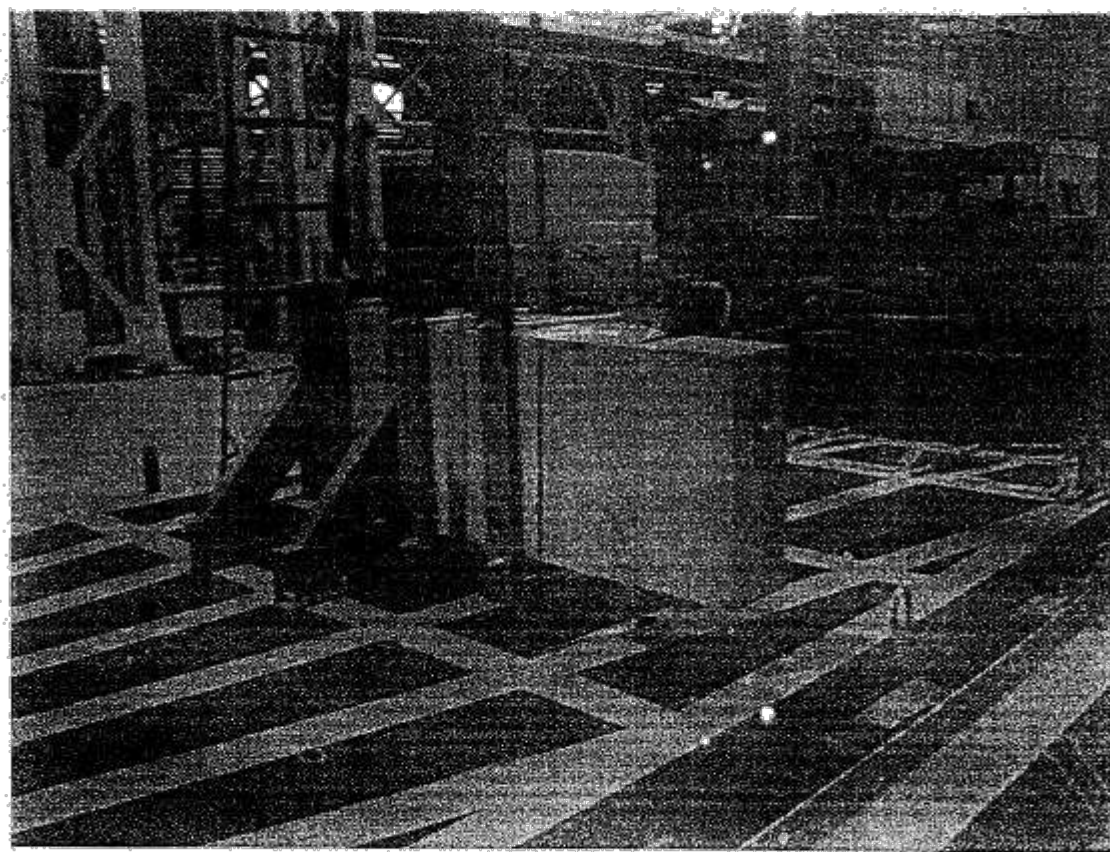
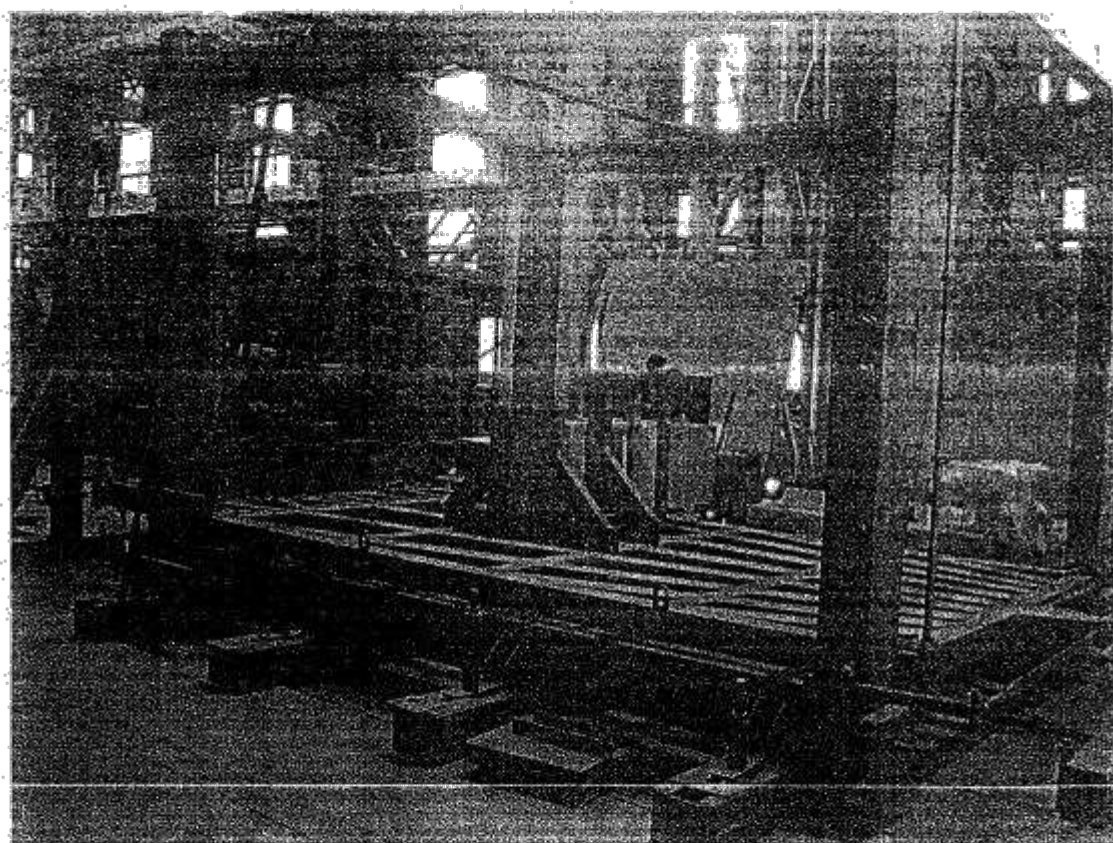


Рис. 3.4



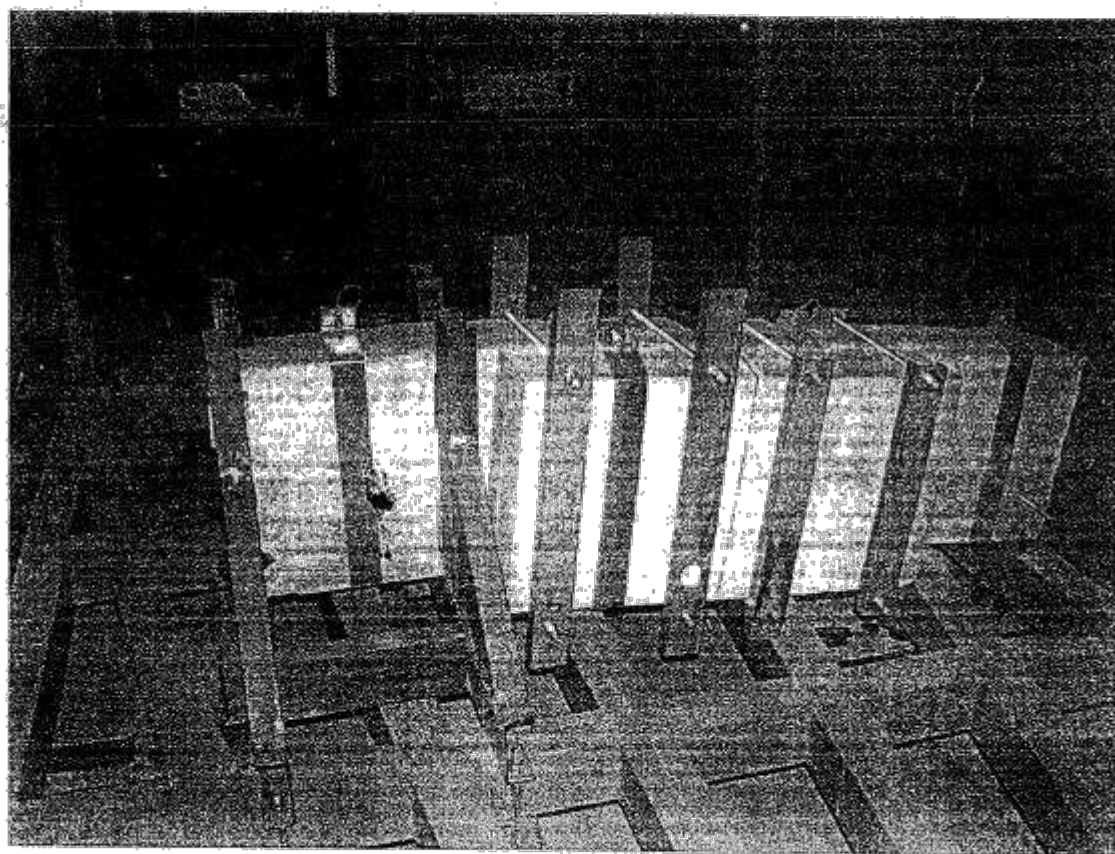
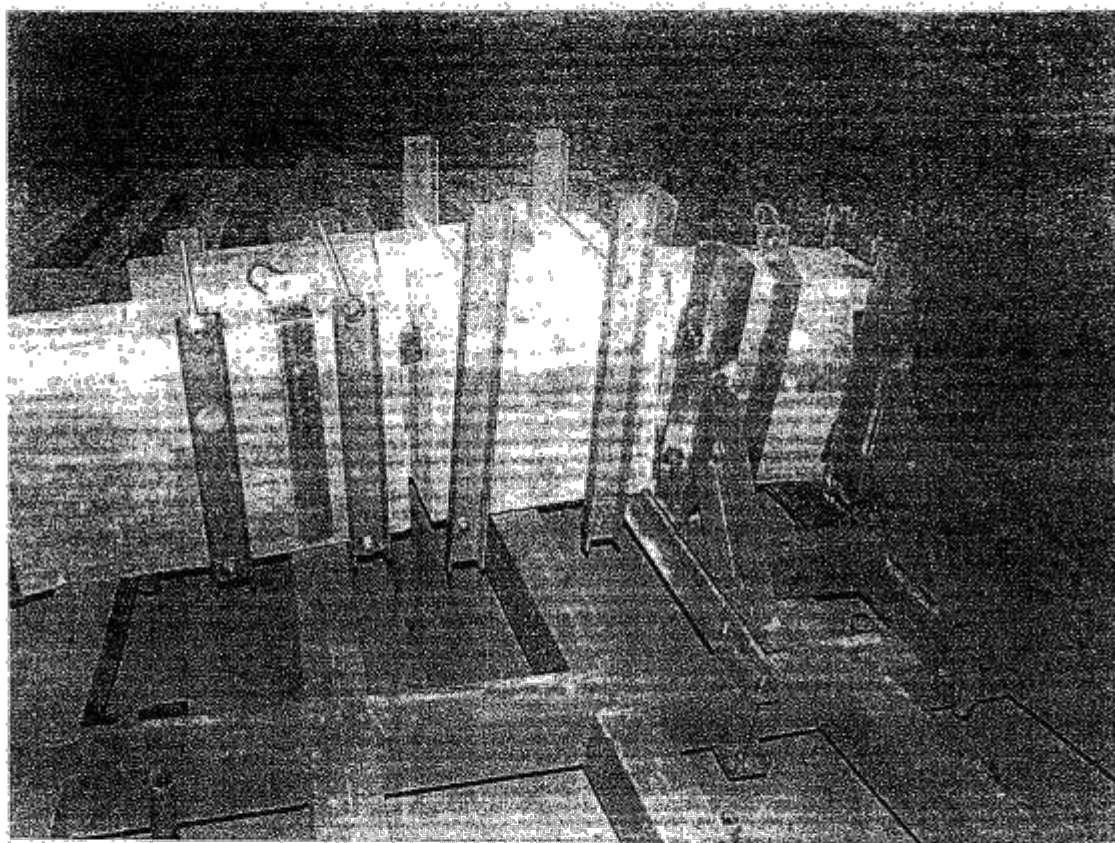


Рис. 3.6

4. Программа и методика испытаний

Программа испытаний фрагментов бетонных панелей, армированных стеклопластиковой арматурой, включала в себя следующие этапы:

1. Разработку и изготовление специальной установки (рамы) для крепления бетонных панелей к виброплатформе.
2. Подготовка вибростенда и измерительного оборудования для проведения динамических испытаний.
3. Назначение режимов нагружения фрагментов панелей динамической нагрузкой, соответствующей силовым воздействиям на конструкции при землетрясениях различной интенсивности (от 7 до 9 баллов).
4. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований фрагментов бетонных панелей, армированных стеклопластиком.
5. Составление Технического заключения по результатам динамических испытаний.

Методика испытаний.

Динамические испытания панелей проводились на специальной платформе-маятнике, на которую был установлен испытательный стенд. Возбуждение колебаний виброплатформы осуществлялось 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. При испытаниях частотный спектр платформы может изменяться от 0 до 18 Гц, величина амплитуды колебаний платформы от 0 до 150 мм.

5. Оборудование для испытаний на сейсмические нагрузки. Средства измерения и регистрации динамических характеристик.

5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок.

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

Функционально устройство представляет собой подвешенную на силовом каркасе стальную платформу. Активация платформы осуществляется вибромашинной ВИД-12М, установленной на консоли платформы в уровне основания рамы.

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. На фото рис. 3.4 показан общий вид виброплатформы с установленным на ней образцом.

Управление ВИД-12М осуществляется с пульта управления, расположенного в электрошкафу.

Основные технические характеристики приведены в табл. 5.1.

Основные технические данные машины ВИД-12 Таблица 5.1.

№№	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

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

Регистрация и измерение сигналов проводились при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МИС - 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 МИС — 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. 5.1, а).

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики — акселерометры АТ 1105 — 10м (рис. 5.1, б).

Характеристики датчиков (акселерометров) представлены в таблице 5.2.

Основные технические данные акселерометра АТ 1105 — 10м

Таблица 5.2.

№№	Наименование параметра	Значение
1	Электропитание от источника постоянного тока относительно средней точки, В	± 12
2	Диапазон измерения, м/с^2 (g)	9,81 (10,0)
3	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0 700
4	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	от +15 до +35

Точки расположения акселерометров выбирались из следующих условий:

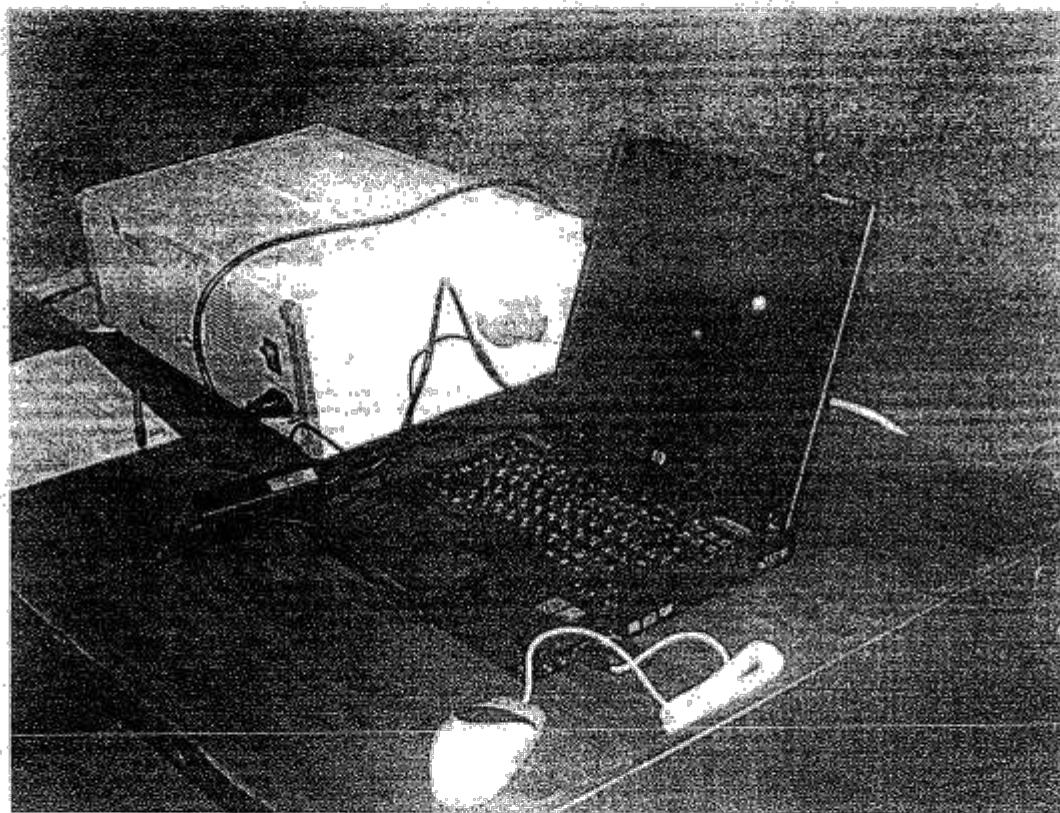
- места, где по результатам расчетов ожидается развитие максимальных ускорений и деформаций – край консольной панели образца каждой серии;

- возможность одновременного определения относительных деформаций в разных координатных плоскостях;

Для контроля задаваемых нагрузок один датчик был установлен на платформе, вблизи источника загрузки.

Общее количество контролируемых точек (количество акселерометров) – 2: один датчик на виброплатформе, второй – на образце.

a)



б)

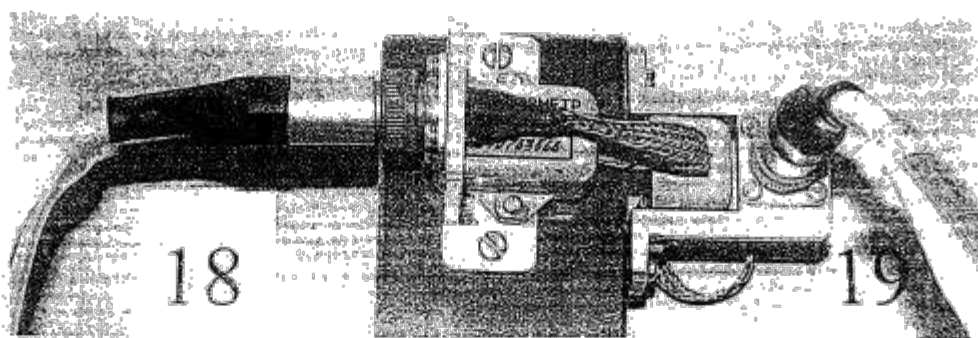


Рис. 5.1

6. Результаты динамических испытаний и их анализ.

Анализ результатов лабораторных испытаний фрагментов стеновых панелей образцов I-IV серии на действие сейсмической нагрузки, соответствующей 7-9 балльной сейсмике, позволяет отметить следующее.

1. В процессе испытаний частота динамической нагрузки изменялась в интервале от 2.6 до 16.6 Гц. При этом, скорость нагружения образцов осуществлялось в интервале от 200 до 300 циклов в минуту, что отвечает скорости нагружения строительных конструкций при сейсмических нагрузках.
2. Указанные в таблице 6.1 амплитудно-частотные характеристики и характеристики ускорений соответствуют значениям, полученным по данным акселерометров установленных на виброплатформе и непосредственно на образцах.
3. Приведенные в таблице 6.1 значения ускорений по цветовой гамме соответствуют зонам сейсмичности, указанным на карте сейсмического районирования территории РФ (рис. 6.1).
4. При динамических воздействиях виброплатформы, соответствующих ускорениям равным $0.9-1g$ имело место разрушение образцов III-IV-ой серии путем разрыва верхних арматурных стержней (см. фото на рис. 6.2, 6.3). На рис. П-1-1 + П-1-9 (см. Приложение 1) приведены данные измерений динамических характеристик опытных образцов, полученные в процессе испытаний.

Параметры динамического нагружения платформы

Таблица 6.1.

№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	2,6	0,4	112	3,8
2	4,4	0,9	65,9	6,4
3	6,4	1,1	182,7	7,9
4	7,5	0,9	203	8,0
5	8,1	1	259,7	8,4
6	9,1	1,3	420,1	9,1
7	2,0	2,4	76,5	6,6
8	5	1,8	181,8	7,9
9	5,7	1,7	220	8,1
10	6,7	4	715,3	9,8
11	2,0	3,6	76	6,6
12	3,5	3,7	176,3	7,8
13	4,6	3,1	259,5	8,4
14	5,2	2,6	272,3	8,4
15	6,3	4,6	731,3	9,9
16	7	5,6	69	6,6
17	3,3	5,6	238,6	8,3
18	3,8	5,4	297,6	8,6
19	4,3	5	361,3	8,9
20	5,2	4	420,1	9,1
21	7	7	71,3	6,6
22	2,5	6,8	162,7	7,7
23	3,2	6,9	273,1	8,4
24	4	6,4	395	9,0
25	5,1	4,5	456	9,2
26	2,3	8,2	173,6	7,8
27	2,9	8,3	272,3	8,4
28	3,7	7,9	420,6	9,1
29	4,9	6,3	594,9	9,6
30	3	9,8	342,2	8,8
31	3,7	9,3	500	9,3
32	4,9	7,4	693,1	9,8
33	8,3	0,9	237,7	8,2
34	9,4	0,9	324,4	8,7
35	10,6	0,9	420,3	9,1
36	11,8	1	541,2	9,4
37	12,9	0,9	617,5	9,6
38	13,7	1	713,8	9,8
39	14,4	1	807	10,0
40	15,5	1	904,7	10,2
41	16,6	0,9	945,4	10,2
42	16,5	0,7	729,6	9,9

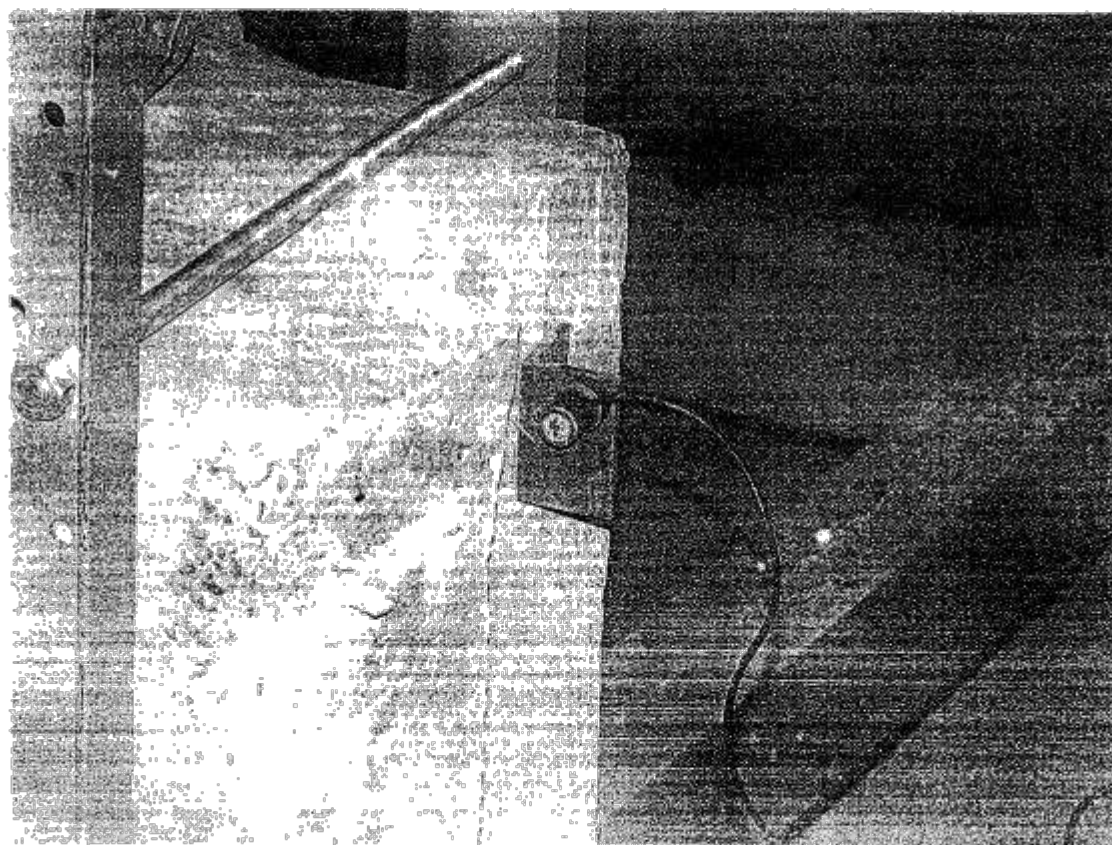
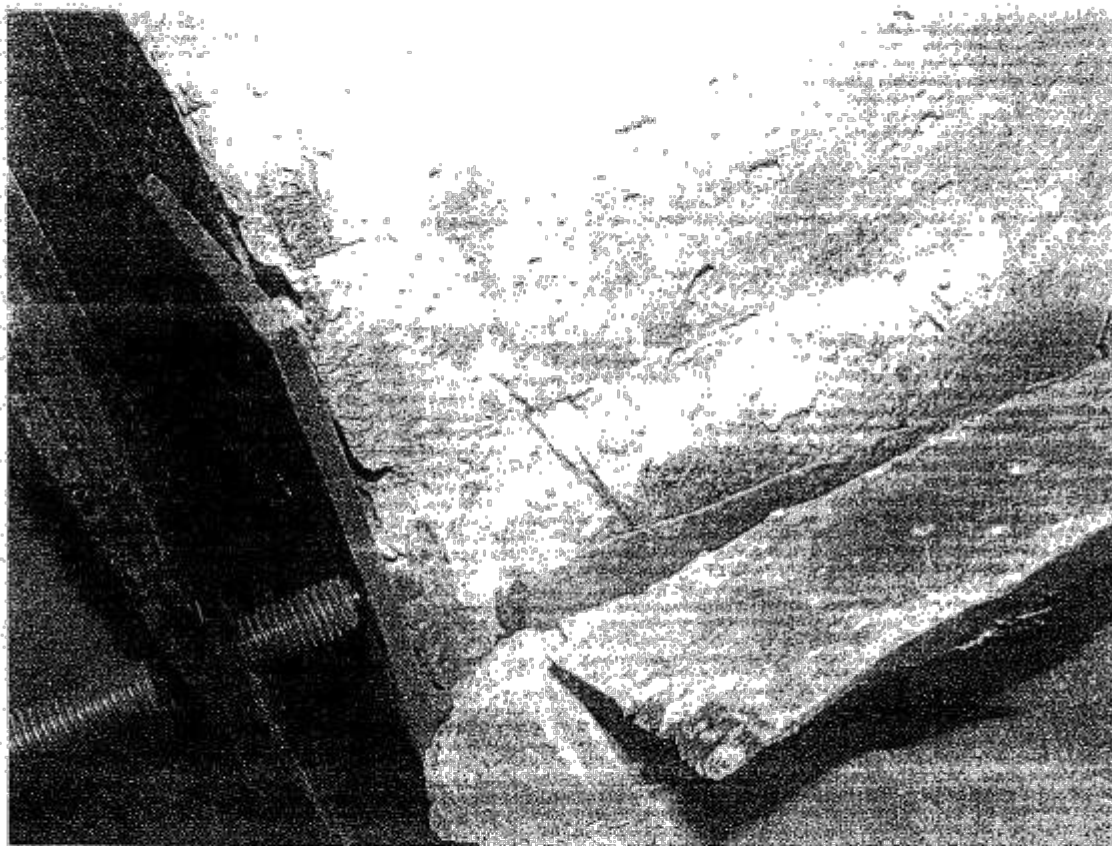


Рис. 6.3

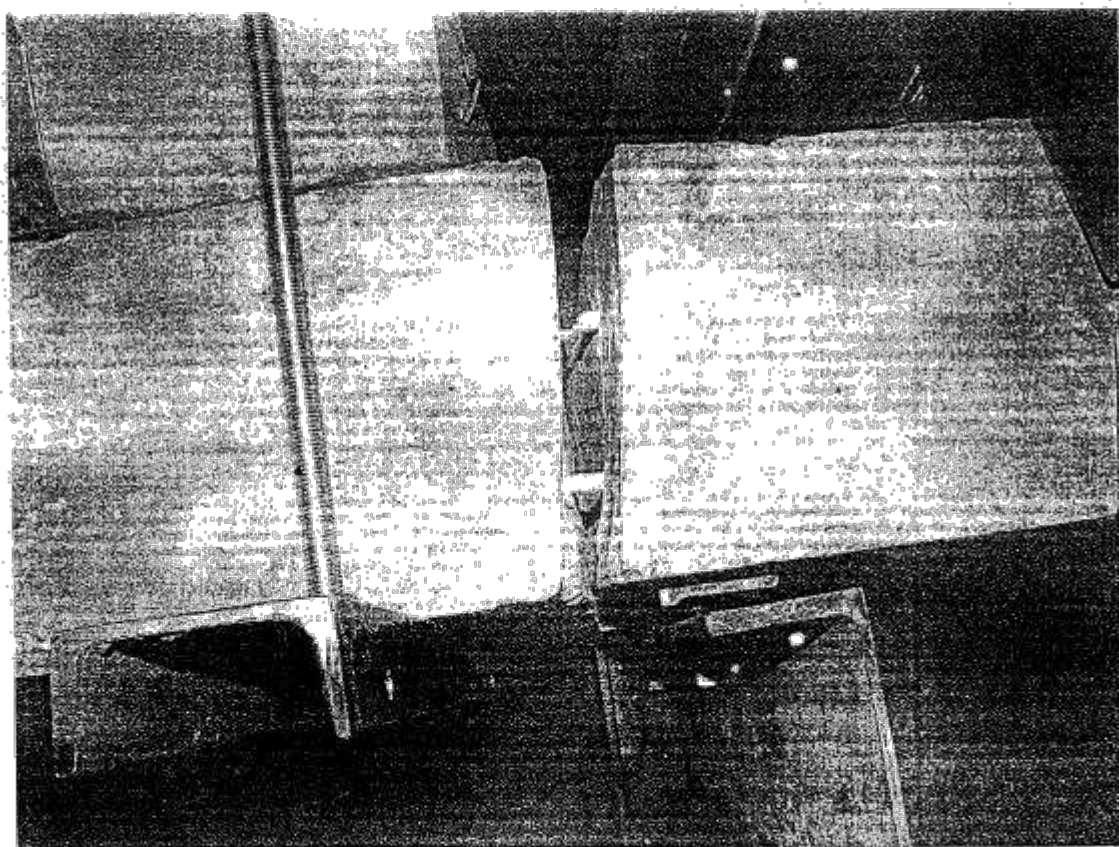
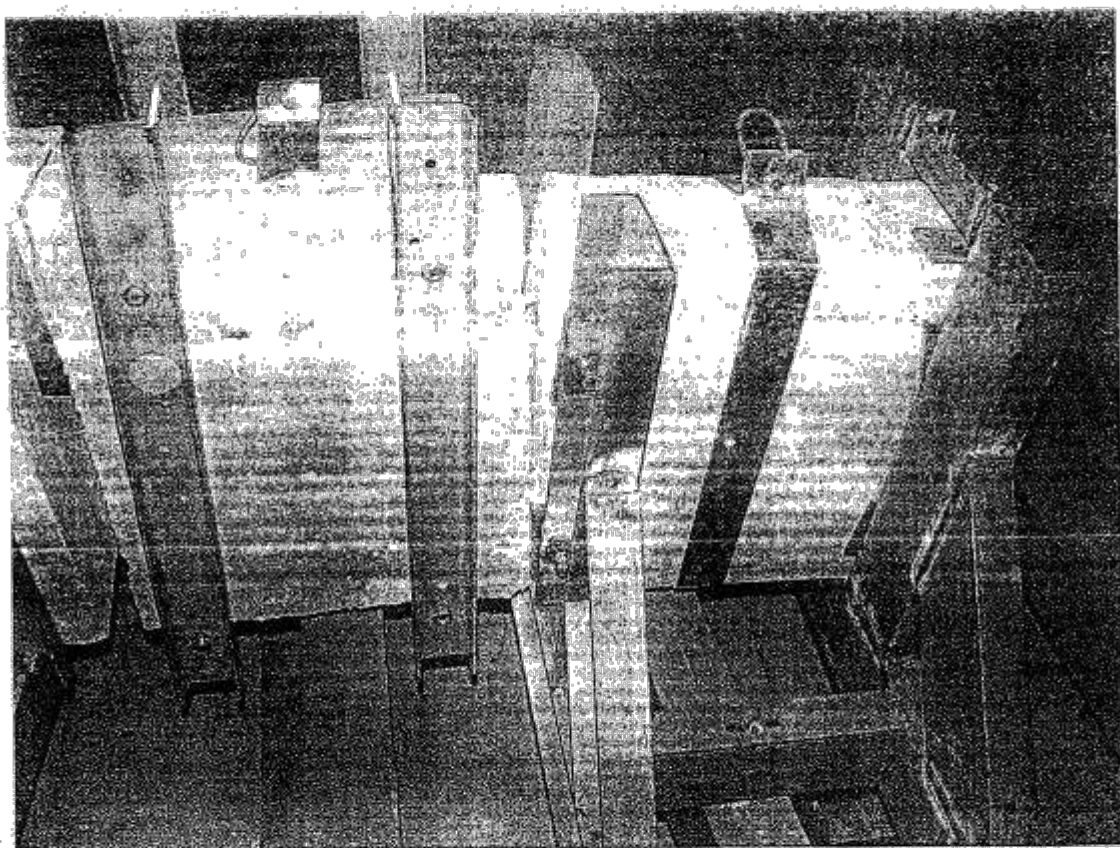
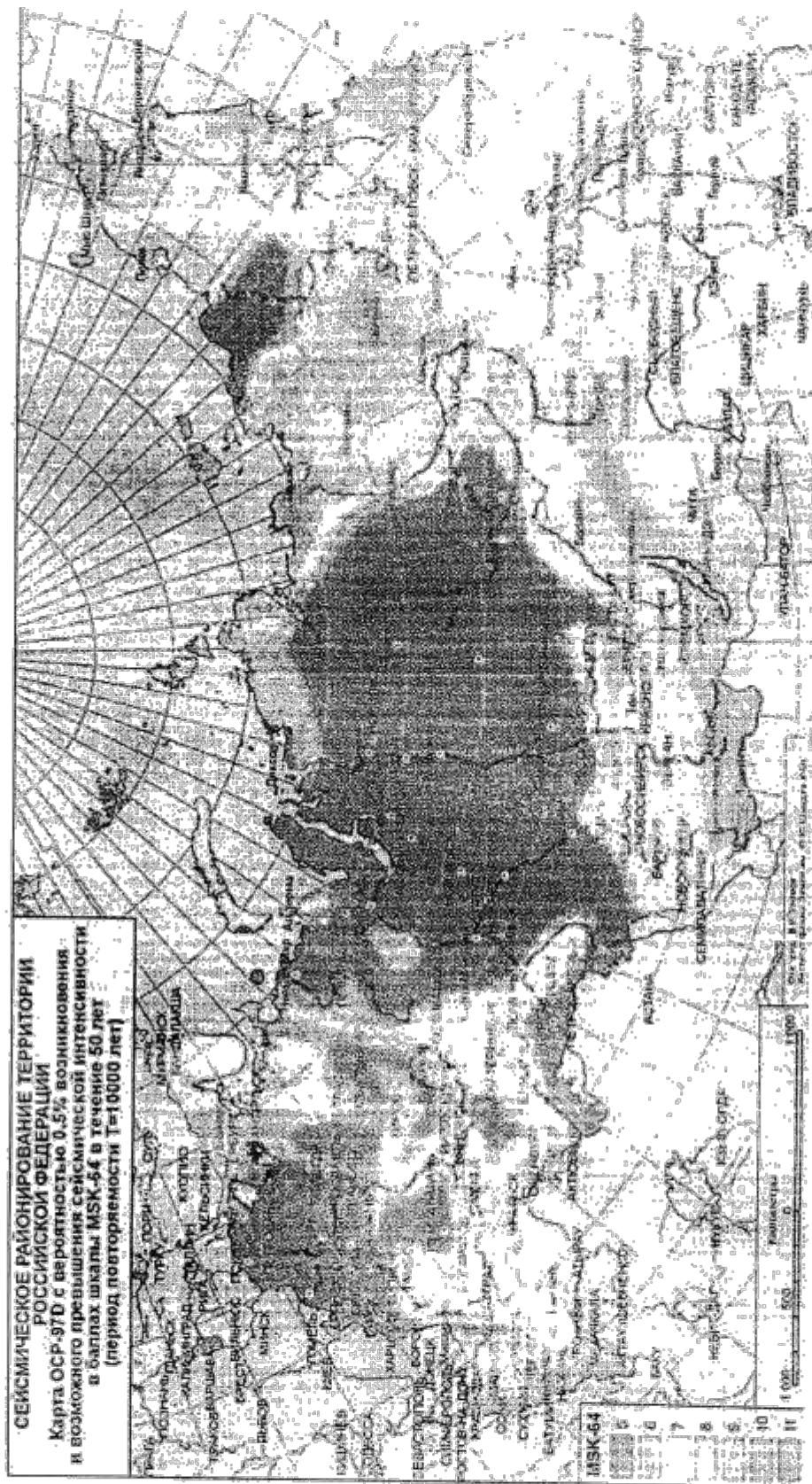


Рис. 12.2



7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации

Анализ результатов динамических испытаний бетонных панелей с трещинами армированных стеклопластиковой арматурой, выполненных на виброплатформе ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко позволяет сделать следующие выводы:

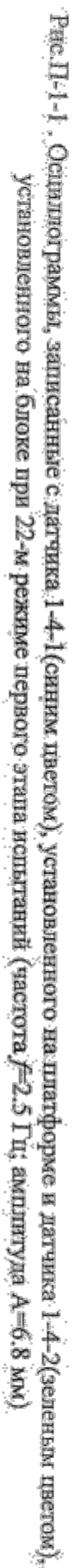
1. В соответствии с программой экспериментальных исследований были испытаны 4 серии образцов бетонных панелей армированных стеклопластиковой арматурой.
2. В процессе испытаний ускорение в уровне основания платформы колебалось от 11,2 до 945,4 см/с², что соответствует сейсмическому воздействию от 5 до 10 баллов. В результате испытаний при динамических воздействиях, соответствующих 9-ти балльной сейсмике, не обнаружено механических повреждений арматуры в испытанных образцах.
3. Стеклопластиковая арматура может быть рекомендована для применения в качестве рабочей арматуры в бетонных конструкциях, используемых в районах с сейсмичностью 7-9 баллов. Диаметр арматуры должен приниматься в соответствии с проектом.
4. Вопросы долговечности и огнестойкости стеклопластиковой арматуры в настоящей работе не исследовались.
5. В приложении 2 к настоящему отчету приложена видеосъемка испытания ФС на сейсмические воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MSK-64. Шкала сейсмической интенсивности MSK, 1964.
2. Межгосударственный стандарт, ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости».
3. СНиП 2.03.01-84*. «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СТЕЛОПЛАСТИКОВОЙ
АРМАТУРЫ



установленного на блоке при 22-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=2.5$ Гц, амплитуда $A=6.8$ мм).

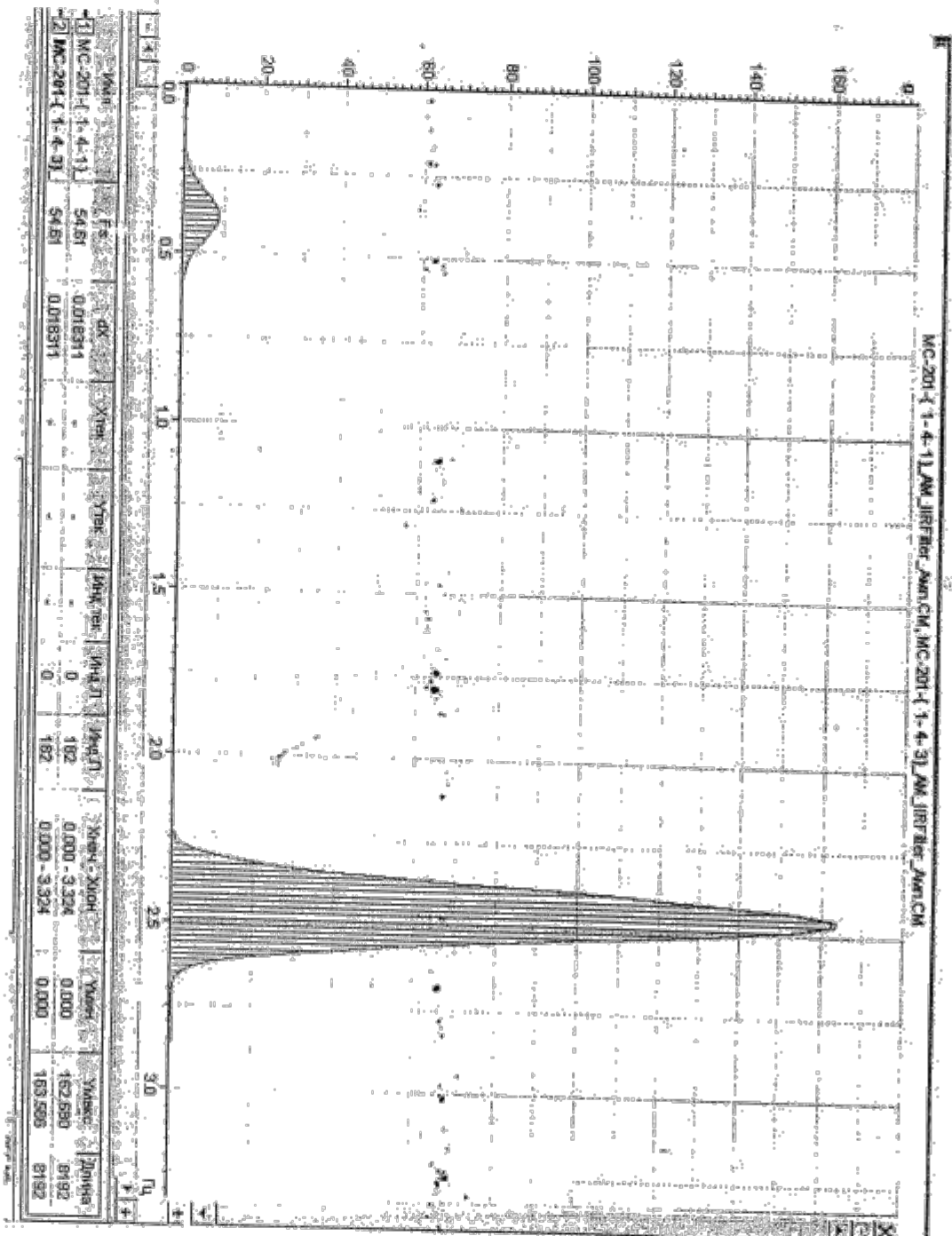


Рис. П-1-2. Спектры пиковых значений ускорений (см/с²) для датчика 1-4-1 (синим цветом), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 22-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=2.5$ Гц; амплитуда $A=6.8$ мм).

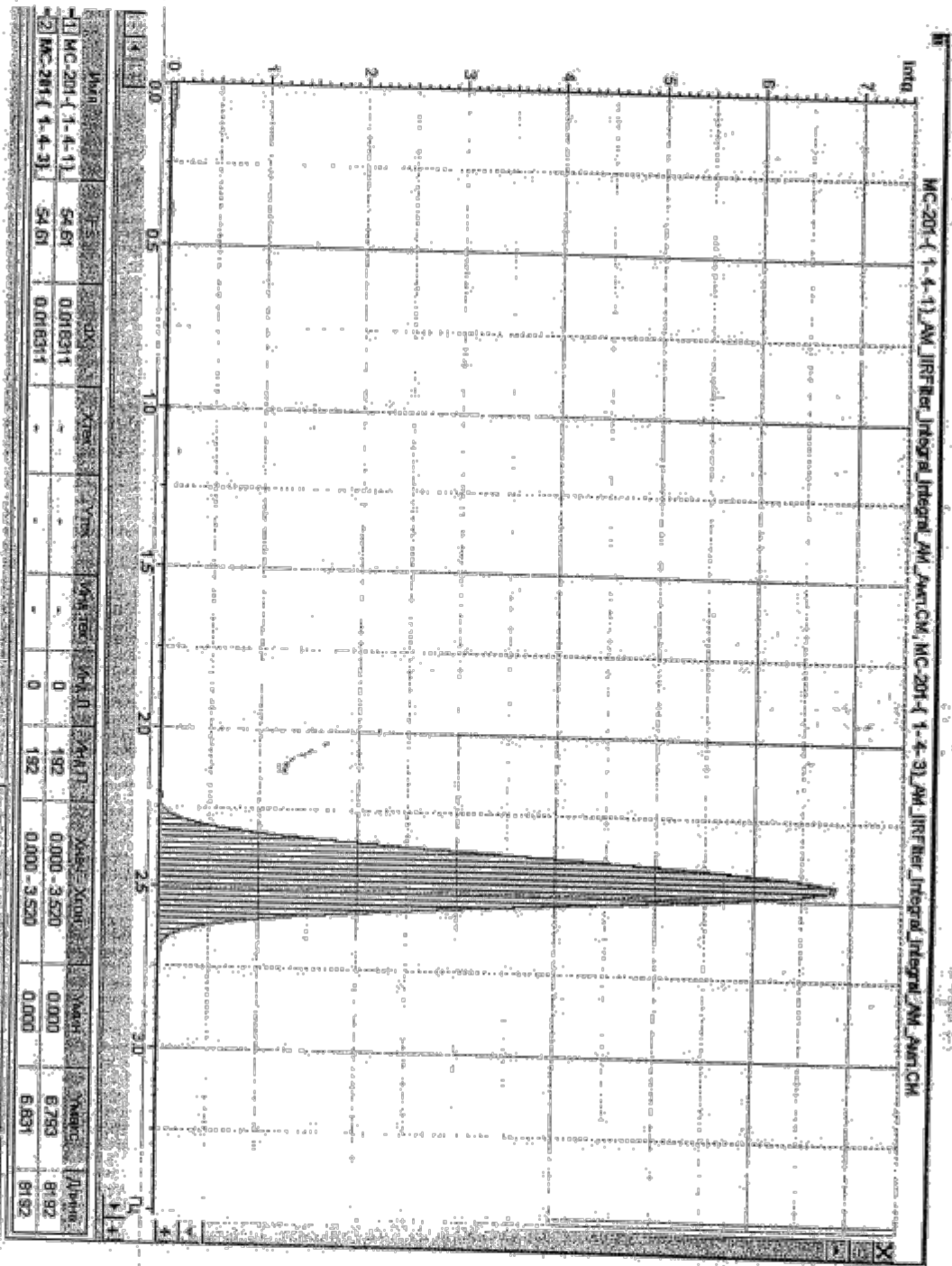


Рис. II-1-3. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчика 1-4-1 (синий цвет), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 22-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=2.5$ Гц, амплитуда $A=6.8$ мм)

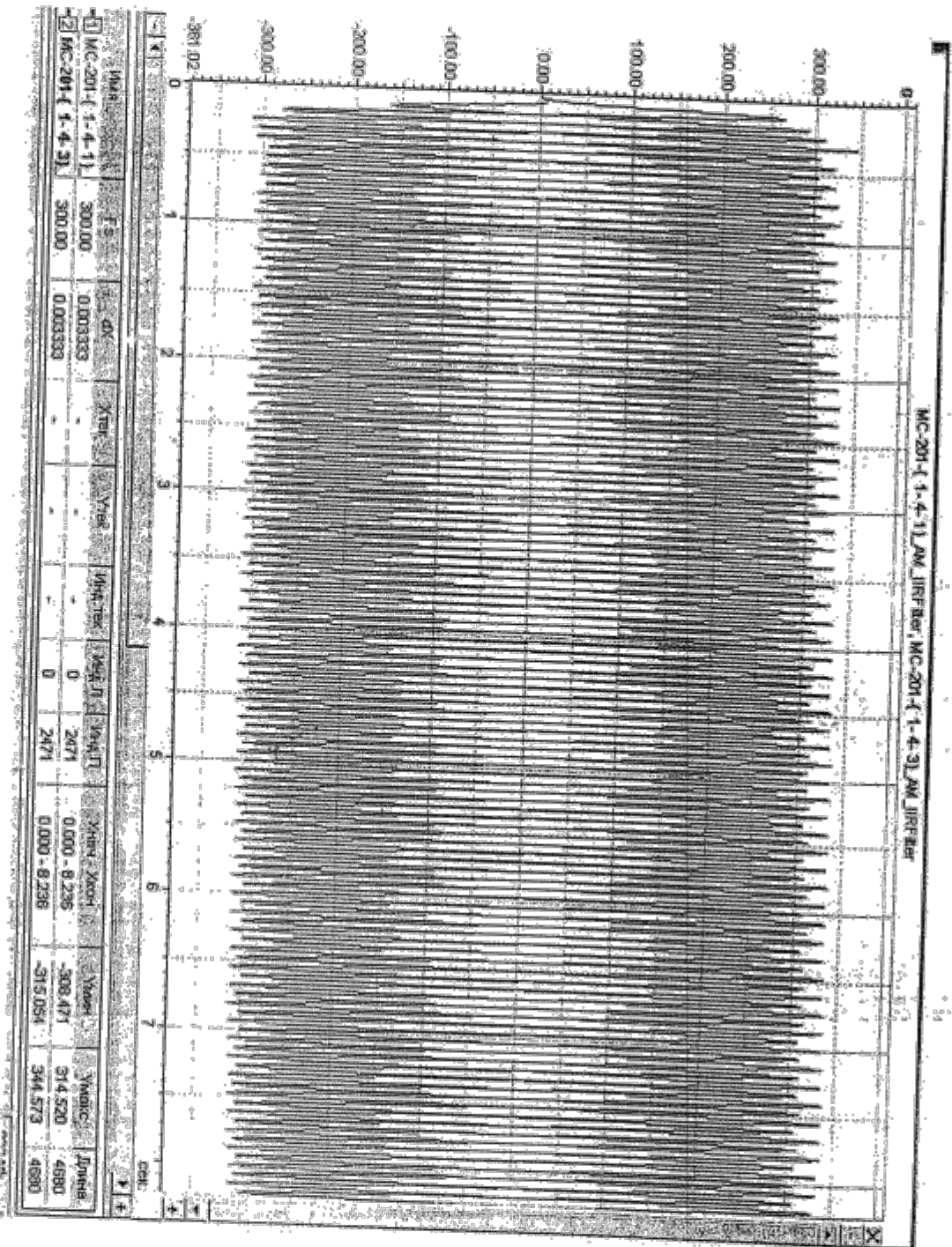


Рис. П-1-4. Осциллограммы, записанные с датчика 1-4-1 (синим цветом), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 4-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=7.5$ Гц, амплитуда $A=0.9$ мм).

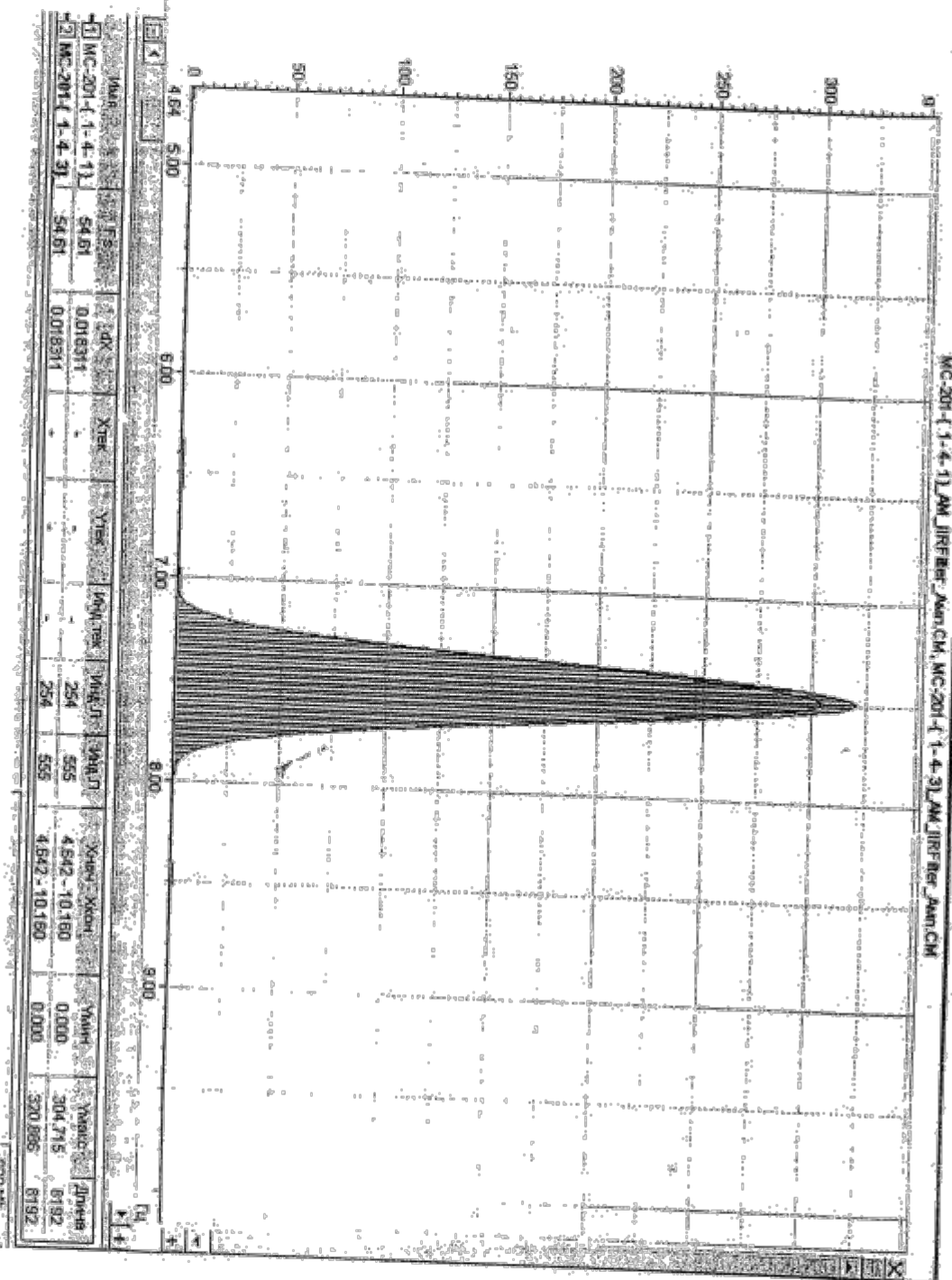


Рис. П-1-5. Спектры пиковых значений ускорений (cm/s^2) для датчика 1-4-1 (синий цветом), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 4-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=7.5$ Гц; амплитуда $A=0.9$ мм)

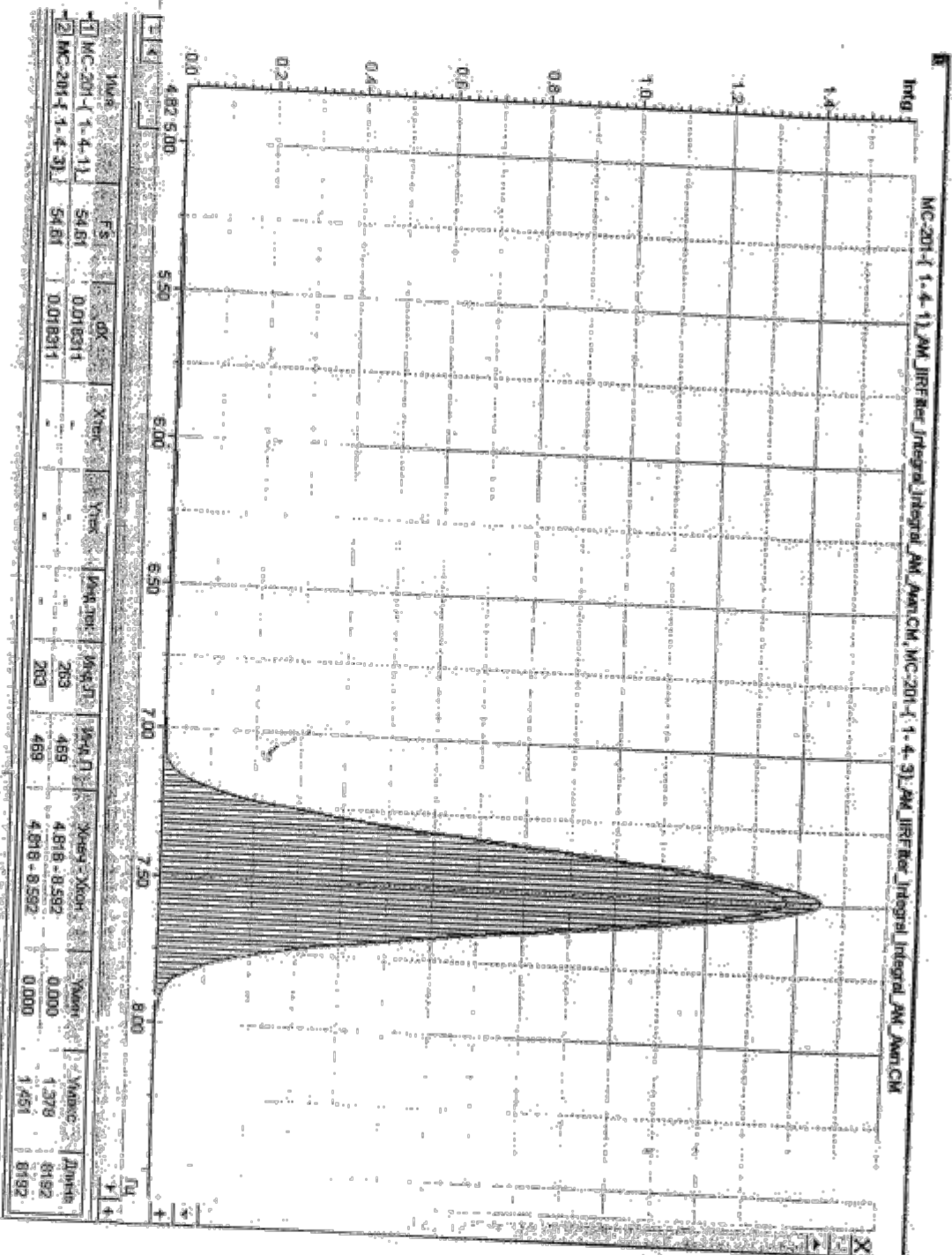


Рис. П-1-6. Спектры пиковых значений амплитуд (мВ) для датчика 1-4-1 (синий цвет), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленый цвет), установленного на блоке при 4-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=7.5$ Гц; амплитуда $A=0.9$ мВ)

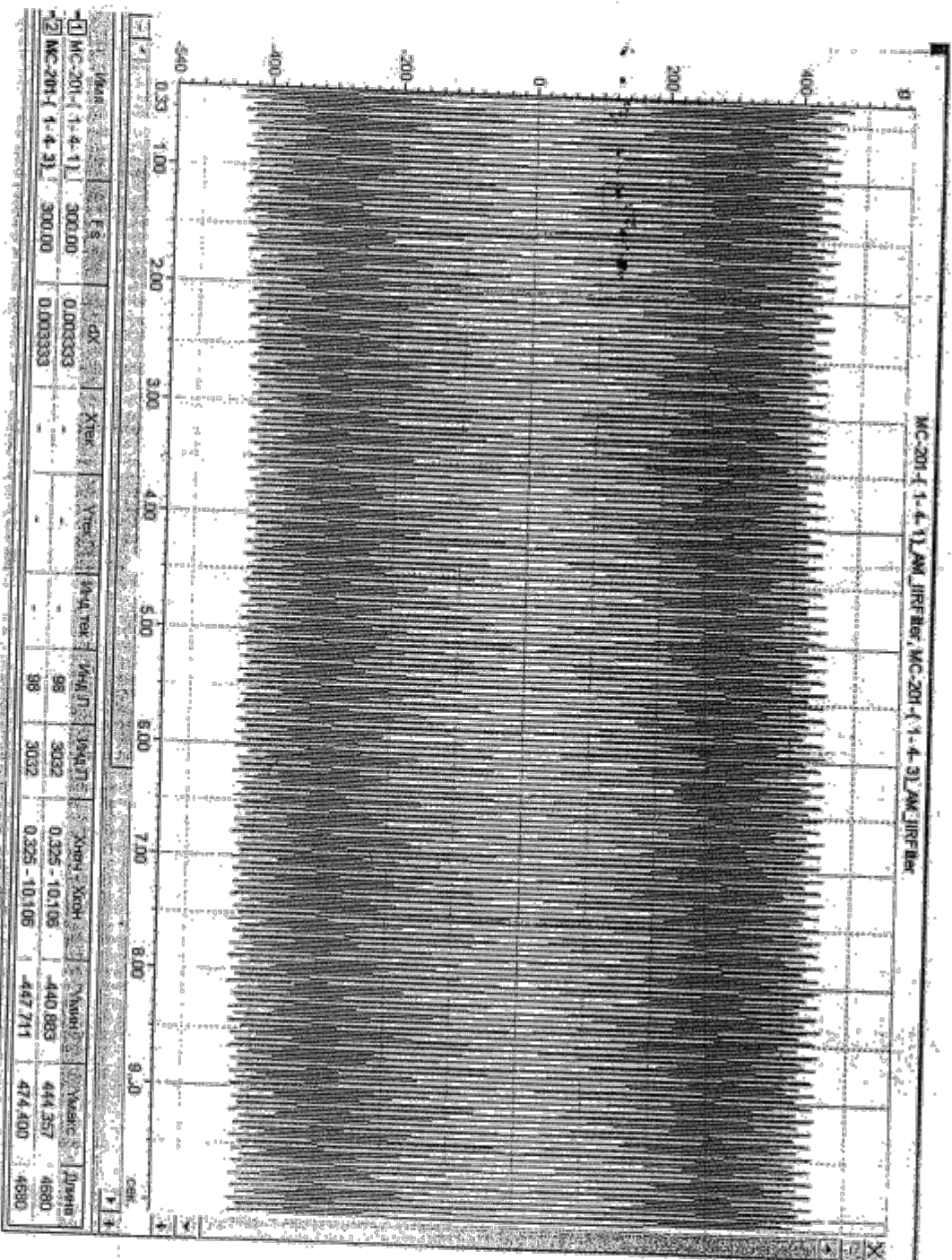


Рис. П-1-7. Осциллограммы, записанные с датчика 1-4-1 (синим цветом), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 6-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=9.1$ Гц; амплитуда $A=1.3$ мм)

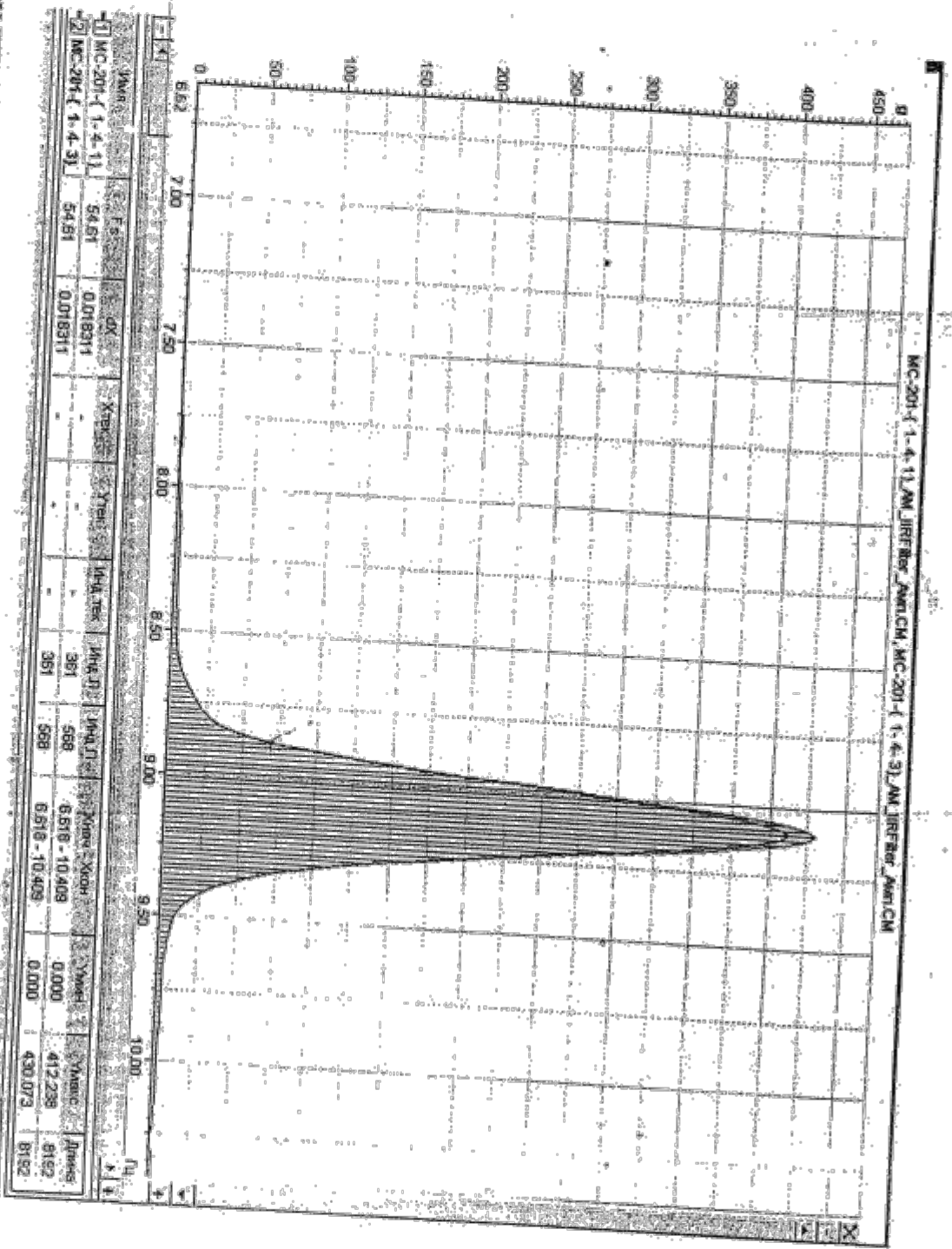


Рис. П-1-8. Спектры пиковых значений ускорений (см/с^2) для датчика 1-4-1 (синим цветом), установленного на платформе и датчика 1-4-2 (зеленым цветом), установленного на блоке при 6-м режиме первого этапа испытаний (частота $f=9,1 \text{ Гц}$, амплитуда $A=1,3 \text{ мм}$)

