



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «СТРОИТЕЛЬСТВО»»
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИМЕНИ В. А. КУЧЕРЕНКО

УТВЕРЖДАЮ:

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

И.И. Ведяков

« _____ » 2015г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме: «Провести исследования прочности анкерных креплений с использованием анкеров ООО «ПК-Термоснаб» марок TERMOCLIP – стенаV2, TERMOCLIP – стенаV2GEO и TERMOCLIP – стенаV2E на действие статической и динамической нагрузок для оценки возможности их применения для крепления фасадных конструкций с облицовочными плитами массой 100-110кг/м² к железобетонным стенам зданий возводимым в сейсмоопасных регионах РФ».

(по договору № 671/24-26-15/ск от 10 июля 2015 года.)

Заведующий лабораторией
К. Т. Н.

А.В. Грановский

Зав. сектором

А.И. Доттуев

Москва 2015г.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований несущей способности при вырыве фасадных анкеров ООО «ПК-Термоснаб» марок **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**, **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E**, применяемых для крепления несущих элементов фасадных конструкций к стенам из сборного и монолитного железобетона, 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 фасадных конструкций к железобетонному пространственному экспериментальному фрагменту, который в свою очередь устанавливался на специальную виброплатформу маятникового типа (рис. 1.1). 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 различных вариантов фасадных конструкций с облицовкой плитами массой 100-110 кг/м² к железобетонным стенам зданий, возводимых на площадках с сейсмичностью 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].

3. ОПИСАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ АНКЕРОВ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СТЕНДА

Для проведения статических и динамических испытаний Заказчиком был предоставлен анкерный крепеж ООО «ПК-Термоснаб» марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E**, включающие следующие элементы:

ТЕРМОСЛIP – стенаV2 (рис. 3.1 а)

- *рабочий орган* – вкручиваемый распорный элемент (стальной) Ø7 мм и длиной 107 мм с оцинкованным покрытием;
- *обойма в виде* пластикового дюбеля (из полиамида) Ø 10 мм и длиной 100 мм.

ТЕРМОСЛIP – стена V2GEO (рис. 3.1 а)

- *рабочий орган* – вкручиваемый распорный элемент (стальной) Ø7 мм и длиной 107 мм с горячеоцинкованным покрытием;
- *обойма в виде* пластикового дюбеля (из полиамида) Ø 10 мм и длиной 100 мм.

ТЕРМОСЛIP – стена V2E (рис. 3.1 а)

- *рабочий орган* – вкручиваемый распорный элемент (стальной) Ø7 мм и длиной 107 мм из нержавеющей стали;
- *обойма в виде* пластикового дюбеля (из полиамида) Ø 10 мм и длиной 100 мм.

При монтаже фасадной системы крепление несущих элементов системы осуществлялось с помощью указанных выше анкеров. Установка анкеров в бетон осуществлялось специалистами ООО «ПК-Термоснаб» в соответствии с требованиями Технического справочника фирмы-производителя.

Сборный железобетонный стенд (рис.1.1) состоит из 3-х стеновых панелей толщиной 160мм и высотой 2600мм. 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.

а)



б)



в)



Рис. 3.1 Общий вид анкеров марок а) **TERMOCIP – стенаV2**
б) **TERMOCIP – стенаV2 GEO** в) **TERMOCIP – стенаV2 E.**

а)



б)



Рис. 4.1 Общий вид железобетонного стенда с закрепленными на нем несущими элементами фасадной системы.

а)



б)



Рис. 4.2 Общий вид экспериментального стенда в момент крепления облицовочных плит.



Рис. 4.3 Общий вид экспериментального стенда после установки на виброплатформу.

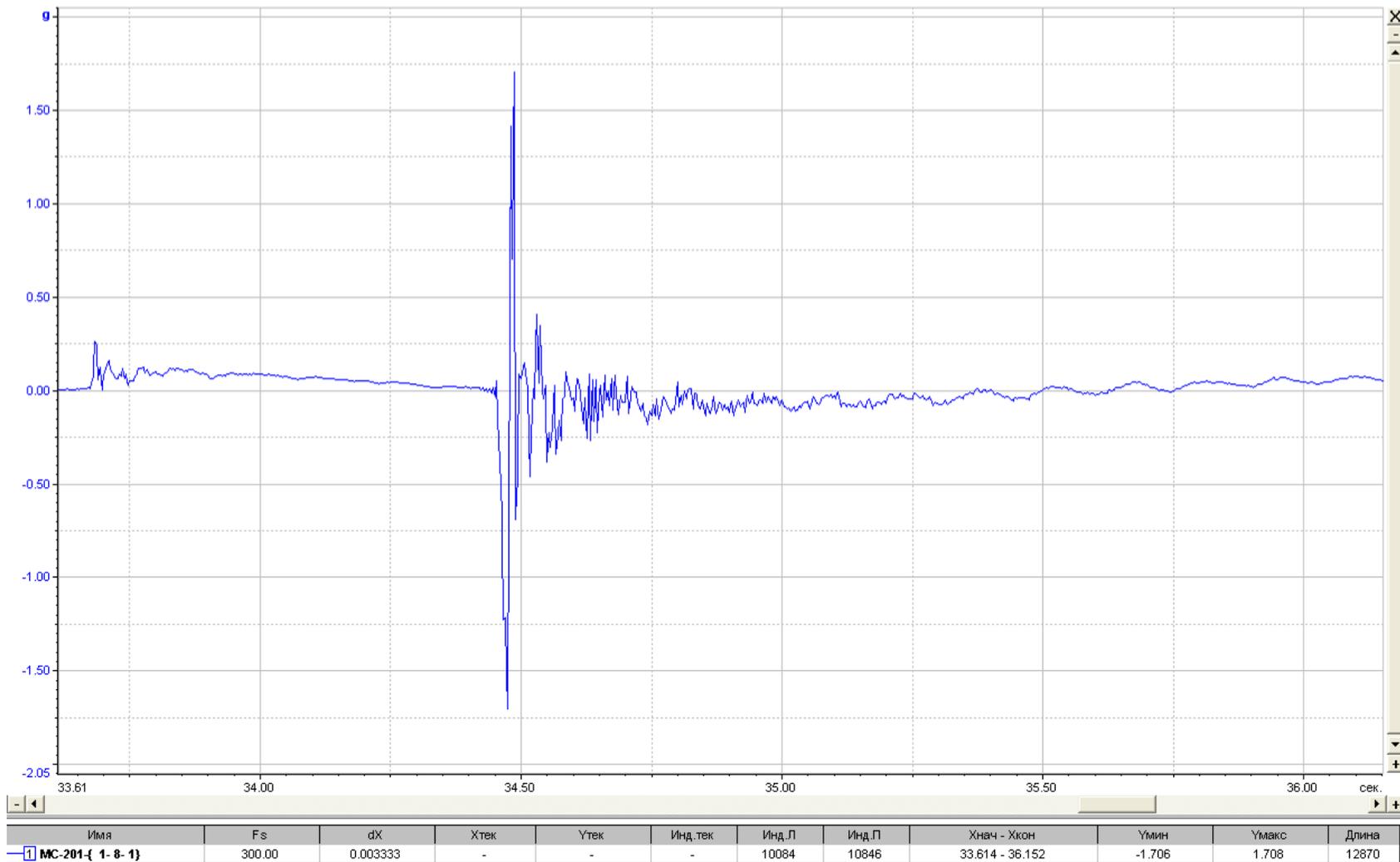


Рис. 6.2

7. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ НА ВЫРЫВ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ (3-й этап).

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

Анализ лабораторных испытаний анкеров на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (по первой методике), позволяет отметить следующее:

1. На рис. 7.1-7.3 приведены графики зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок анкеров, построенные по результатам лабораторных испытаний.
2. Величины предельных разрушающих нагрузок для анкеров установленных в монолитные железобетонные панели, составили:
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2:**
–26.5–27.0–27.2–26.8–26.4–27.0 кН;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO:**
–27.2–26.9–26.8–27.3–27.4–26.8 кН;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E:**
–26.5–26.4–26.5–26.3–26.9–26.6 кН (разрушение по стали).
3. За расчетное усилие вырыва анкеров, установленных в монолитные железобетонные панели, в соответствии с рекомендациями [1] следует принимать нагрузку равную:
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2:**
 $N_{расч.}=5.17$ кН (517 кгс) при $m=5.0$, $v=0.011$ и $S=0.31$;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO:**
 $N_{расч.}=5.24$ кН (524 кгс) при $m=5.0$, $v=0.009$ и $S=0.26$;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E:**
 $N_{расч.}=5.17$ кН (517 кгс) при $m=5.0$, $v=0.007$ и $S=0.20$.

Анализ результатов лабораторных испытаний анкеров на действие нагрузки, приложенной вдоль оси анкера (было испытано по 3 образца анкеров марок **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**, **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E** (по второй методике), позволяет отметить следующее:

1. На рис. 7.4-7.6 приведены графики зависимости «нагрузка-деформация» для образцов указанных выше марок анкеров, построенные по результатам лабораторных испытаний опытных образцов анкеров после завершения динамических испытаний.
2. Величины предельных разрушающих нагрузок для анкеров установленных в монолитную железобетонную панель, составили:
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**:
–26.8–27.0–26.5 кН;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO**:
–27.0–26.9–26.4 кН;
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E**:
–26.2–25.9–26.0 кН.
3. За расчетное усилие вырыва анкеров марок **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**, **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E** с учетом характера поведения анкера в процессе пошагового его нагружения с разгрузкой по второй методике, изложенной в [1], следует принимать нагрузку равную:
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**:
 $N_{расч.}=6.0$ кН (600 кгс);
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2GEO**:
 $N_{расч.}=6.0$ кН (600 кгс);
 - для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2E**:
 $N_{расч.}=6.0$ кН (600 кгс).

По результатам испытаний 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 второго этапа испытаний анкеров различных марок на вырыв из тяжелого бетона класса В25.

Таблица 7.1

Методика испытаний	№ обр.	Значение величины разрушающей и расчетных нагрузок в (кН) для анкеров марок:					
		ТЕРМОСЛИП – стена V2		ТЕРМОСЛИП – стена V2GEO		ТЕРМОСЛИП – стена V2E	
		Нразр.	Нрасч.	Нразр.	Нрасч.	Нразр.	Нрасч.
I	1	26.5		27.2		26.5	
	2	27.0		26.9		26.4	
	3	27.2		26.8		26.5	
	4	26.8	5.17	27.3	5.24	26.3	5.17
	5	26.4		27.4		26.9	
	6	27.0		26.8		26.6	
II	1	26.8		27.0		26.2	
	2	27.0	6.0	26.9	6.0	25.9	6.0
	3	26.5		26.4		26.0	

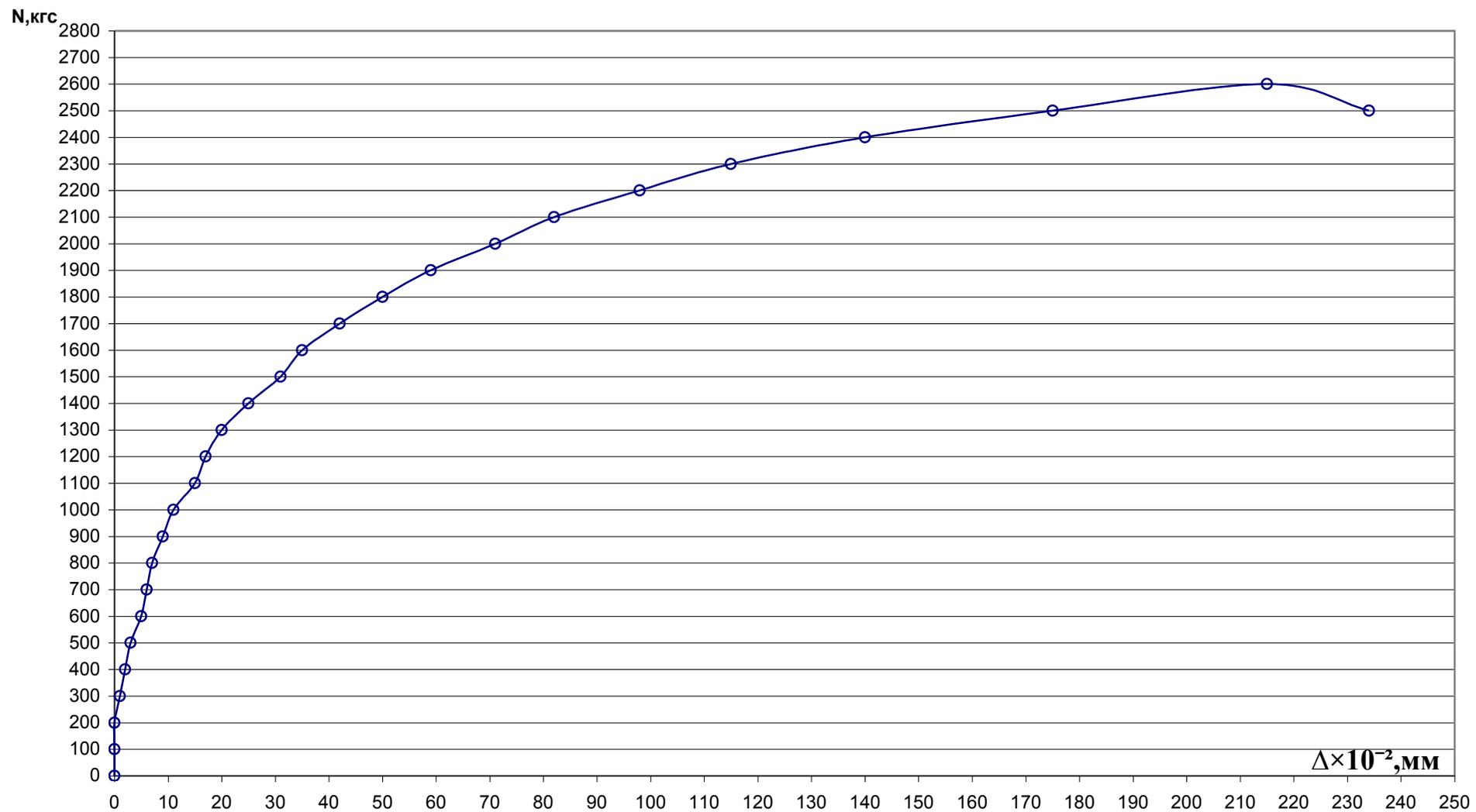


Рис. 7.1 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР – стенаV2**.

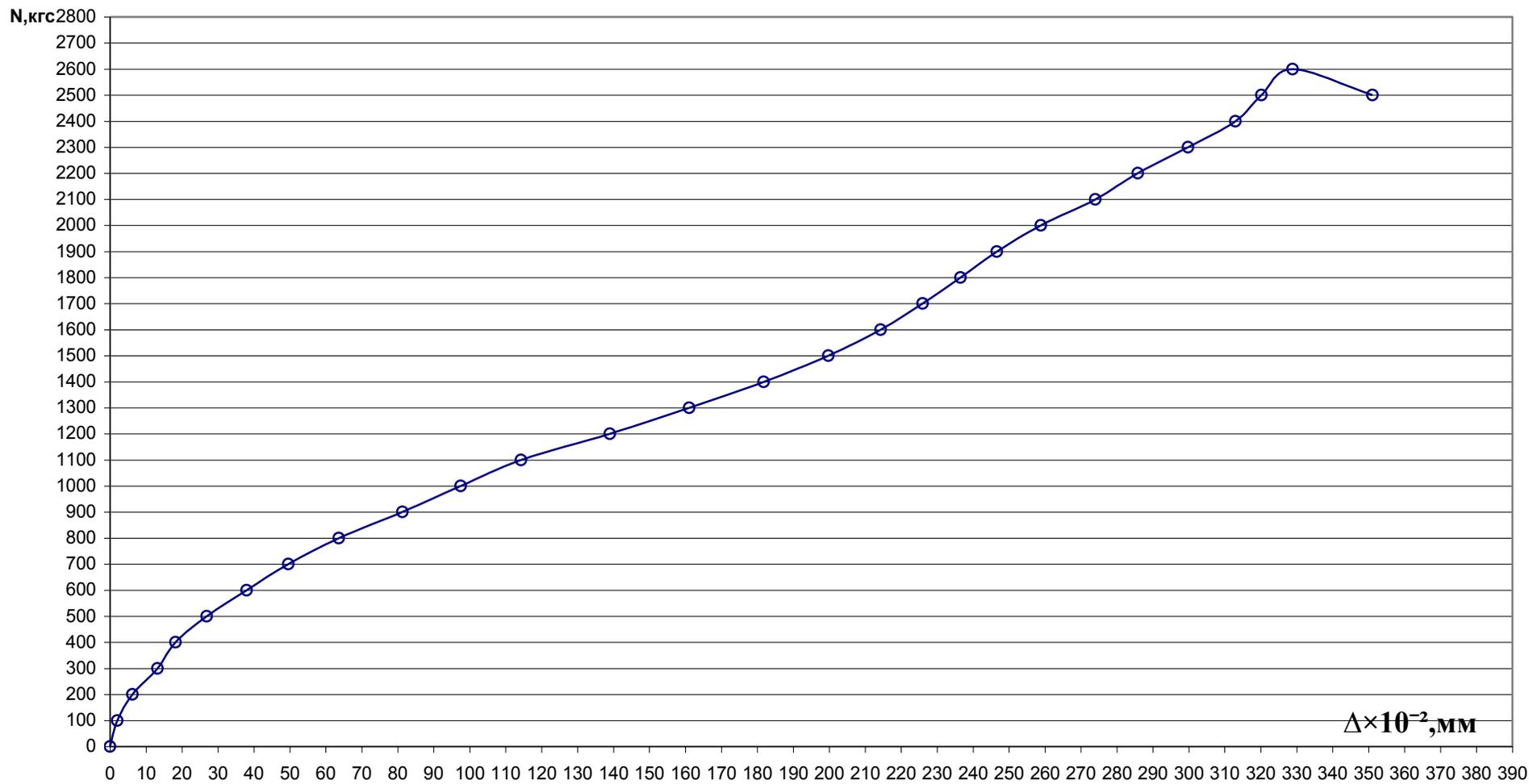


Рис. 7.2 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **ТЕРМОСЛІР** – стена **V2GEO**.

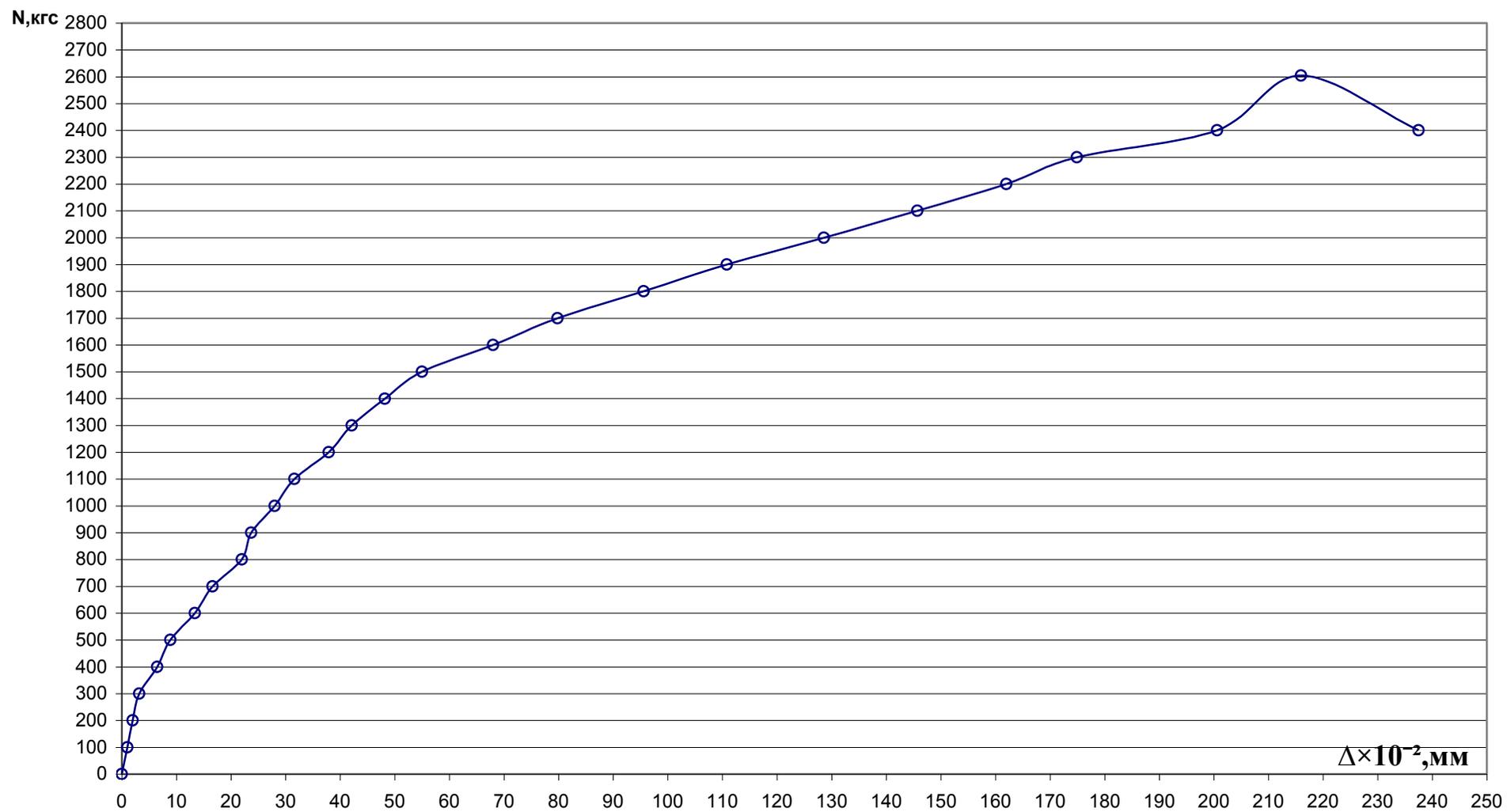


Рис. 7.3 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **TERMOCLIP – стена V2E**.

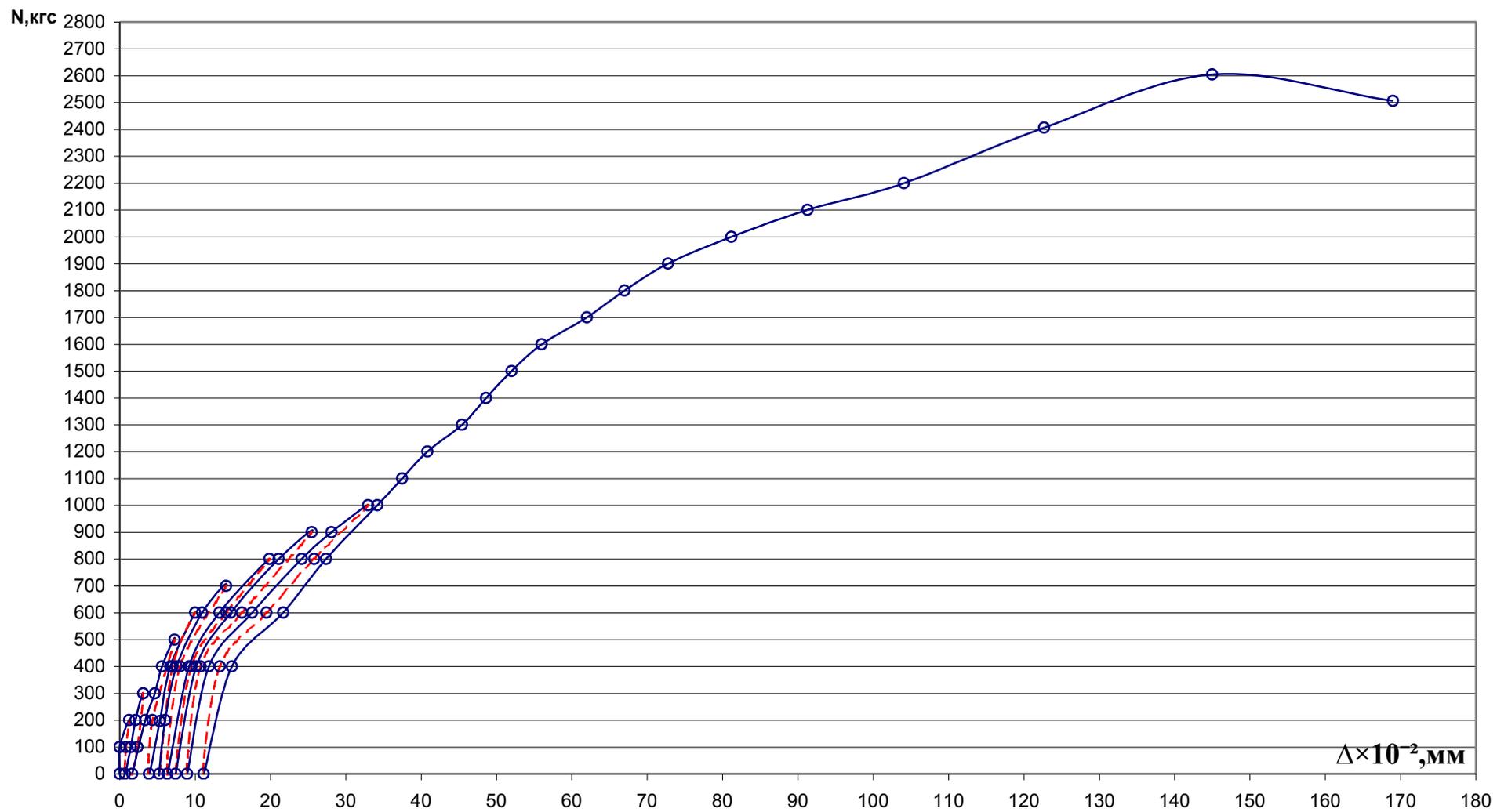


Рис. 7.4 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **TERMOCLIP – стена V2**.

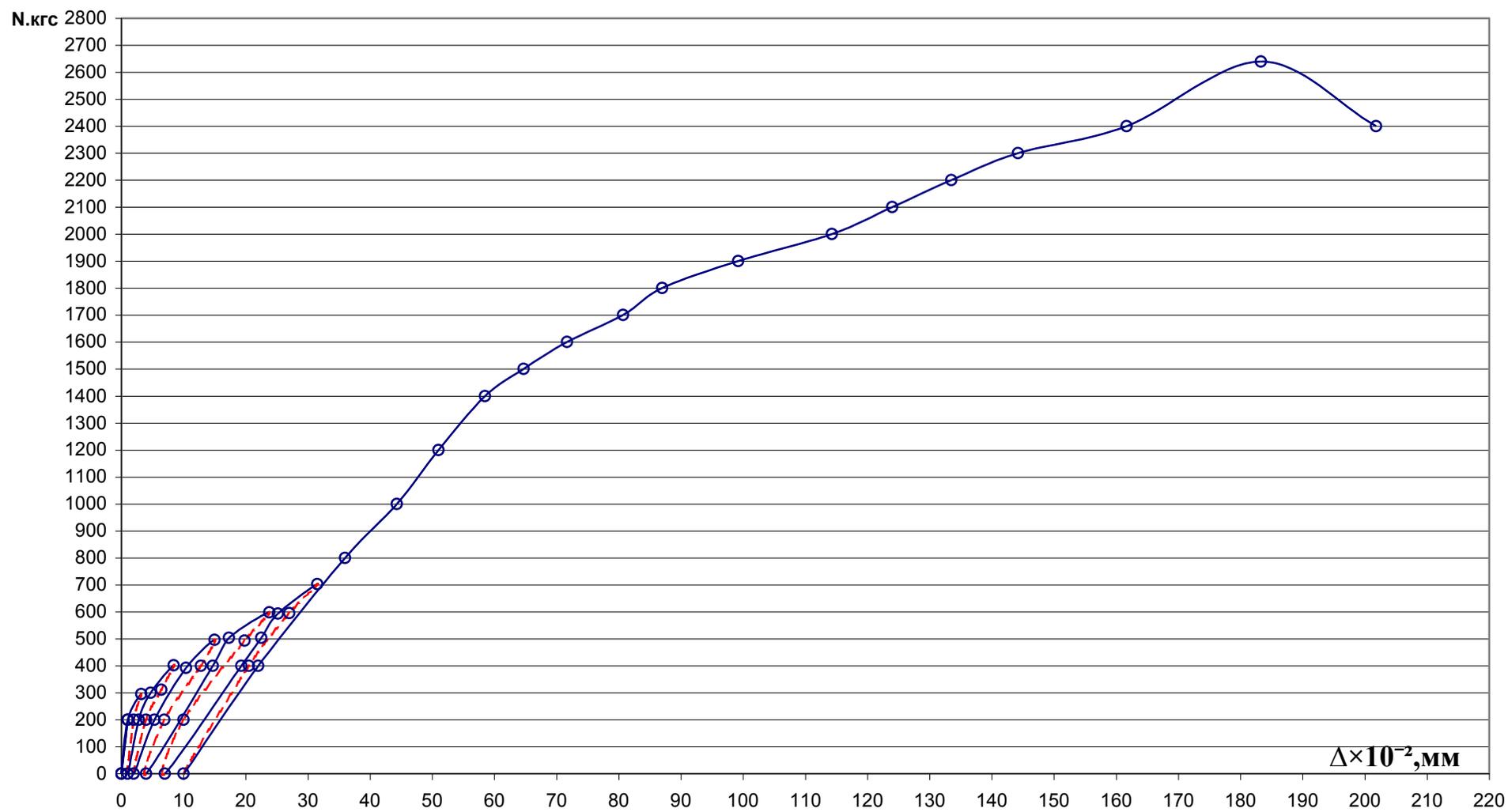


Рис. 7.5 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **TERMOCLIP** – стена **V2GEO**.

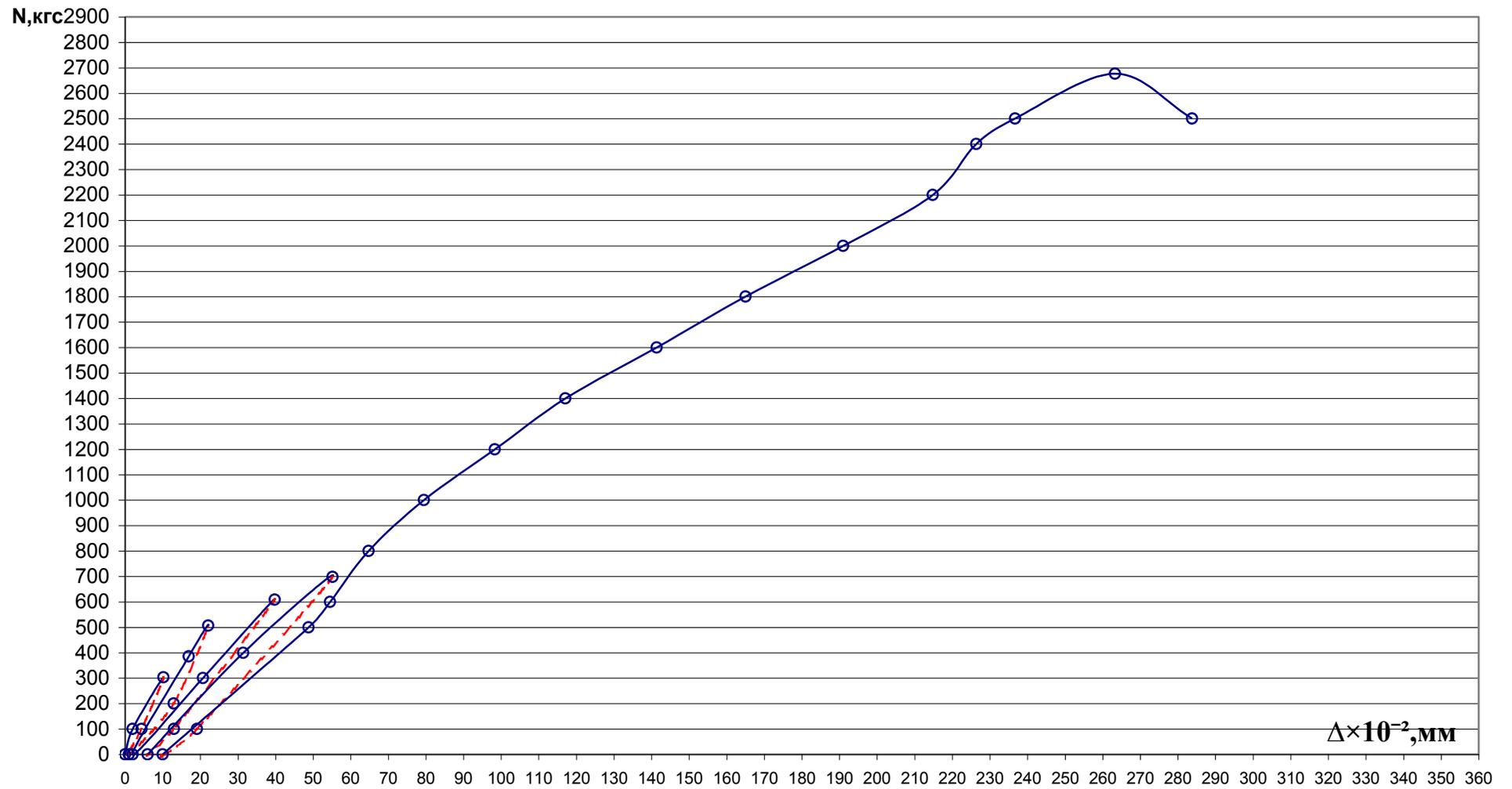


Рис. 7.6 График зависимости «нагрузка-перемещение» для анкеров марки **TERMOCLIP – стена V2E**

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации.

По результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости анкеров ООО «ПК-Термоснаб» марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** можно сделать следующие выводы.

1. В соответствии с программой работ были проведены испытания навесной фасадной системы «ДИАТ» с облицовочными плитами из мрамора, масса которых составляла - 100- 110 кг/м²
2. По результатам испытаний анкеров на действие динамических нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7÷9 баллов, установлено:
 - влияние динамической нагрузки, направленной вдоль и поперек оси анкера, марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** (при диаметре анкеров не менее 10мм) не выявлено. При этом в процессе испытаний величины ускорений в зонах установки анкеров составили 5.3м/с², т.е. были превышены по сравнению с нормативными значениями, соответствующими 9-балльной сейсмике ($a= 4 \text{ м/с}^2$). Сравнение результатов статических испытаний принятых марок анкеров на вырыв до и после динамических испытаний (таблица 8.1) 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, не изменилась;
 - при применении в сейсмических районах анкеров марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** (при диаметре анкеров не менее 10мм) 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. При использовании анкеров **ООО «ПК-Термоснаб»** марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** (при диаметре анкеров не менее 10мм) в сейсмоопасных регионах РФ с 7÷9 балльной сейсмикой, необходимо учитывать следующее:
 - анкера марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** (при диаметре анкеров не менее 10мм), могут быть использованы для крепления в стены из железобетона при классе бетона не менее В25 и при массе облицовки не более 110 кг/м² (при использовании железобетона класса ниже, чем В25 необходимо производить перерасчет несущей способности анкеров);
4. Испытанные анкера марок **ТЕРМОСЛIP – стенаV2**, **ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO** и **ТЕРМОСЛIP – стенаV2E** (при диаметре анкеров не менее 10мм) могут быть рекомендованы для применения в сейсмоопасных регионах РФ при землетрясениях 7÷9 баллов с учетом указанных выше ограничений по нагрузкам от фасадных систем.

Таблица 8.1

Методика испытаний	№ обр.	Средние значения величин разрушающих и расчетных нагрузок в (кН) для анкеров ТЕРМОСЛIP до и после динамических испытаний					
		ТЕРМОСЛIP – стенаV2		ТЕРМОСЛIP – стенаV2GEO		ТЕРМОСЛIP – стенаV2E	
		$\frac{N_{разр.}}{N^*_{разр.}}$	$\frac{N_{расч.}}{N^*_{расч.}}$	$\frac{N_{разр.}}{N^*_{разр.}}$	$\frac{N_{расч.}}{N^*_{расч.}}$	$\frac{N_{разр.}}{N^*_{разр.}}$	$\frac{N_{расч.}}{N^*_{расч.}}$
I	1						
	2						
	3						
	4	26.1/26.8	4.94/5.17	5.06/5.24	4.82/4.97	26.7/26.5	5.25/5.17
	5						
	6						
II	1						
	2	25.7/26.7	6.0/6.0	6.0/6.0	6.0/6.0	6.0/6.0	6.0/6.0
	3						

* - значения статических нагрузок вырыва анкеров из тяжелого бетона полученные после динамических испытаний фасадной системы.