



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ АНКЕРОВ ФИРМЫ «SORMAT»

А. В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук
(ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко, Москва),
Л. Б. МИРСКОЙ, директор по развитию
(Компания «Ф-Эксперт — Крепежные технологии»,
Москва)

Специалистами Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко и компании «Ф-ЭКСПЕРТ» на базе Технологического института по фасадным конструкциям (IFBT GmbH, Лейпциг, Германия) выполнены экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости анкерного крепежа фирмы «SORMAT». Представлена программа и методика испытания анкеров на динамические нагрузки позволяющая оценить их поведение при сейсмических воздействиях с интенсивностью 7-9 баллов.



Ключевые слова: экспериментальные исследования, сейсмические воздействия, анкерный крепеж.

Специалистами Центра Исследований Сейсмостойкости Сооружений ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко и Института фасадных конструкций и анкерной техники (IFBT GmbH, Лейпциг, Германия) выполнены комплексные динамические исследования по оценке сейсмостойкости анкерного крепежа фирмы «SORMAT». Испытания анкеров проводились в лабораторном центре IFBT (Institut für Fassaden und Befestigungstechnik).

Цель исследований — оценка надежности анкерного крепежа фирмы «SORMAT» при использовании его для крепления различных строительных конструкций к железобетонным стенам зданий, возводимых в сейсмических регионах с активностью 7-9 баллов по шкале MSK-64.

Методика и программа испытаний. Для исследований по согласованию со специалистами «SORMAT» были выбраны 3 марки анкера:

- химический анкер ITN 380Ø10 при глубине анкерования в бетон $L=90$ мм (рис.1а);
- анкер S-UF 10×100 с полиамидным дюбелем (рис.1б);
- металлический распорный анкер S-KA 10/30 (рис.1в).

Испытания анкеров на вырыв из железобетонных стеновых элементов проводились на экспериментальной пульсаторной установке (рис.2а, б), имеющей следующие динамические параметры:

- предельные значения динамических и статических нагрузок на опытный образец, соответственно: 320 кН и 400 кН;
- максимальная амплитуда колебаний рабочего органа — ± 250 мм;
- интервал изменения частотного спектра при динамических воздействиях — от 0 до 50 Гц.

Программа испытаний анкеров включала в себя следующие этапы.

1. Изготовление опытных образцов железобетонных плит из бетона класса В30 (C20/25 — класс бетона по Германскому Стандарту) толщиной 250 мм.

2. Моделирование в плитах трещин шириной раскрытия 0,33 мм. Ширина раскрытия трещин фиксировалась с помощью индикатора часового типа с точностью измерения 0,01 мм после установки в трещину анкера.



Рис.1.



Рис.2.

3. В железобетонные плиты с трещинами устанавливались анкеры (по 6-10 образцов каждой марки анкера).

4. Статические испытания 1-ой группы анкеров (по 3-5 образцов каждой марки) на вырыв из железобетонных плит. По результатам статических испытаний устанавливалась предельная разрушающая (ультимативная — по терминологии ETAG 001 [1]) нагрузка вырыва.

5. Динамические испытания 2-ой группы анкеров. В соответствии с согласованной программой исследований параметры динамических воздействий при испытании анкеров принимались следующими:

— частота изменения нагрузки f принималась равной 5 и 15 Гц при количестве циклов, соответственно, $n = 500$ и 1000 циклов;

— при динамическом приложении нагрузки ее величина изменялась в интервале $N_{\min} = 2 \text{ кН}$, $N_{\max} = 0.7 \times N_{\text{разр.}}$. Указанный интервал динамических нагрузок принят на основе рекомендаций [2].

6. После завершения динамических испытаний анкеров на действие продольной относительно их оси усилий каждый анкер испытывался на действие статической нагрузки до его разрушения при вырыве.

Результаты повторных статических испытаний сравнивались с результатами первичных статических испытаний. Сравнение результатов этих испытаний позволило оценить влияние динамических воздействий на несущую способность анкера.

Результаты испытаний анкеров и их анализ

Статические испытания. По результатам этого этапа испытаний была установлена несущая способность анкеров указанных выше марок до динамических воздействий. В табл.1 приведены результаты статических испытаний анкеров (по 3 испытания каждой марки анкера).

Анализ результатов статических испытаний анкеров позволяет отметить следующее:

— при вырыве анкеров марки ITN 380Ø10 из бетона разрушение анкерных узлов происходило либо по бетонному конусу (рис.3), либо по контакту «клеевой состав — бетон»;

— при вырыве анкеров марки S-UF 10×100 из бетона разрушение анкерного узла происходило по контакту полиамидного дюбеля с бетоном — выскальзывание анкера из отверстия;

— при вырыве анкеров марки S-KA 10/30 из бетона разрушение анкерного узла происходило из-за проскальзывания рабочего органа (болта) вдоль расклинивающего

Таблица 1.

№ п/п	Усилие вырыва (кН) для анкеров марки					
	ITN 380		S-UF 10×100		S-KA 10/30	
	N_i	$N_{\text{ср.}}$	N_i	$N_{\text{ср.}}$	N_i	$N_{\text{ср.}}$
1	31.47	31.58	7.03	6.48	21.83	21.88
2	28.64		6.62		21.29	
3	34.63		5.81		22.53	



Рис.3.

гося сегментного кольца. На рис.4а-в приведены графики зависимости «нагрузка — перемещение» для испытанных марок анкеров.

Динамические испытания. По результатам динамических испытаний анкеров определялось влияние циклической нагрузки различной интенсивности и частоты воздействия на изменение уровня сцепления внешней поверхности анкера, структура и материал которого зависит от марки анкера, с бетоном. При динамических испытаниях нагрузка прикладывалась вдоль оси анкера. При этом параметры динамического воздействия на каждую марку анкера в зависимости от задаваемого характера воздействия принимались равными:

- 1-я схема: $f = 5$ Гц, $n = 500$ циклов;
- 2-я схема: $f = 15$ Гц, $n = 1000$ циклов.

На рис.5, 6 показаны графики зависимости «нагрузка — перемещение» при динамических испытаниях, соответственно, химических анкеров ИТН 380 (1-ая схема нагружения), и анкеров марки S-KA 10/30 (2-ая схема нагружения).

Статические испытания. После завершения динамических испытаний анкеров были проведены статические испытания на вырыв из бетона тех же анкеров. В табл.2 представлены результаты статических испытаний анкеров на вырыв из бетона с трещиной до и после их испытаний на динамические нагрузки, моделирующих сейсмические воздействия различной интенсивности.

Анализ проведенных комплексных исследований анкеров фирмы «SORMAT», установленных в бетон с трещиной, позволяет отметить следующее.

В процессе динамических испытаний исследовано поведение анкеров при действии

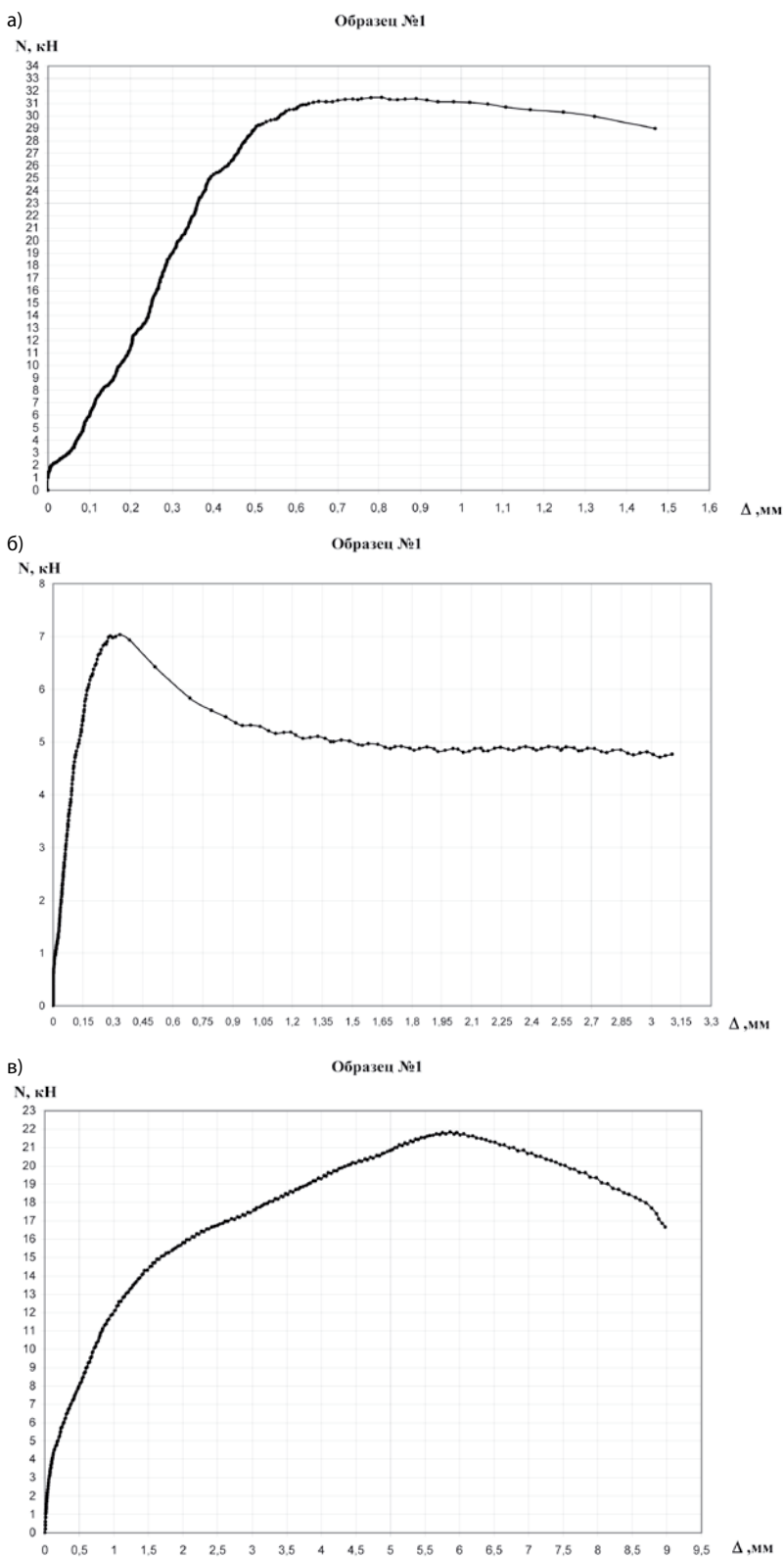


Рис.4.

Таблица 2.

Марка анкера	Величина разрушающей нагрузки (N_{cp}) при статических испытаниях анкеров на вырыв из бетона (кН)		
	До динамических испытаний	После динамических испытаний	
		$f = 5$ Гц, $n = 500$	$f = 15$ Гц, $n = 1000$
ИТН 380 Ø10 ($L_{ан} = 90$ мм)	31.58	30.83	31.32
S-KA 10/30	20.71	21.43	18.52
S-UF 10×100	6.2	11.2	- *)

*) испытания не проводились.

циклической нагрузки, приложенной вдоль их продольной оси, величина которой изменялась в интервале от $N_{\min} = 2$ кН до $N_{\max} = 0.7 \times N_{\text{разр.}}$. При количестве циклов $n = 500$ и $n = 1000$ величина частотного спектра динамической нагрузки составляла, соответственно, 5 Гц и 15 Гц.

Для химических анкеров марки ПН 380Ø10 ($L_{\text{анк.}} = 90$ мм) и металлических анкеров марки S-KA 10/30 не установлено в процессе динамических испытаний изменения величины динамической нагрузки (например, ее уменьшение в случае проскальзывания анкеров в момент нарушения сцепления клеевого состава с бетоном) или амплитуды колебания (в случае нарушения сцепления анкера с бетоном имело бы место возрастание амплитуды колебания анкера).

Несущая способность анкеров марки S-UF 10×100 с полиамидным дюбелем при вырыве из бетона возросла в 1.7 раза после завершения динамических испытаний. Вероятной причиной указанного эффекта является то, что полиамидный дюбель после установки анкера в рабочее положение (появление распора) в базовый материал пластически деформируется. При этом, в местах соприкосновения материала дюбеля с бетоном имеет место заполнение микропустот и микротрещин в бетоне. В результате этого, при действии динамической нагрузки величина несущей способности анкера зависит не только от величины сцепления (силы трения) анкера с бетоном, но и от появления «механической блокировки» полиамидного дюбеля в зоне трещины. То есть, при приложении динамической нагрузки к анкеру шуруп из-за наличия выступов (резьбовой части) дополнительно деформирует полиамидную обойму и усиливает «блокировку» анкера в бетонном образце.

ВЫВОД

При установке анкеров фирмы «SORMAT» (распорных анкеров марки S-KA 10/30, химических анкеров марки ПН 380 Ø10 и анкеров марки S-UF 10×100) в стены из бетона с трещинами в сейсмоопасных регионах с 7-9-балльной сейсмикой по шкале MSK-64 расчетное усилие вырыва анкеров может приниматься таким же как и для анкеров, используемых в несейсмических районах.

Образец №1

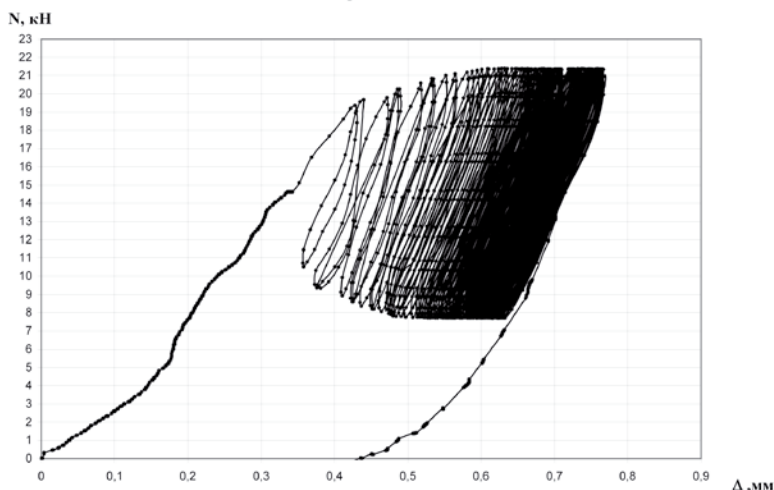


Рис.5.

Образец №1

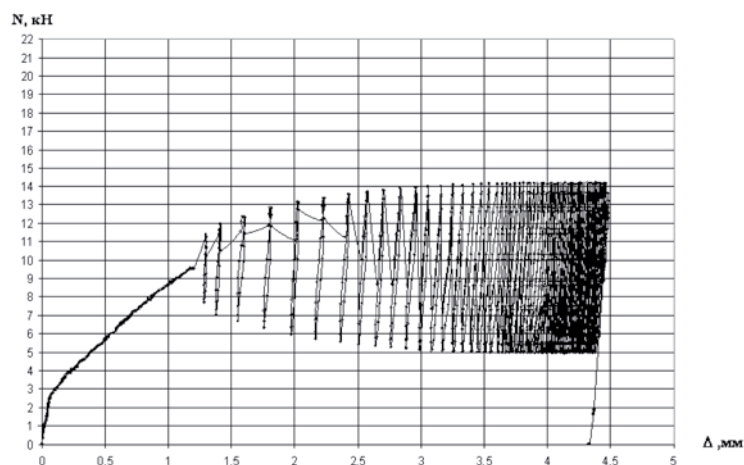


Рис.6.

Литература

1. ETAG 001. Guideline for European Technical Approval of Metall Anchors for Use in Concrete. Edition 1997.
2. Fligehausen R., Mallee R., Silva J.F. Anchorage in Concrete Construction. Erus&Sohn. 2006.

Материалы хранятся в ЦИСС ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко по адресу: 109428, Москва, ул.2-я Институтская, д.6, корп.37. Тел.: +7 (495) 768-74-98, +7 (499) 174-77-87. E-mail: arcgran@list.ru.