



Рис. 1

Профессор С.В. Поляков [1], анализируя поведение конструкций зданий и сооружений при действии сейсмических нагрузок, отмечал, что «сейсмические воздействия относятся к категории таких динамических воздействий, точное предсказание величин и характера которых заранее невозможно». С.В. Медведев [2], рассматривая различные схемы акселерограмм, отметил общие для всех закономерности, заключающиеся в том, что «все акселерограммы отражают периодическое колебание с переменной амплитудой и периодом». Особенность сейсмических нагрузок состоит в том, что они могут действовать в любом направлении, вызывая в одних и тех же сечениях конструкций в один момент времени сжимающие, в другой — растягивающие или срезающие усилия (нагружения). Однако любое сейсмическое воздействие характерно не только циклическим характером, но и ударными толчками, которые для конструкции могут быть опаснее, чем плавно меняющиеся нагрузки.

А.В. Грановский, к.т.н.
Д.А. Киселев, инж.
 (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Исследования работы анкеров при сейсмических ударных воздействиях

Ударные нагрузки характеризуются главным импульсом и сравнительно непродолжительны. При ударных (импульсных) нагрузках затухание сказывается значительно меньше, чем при циклических (периодических или гармонических) нагрузках. Это связано с тем, что максимальное

значение ответной реакции конструкции или сооружения достигается мгновенно, за более короткий промежуток времени, прежде чем силы затухания смогут поглотить значительную долю энергии, как это имеет место при циклическом сейсмическом воздействии.

Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа под воздействием циклической динамической нагрузки проведены авторами статьи в лаборатории Научно-исследовательского центра компании FISCHER (Германия) и подробно описаны в [3].



Рис. 2

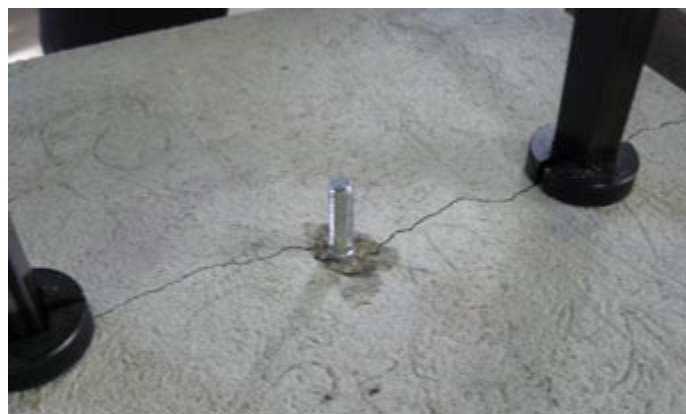


Рис. 4



Рис. 5

Рис. 3

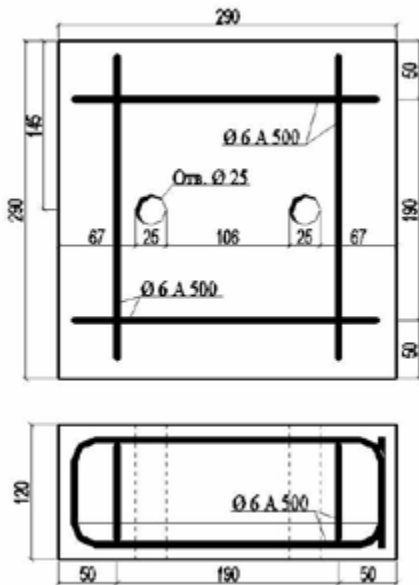
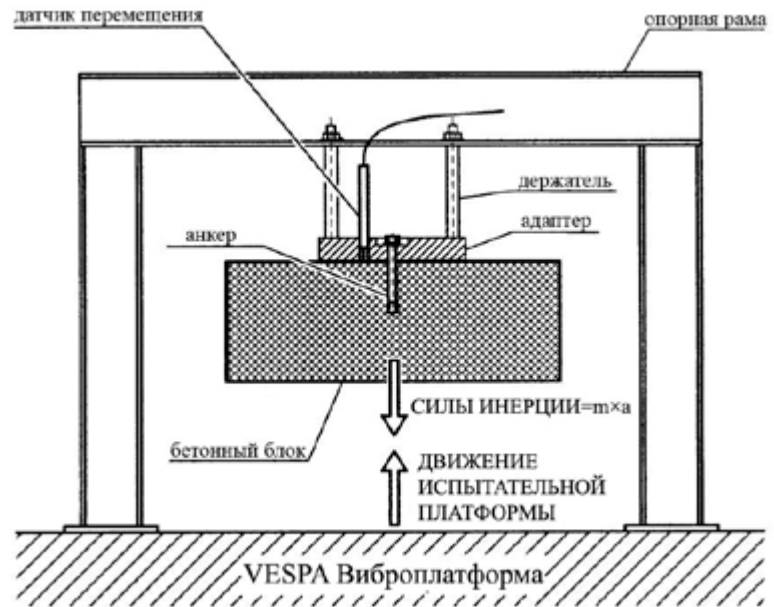


Рис. 6



В соответствии с программой экспериментальных исследований, разработанной специалистами ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и согласованной с руководством фирмы MKT, в лаборатории ABC-защитных технологий г. Spiez (Швейцария) были проведены испытания химических анкеров, установленных по технологии инъектирования VMZ со специальной резьбовой шпилькой марки VMZ-A 50 M8-30/95 фирмы MKT (рис. 1), на действие ударной (импульсной) нагрузки.

Испытания проводились на виброплатформе ударного действия. Общий вид VESPA виброплатформы до и после ударного воздействия на экспериментальную установку показан на рис. 2.

Описание опытных образцов. Динамические ударные испытания на вырыв

анкеров указанной выше марки включали в себя следующие этапы:

- каждый из 14 подлежащих испытаниям анкеров устанавливался в бетонный блок размерами 290 × 290 × 120 мм и массой 25 кг. Общий вид опытного образца бетонного блока показан на рис. 3;

- в блоках моделировалась трещина, которая проходила через ось анкера (рис. 4). Ширина раскрытия трещины в опытных образцах принималась равной $\Delta = 1$ мм в соответствии с требованиями швейцарских нормативов к железобетонным конструкциям, применяемым в сооружениях гражданской обороны;

- на выступающий из бетонного образца конец химического анкера крепился специальный адаптер (рис. 5), при помощи которого бетонный образец

подвешивался к силовой раме, установленной на виброплатформе. На рис. 6 показана схема испытания анкера на ударное воздействие;

- каждый образец-анкер испытывался на два следующих один за другим ударных воздействия. Временной интервал между 1-м и 2-м ударами составил 3–5 мин. В процессе испытаний при помощи специальных электронных датчиков и акселерографов определялись перемещения анкера при ударном воздействии, и, соответственно, вертикальное ускорение виброплатформы.

Результаты испытаний и их анализ.

В таблице 1 приведены результаты испытаний 14 образцов анкеров при первом и втором ударном воздействии виброплатформы-рамы на анкер. На рис. 7 показаны акселерограммы при 1-м и 2-м



анкерные технологии в строительстве

MKT Metall-Kunststoff-Technik
119619, Москва,
ул. Производственная, д. 6
Тел./факс: (495) 2210776
e-mail: mkt@mkt-anker.ru
www.mkt-anker.ru

Таблица 1

Перемещение анкера s , мм	№ Образец анкера													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
после 1-го удара s_1 , мм	0,03	0,83	1,34	1,00	1,10	0,00	0,62	0,04	0,62	1,58	1,32	1,29	1,56	1,50
после 2-го удара s_2 , мм	0,03	0,01	0,14	0,09	0,14	0,11	0,43	0,12	0,14	0,12	0,10	0,38	0,08	0,06
суммарное $s_{\text{итг}}$, мм	0,06	0,84	1,48	1,09	1,24	0,11	1,05	0,16	0,76	1,70	1,42	1,67	1,64	1,56

Рис. 7

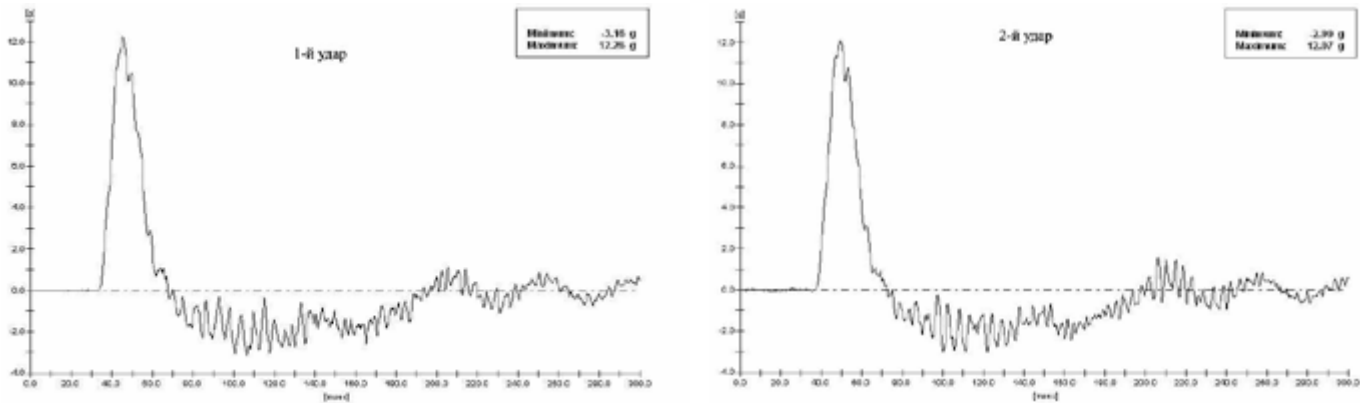
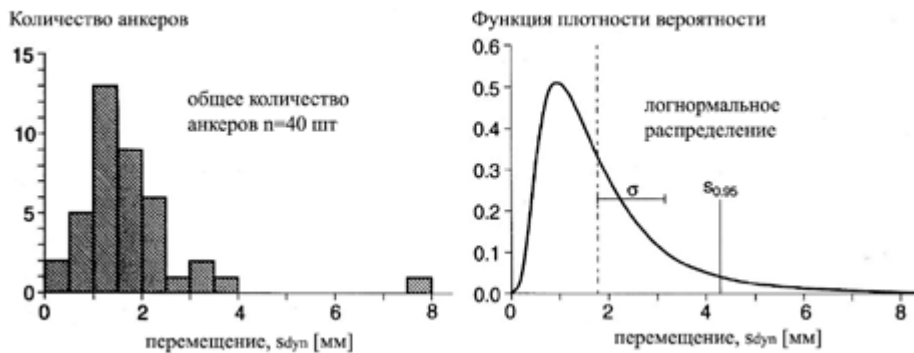


Рис. 8



ударных воздействиях. Соответствующие этим ускорениям усилия, приходящие на анкер при ударном воздействии на него от веса бетонного груза, составили:

$$N = m \times a = 25 \times 12 \times 9,81 = 3065 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = 3065 \text{ Н} = 3,1 \text{ кН}$$

В соответствии с регламентом фирмы-изготовителя анкера расчетное усилие вырыва анкера при статическом приложении к нему усилия составляет $N = 6,1 \text{ кН}$.

Как видно из табл. 1, имеет место существенное различие в перемещениях анкера при 1-м и 2-м ударах. При этом при 2-м ударе проскальзывание анкеров в 3–10 раз меньше, чем при 1-м ударе. Указанное связано с тем, что при первом ударе анкер проскальзывает (перемещается) в бетоне на величину, при которой имеет место фиксация упоров, то есть имеет место «перераспирание» анкера. Второй удар полностью воспринимается распором.

Анализ результатов испытаний анкеров $\varnothing 8$ марки VMZ-A 50 M8-30/95 фирмы MKT, а также рассмотрения результатов испытаний аналогичных анкеров $\varnothing 10$ и $\varnothing 12$, любезно предоставленных нам Dipl. Ing. FH D. Shuler (фирма Burkel Baumann Schuler), позволяет отметить, что на прочностные характеристики анкерного узла оказывают существенное влияние как параметры динамической нагрузки (амплитуда; форма импульса: полусинус, треугольный, прямоугольный; величина ускорения при ударе), так и геометрические и конструктивные характеристики непосредственно анкера.

Кроме этого, существенное влияние на прочность анкера при вырыве оказывает наличие или отсутствие трещины в бетонных конструкциях. При этом, как показали испытания, марка (прочность) бетона не оказывает значительного влияния на прочность анкерного узла при вырыве анкера марки VMZ-A 50 M8-30/95 фирмы MKT из бетона.

Многочисленные данные по испытаниям анкеров на действие ударных

нагрузок, предоставленные Dipl. Ing. FH D. Shuler (фирма Burkel Baumann Schuler), показали, что перемещения анкеров под действием ударной нагрузки наиболее точно описываются нормальным логарифмическим распределением (рис. 8).

Анализ результатов динамических испытаний анкеров марки FHB II-AL фирмы FISCHER, выполненных по методике [3], и анкеров марки VMZ фирмы MKT, выполненных по методике, изложенной в настоящей статье, позволяет сделать вывод, что химические анкеры, установленные по технологии инъектирования VMZ со специальным профилем металлического стержня (рис. 1), способны воспринимать динамические (циклические и ударные) нагрузки, возникающие при сейсмических воздействиях.

Авторы статьи благодарят исполнительного директора фирмы «Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co. KG» Lore Weustenhagen и Dipl. Ing. FH D. Shuler за предоставленную возможность участвовать в проведении испытаний анкеров в Лаборатории ABC-защитных технологий г. Spiez (Швейцария).

Используемая литература

1. С.В. Поляков. Сейсмостойкие конструкции зданий. Изд. «Высшая школа», М., 1983.
2. С.В. Медведев, Б.К. Карапетян, В.А. Быковский. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. М., 1968.
3. А.В. Грановский, Д.А. Киселев. Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа при сейсмических воздействиях. Ж. «Технологии строительства» №1, 2009, с. 52–54.