

В.А. ЛАПИН

кандидат технических наук, директор Центра научных исследований строительной отрасли,
член-корреспондент НИИ РК и МИА

С.Е. ЕРЖАНОВ

кандидат технических наук, советник генерального директора по науке, член-корреспондент НИИ РК и МИА

В.П. ДАУГАВЕТ

заведующий сектором ИСС

АО «КазНИИСА», г. Алматы

УДК 550.30:699.841

ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЯ ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ МЕСТНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Станциями инженерно-сейсмометрической службы АО «КазНИИСА» в 2018 году зарегистрировано свыше 15 местных землетрясений с очагами в г. Алматы и Алматинской области. Из полученных инструментальных записей отобраны акселерограммы, записанные на жестком и гибких зданиях при 3-х ощутимых землетрясениях. Это акселерограммы, записанные в подвальных частях на четырехэтажном каркасном здании и 11-этажном здании со стальным каркасом. В одном случае используются инструментальные записи, зарегистрированные в подвале 17-этажного здания. Гибкие здания расположены вблизи тектонических разломов. Построены спектральные кривые, характеризующие частотный состав сейсмического воздействия. Установлено, что частотные характеристики основания, сложенные грунтами 2-ой категории по сейсмическим свойствам, высокочастотные с преобладающими периодами 0,06-0,23 сек. Резонансные явления для гибких зданий при воздействии местных землетрясений не наблюдаются. Инструментальные записи включены в базу данных акселерограмм АО «КазНИИСА».

Ключевые слова: акселерограмма, станция, спектры, грунты.

Вся территория Алматинской области подвержена землетрясениям, которые могут представлять опасность для зданий и сооружений на территории Алматы [1-6]. С начала

2018 года произошло несколько землетрясений как с очагами на территории города, так и вокруг него [6,7].

Сеть станций инженерно-сейсмометрической службы решает две важные задачи. Во-первых, выполняется инструментальный мониторинг состояния зданий. Во-вторых, осуществляется мониторинг сейсмоопасных территорий.

Одной из интересных задач является оценка параметров колебания грунтов основания зданий и сооружений или фундаментных и подвальных конструкций. На территории г. Алматы находятся многочисленные тектонические разломы, влияние которых на параметры колебаний грунта основания или фундаментных конструкций является малоизученным.

Накопилась определенная инструментальная информация, анализ которой позволяет ответить на некоторые вопросы.

В таблице 1 приведены сейсмические события в г. Алматы и Алматинской области, произошедшие в 2018 году (Δ – эпицентральное расстояние, m_b – магнитуда, h – глубина очага землетрясения). Первым указано землетрясение 30.12.17 г. Новогодние землетрясения стали уже традиционными. Следует отметить, что землетрясения, в основном, мелкофокусные.

Выделим некоторые землетрясения (№4, 8, 16 из таблицы 1).

Более подробно надо остановиться на землетрясении 02 февраля 2018 года. Координаты эпицентра: 43,15 градуса северной широты, 76,88 градусов восточной долготы. Магнитуда

Таблица 1 — Сейсмические события в Алматинской области

№	Дата	Время Астаны	Δ, км	m _b	h, km	Направление	Приложение
1	30.12.17	21ч 55 мин	19	3,3		К югу	Алматинская область
2	10.01.18	09 ч 22 мин	33	3,9			Алматинская область
3	29.01.18	20 ч 36 мин	62	3,8		К юго-востоку	Алматинская область
4	02.02.18	15 ч 20 мин	0	3,6			Алматы
5	15.02.18	23 ч 38 мин	0	3,0	1		Алматы
6	28.02.18	08 ч 59 мин	111	3,6		К юго-востоку	Алматинская область
7	05.03.18	19 ч 23 мин	240	3,4		К востоку	Алматинская область
8	26.03.18	18 ч 53 мин	63	5,0	7	К северо-востоку от г. Алматы	Алматинская область
9	06.05.18	13 ч 06 мин	123	4,5	3	К северо-востоку от г. Талдыкорган	Алматинская область
10	04.06.18	08 ч 17 мин	186	3,8		К востоку	Алматинская область
11	26.07.18	23 ч 28 мин	113	4,3		На северо-восток	Алматинская область
12	26.07.18	23 ч 32 мин	118	4,6		На северо-восток	Алматинская область
13	27.07.18	22 ч 03 мин	151	3,0		На северо-восток	Алматинская область
14	04.08.18	08 ч 08 мин	53	3,4	6,1	К юго-востоку	Алматинская область
15	09.08.18	14 ч 44 мин	88	3,6		К юго-востоку от г. Талдыкорган	Алматинская область
16	31.08.18	18 ч 21 мин	50	4,8	4,5	К юго-востоку	Алматинская область
17	16.10.18	11ч 48 мин	98	3,8		К востоку	Алматинская область

m_b=3,6. Энергетический класс K=7,5. Землетрясение ощущалось в г. Алматы с интенсивностью 3-4 балла. Очаг землетрясения находился в Наурызбайском районе города (рис.1).

В целом, даже визуально характер сейсмического воздействия носит характер импульсного воздействия. Поэтому, хотя величины ускорения значительны в уровне подвала, макросейсмический эффект не превышает интенсивность 3-4-х баллов [4,6].

Согласно оперативным данным Центра данных РГП Института геофизических исследований Министерства энергетики, 26 марта 2018 года в 18 часов 53 минуты по времени Астаны (26 марта в 12 часов 53 минут по Гринвичу) в 31 км к юго-востоку от г. Капшагай, в 63 км к северо-востоку от г. Алматы произошло землетрясение. Координаты эпицентра: 43.70 градуса северной широты, 77.36° восточной долготы. Магнитуда m_{trv}=5. Энергетический класс K=11.4. Глубина h=7 км. Землетрясение ощущалось в городе Алматы с интенсивностью 3 балла и гораздо сильнее в г. Капшагай. На рис.1 приведено расположение очага землетрясения.

Согласно информации Центра данных РГП ИГИ, 31 августа 2018 года в 18 часов 21 минуту по времени Астаны (в 12 часов 21 минуту по Гринвичу) в Алматинской области в 50 км к юго-востоку от г. Алматы произошло землетрясение. Координаты эпицентра: 43,10° северной широты, 77,42° восточной долготы. Магнитуда m_b=4,8. Энергетический класс K=11,7. Глубина h=4,5 км. Землетрясение ощущалось в г. Алматы с интенсивностью 4 балла; Талгар, Котыр-Булак – 3-4; Кастек – 2-3; Каратобе, Саты – 2 балла.

Инструментальные данные были получены станциями инженерно-сейсмометрической службы АО «КазНИИСА». Представляет интерес сопоставление инструментальных записей на жестком и гибком зданиях, полученных в подвальных частях зданий. Такое сопоставление уже выполнялось в [7] при землетрясении 26 марта 2018 года.

Жесткое здание.

Сейсмостанция №1 расположена в южной части города на пересечении улиц Гагарина и Джандосова. Смонтирована в

Таблица 2 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 02.02.2018 г., станция №1

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
98-1-xpod, подвал OX	17,44	0,15	2,81	0,06
98-1-yrod, подвал OY	9,09	1,45	2,43	0,11
98-1-zpod, подвал OZ	20,44	0,09	1,75	0,05

Таблица 3 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 26.03.2018 г., станция №1

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
26.03.18-1-0-u6, подвал OX	7,21	6,29	3,22	0,16
26.03.18-1-0-u7, подвал OY	9,62	5,17	2,83	0,21
26.03.18-1-0-u8, подвал OZ	3,29	13,97	3,81	0,21

Таблица 4 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 31.08.2018 г., станция №1

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
31.08.18-2-1-u6, подвал OX	1,80	1,54	3,13	0,10
31.08.18-2-1-u7, подвал OY	2,20	1,33	3,52	0,11
31.08.18-2-1-u8, подвал OZ	0,74	4,41	3,95	0,14

4-х этажном каркасном здании Г-образной конфигурации. Каркас железобетонный. Грунтовые условия – валуногалечник. Станция установлена в 1968 году. Это исторически первая станция инженерно-сейсмометрической службы в г. Алматы. Приборы расположены в подвале на фундаменте и на кровле здания. Модернизирована в 2008 году. В настоящее время на сейсмостанции установлены как аналоговые датчики ОСП и ВБП, так и цифровая приборно-измерительная система РСМ-8.

В [1-3] приведены результаты регистрации сейсмостанцией №1 «Институт» землетрясений различной интенсивности. В известной степени, результаты измерений цифровыми приборно-измерительными системами этой станции различных сейсмических явлений являются эталонными.

В таблице 2-4 приведены результаты измерений и расчетов (шаг дискретизации акселерограмм 0,0064 сек). Расчеты выполнялись с помощью системы компьютерной математики РТС Mathcad Prime 3.1. Использовались различные стандартные интеграторы.

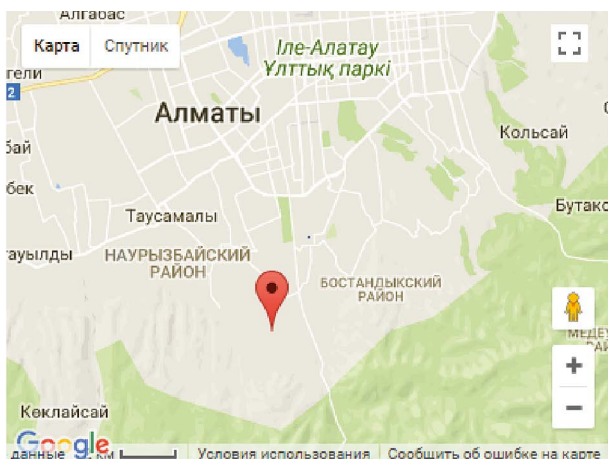
Действующая шкала MSK-64(K) составлена для землетрясений интенсивностью 5-10 баллов. Указанная шкала содержит ускорения от 16 см/с² до более 900 см/с². По амплитудам ускорений указанные землетрясения – от 3 до 5 баллов.

Спектральные характеристики инструментальных записей в уровне подвала характеризуют частотный состав сейсмического воздействия в уровне основания здания. Это периоды преобладающих колебаний в горизонтальной плоскости 0,06-0,21 с.

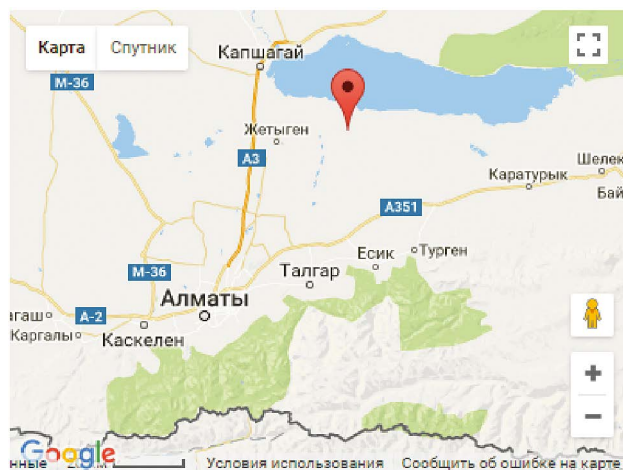
В вертикальной плоскости периоды максимума спектра 0,05-0,21 с.

Гибкие здания.

Станция № 11 «Проспект Абая» расположена на 11-этажном административном здании, выполненном в металлическом каркасе. Стоит отметить, что указанная станция одна из самых первых в г. Алматы – она начала функционировать в 1970 году. В 2010 году прошла первая модернизация станции – установлена цифровая приборно-измерительная система.



02.02.2018 г.



26.03.2018 г.

Рисунок 1 — Расположение очага землетрясения на территории г. Алматы и в Алматинской области

Вторая модернизация была проведена в 2016 году – акселерометры ADXL заменены на AT 1105.

Грунты – валуногалечники.

Здание имеет в плане размеры 15x36 м, высота – 43,6 м.

С конструктивной точки зрения здание каркасно-панельное. Наружные стеновые панели из алюминия с заполнением стеклом и стемолитом.

Каркас состоит из продольных и поперечных замкнутых рам с поперечным и продольным шагом колонн 6 м. Высота подвальной части – 3,4 м, первого этажа – 4,2 м и всех последующих – 3,6 м.

Фундаменты ленточные бетонные. Стены подвала из монолитного бетона. Колонны каркаса с помощью металлических башмаков анкерятся на стенах подвала.

Перекрытия над первым и подвальными этажами выполнены монолитными железобетонными; над остальными этажами перекрытия выполнены из сборных железобетонных ребристых плит размером 3x6 м.

Перегородки выполнены из сборных керамзитобетонных панелей, а также из сборных гипсобетонных и шлакобетонных плит.

Наверху здания имеется технический этаж (12-й этаж), где и расположена часть контрольно-измерительной аппаратуры – верхняя точка регистрации (отметка 40,2 м). Нижняя точка регистрации расположена в подвале. Приборы располагаются на отметке – 4,4 м (сам подвал – на отметке -3,4 м).

Ранее на этом здании были получены инструментальные записи (акселерограммы) при землетрясении 9 августа 2017 года в Китае (Синьцзян-Уйгурский автономный район) [5].

В таблицах 5, 6 приведены результаты обработки инструментальных записей при землетрясениях 26.03.2018 г., 31.08.2018 г. При землетрясении 02.02.2018 г. в силу технических причин инструментальные записи получены не были. Поэтому добавлена таблица 7 с данными по обработке инструментальных записей по станции №17 «Новая площадь» землетрясения 02.02.2018 г., установленной на 16-этажном здании с ядром жесткости [4, 8].

Здесь ускорение в уровне подвала в горизонтальной плоскости составило 2,33-26,41 см/с². Поэтому интенсив-

ность землетрясения 31.08.2018 г. не выше 3-х баллов в районе сейсмостанции № 11 «Проспект Абая» и № 17 «Новая площадь».

Эффективные длительности акселерограмм меняются здесь в широких пределах.

Периоды максимума спектра в уровне подвала в горизонтальной плоскости равны 0,10-0,23 с.

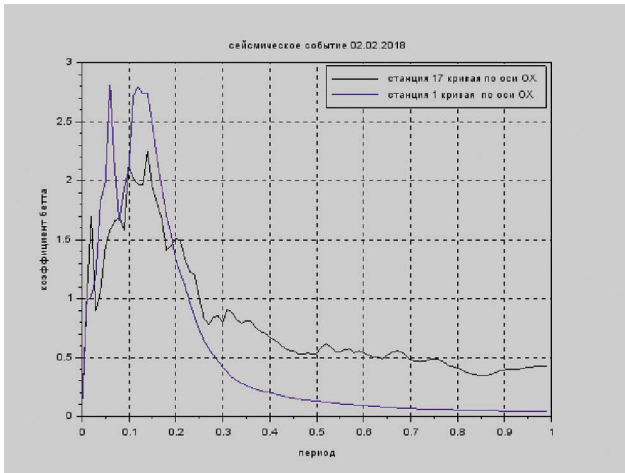
На рисунках 2-4 сгруппированы по осям спектральные кривые в уровне подвала каждого здания. Одна кривая относится к жесткому зданию по соответствующей оси, другая – к гибкому. Подчеркнем, грунтовые условия одинаковые – валуногалечник. Спектральные кривые для жесткого и гибких зданий, характеризующие динамический эффект сейсмического воздействия, для землетрясений 02.02.2018 г. и 26.03.2018 г. по форме совпадают. Для землетрясения 31.08.2018 г. отличия формы спектральных кривых жесткого и гибкого здания достаточно велики.

Интересно отметить, что около жесткого здания тектонический разлом не наблюдался. Гибкие здания удалены от тектонических разломов с двух сторон примерно на 500-800 м.

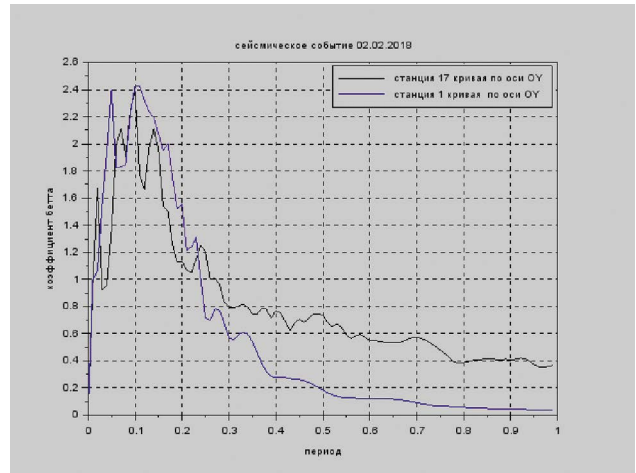
Следует отметить, что резонансные явления для гибких зданий при воздействии местных землетрясений не наблюдаются. Такие явления наблюдались при воздействии удаленных землетрясений с очагами в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китайской Республики [5].

При землетрясении 31.08.2018 г. спектральные кривые весьма отличаются. По оси OY максимумы спектра практически совпали (рисунок 3), но формы спектров отличаются сильно. Можно сделать вывод, что при данном сейсмическом событии влияние тектонических разломов и есть причина этих отличий.

Следует отметить, что 3 здания с сейсмостанциями № 1, № 11 и № 17 образуют удобную для изучения спектрального состава воздействия выборку, позволяющую изучать даже влияние наличия тектонических разломов на реакции зданий. Это в определенном смысле 3 классических маятника с достаточно сильно отличающимися периодами колебания по основному тону, имеющие одинаковые грунтовые условия, различающиеся своим расположением относительно тектонических разломов города Алматы.

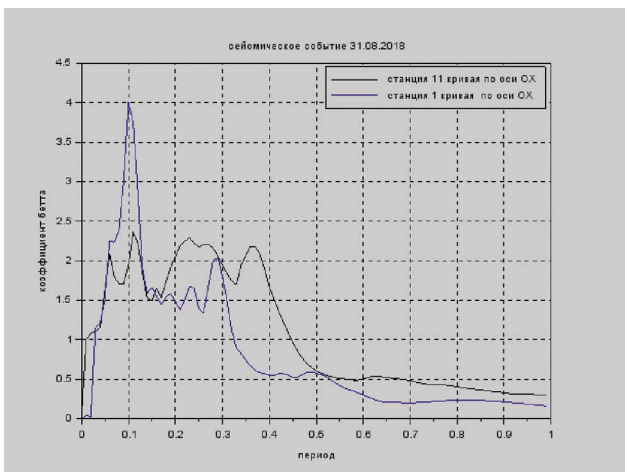


по оси OX

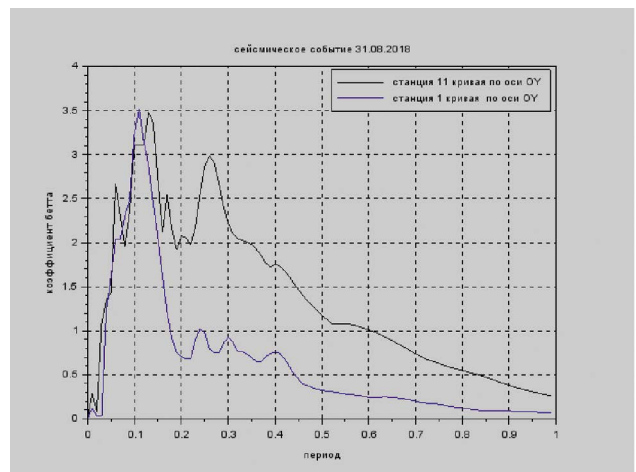


по оси OY

Рисунок 2 — Спектральные кривые (подвал), при землетрясении 02.02.2018 г.

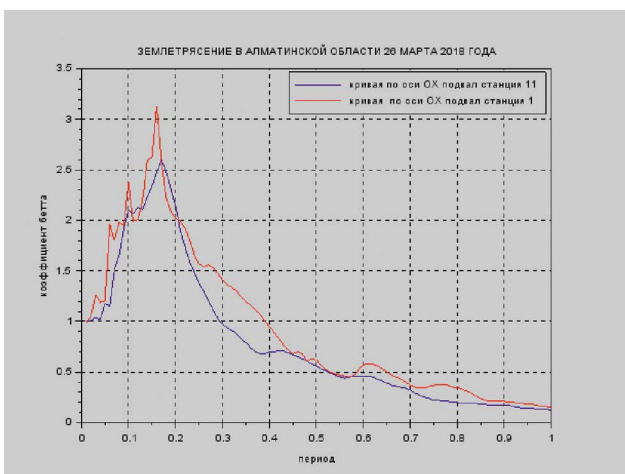


по оси OX

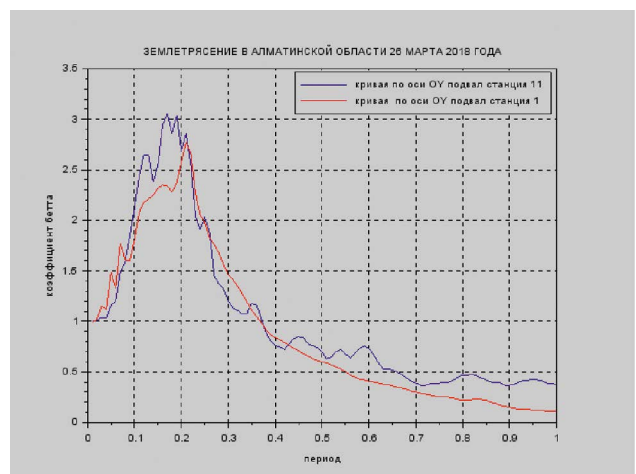


по оси OY

Рисунок 3 — Спектральные кривые (подвал), при землетрясении 31.08.2018 г.



по оси OX



по оси OY

Рисунок 4 — Спектральные кривые (подвал) при землетрясении 26.03.2018 г.

Таблица 5 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 26.03.2018 г., станция № 11

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
26.03.18-11-frag-u6, подвал ОХ	5,44	0,12	2,66	0,23
26.03.18-11-frag-u7, подвал ОУ	3,08	5,09	3,11	0,13
26.03.18-11-frag-u8, подвал ОZ	0,15	18,73	4,39	0,25

Таблица 6 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 31.08.2018 г., станция № 11

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
31.08.18-11-39-38-u6, подвал ОХ	2,33	1,26	2,30	0,23
31.08.18-11-39-38-u7, подвал ОУ	2,65	2,35	3,48	0,13
31.08.18-11-39-38-u8, подвал ОZ	1,61	1,63	3,44	0,25

Таблица 7 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 02.02.2018 г., станция № 17

Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
02.02.18-17-frag-u6, подвал ОХ	26,41	47,12	2,24	0,14
02.02.18-17-frag-u7, подвал ОУ	25,45	56,44	2,39	0,10
02.02.18-17-frag-u8, подвал ОZ	5,84	1,61	5,57	0,11

В дальнейшем можно рекомендовать такой прием. Сравнить спектры реакции основания сооружений (станции № 11 и № 17), расположенных вблизи тектонических разломов, с инструментальными данными станции № 1, вблизи которой разломов не наблюдается. Если спектральный состав воздействий существенно отличается, то это есть свидетельство влияния разлома на характеристики колебания грунта при землетрясении.

Выводы

1. Период максимума спектра в уровне подвала характеризует спектральный состав сейсмического воздействия. Для гибкого и жесткого зданий преобладающие периоды колебаний основания в горизонтальных осях, сложенного грунтами II категории (валуногалечник) по сейсмическим свойствам при местных землетрясениях достаточно близкие и находятся в пределах 0,06-0,23 с.
2. Следует отметить, что резонансные явления для гибких зданий при воздействии местных землетрясений не на-

блюдаются. Такие явления имеют место при воздействии удаленных землетрясений с очагами в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китайской Республики [5,9].

3. При указанных параметрах сейсмического воздействия эффективным представляется применение систем активной сейсмоизоляции с мягкой силовой характеристикой, а также различных систем с элементами сухого трения.
4. Приведенные в статье акселерограммы пополнят базу данных акселерограмм АО «КазНИИСА».
5. Указанные выше три здания образуют удобную для изучения спектрального состава воздействия выборку в составе жесткого и 2-х гибких зданий. Это три маятника с достаточно сильно отличающимися периодами колебания по основному тону. Два маятника расположены вблизи тектонического разлома.

Исследования выполнялись с использованием средств гранта АР 05130702 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература

1. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П., Девятых А.А. Инструментальная регистрация 2-х землетрясений 21.04.2017 в Кыргызстане станцией ИСС «Институт» // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.4(68). Алматы.2017.С.10-18.

2. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П., Девятых А.А. Анализ инструментальных записей землетрясения 16 августа 2014 станцией ИСС, установленной на каркасно-кирпичном здании // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.3(67). г. Алматы, 2017. С.16-22.

3. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П., Девятых А.А. Инструментальная регистрация мартовского сейсмического события станцией ИСС «Институт» // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.5(69). Алматы. 2017. С.40-44.

4. Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П., Девятых А.А. Реакция здания с ядром жесткости при землетрясении 02.02.2018 в г. Алматы//«Вестник АО «КазНИИСА». Вып.4(80). Алматы. 2018.С.13-21.

5. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П., Девятых А.А. Исследование инструментальных записей, полученных на 11-ти этажном здании со стальным каркасом, при землетрясении 9 августа 2017 года // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.11(75). Алматы. 2017. С.20-27.

6. Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П., Девятых А.А. Исследование инструментальных записей местного землетрясения 02.02.2018 в городе Алматы//«Вестник АО «КазНИИСА». Вып.3(79). Алматы. 2018. С.14-20.

7. Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П., Девятых А.А. Анализ инструментальных записей землетрясения 26 марта 2018 года,

полученных на жестком и гибком зданиях // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.7 (83). Алматы. 2018. С.38-49.

8. Лапин В.А., Ержанов С.Е. // Методологические основы использования инженерно-сейсмометрической службы на зданиях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2018. №4. С.44-49.

9. Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П. // Исследование изменения динамических характеристик высотного здания по данным инженерно-сейсмометрических станций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2018. №3. С.38-44.

Материалы хранятся по адресу:
050046, Республика Казахстан, г.Алматы,
ул.Солодовникова, 21 (АО «КазНИИСА».
Тел.8 (727) 3926896,
e-mail: lapin_1956@list.ru

LAPIN V., Ph.D. in Engineering Science, Scientific Secretary of KazNIISA JSC, Corresponding Member of the IEA (Almaty, Kazakhstan)

YERZHANOV S., Ph.D. in Engineering Science, Managing Director of KazNIISA JSC, Corresponding Member of the IEA and NEA (Almaty, Kazakhstan)

DAUGAVET V., Sector Leader of the Engineering Seismometric Service of KazNIISA JSC (Almaty, Kazakhstan)

PECULIAR FEATURES OF BUILDING FOOTING OSCILLATION DURING LOCAL EARTHQUAKES

Abstract

The stations of the engineering seismometric service of KazNIISA JSC recorded more than 15 local earthquakes with the foci in Almaty and Almaty region in 2018. Accelerograms recorded on rigid and flexible buildings during 3 sensible earthquakes were selected from the obtained instrumental records. These are accelerograms recorded in the basement parts of a four-storeyed frame building and an 11-storeyed steel-framed building. In one instance, the instrumental records registered in the basement of a 17-storeyed building are used. Flexible

buildings are located near tectonic faults. The spectral curves characterizing the frequency content of the seismic effect are built. It has been established that the frequency response characteristics of the foundation composed of soils of the 2nd category by seismic properties are high-frequency with prevailing periods of 0.1-0.20 sec. Resonance phenomena for flexible buildings under the influence of local earthquakes are not observed. Instrumental records are included into the accelerogram database of KazNIISA JSC.

Keywords: accelerogram, station, spectra, soils.

References

1. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. Instrumental recording of 2 earthquakes on 21.04.2017 in Kyrgyzstan by the ESS station «Institute» // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.4(68). Almaty. 2017. P.10-18.

2. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. Analysis of instrumental records of the earthquake on August 16, 2014 by the ESS station installed on a framebrick building // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.3(67). Almaty. 2017. P.16-22.

3. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. Instrumental recording of

March seismic event by the ESS station «Institute» // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.5(69). Almaty. 2017.P.40-44.

4. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. Stiffening core building response during the earthquake on 02.02.2018 in the city of Almaty // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.4(80). Almaty. 2018.P.13-21.

5. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. The study of instrumental records obtained on an 11-storeyed steel-framed building during the earthquake on August 9, 2017 // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.11(75). Almaty. 2017. P.20-27.

6. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. The study of instrumental records of local earthquake on 02.02.2018 in the city of Almaty // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.3(79). Almaty.2018.P.14-20.

7. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. Analysis of instrumental records of the earthquake on March 26, 2018 obtained on rigid and flexible buildings // Bulletin of KazNIISA JSC. Ed.7(83). Almaty.2018. P. 38-49.

8. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y. Methodological fundamentals for using stations of engineering seismometric service on buildings

// Earthquake engineering. Constructions safety. 2018. № 4. P. 44-49.
9. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet

V.P. // Investigation of changes in the dynamic characteristics of a high-rise building according to the data of engineering

seismometric stations // Earthquake engineering. Constructions safety. 2018. № 3. P. 38-44.

Для цитирования: Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П. Особенности колебания основания зданий при местных землетрясениях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2018. № 6. С. 25-32.

For citation: Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P. Peculiar features of building footing oscillation during local earthquakes // *Seismostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii* [Earthquake engineering. Constructions safety], 2018, no. 6, pp. 25-32. (In Russian).

Новый учебник по строительству

Э.Н. Кодыш Н.Н. Трекин В.С. Федоров И.А. Терехов

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Рекомендовано

Российской академией архитектуры и строительных наук
в качестве учебника для студентов образовательных организаций
высшего образования, обучающихся направлениям подготовки (специальностям)
08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата)

Рецензенты

В.И. Колчунов. Академик РААСН, Лауреат премий
Правительства РФ, доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой уникальных зданий и сооружений Юго-Западного
государственного университета

В.И. Траевуш. Заслуженный деятель науки,
Заслуженный строитель, Лауреат премий СМ СССР
и правительства РФ, доктор технических наук, профессор,
Вице-президент РААСН, гл. конструктор ЗАО «Горпроект»

Учебник состоит из двух частей.

В материале учебника отражены достижения современной науки и практики проектирования железобетонных конструкций, узаконенные в СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 52-021-2003.

Часть 1. Расчет конструкций

Приведены с пояснениями физико-механические характеристики бетона, арматуры и железобетона, методы расчета по предельным состояниям первой и второй групп, а также предварительно напряженных конструкций. Методы расчета даны по СП 63.13330, в том числе с использованием нелинейной деформационной модели и проиллюстрированы примерами.

Часть 2. Проектирование зданий и сооружений

Содержит исходные данные и общие положения по проектированию железобетонных конструкций зданий, основы проектирования сборных одноэтажных промышленных, а также универсальных многоэтажных зданий из сборного и монолитного железобетона, инженерных сооружений, тонкостенных пространственных покрытий и защиты зданий от прогрессирующего обрушения.



Заказы направляйте

в Издательско-полиграфическое предприятие ООО «Бумажник»
125475, г. Москва, ул. Зеленоградская, д. 31, корп. 3, оф. 203
тел.: 8 (495) 971-05-24, 8-910-496-79-46, e-mail: info@bum1990.ru