

В. А. ЛАПИН

кандидат технических наук, директор Центра, член-корреспондент МИА и НИА РК

С. Е. ЕРЖАНОВ

кандидат технических наук, советник генерального директора, член-корреспондент МИА и НИА РК

В. П. ДАУГАВЕТ

заведующий сектором

АО «КазНИИСА», г. Алматы

УДК 550.30:699.841

ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПО ДАННЫМ ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Проведен анализ инструментальных записей станций инженерно-сейсмометрической службы на зданиях для оценки изменения динамических характеристик 25-этажного здания гостиницы «Казахстан» в г. Алматы. Здание расположено вблизи тектонического разлома. При двух землетрясениях были получены представительные инструментальные данные на сейсмической станции № 16 («Высотная гостиница»), оснащенной цифровой приборно-измерительной системой. Здание двадцатипятиэтажное с ядром жесткости, построенное в 1976 году. С использованием акселерометров ADXL и регистратора РСМ-32 получены качественные инструментальные записи ускорений в подвале, на этажах и кровле здания, а также построены спектральные кривые β . Отмечаются особенности динамики указанного здания при землетрясениях. При воздействии удаленного землетрясения выявлены периоды колебания здания по основной и второй формам колебаний. Проведены сопоставления динамических характеристик дома по измерениям 1977 и 2018 годов. Установлено существенное увеличение величины периода колебания по первой форме на 25-48% по сравнению с измерениями 1976-1977 годов за 40-летний период эксплуатации.

Ключевые слова: высотные здания, динамические характеристики, акселерограмма, спектральные кривые.

Достаточно малоизученным является вопрос оценки изменения динамических характеристик зданий за длительный период эксплуатации или расчетный срок службы сооружения. Известно, что за многолетний период эксплуатации здания изменение динамических характеристик может быть очень существенным. Это связано с тем, что возможно изменение уровня грунтовых вод, многократное замачивание подвальной части здания, уплотнение грунта основания под значительной статической нагрузкой, накопление повреждения в несущих конструкциях здания в условиях многократного воздействия слабых, но ощутимых землетрясений, изменением жесткостных характеристик ввиду многочисленных перепланировок помещений.

Проблема особенно существенна для высотных зданий, обладающих значительной массой. В сейсмоопасных районах Республики Казахстан и в г. Алматы построено около сотни домов высотой от 18 до 38 этажей. Поэтому вопрос изменения динамических характеристик таких домов является для указанных территорий и города весьма актуальным.

Для исследования указанного вопроса было выбрано высотное здание гостиницы «Казахстан». Здание расположено вблизи тектонического разлома.

Гостиница «Казахстан», первое 25-этажное высотное здание в 9-ти балльной зоне сейсмичности бывшего СССР, было построено в 1976 году в г. Алма-Ате (ныне Алматы). На сегодняшний день здание эксплуатируется уже 42 года. Многократно менялись собственники здания. Имели место многочисленные перепланировки жилых этажей здания.

Проект гостиницы был разработан институтом «Казгорстройпроект» при участии научной части института «КазпромстройНИИпроект». Этажность здания была установлена по предложениям академика Т. Ж. Жунусова.

Здание гостиницы имеет высоту 105,7 м и представляет собой ствол эллипсовидной формы в плане размерами в осях 12х44 м.

Толщина ствола по всей высоте здания постоянна и равна 500 мм. В радиальном направлении от ствола отходят железобетонные диафрагмы, монолитно связанные со стволом и обладающие переменной по высоте здания толщиной 250х500 мм. Эти диафрагмы на свободном конце имеют раздвоенное (V-образное) сечение для восприятия железобетонном краевых напряжений и удобства крепления наружных панелей из пенопласта, обрамленных металлическим каркасом. Междэтажные перекрытия выполнены из монолитного и частично сборно-монолитного железобетона с приведенной толщиной 150 мм. Пространственная система: ствол-диафрагма-перекрытия заделана в сплошную фундаментную плиту из монолитного железобетона размерами 60,0х40,0х2,8 м, заглублена на 10 м от поверхности земли. Железобетонный ствол бетонировался с применением скользящей опалубки, поднимаемой гидродомкратами. Радиальные диафрагмы и частично перекрытия бетонировались в переставной опалубке, которая имела размеры на комнату и устанавливалась с отставанием от скользящей опалубки на два этажа [1-3].

Фундаментная плита размером 60,0х40,0х2,8 м заглублена на 10 м от поверхности земли.

Размерам здания соответствует расчетная схема в виде упругого стержня, обладающего постоянными по длине сдвиговыми и изгибными жесткостями. Вес после сбора на грузок равен $Q=52240$ т (рисунок 1).

Основанием зданию служат однородные плотные грунты – валуногалечник с песчаными прослойками. Нормативное сопротивление грунта составляет $R_n=6,0$ кгс/см².

Сейсмическая станция №16 «Высотная гостиница» инженерно-сейсмометрической службы АО «КазНИИАС» была установлена в 1977 году. Станция модернизирована в 2009 году. Установлен цифровой регистратор РСМ-32 с акселерометрами ADXL-500. На 6-м этаже установлены высокочувствительные датчики ADXL-1000.

Для анализа динамического поведения здания рассмотрены два типа сейсмических событий (землетрясений). Следует отметить, что данные землетрясения достаточно немного разнесены во времени. Это позволяет исключить влияние всяких посторонних факторов на оценку динамических характеристик здания.

МЕСТНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Согласно оперативным данным Центра данных Института

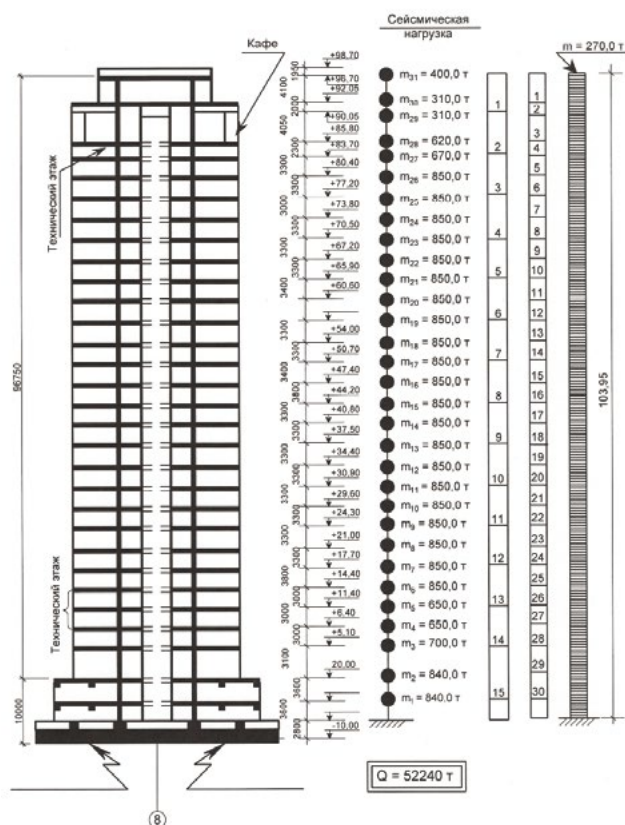


Рисунок 1 — Расчетная схема

геофизических исследований (ИГИ) 02 февраля 2018 года в 15 часов 20 минут по времени Астаны (в 09 часов 20 минут по Гринвичу) в городе Алматы произошло землетрясение. Координаты эпицентра: 43.15 градуса северной широты, 76.88 градусов восточной долготы. Магнитуда $m_b=3,6$. Энергетический класс $K=7,5$. Землетрясение ощущалось в г. Алматы с интенсивностью 3-4 балла. Очаг землетрясения находился в Наурызбайском районе города, т.е. непосредственно на территории города. Глубина очага незначительная. Это типичное местное землетрясение на городской территории, которые в последние полгода происходят ежемесячно и в принципе наблюдались ранее [6-8]. По базе инструментальных данных это 98 землетрясение.

УДАЛЕННОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Согласно оперативным данным Центра данных РГП ИГИ 9 августа 2017 года в 05 часов 27 минут по времени Астаны (8 августа в 23 часа 27 минут по Гринвичу) в приграничном районе Китая (Синьцзян-Уйгурский автономный район), в 100 км от п. Достык, в 360 км от г. Талдыкорган в 480 км от г. Алматы произошло землетрясение. Координаты эпицентра: 44.44 градуса северной широты, 82.92 градуса восточной долготы. Магнитуда $M_w=6,3$. Землетрясение ощущалось в г. Алматы, в г. Талдыкоргане – 4 балла.

Глубина очага землетрясения по разным данным 15-30 км.

Удаленное землетрясение – самое сильное зарегистрированное землетрясение в Алматы в 2017 году. По базе инструментальных данных это 96 землетрясение.

Оба землетрясения были записаны почти всеми станциями инженерно-сейсмометрической службы АО «КазНИИАС».

Таблица 1 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм местного землетрясения

№	Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
1	98-16-26x-OX 24-этаж	10,50	0,56	2,82	0,20
2	98-16-26y-OY 24-этаж	11,73	0,13	2,21	0,10
3	98-16-26z-OZ 24-этаж	10,41	2,32	3,81	0,17
4	98-16-21x-OX 21-этаж	8,50	0,54	4,66	0,17
5	98-16-21y-OY 21-этаж	12,47	0,13	2,96	0,10
6	98-16-18x-OX 18-этаж	11,32	0,34	2,99	0,20
7	98-16-18y-OY 18-этаж	9,22	0,31	3,06	0,10
8	98-16-6x-OX 6-этаж	0,33	0,21	4,07	0,10
9	98-16-6y-OY 6-этаж	0,33	0,92	4,02	0,20
10	98-16-2x-OX 2-этаж	0,28	1,05	3,61	0,20
11	98-16-2y-OY 2-этаж	0,36	0,04	2,50	0,09
12	98-16-xpod-OX подвал	0,24	0,12	2,48	0,13
13	98-16-yrod-OY подвал	0,02	52,56	2,78	0,10

Инструментальные записи землетрясения оказались весьма интересными. Во всех точках регистрации получены акселерограммы в двух осях на горизонтальной плоскости. Шаг дискретизации акселерограмм 0,0064 с.

В таблицах 1 и 2 приведены максимальные величины ускорений по каждой из компонент инструментальных записей. Спектральные кривые определялись интегрированием дифференциального уравнения классического одномассового осциллятора с использованием решателей системы компьютерной математики SCILAB. Метод решения автоматически выбирается между нежёстким методом прогноза-исправления Адамса (predictor-corrector Adams method) и жёстким методом обратной дифференциальной формулой (ОДФ) (Backward Differentiation Formula (BDF) method). Изначально применяется нежёсткий метод, и затем динамически проверяются данные для того, чтобы решить какой метод использовать.

Декремент колебания при определении спектральных кривых принят равным 5% от критического значения.

МЕСТНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Анализ таблицы 1 показывает незначительную эффективную длительность воздействия. Длительность колебания с

величиной более половины амплитуды составляет не более 1 секунды (кроме 2-х точек регистрации). Следовательно, воздействие местного землетрясения носит характер кратковременного импульса. Сколько-нибудь значительные резонансные явления не успевают появиться. Период максимума спектра из таблицы 1 не характеризует собственных динамических характеристик здания.

Наибольшие величины ускорения с 18 по 24 этаж – 9-12,5 см/с². В уровне подвала по оси ОХ ускорение на порядок выше, чем по оси ОУ.

Максимальные значения максимума спектра находятся в высокочастотной области – преобладающий период колебания 0,1-0,2 сек (рис.2). Для достаточно гибкого здания воздействия такого типа опасности не представляют.

УДАЛЕННОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

В таблице 2 в уровнях от 18 до 24 этажа ускорения по ортогональным осям отличаются достаточно мало – 7-10%. Ускорения в уровне 24-го этажа в 2 раза выше, чем при воздействии местного землетрясения.

Следует отметить, что при малых значениях ускорения в уровне подвала и 2-го этажа, ускорения в уровне 21, 25

Таблица 2 — Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм удаленного землетрясения

№	Компонента	Ускорение, см/с ²	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
1	96-16-и3-ОХ 24-этаж	25,20	25,20	5,30(4,02)	1,45(0,39)
2	96-16-и4-ОУ 24-этаж	23,62	50,43	4,64(4,59)	1,09(0,32)
3	96-16-и5-ОХ 21-этаж	14,23	54,37	7,03	1,45
4	96-16-и6-ОУ 21-этаж	12,48	57,47	7,17	1,09
5	96-16-и7-ОХ 18-этаж	15,20	28,93	5,44(4,04)	1,45(0,38)
6	96-16-и8-ОУ 18-этаж	13,41	89,81	5,48(4,01)	1,09(0,32)
7	96-16-и11-ОХ 2-этаж	0,244	29,38	5,85	0,39
8	96-16-и12-ОУ 2-этаж	0,239	34,16	4,54	0,32
9	96-16-и13-ОХ подвал	0,192	50,55	4,85	0,40
10	96-16-и14-ОУ подвал	0,032	117,69	2,89	0,32
11	96-16-и15-ОХ 6-этаж	0,341	32,07	5,23(2,36)	0,32(1,11)
12	96-16-и16-ОУ 6-этаж	0,352	27,16	6,29(1,18)	0,39(1,09)

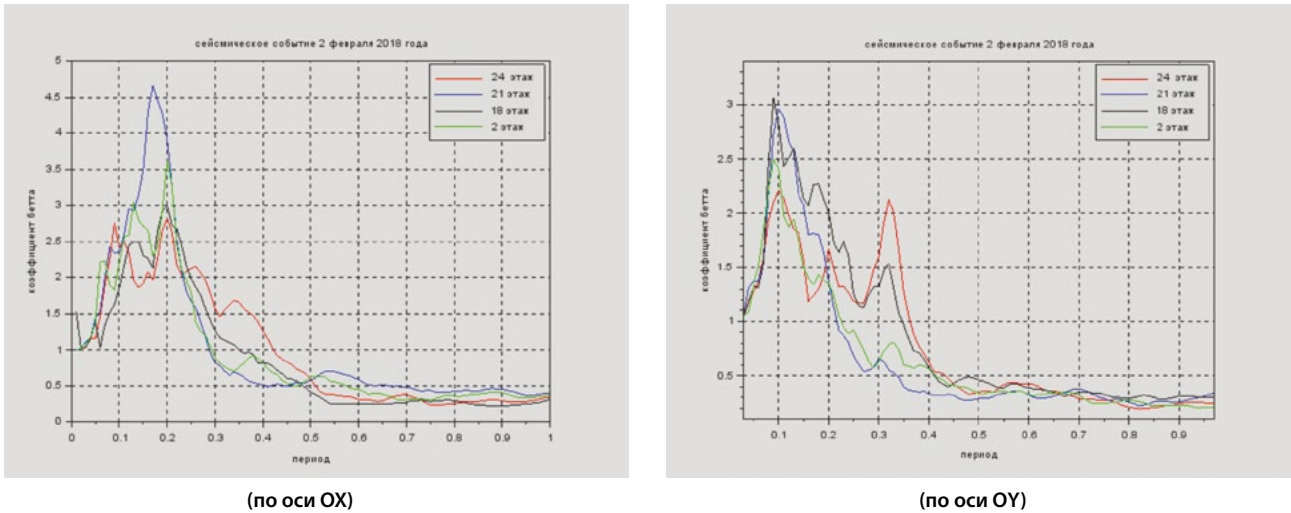


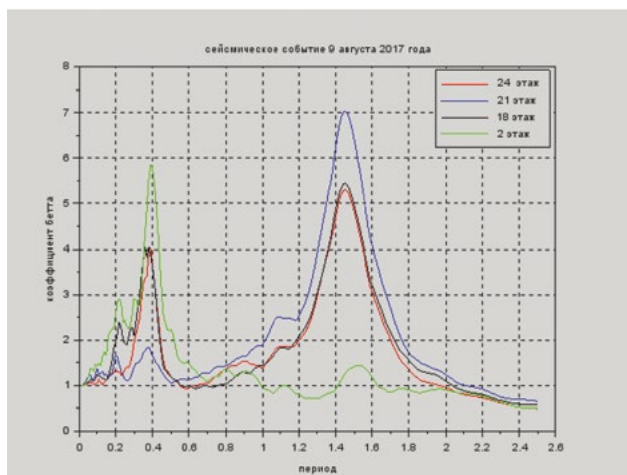
Рисунок 2 — Спектральные кривые сейсмического события 02.02.2018

этажей увеличиваются на 3 порядка. Имеет место возрастание амплитуд колебания к верхней части здания. Колебания здания имеют характер резонансных.

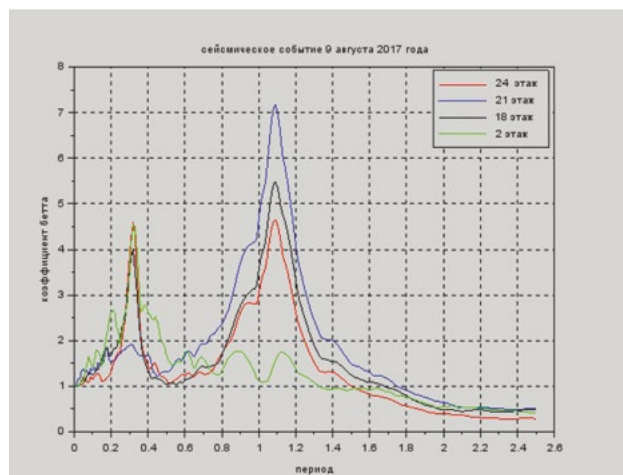
Эффективная длительность акселерограмм по высоте здания превышает аналогичные характеристики при мест-

ном землетрясении в 50-100 раз. Этим объясняется значительный эффект воздействия на людей, проживающих в верхних этажах высотных домов.

По амплитудам ускорений интенсивность сотрясения грунта в районе сейсмостанции примерно четырехбалльная.



(по оси ОХ)



(по оси ОУ)

Рисунок 3 — Спектральные кривые сейсмического события 09.08.2017

На рис.3 представлены спектральные кривые для обеих горизонтальных осей в уровнях точек регистрации из таблицы 2.

В уровнях подвала, 2-го этажа в обоих направлениях преобладают высокочастотные колебания. Начиная с 6-го этажа спектральные кривые в основном двугорбые, вложенные друг в друга. Причем указанная закономерность носит устойчивый характер. Характеристика периода колебаний является собственной характеристикой динамической модели здания периодом колебания. По сути, имеют место резонансные явления.

Если для местного землетрясения колебания носят неравномерный импульсивный характер с малой эффективной длительностью, то для удаленного землетрясения имеют место выраженные резонансные явления (рис.2-3) позволяющие выявить динамические характеристики здания. Период максимума спектра для удаленного землетрясения можно отождествить с периодом колебания по основному тону здания.

Величины преобладающих периодов по двум осям различаются. По оси ОХ период колебаний по основному тону примерно 1,45 сек, по оси ОУ – 1,1 сек.

Ранее после возведения здания гостиницы в 1977 году были проведены динамические испытания – резонансные вибрационной машиной инерционного действия В-3 и ударом подвешенного груза.

Вибрационным испытаниям предшествовала запись свободных колебания здания, вызванных ударом подвешенного груза. Резонансные испытания проводились в восемь этапов, при которых инерционные нагрузки прикладывались нарастающими ступенями.

По данным из работы [4] при испытаниях в 1977 году:

- Расчетное значение периода свободных колебаний по первому основному тону по поперечной оси составляет 1,55 сек, по второму – 0,25 сек. Расчетные характеристики принимались по схеме на рис.1.
- Период свободных колебаний, вызванных ударом подвешенного груза, составляет 1,1 сек в поперечном направлении и 0,74 сек – в продольном.
- Резонансная частота по данным вибрационных испытаний приводит к периоду колебаний 1,05-1,11 сек.

Следует отметить, что значительное расхождение между расчетными и фактическими периодами колебаний, особенно по первой форме, объясняется тем, что к моменту испытания масса сооружения была намного меньше расчетной в связи с отсутствием полезных нагрузок, веса оборудования, элементов отделочных и защитных слоев, полов и др.

Таким образом, различия по периоду свободных колебаний по результатам 1977 года и 2017 года составляет 25% в поперечном направлении и 48% – в продольном. Можно констатировать изменение периода колебаний здания гостиницы «Казахстан» за 40 лет эксплуатации. Точнее системы «здание-грунт», из-за, например, уплотнения грунта под фундаментной плитой здания.

Интересно также то, что величина периода колебания по основному тону в 2018 году приблизилась к его расчетному значению. Различие сейчас менее 10%.

Таким образом, подбирая инструментальные записи имевших место землетрясений, можно проследить изменение периода колебаний в течение срока службы здания. Напомним, что результаты получены при воздействии удаленного землетрясения на территории Китая. Результаты работы могут быть использованы для прогнозирования поведения здания 25-этажной гостиницы «Казахстан», расположенной вблизи тектонических разломов, при ожидаемых землетрясениях.

Следует также отметить прозорливость нашего учителя академика Жунусова Толеубая Жунусовича, под руководством которого в 1977 году были выполнены достаточно исчерпывающие исследования динамических характеристик 25-этажного здания. Авторы данной статьи являются его учениками.

ВЫВОДЫ

1. За срок службы здания (42 года) имеет место изменение динамических характеристик (периода колебаний) на 25-48% по сравнению с измерениями 1976-1977 годов.
2. Периоды 1,45 сек и 0,40 сек являются периодами колебаний по первой и второй формам колебаний здания в поперечном направлении. В продольном направлении по оси ОУ период свободных колебаний 1,1 сек.

3. Максимальные величины ускорений в уровне подвала и 21-25 этажей здания отличаются на 2 порядка при воздействии удаленного землетрясения.
4. Сейсмическое событие (землетрясение в Китае – Синьцзян Уйгурский автономный район) 9 августа 2017 года на территории г. Алматы в районе сейсмостанции № 16 «Высотная гостиница» представляет собой землетрясение интенсивностью не менее 3-4-х баллов.
5. Сейсмостанция №16 «Высотная гостиница» находится в

работоспособном состоянии. Цифровой регистратор РСМ-32 с датчиками ADXL является эффективной приборно-измерительной системой. В будущем акселерометры ADXL-500 целесообразно заменить на более чувствительные ADXL-1000, ADXL-2000 или AT 1105, AT 1105.1.

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

Литература

1. Жунусов Т.Ж. Землетрясение и сейсмостойкое строительство. Алматы, Издательство «Лем». 2008. 74 с.
2. Жунусов Т.Ж. Основы сейсмостойкости сооружений. Алматы, «Рауан». 1990. 270 с.
3. Жунусов Т.Ж., Краснянский В.Р., Матвиец Н.Л., Музыка С.Ф., Ротгауз Б.А. Особенности проектирования и строительства высотной гостиницы в Алма-Ате // В сб. «Совершенствование метода расчета и конструирования зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах». Кишинев. 1976. С.115-126.
4. Жунусов Т.Ж., Ашимбаев М.У., Амиржанова Р.К., Бучацкий Е.Г., Ротгауз Б.А. Динамические испытания высотной гостиницы в Алма-

Ате // В сб.: Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций. Вып. 9(19), 1977. С. 20-31.

5. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П. Анализ инструментальных записей местного землетрясения в г. Алматы // В сб. материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития строительства: инновации, модернизация и энергоэффективность», посвященной 60-летию профессора Амирлана Айдарбековича. Алматы, 2017. С.17-22.

6. Ержанов С.Е., Лапин В.А., Даугавет В.П., Девятовых А.А. Исследование инструментальных записей местного землетрясения в г. Алматы // Вестник АО «КазНИИАС». Алматы, 2017. №8(72). С.15-21.

7. Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П., Девятовых А.А. Исследование инструментальных записей местного землетрясения 02.02.2018 года в городе Алматы // Вестник АО «КазНИИАС». Алматы, 2018. №2(73). С.15-21.

8. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Великанов А.Е., Соколов А.Н. Землетрясения на территории города Алматы // В сб. «Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстан», вып.3. 2015. С.87-93.

9. Гальперина Р.М., Нерсесов И.Л., Гальперин Е.И. Сейсмический режим города Алма-Аты за 1972-1982 годы. М.: Наука. 1985. 248 с.

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

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

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

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

CHANGE RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HIGH-RISE BUILDING ACCORDING TO DATA FROM ENGINEERING SEISMOMETRIC STATIONS

Abstract

Analysis of instrumental records made by stations of Engineering and Seismometric Service on buildings has been performed to assess changes in dynamic characteristics of the 25-storeyed building of the "Kazakhstan" hotel in Almaty. The building is located near tectonic fault. During two earthquakes, representative instrumental data were obtained at the seismic station No. 16 ("High-rise hotel") equipped with digital instrumentation system. The building is twenty-five storied with a stiffening core, was built in 1976. Using ADXL accelerometers and RSM-8 recorder, qualitative instrumental records of accelerations were received in the base-

ment, on the floors and on the roof of the building, and spectral curves β were also built. The features of the dynamics of this building during the earthquake are noted. Under the impact of remote earthquake, building oscillation periods were revealed on the first and second oscillation modes. Dynamic characteristics of the house were compared according to the measurements of 1977 and 2018. Significant increase in the magnitude of oscillation period on the first mode by 25-48% as compared with the measurements of 1976-1977 over the 40-year period of operation was established.

Keywords: high-rise buildings, dynamic characteristics, accelerogram, spectral curves.

References

1. Zhunusov T.Zh. *Zemletriasenie i seismostoykoe stroitel'stvo* [Earthquake and Earthquake Engineering]. Almaty: Izdatel'stvo Lem. 2008. 74 p.

(In Russian).

2. Zhunusov T.Zh. *Osnovy seismostoykosti sooruzhenii* [Fundamentals of seismic stability of structures]. Almaty: Rauan. 1990. 270 p. (In

Russian).

3. Zhunusov T.Zh., Krasnyansky V.R., Matviyets N.L., Muzyka S.F., Rotgauz V.A. *Osobennosti proektirovaniia i stroitel'stva vysotnoi gostinitsy*

v Alma-Ata // V sb. «Sovershenstvovanie metoda rascheta i konstruirovaniia zdaniy i sooruzhenii, vozvodimyyh v seismicheskikh raionah» [Peculiarities of design and construction of high-rise hotel in Alma-Ata // In the collected book "Improvement of method for calculation and design of buildings and structures being erected in seismic regions"]. Kishinev. 1976. P.115-126. (In Russian).

4. Zhunusov T.Zh., Ashimbayev M.U., Amirzhanova R.K., Buchatsky E.G., Rotgauz V.A. *Dinamicheskie ispytaniia vysoknoi gostinitsy v Alma-Ata // V sb.: Issledovaniia seismostoikosti sooruzhenii i konstruksii* [Dynamic tests of high-rise hotel in Alma-Ata // In the collected book: Earthquake engineering research of constructions and structures]. Vyp. 9(19), 1977. P. 20-31. (In Russian).

5. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P. *Analiz instrumentalnykh zapisei mestnogo*

zemletriaseniia v g. Almaty // V sb. materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problem i perspektivy razvitiia stroitel'stva: innovatsii, modernizatsiia i energoeffektivnost'», posviashchennoi 60-letiiu professora Amirlana Aidarbekovicha [Analysis of instrumental records of local earthquake in Almaty // In the digest of the International Scientific and Practical Conference "Topical issues and prospects for the development of construction: innovations, modernization and energy efficiency" devoted to the 60th anniversary of Professor Amirlan Aidarbekovich]. Almaty, 2017. P.17-22. (In Russian).

6. Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. *Issledovanie instrumental'nykh zapisei mestnogo zemletriaseniia v g. Almaty* [Study of instrumental records of local earthquake in Almaty] // Vestnik AO KazNISA. Almaty, 2017. №8 (72). P.15-21. (In Russian).

7. Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P., Devyatykh A.A. *Issledovanie instrumental'nykh zapisei mestnogo zemletriaseniia 02.02.2018 v gorode Almaty* [Study of instrumental records of local earthquake on 02.02.2018 in Almaty] // Vestnik AO KazNISA. Almaty, 2018. №2(73). P.15-21. (In Russian).

8. Mikhailova N.N., Sokolova I.N., Velikanov A.E., Sokolov A.N. *Zemletriaseniia na territorii goroda Almaty* [Earthquakes on the territory of the city of Almaty] // V sbornike «Vestnik Natsional'nogo iadernogo tsentra Respubliki Khazakhstan» [Bulletin of the National nuclear center of the RK], Ed. 3, 2015. P. 87-93. (In Russian).

9. Galperina R.M., Nersesov I.L., Galperin E.I. *Seismicheskii rezhim goroda Almaty za 1972-1982 gody* [Seismic setting in the city of Almaty for the years 1972-1982]. M.: Nauka. 1985. 248 p. (In Russian).

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

For citation: Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Daugavet V.P. Change research of dynamic characteristics of high-rise building according to data from engineering seismometric stations // *Seismostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii* [Earthquake engineering. Constructions safety], 2018, no. 3, pp. 38-44. (In Russian).

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

П.Д. Одесский, И.И. Ведяков СТАЛЬ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ Монография. М.: Металлургиздат, 2018. 906 с.



Вышла из печати книга Одесского П.Д., Ведякова И.И. «Сталь в строительных металлических конструкциях». Монография. М.: Металлургиздат, 2018. 906 с.

Интенсивное развитие стальных конструкций обусловлено тем, что они с наибольшей полнотой удовлетворяют требованиям современного строительства: индустриализации, сокращению объемов работ на строительной площадке, снижению стоимости возведения.

Создание и освоение материалов нового поколения, а также разработка соответствующих стандартов и строительных норм с непосредственным участием автора явились основной причиной написания данной монографии.

В работе рассматриваются прокат и трубы обычной, повышенной и высокой прочности с пределом текучести 200-700 Н/мм², как новейшие, так и применяемые с конца XIX в. до наших дней, поскольку здания из таких материалов находятся в эксплуатации и в настоящее время. Внимание уделено и другим материалам, применяемым в строительных металлоконструкциях: тонколистовым сталям,

профилям из них, среднеуглеродистым улучшенным сталям (высокопрочные болты, поковки, отливки), нержавеющей стали. Рассматриваются структурные состояния сталей, общие зависимости механических свойств от микро-структуры, получения сталей с оптимальными структурами в промышленных условиях.

Книга рассчитана на специалистов и инженерно-технических работников предприятий – потребителей проката, а также исследовательских и проектных организаций, связанных с производством и применением проката повышенной прочности, может быть полезна инженерам-конструкторам и проектировщикам, студентам и аспирантам металлургических и строительных вузов.