

УДК 550.343.9

Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А.,
Камчыбеков Ы.П., Кынатова З.Р.
Институт сейсмологии НАН КР,
Бишкек, Кыргызстан

ЗАТУХАНИЕ ВИБРОКОЛЕБАНИЙ ОТ СТРОИТЕЛЬНО- ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В работе приведены результаты определения затухания вибраций, исходящих от работы строительного катка на грунте вдоль автотрассы.

Ключевые слова: вибрация, запись, акселерограмма вибрации, преобладающая частота колебаний.

ЖОЛ КУРУУ ТЕХНИКАСЫНАН ПАЙДА БОЛГОН ВИБРАЦИЯЛЫК ТЕРМЕЛҮҮЛӨРДҮН ӨЧҮҮСҮ

Кыскача мазмуну. Аталган иште автотрассанын жээгин бойлогон жол куруу техникасынын иштеп жатканынан пайда болгон вибрациялык термелүүлөрдүн өчүүсүн аныктоонун жыйынтыктары келтирилген.

Негизги сөздөр: вибрация, вибрациянын акселерограммасын жазып алуу, вибрациялык термелүүнүн ашып турган жыштыгы.

ATTENUATION OF VIBRATIONS FROM BUILDING-ROAD EQUIPMENT

Abstract. The results of determination of the attenuation of vibrations emanating from the work of a road construction roller on the ground along the motorway are presented in the paper.

Keywords: vibration, record, accelerogram of vibration, prevailing frequency of oscillations.

Любой вид транспорта является источником колебаний, передающихся через грунтовую среду на расположенные вблизи транспортных магистралей сооружения, что вызывает вибрацию (транспортную вибрацию), которая сказывается как на техническом состоянии зданий, так и на санитарно-гигиенических условиях пребывания в них людей. По характеру передачи колебательной энергии на сооружение транспортная вибрация является кинематическим возмущением исследуемого сооружения [1].

В настоящее время практически отсутствуют нормативы, регламентирующие интенсивность вибраций в численных оценках по критериям прочности и надёжности охраняемых объектов.

Статистическое подобие колебаний грунта от движения транспорта и при землетрясениях приводит к целесообразности применить разработанные в сейсмостойком строительстве методы обработки и анализа данных к транспортной вибрации. Так, например, в работе [6] сообщается, что при проведении экспериментальных исследований было обнаружено уменьшение амплитуды колебаний при прохождении волн через границу «грунт – фундамент». В работе [7] рассматривается воздействие городского наземного транспорта на конструкции зданий и сооружений городской застройки. На основе анализа результатов многочисленных натурных измерений, выполненных в непосредственной близости от источников

колебаний, Makovička построил обобщенные спектры динамического воздействия, распространяющегося от автотранспорта. Представлены формулы для расчёта спектра динамического воздействия городского автотранспорта. Автор считает, что полученные результаты применимы для анализа динамического воздействия городского транспорта на строительные объекты на базе классических методов теории сейсмостойкого строительства. Как показывают экспериментальные измерения, вибрация, генерируемая в зданиях автомобильным движением, незначительна.

Целью данной работы является определение процесса затухания виброколебаний, исходящих от работы строительного катка в зависимости от расстояния. Эксперимент проводился возле автомагистрали, проходящей в с. Петровка Чуйской области Кыргызстана.

В соответствии с принятой методикой для измерений виброколебаний с регистрацией процессов нами был использован аппаратный комплекс, обеспечивающий неискаженное воспроизведение исследуемых исходных процессов. Работы подобного рода проводились нами и раньше [2,3,4,5]. Сейсмометрическая регистрация осуществлена компьютеризированными комплексами трёхосевых акселерографов GMS-18 и Guralp CMG-5T.

Расположение точек наблюдений показано на рисунке 1 и в таблице 1:

- точка №1 находится на расстоянии 6 м от дороги; в качестве сейсмоприёмников использовался трёхкомпонентный акселерометр GMS-18.
- точка №2 на расстоянии 9.5 м от дороги; в качестве сейсмоприёмников применялся трёхкомпонентный акселерометр GMS-18.
- точка №3 расположена рядом с фундаментом жилого дома на расстоянии 13 м от дороги.



Рис.1. Расположение точек и их номера: а – расстояние от дороги до точки № 1; б – расстояние от дороги до точки № 2; в – расстояние от дороги до точки №3.

Таблица 1

Расстояние точек наблюдений от дороги

Расстояние сейсмических станций от дороги	а	б	в
метр	6	9.5	13.0

В качестве вибратора был использован строительный каток (Рис. 2).



Рис.2. Строительный каток.

Модель катка – SEM 520; рабочий вес (в кг) – 20000; модификация – полноприводный, гидравлический; рабочая масса 20000 кг; нагрузка на передний барабан 13500 кг; линейная нагрузка 612 Н/см; максимальная скорость 10 км/ч; преодолеваемый уклон 45; радиус поворота 6500 мм; частота вибрации (мин/макс) 28/33; амплитуда колебаний (макс/мин) 1.86/0.93; сила вибрации (макс/мин) 370/255 кН; диаметр барабана 1600 мм; ширина барабана 2130 мм.

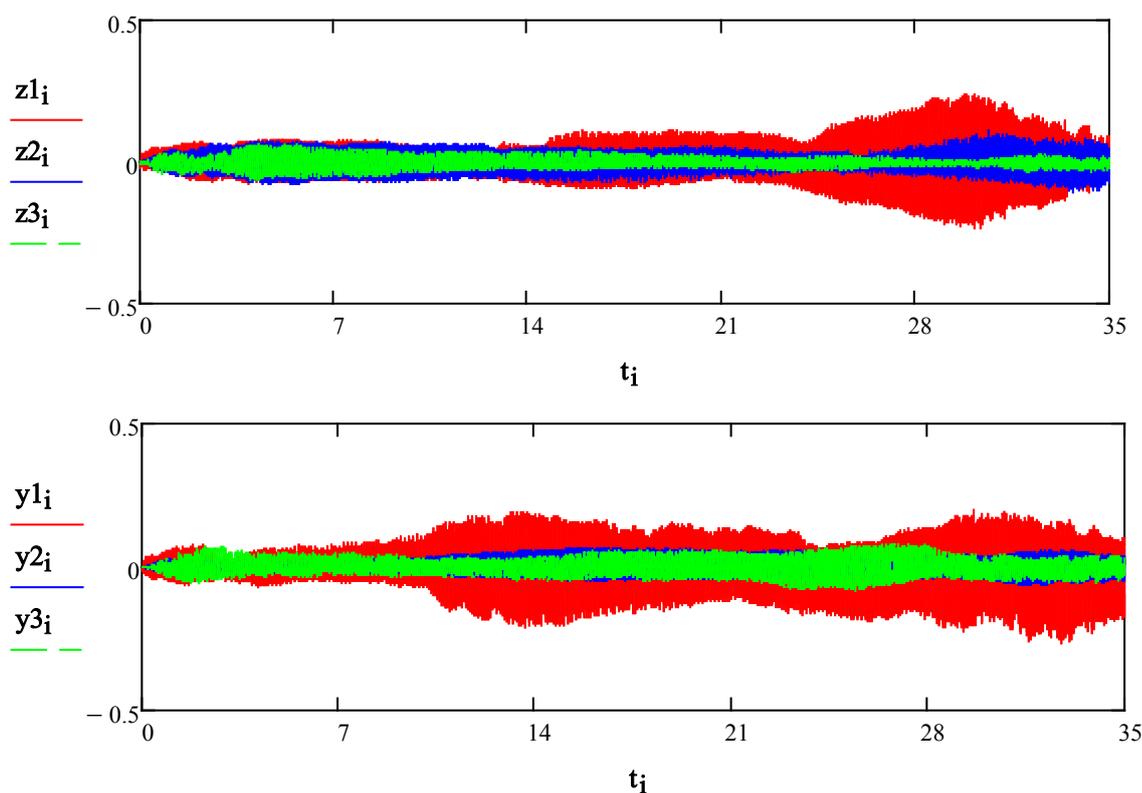
На участке исследования уровень грунтовых вод залегает близко к поверхности. В соответствии со СНиП по сейсмическим свойствам такие грунты относятся к III-категории [8,9].

Запись виброколебаний проводилась в двух режимах работы строительного дорожного катка: при максимальном и минимальном уровне режима. На рисунках 3-4 показаны запись вибраций и амплитудный спектр преобладающих частот, соответственно, при максимальном уровне работы строительного-дорожного катка.

На рисунке 3 записи $z1_i$ – запись первой точки (красная линия), $z2_i$ – запись второй (синяя линия), $z3_i$ – запись третьей точки (зеленая линия). На рисунке 4 амплитудных спектров S_{vy1} – амплитудный спектр виброколебаний с первой точки, S_{vy2} – амплитудный спектр виброколебаний со второй точки, S_{vy3} – амплитудный спектр виброколебаний с третьей точки.

Из записи виброколебаний (рис.3) видно, что амплитуды колебаний на вертикальной составляющей записи в первой точке выше, чем на второй и третьей. К тому же, затухание колебаний от первой точки ко второй происходит намного быстрее, чем затухание виброколебаний от второй точки к третьей. На горизонтальных составляющих X и Y записи колебаний затухания амплитуд колебаний от второй точки к третьей практически нет.

На рисунке 4 амплитудного спектра прослеживается та же тенденция, т.е. затухание амплитуд колебаний на вертикальной составляющей Z от первой точки ко второй более резкое, чем от второй точки к третьей на горизонтальных X и Y составляющих спектра.



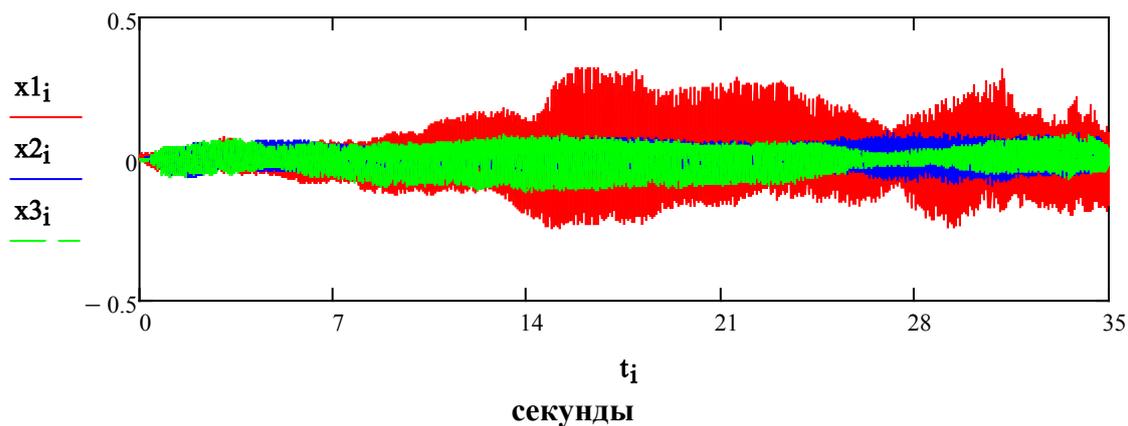
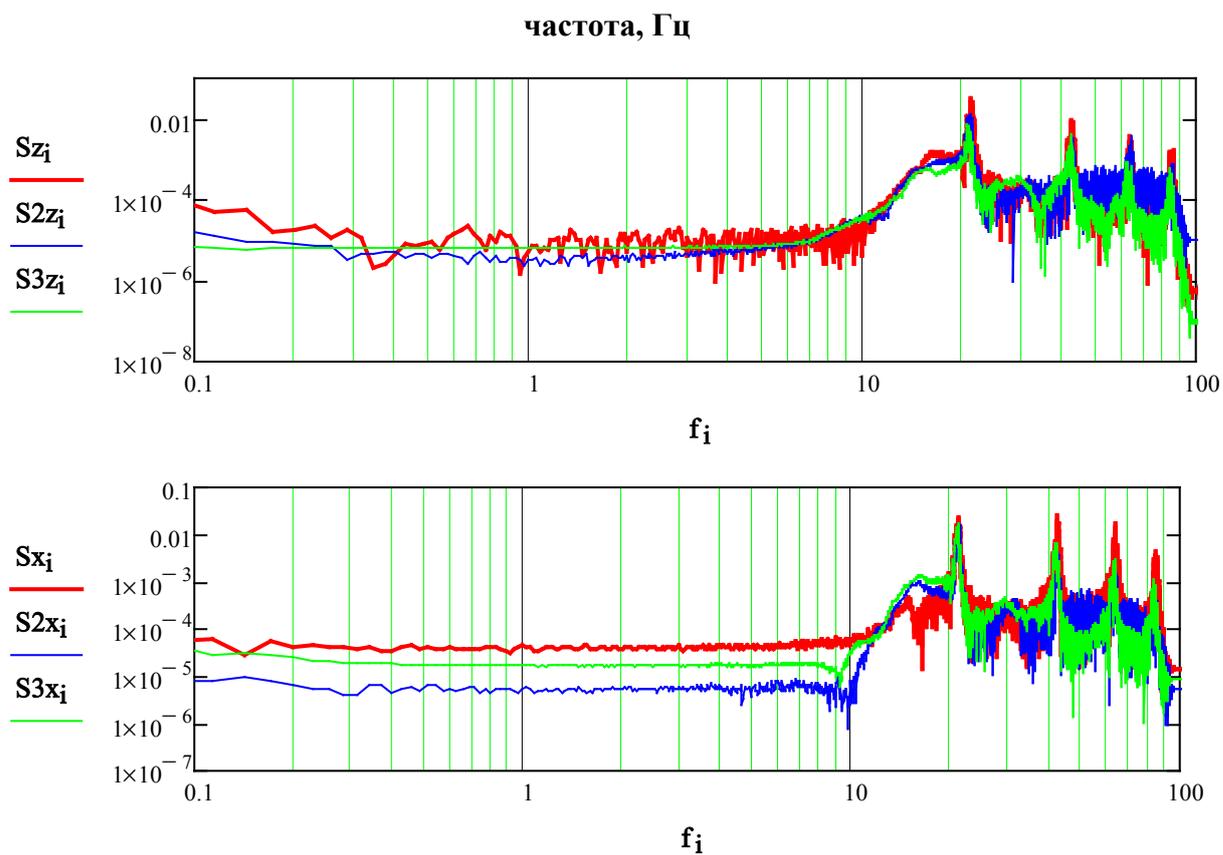


Рис. 3. Запись виброколебаний в точке № 2 при максимальных виброколебаниях от строительного-дорожного катка: верхняя запись – вертикально к оси дороги; средняя- перпендикулярно оси дороги; нижняя – параллельно дороге.



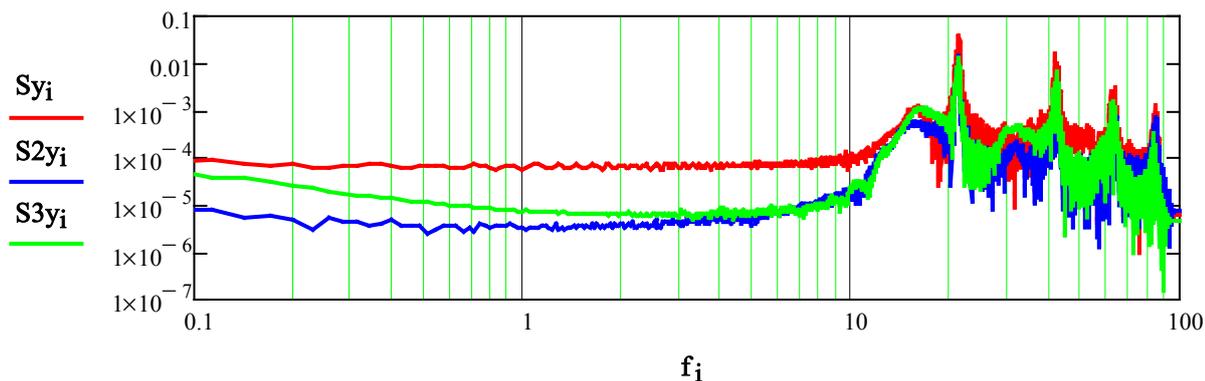
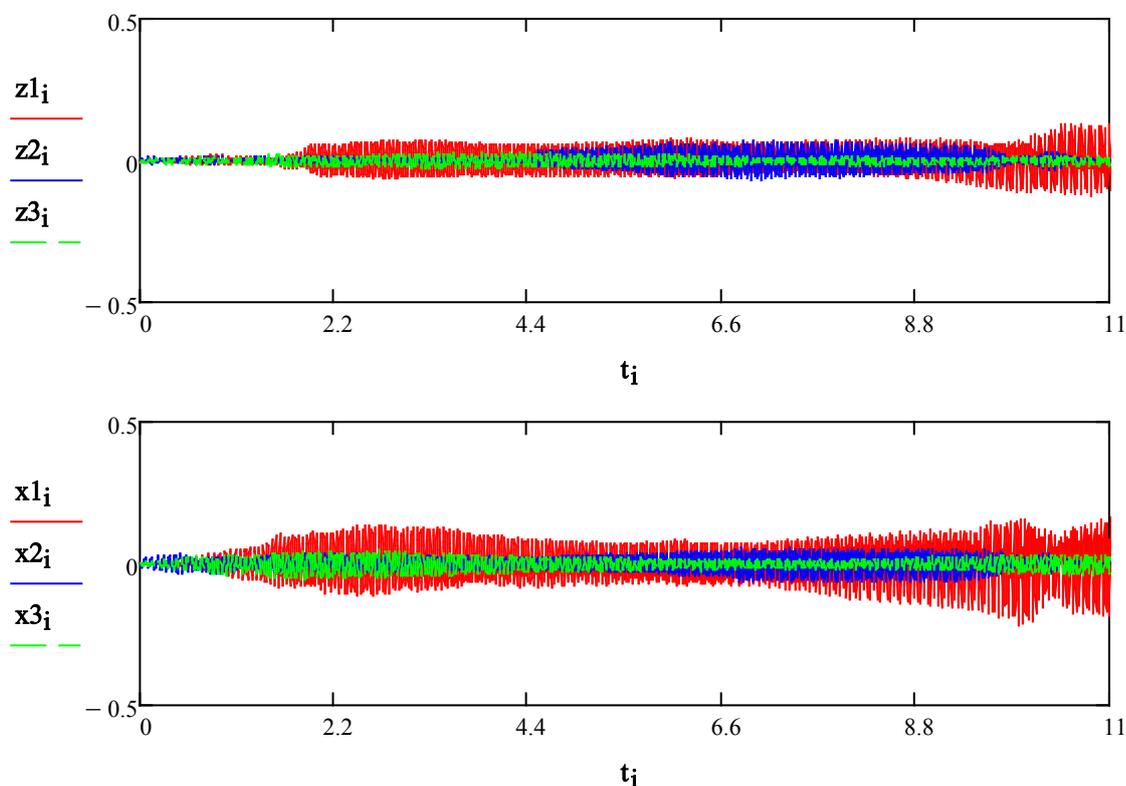


Рис.4. Амплитудный спектр Фурье виброколебаний в точках наблюдений при максимальных виброколебаниях от строительного катка: верхняя – перпендикулярно оси дороги; средняя – параллельно дороге; нижняя запись – вертикально к дороге

На рисунках 5 и 6 показаны запись вибраций и амплитудный спектр преобладающих частот вибраций, соответственно, при минимальном уровне работы строительного катка.

При минимальном режиме работы строительной техники затухание амплитуд виброколебаний на вертикальной составляющей Z от первой точки ко второй происходит более плавно. Более резкое снижение амплитуд колебаний наблюдается на горизонтальных составляющих X и Y при переходе от первой точки ко второй, и совсем незначительное снижение амплитуд виброколебаний при переходе от второй точки к третьей. Аналогичное поведение затухания амплитуд колебаний наблюдается и на амплитудно-частотном спектре (рис. 6).



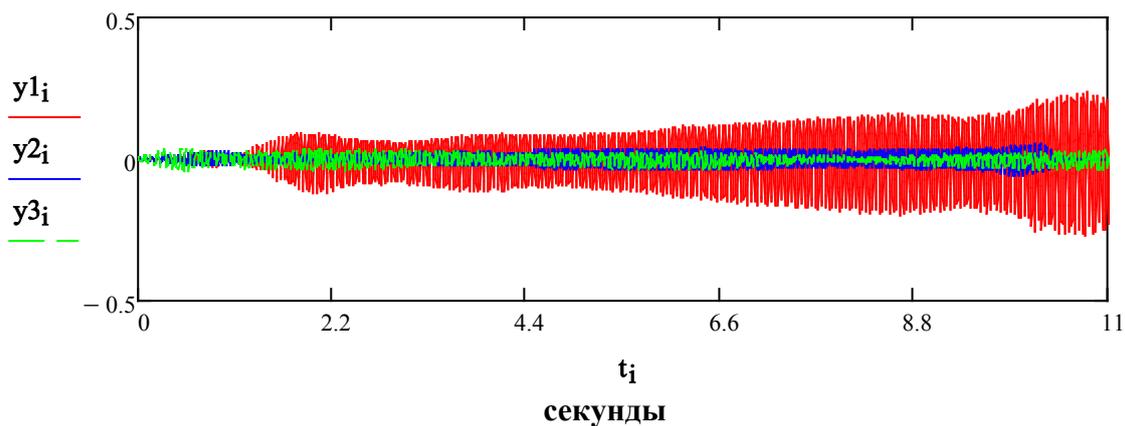
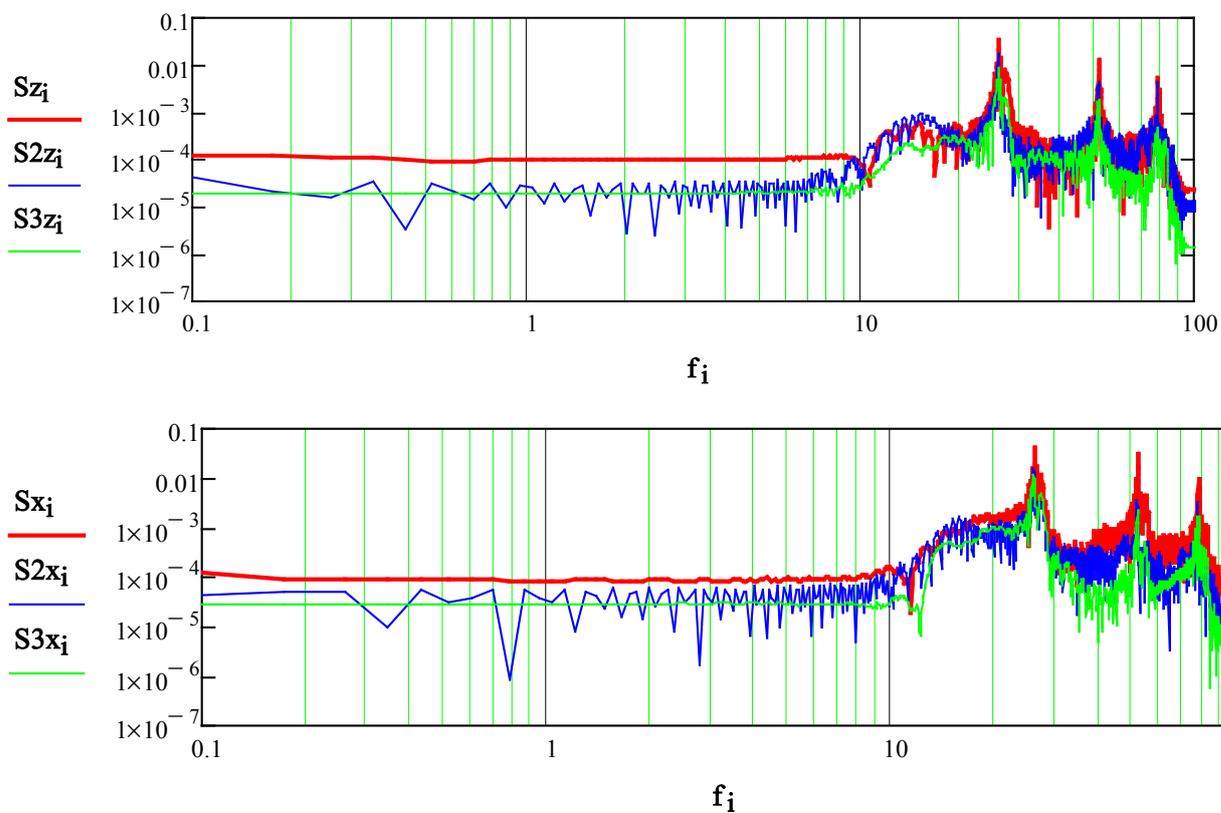


Рис.5. Запись вибраций при минимальном уровне работы строительного дорожно-катка.

На рисунке 6 видно, что по вертикальной составляющей спектра Z амплитуды на первой точке и второй ненамного отличаются. При переходе от второй точки к третьей снижение амплитуды колебаний более явное. На горизонтальных составляющих X и Y затухание амплитуд виброколебаний от первой точки ко второй резкое, а уже от второй к третьей – более плавное.



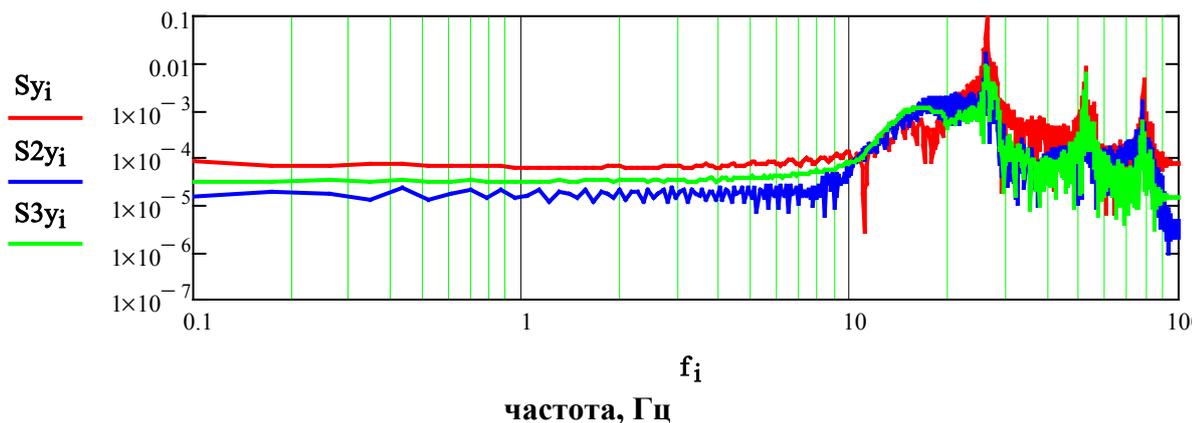


Рис.6. Амплитудный спектр Фурье преобладающих частот вибраций при минимальном уровне работы строительного катка.

В таблицах 2 и 3 приведены максимальные значения амплитуд вибрационных колебаний и его преобладающие частоты при максимальном и минимальном режиме работы строительного катка, соответственно.

Таблица 2

Максимальные значения амплитуд вибрационных колебаний и его преобладающая частота при максимальном режиме работ строительного катка

Номер сейсмочечек	Расстояние от дороги до точек, м	Перпендикулярно дороге, g	Преобладающая частота, Гц	Параллельно дороге, g	Преобладающая частота, Гц	Вертикально, g	Преобладающая частота, Гц
1	3.5	0.32	21.6	0.27	21.6	0.24	21.6
2	7	0.10	42.6	0.07	42.6	0.11	42.6
3	13	0.12	63.3	0.09	63.3	0.07	63.3

Таблица 3.

Максимальные значения амплитуд вибрационных колебаний и его преобладающая частота при минимальном режиме работ строительного катка

Номер точек	Расстояние от дороги до точек, м	Перпендикулярно дороге, g	Преобладающая частота, Гц	Параллельно дороге, g	Преобладающая частота, Гц	Вертикально, g	Преобладающая частота, Гц
1	3.5	0.2357	26.08	0.3105	26.08	0.23170	26.08
2	7	0.0647	52.15	0.0562	52.15	0.07330	52.15
3	13	0.0605	78.22	0.0539	78.22	0.03764ж	78.22

На рисунках 7 и 8 показаны графики затухания виброколебаний при максимальных и минимальных воздействиях по точкам 1, 2, 3 (перпендикулярный – перпендикулярно оси дороги; параллельный – параллельно дороге; вертикальный – вертикально к оси дороги).

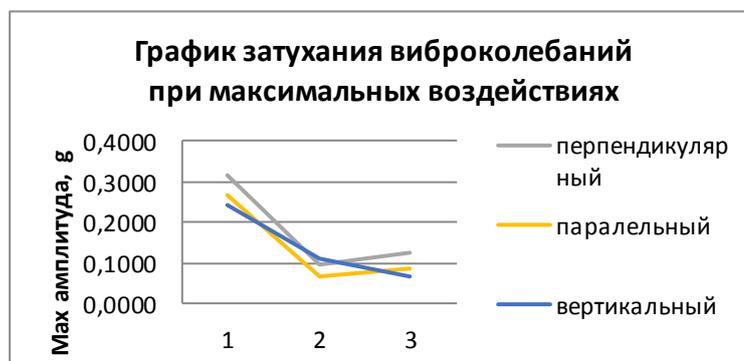


Рис.7. График затухания виброколебаний при максимальных воздействиях по точкам 1, 2, 3 (перпендикулярный – перпендикулярно оси дороги; параллельный – параллельно дороге; вертикальный – вертикально к оси дороги).

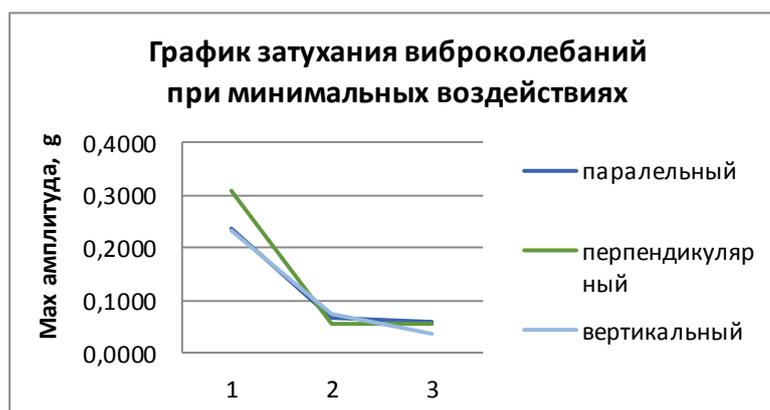


Рис.8. График затухания виброколебаний при минимальных воздействиях по точкам 1, 2, 3.

Полученные результаты показывают, что виброколебания от первой точки до второй, расстояние между которыми равно 3,5 м, затухают намного быстрее, чем от второй точки к третьей, расстояние между которыми также равно 3,5 м. Отсюда следует, что виброколебания на близком, к источнику вибраций, расстоянии затухают быстрее. С удалением от источника - затухание колебаний происходит медленнее.

Литература

1. Борисов Е.К., Алимов С.Г., Лысак Л.Г., Усов А.Г., Крылова Т.В., Степанова Е.А. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации. Изд. Камч. Гос. Техн. Унив., 2007 - 127 с.
2. Гончаров А.И., Куликов В.И., Эткин М.Б., Камчыбеков М.П. Сейсмический эффект Камбаратинского взрыва. // Взрывное дело. М.: ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук». 2012. № 108-65. с. 348-361.

3. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы. Сейсмомикрорайонирование отдельных участков Верхне-Нарынского каскада ГЭС. / Вестник института сейсмологии НАН КР, №5, 2016, с.35-45.
4. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы.П. Сейсморегистрация промышленного взрыва на карьере «Бозымчак», Кыргызстан. / Вестник института сейсмологии НАН КР, №1(7), 2016, с.40-48.
5. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А., Камчыбеков Ы.П., Кынатова З.Р. Влияние грунтовых условий на сейсмический эффект на участке линии прохождения магистрального газопровода в западной части территории Чуйской впадины Кыргызстана. / Вестник института сейсмологии НАН КР, №1(9), 2016, с.38-43.
6. Масленников Н.А. К вопросу о колебаниях зданий при прохождении транспорта // Стат. и динамические расчеты конструкций с учетом нелинейных свойств материалов. – Л.: ЛИСИ, 1991. – С. 20–23.
7. Makovicka D. Zatizeni stavebnich konstrukci seizmickymi usinky podpovrchove a povrchove dopravu (Динамическое воздействие транспорта на строительные объекты и конструкции) // Inz. Stavby. – 1991. – № 9. – S. 320–322.
8. СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах. // Госстрой СССР. – М: АПП ЦИТП, 1991. – 50с.
9. СНиП КР 20-02:2009 Сейсмостойкое строительство. Бишкек: 2009. Госстрой КР. - 103с.

Рецензент: канд. г.-мин. наук Фортуна А.Б.