

ент представлен рабочей характеристикой в виде функции от параметра микропрофиля, в качестве которого могут выступать дисперсии ординат микропрофиля дороги или вертикального ускорения центра масс автомобиля. Параметры, описывающие рабочую характеристику коэффициента поправки, найдены согласно методике оптимизации с регулируемыми параметрами [5].

Предложенный единый алгоритм управления крутящими моментами, подводимыми к колесам полноприводных автомобилей, требует для своей реализации значительного количества различных датчиков, однако современный уровень развития электронных элементов, их надежность и универсальность позволяет рассчитывать на их использование уже сегодня.

Поисковые исследования в данной области проведены по теме «Проведение проблемно-ориентированных исследований по разработке алгоритма управления мощностями, подводимыми к колесам полноприводных автотранспортных средств, в зависимости от условий движения» в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно – педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

Выводы

Единый алгоритм управления крутящими моментами позволяет управлять трансмиссией многосного автомобиля при обеспечении минимальных затрат мощности с сохранением высокой проходимости и управляемости автомобиля в различных дорожных условиях.

Алгоритм разрабатывался с учетом современного уровня развития электронных элементов, их надежности и универсальности. При наличии необходимых датчиков предлагаемый алгоритм может быть реализован в настоящее время с минимальными затратами на существующих автомобилях.

Литература

1. Плиев И.А., Сайкин А.М., Коршунов Г.О., Архипов А.В. Об оптимизации распределения мощности по осям и колесам полноприводных автомобилей в зависимости от дорожных условий // Журнал автомобильных инженеров. – 2011. - №3 (68). – С. 34 – 37.
2. Плиев И.А., Сайкин А.М., Коршунов Г.В., Архипов А.В. Алгоритмы управления мощностями, подводимыми к колесам полноприводных автомобилей // Журнал ААИ. - 2012. - № 3 (74). - С.16-18.
3. Петрушов В.А. и др. Мощностной баланс автомобиля/В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов; Под общ. Ред. В.А. Петрушова. – М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.
4. Шухман С.Б., Соловьев В.И., Прочко Е.И. Теория силового привода колес автомобилей высокой проходимости. М., Агробизнесцентр, 2007. – 336 с.
5. Бахмутов С.В., Ахмедов А.А., Орлов А.Б. Методика оптимизации законов регулирования подвески автомобиля с учетом условий эксплуатации. //«Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 1(13) 2012 г., с. 16-23.

Методы получения и спектральный анализ вибрационных характеристик искусственных треков

к.т.н. доц. Подрубалов В.К., Подрубалов М.В.

*Университет машиностроения
8(495)965-9129, podrubalov@bk.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены результаты расчетов характеристик кинематических возбуждений от профилей искусственных треков, которые должны применяться при оценке вибрации машин на соответствие стандартам. Показаны основные свойства этих треков. Выбраны наиболее представительные треки для осуществления расчетных и натуральных экспериментов по совершенствованию систем виброзащиты.

Ключевые слова: *вибрация, искусственный трек, возбуждение, спектральная плотность, диапазон частот, вибрационная характеристика*

Вибрация тракторов и самоходных машин, обусловленная кинематическим воздействи-

ем профиля пути, оказывает существенное негативное влияние на степень комфорта и эффективность работы оператора, а при больших длительности и уровне - на его здоровье (возникновение вибрационной болезни) и безопасность. Межгосударственные стандарты [1, 2], введенные в действие с 2008 года, устанавливают новые отношения сторон в области обеспечения вибрационной безопасности. В отличие от существовавших ранее [3, 4], которые предписывали выполнение норм по вибрации, в них отражена концепция, принятая в странах ЕС и других промышленно развитых странах, где ответственность по виброзащите оператора переходит последовательно от изготовителя машины (обязан определить и задать ее вибрационные характеристики) к работодателю (правильно выбрать и эксплуатировать машину) и далее к надзорным органам, аккредитованным государством, контролирующим первые два субъекта.

Из сказанного видно, что главным этапом здесь является экспериментальное определение параметров вибрационной характеристики машины с применением испытательного кода [2] (метода), использующего искусственные эталонные треки, которые вследствие своей неразрушимости после каждого проезда трактора обеспечивают длительное время воспроизводимости испытаний. Треки, назначенные для испытаний в нашем новом стандарте [2], были созданы в английском институте NIAE (британский стандарт 4220) в начале 60-х годов прошлого века и в дальнейшем приняты как фоны для испытаний тракторов и самоходных машин в СТ ИСО 5008. Два трека имитируют проселочную дорогу и вспаханное поле. Известно [5], что для построения профилей этих треков использованы образцы поверхностей, спектры которых огибают спектры микропрофилей дорог и агрофонов, обследованных в Англии и в одном из районов ФРГ. В [5] утверждается, что количество измерений было ограничено, вследствие чего их параметры статистически недостоверны. В то же время в этой работе предложены треки, которые в дальнейшем были введены в ГОСТ [4]. Принцип синтеза их характеристик, как заявляет автор, был другой: сначала проводилась оценка и обобщение параметров реальных фонов, и затем – получение искусственных ординат эталонных профилей через обратное преобразование Фурье исходного спектра.

Поэтому проведение исследований характеристик возбуждений от созданных к настоящему времени искусственных фонов (в том числе отечественных [4]), которые позволят оценить общую картину по этому вопросу и подтвердить или опровергнуть рациональность выбора в [2] режимов для натуральных испытаний тракторов, является весьма актуальным. Кроме того, наличие этих данных крайне важно для корректного задания функции цели при математическом моделировании и расчетах по оптимизации систем виброзащиты мобильных машин на стадиях их проектирования и модернизации.

При осуществлении сравнительного анализа характеристик треков сначала используем традиционный подход, алгоритм которого следующий: массив значений ординат микропрофиля - оценки дисперсии, корреляционной функции и спектральной плотности - коэффициенты аппроксимации - анализ. Полученные оценки указанных характеристик наиболее часто аппроксимировали связанными преобразованием Фурье выражениями:

$$R(l) = \sigma^2 \cdot e^{-\alpha \cdot |l|} \cdot \cos(\beta \cdot l), \quad (1)$$

$$S(\omega) = \sigma^2 \cdot \frac{2 \cdot \alpha}{\pi} \cdot \frac{\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2}{(\omega^2 - \alpha^2 - \beta^2)^2 + 4\alpha^2 \cdot \omega^2}, \quad (2)$$

где: ω – путевая частота, 1/м;

σ – среднеквадратическое значение (СКЗ) ординат профиля пути, 10^{-2} м;

$\alpha = \frac{\beta}{\pi} \cdot \ln \left| \frac{\sigma^2}{R(l_2)} \right|$ – коэффициент, характеризующий интенсивность затухания корреляционной функции, 1/м;

$\beta = \frac{\pi}{2 \cdot l_1}$ – коэффициент, характеризующий гармоническую составляющую корреляционной функции профиля, 1/м;

l_1 – абсцисса первого пересечения корреляционной функции с нулем, т.е. $R(l_1)=0$;

l_2 – абсцисса первого отрицательного минимума корреляционной функции.

При произвольной постоянной скорости машины V выражения (1) и (2) рассчитываются при:

$$\sigma_V^2 = \sigma^2 = const, \alpha_V = \alpha \cdot V, \beta_V = \beta \cdot V, \omega_V = \omega \cdot V. \quad (3)$$

Таблица 1

Параметры эталонных треков ГОСТ 12.2.002-91 и ИСО 5008:2002

Стандарт	Трек	Скорость v , м/с (км/ч)	Колея	СКЗ высоты неровностей σ , м·10 ⁻²	Параметры аппроксимации	
					α , 1/м	β , 1/м
ГОСТ 12.2.002-91	Агрофон	2,22 (8)	Колеи совпадают	1,51	1,8	1,24
	Дорога грунт.	4,17 (15)		2,1	0,26	0,49
ИСО 5008:2002	неровная колея Агрофон	1,39 (5)	Л	5	0,5	0,4
			П	4,66	0,25	0,3
			Среднее	4,83	0,38	0,35
	ровная колея Дорога	3,33 (12)	Л	1,8	0,24	0,33
			П	2,46	0,28	0,08
			Среднее	2,13	0,26	0,21

Анализ статистических параметров эталонных треков, вычисленных в работе [5] по формулам (1) и (2), показывает (таблица 1), что они имеют мало общего. Во-первых, в наш ГОСТ противостоит заложено, что при натуральных испытаниях машины или при расчетных экспериментах с применением исходных ординат профилей на динамическую систему машины действуют одинаковые кинематические возбуждения по разным колеям, т.е. машина не будет испытывать поперечных колебаний, что не соответствует картине, наблюдаемой в реальной эксплуатации мобильных машин, а также требованиям ГОСТ и СТ ИСО [1, 3] по оценке горизонтальной вибрации. Потом весьма разнятся как регламентируемые стандартами скорости движения машин, так и сами параметры σ , α , β , α_v , β_v . Единственный случай – это практическое совпадение СКЗ высот неровностей σ и параметра α для дороги ГОСТ и среднего значения ординат профилей правой и левой колеи СТ ИСО.

Однако более чем 2-х кратная разница в параметре β профилей и существенное отличие в скоростном режиме движения машины не дает права говорить о какой-либо их эквивалентности. Т.е. общепринятый подход с использованием при анализе параметров аппроксимации по выражениям (1) и (2) не дает значимых результатов.

Первичной характеристикой, отображающей уровень кинематического воздействия на машину, являются СКЗ высот неровностей профилей пути и воздействий от него в заданных диапазонах частот. Их оценки (рисунок 1, таблица 2) получены для различных (в том числе и регламентируемых) скоростей движения машины. Анализ проводился в наиболее опасном для оператора диапазоне частот 0-11,2 Гц. Он в соответствии со стандартами [1-4] разбивался на октавные диапазоны частот (ОДЧ): 0-0,7 Гц – факультативно; 0,7-1,4 Гц – среднегеометрическая частота (СГЧ) 1 Гц; 1,4-2,8 Гц – СГЧ 2 Гц; 2,8-5,6 Гц – СГЧ 4 Гц; 5,6-11,2 – СГЧ 8 Гц. Расчеты проведены:

1. Интегрированием в указанных выше диапазонах частот функций спектральных плотностей профилей фонов и их воздействий, полученных по формулам (1) – (3).
2. Интегрированием в тех же диапазонах частот спектральных плотностей эталонных фонов ($v=1$ м/с) и воздействий от них, вычисленных по массивам ординат, представленных в стандартах [2, 4]. Реализации для последующей статистической обработки формировались с использованием интерполяции кубическими сплайнами, применение которой имело целью увеличение количества точек в реализациях за счет введения промежуточных точек по длине шага квантования и тем самым улучшения оценок спектральных плотностей при использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ).

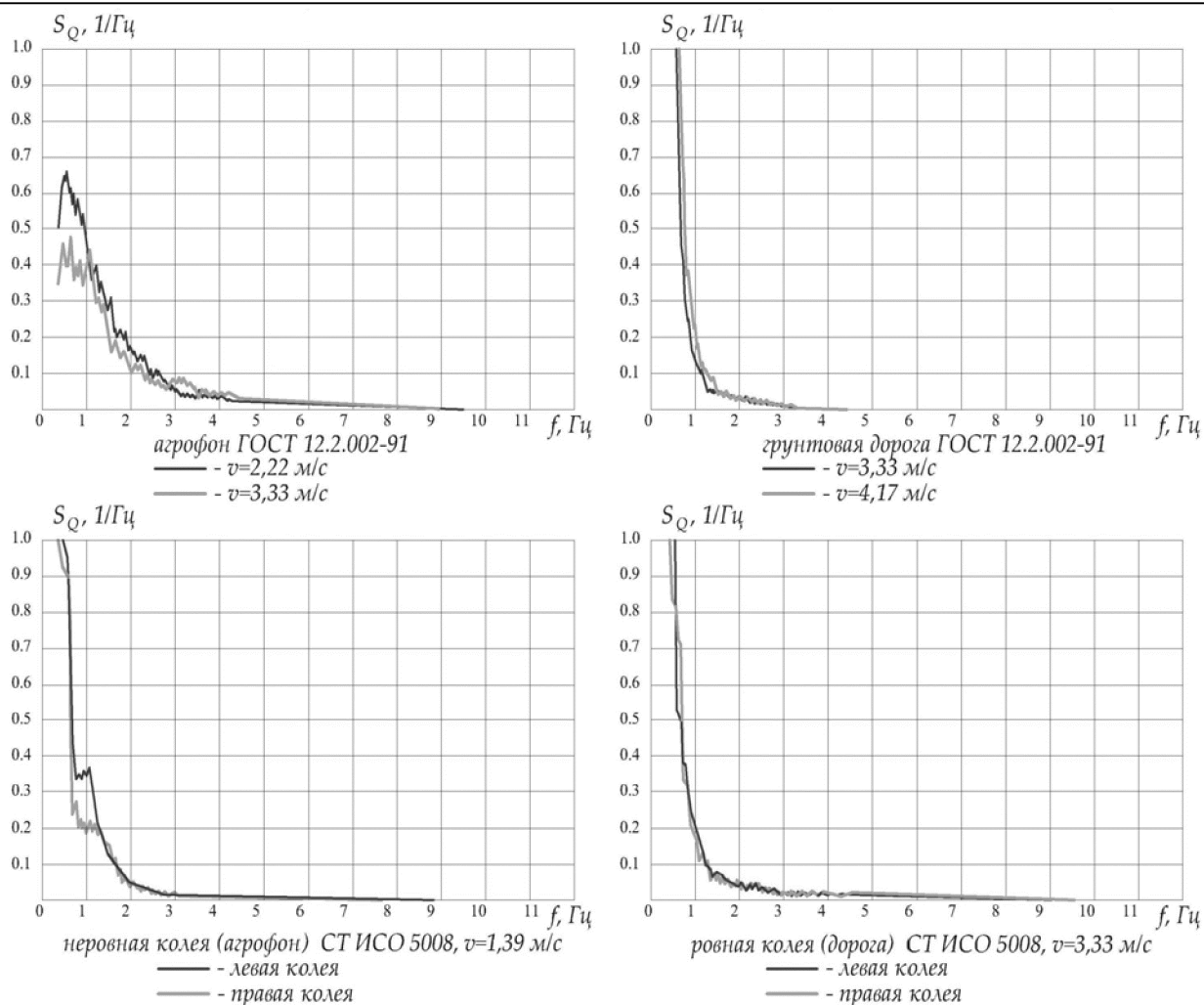


Рисунок 1 - Нормированные спектральные плотности воздействий по перемещениям от эталонных треков

Спектральный анализ воздействий от искусственных эталонных профилей по перемещениям (рисунок 1) показывает, что основная доля дисперсии нормированных машинных спектров, полученных по массивам ординат, лежит в диапазоне до 2 Гц. Небольшое отличие наблюдается лишь у спектров эталонного агрофона ГОСТ (они более растянуты), причем как на регламентируемой скорости 2,22 м/с (8 км/ч), так и 3,33 м/с (12 км/ч).

Они, так же как и реальные с.х. фоны [6], не имеют смещения каких-либо выраженных максимумов с увеличением скорости, что предполагают формулы (1)-(3). Это говорит об ограниченности применения этих формул для реализаций, заданных массивами ординат профилей пути даже подверженных предварительной обработке.

Таблица 2

СКЗ высоты неровностей ($m \cdot 10^{-2}$) эталонных треков и воздействий от них, рассчитанные с использованием аппроксимации спектров (числитель) и машинным кривым спектров (знаменатель)

Стандарт	Трек	Скорость (м/с)	Колея	Диапазон частот, Гц					
				0-0,7	0,7-1,4	1,4-2,8	2,8-5,6	5,6-11,2	0-11,2
ГОСТ 12.2.002-91 (числитель – нормирующие значения)	Агрофон	1,0	Колеи совп.			0,61	0,43	0,31	
				1,18	0,55	0,38	0,22	0,03	1,37
	Дорога	1,0	Колеи совп.			0,43	0,3	0,21	
				2,06	0,29	0,21	0,11	0,01	2,1

ГОСТ 12.2.002-91	Агрофон	1,0	Колеи совп.	1,3	0,55	0,39	0,27	0,19	1,5
				1,18	0,55	0,38	0,22	0,03	1,37
		2,22		1,03	0,75	0,58	0,41	0,29	1,48
				0,91	0,73	0,57	0,41	0,25	1,37
	Дорога грунт.	1,0	Колеи совп.	2,06	0,29	0,2	0,14	0,1	2,1
				2,06	0,29	0,21	0,11	0,097	2,1
		4,17		1,9	0,69	0,43	0,30	0,21	2,09
				1,86	0,8	0,46	0,31	0,21	2,1
ИСО 5008:2002	неровная колея Агрофон	1,0	Л	4,82	0,74	0,52	0,37	0,26	4,65
				5,19	1,64	0,83	0,46	0,19	5,52
			П	4,57	0,63	0,44	0,31	0,22	4,6
		4,78		1,41	0,74	0,37	0,11	5,05	
		1,39	Л	4,74	1,13	0,79	0,56	0,40	4,98
				4,93	2,16	1,11	0,61	0,29	5,52
	П		4,54	0,74	0,52	0,37	0,26	4,65	
			4,7	1,43	1,08	0,52	0,21	5,05	
	ровная колея Дорога	1,0	Л	1,77	0,24	0,17	0,12	0,08	1,8
				2,04	0,28	0,24	0,11	0,03	2,07
			П	2,41	0,35	0,25	0,18	0,12	2,46
				2,64	0,27	0,24	0,1	0,02	2,67
		3,33	Л	1,69	0,45	0,31	0,22	0,15	1,8
				1,91	0,63	0,40	0,23	0,23	2,07
П			2,29	0,63	0,45	0,32	0,23	2,45	
			2,55	0,57	0,39	0,26	0,22	2,67	

Сравнение расчетных оценок СКЗ ординат искусственных треков $V = 1,0$ м/с и СКЗ воздействий от треков по перемещению при $V > 1$ м/с в ОДЧ (таблица 2) показывает следующее:

- метод получения анализируемых параметров с использованием предварительной аппроксимации по формулам (1)-(3) и метода прямого получения этих параметров после вычисления оценки спектральной плотности БПФ и ее интегрирования дают близкие оценки СКЗ по всем диапазонам частот только для обоих фонов ГОСТ и в меньшей степени дороги (ровной колеи) СТ ИСО. Худшая сходимость (отличие до 2,3 раза) у СКЗ агрофона и его воздействий СТ ИСО в диапазонах 0,7-1,4, 1,4-2,8, 2,8-5,6 Гц. Это указывает на необходимость использования машинных оценок спектров воздействий как более корректных;
- СКЗ ординат воздействий от трека агрофона ГОСТ при $V = 2,22$ м/с в главных по воздействию на человека четырех ОДЧ с СГЧ 2, 4, 8 Гц достаточно близки к аналогичным параметрами агрофона СТ ИСО при $V = 1$ м/с. Однако при таком сравнении в ОДЧ с СГЧ 1 Гц разница СКЗ машинных значений доходит до 2,2 раз;
- весьма мало отличаются (до 1,27 раза) СКЗ воздействий от неровностей эталонного трека грунтовой дороги ГОСТ ($V = 4,17$ м/с; 15 км/ч) и дороги (ровная колея) СТ ИСО ($V = 3,33$ м/с; 12 км/ч). Учитывая допуск нашего стандарта на скорость движения машины при испытаниях ± 2 км/ч можно заключить, что при таком сравнении эти два стандартных режима будут наиболее близки друг к другу.

Таким образом, анализ таблицы 2 показывает, что искусственные треки ГОСТ и СТ ИСО являются по уровню СКЗ ординат профилей в первых четырех ОДЧ во многих случаях несравнимыми между собой. В то же время видно, что если рассматривать одну какую-либо колею искусственного трека СТ ИСО или ГОСТ, то можно подобрать скорость движения машины, при которой СКЗ ординат воздействий по перемещению в ОДЧ, полученные по машинным спектрам, практически совпадут или будут близки параметрам другой колеи и другого фона этих же стандартов.

Из расчетов (таблица 2) видно происхождение СКЗ высот неровностей «типовых микропрофилей» ГОСТ 12.2.002-91 [4], по которым должны нормироваться виброускорения в

ОДЧ на сиденье оператора при испытаниях тракторов и др. машин на естественных фонах в типичных условиях эксплуатации, допускаемым в стандарте. Эти параметры совпадают точно или практически (до 4%) с аналогичными значениями возбуждений для эталонных фонов этого же стандарта (агрофона при $V=2,22$ м/с и грунтовой дороги при $V=4,17$ м/с), вычисленными по аппроксимационным выражениям (1) – (3). В то же время становится очевидным, что в стандарте была допущена принципиальная методологическая ошибка, поскольку он предписывал проводить указанную нормировку СКЗ ускорений, полученных при испытаниях, используя СКЗ ординат замеренного реального профиля в ОДЧ без учета скорости испытываемой машины, т.е. без преобразования его в воздействие.

Полученные результаты исследований (рисунок 1, таблица 2) позволили определить качественную и количественную характеристики возбуждений от треков и могут служить базой при формировании функции спектральной плотности входа на динамическую систему "местность-машина" при спектральном методе оценки ее вибронагруженности на стадии проектирования. Однако в сравнении с оцениваемыми стандартами [1, 4] параметрами (уровнями СКЗ виброускорений на сиденье оператора и руле) такие функции имеют другую размерность – перемещение. Поэтому для натуральных испытаний и теоретических исследований по оценке вибрационных характеристик мобильных машин предлагается использовать спектральную плотность возбуждений по ускорению от профиля пути, а также ее СКЗ в ОДЧ. Физическая сущность такого подхода хорошо интерпретируется картиной равномерного движения твердого тела без отрыва по профилю. При равенстве квадрата модуля частотной характеристикой тела единице на выходе этой динамической системы мы будем получать собственно спектральную плотность возбуждения по ускорению от профиля пути.

На рисунке 2 представлены рассчитанные по массивам ординат нормированные спектральные плотности воздействий по ускорениям от изучаемых эталонных треков с регламентированными стандартами скоростями движения машины. Расчёты спектров и их нормирование проведены в первых 4-х ОДЧ (до 11,2 Гц).

Из графиков видно, что спектры воздействий по ускорению от эталонных фонов ГОСТ ($V=2,22$ м/с - агрофон, $V=4,17$ м/с - дорога) и СТ ИСО ($V=3,33$ м/с - дорога) имеют монотонный практически линейный рост. Если нанести эти кривые на один график, то они будут весьма близки друг к другу. Это говорит о том, что эти возбуждения в качественном отношении к динамической системе машины практически одинаковы.

Иная картина у спектров воздействий от колеи от агрофона СТ ИСО при $V=1,39$ м/с. В ОДЧ с СГЧ 2, 4 и 8 Гц (1,4-11,2 Гц) они имеют приблизительно постоянный (ступенчато) характер, т.е. их можно классифицировать как «белый шум по ускорению». Здесь нужно заметить, что их уровень в диапазоне частот 1-8 Гц существенно превышает значения параметров воздействий от других треков.

Для получения численных оценок уровня возбуждения на динамическую систему машины, движущейся по искусственным эталонным трекам с различной скоростью, было проведено интегрирование нормированных спектров воздействий (рисунок 2) в ОДЧ с последующим вычислением СКЗ воздействий по ускорению (таблица 3).

Расчётные данные подтверждают качественную картину, полученную для воздействий от эталонных фонов с помощью спектрального анализа. Так, из таблица 1 видно, что уровень воздействий по ускорению от профилей левой, правой колеи и их среднего значения равной колеи (дороги) СТ ИСО при скорости машины $V=3,33$ м/с (12 км/ч) весьма близки (отличие до 1,2-1,3 раза) к СКЗ воздействий по ускорению от искусственного трека, имитирующего грунтовую дорогу ГОСТ при регламентируемых скоростях $V=3,61$ м/с (13 км/ч) и $V=4,17$ м/с (15 км/ч). Причём это наблюдается как для ОДЧ, так и в суммарном диапазоне 0-11,2 Гц. Несколько большие числовые различия по оценкам СКЗ по отношению к указанным выше у воздействий по ускорениям от агрофона ГОСТ при $V=2,22$ м/с (8 км/ч). Наибольшая разница видна в 3-ем ОДЧ (2,8-5,6 Гц), где она достигает 1,45 раза.

Применение предложенного метода спектрального анализа возбуждений по ускорению позволило выявить для треков теоретически возможный уровень виброускорений возбужде-

ний в каждом ОДЧ, т.е. определить вибрационную характеристику трека по аналогии с характеристикой для испытываемой машины по новому стандарту [2]. При этом легко поддаются сравнению (таблица 3) данные по воздействию по разным колеям треков ИСО (отличие до 50%), изменению скорости при испытаниях машины хотя бы на 1 км/ч по отношению заданной кодом испытаний (до 19% – см. агрофон $V=2,22$ и $2,5$ м/с).

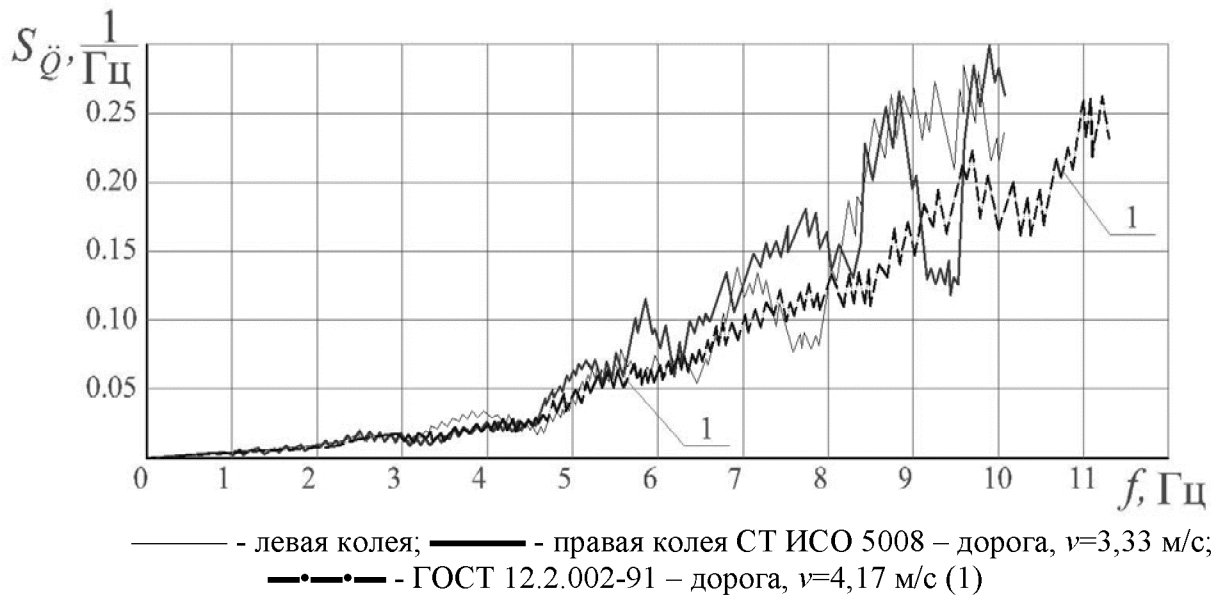


Рисунок 2 - Нормированные спектральные плотности воздействий по ускорениям от эталонных треков

Таблица 3

СКЗ воздействий по ускорению от профилей эталонных треков, m/s^2

Стандарт	Трек	Скорость м/с	Колея	Диапазоны частот, Гц					
				0-0,7	0,7-1,4	1,4-2,8	2,8-5,6	5,6-11,2	0-11,2
ГОСТ 12.2.019-91						1,15	0,8	0,6	1,52
ИСО 2631:1979					1,1	0,79	0,57	0,6	1,59
ГОСТ 12.2.002-91	Агрофон	1,0	Колеи совп.	0,13	0,3	0,73	1,2	0,29	1,47
		2,22		0,16	0,41	1,09	2,87	5,92	6,69
		2,5		0,16	0,44	1,14	3,07	7,04	7,78
		2,78		0,15	0,45	1,19	3,24	7,9	8,63

Раздел 1. Наземные транспортные средства, энергетические установки и двигатели.

	Грунтовая дорога	1,0		0,08	0,16	0,4	0,44	0,2	0,65
		3,61		0,18	0,33	0,85	1,94	5,41	5,82
		4,17		0,21	0,36	0,92	2,09	5,87	6,31
		4,72		0,22	0,4	0,98	2,21	6,36	6,81
ИСО 5008:2002	Неровная колея (агрофон)	1,0	Л	0,4	0,77	1,46	2,74	5,20	6,11
			П	0,31	0,69	1,2	2,21	2,33	3,51
			Сред	0,35	0,73	1,33	2,47	3,77	4,81
		1,39	Л	0,41	1,08	1,92	4,07	6,62	8,07
			П	0,28	0,91	1,66	3,32	4,5	5,9
			Сред	0,35	0,99	1,79	3,69	5,56	6,98
	Ровная колея (дорога)	1,0	Л	0,08	0,16	0,5	0,43	0,83	1,07
			П	0,07	0,17	0,47	0,38	0,7	0,93
			Сред	0,08	0,16	0,48	0,41	0,76	1
		3,33	Л	0,16	0,29	0,76	1,91	6,19	6,53
			П	0,16	0,31	0,65	2,06	5,78	6,18
			Сред	0,16	0,3	0,71	1,98	5,98	6,35

Сопоставление полученных оценок возбуждений по ускорению (таблица 3) с нормативами допускаемых вертикальных ускорений на сиденье оператора для колесных тракторов показывает, что они для ОДЧ 0,7-1,4 Гц и 1,4-2,8 Гц меньше или практически им равны. Т.е. если трактор был бы твердым телом, то нормативы по вибрации во 2-ом ОДЧ выполнялись. На практике же снижение вибрации в именно этом ОДЧ (наряду с 3-им) является наиболее трудной задачей при использовании в системе виброзащиты только шин (основной источник большой вибрации в этих ОДЧ) и подвески сиденья.

Таким образом, спектральный анализ и примененные методы представления функций возбуждения динамической системы машины от искусственных треков позволили сформировать их вибрационные характеристики, которые можно использовать при математическом моделировании вибрации мобильных машин.

Полученная картина оценок параметров возбуждений по ускорениям от треков говорит о практической идентичности в качественном и количественном отношении (по вертикальной вибрации) треков ГОСТ 12.2.002-91 и трека ровной колеи (дороги) СТ ИСО 5008. Поэтому выбор одного из этих треков для формирования функции цели при оптимизации системы виброзащиты машины в смысле представительности является для проектировщика более предпочтительным, так как существенно уменьшает объем расчетов. Оценка конечных результатов натурального и расчетных экспериментов по ГОСТ [1, 2] благодаря предложенной методике получения вибрационных характеристик может быть легко пересчитана для любого трека, включая трек неровной колеи (агрофона) СТ ИСО.

Литература

1. ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. М., Изд. стандартов, 2008.
2. ГОСТ 31323-2006 (ИСО 5008:2002). Вибрация. Определение параметров вибрационной характеристики самоходных машин. Тракторы сельскохозяйственные колесные и машины для полевых работ. М., Изд. стандартов, 2008.
3. ГОСТ 12.2.019-86. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 2005.
4. ГОСТ 12.2.002-91. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1991.
5. Арутюнян В.С. Обоснование параметров и разработка конструкции типового трека для испытания колесных сельскохозяйственных тракторов по оценке вибрации. Диссертация на соискание ученой степени к-та техн. наук. Ереван, 1983, 212 с.
6. Подрубалов В.К. Анализ статистических оценок кинематических воздействий от типичных с.-х. профилей пути. / В.К. Подрубалов, А.Н. Никитенко // Тракторы и сельхозмашины.-1984.-№ 8. с. 14-16.