

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОБЕЗОПАСНОСТИ МАШИН

Кудин В.В., Астахов Э.И., Кудин М.В., Киселев Д.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск

The procedure of use of standard computer systems is offered by development of protective devices of precision treating inventory.

Современное высокоточное прецизионное машиностроительное оборудование предъявляет повышенные требования к минимизации вибраций рабочих площадок, на которых оно монтируется.

Рабочие площадки заводских цехов, предназначенных под установку такого оборудования, не всегда удовлетворяют поставленным требованиям по минимальным вибрациям. Это связано с тем, что подстилающий грунт является достаточно хорошим проводником колебаний, вызванных динамическими воздействиями от работы оборудования, станков, машин, находящихся вблизи рабочей площадки либо на значительном удалении. Колебания, излучаемые различными источниками, отличаются как по мощности, так и по частоте [1], поэтому колебания в зоне рабочих площадок являются случайным и передаются на корпус, устанавливаемого оборудования в виде вибрационных воздействий, которые описываются сложным полигармоническими функциями.

Учет всех силовых факторов, действующих в зоне рабочей площадки, предназначенной под установку оборудования, необходимо осуществлять некоторым комплексным фактором, как, например, кинематическим возмущением.

Кинематическое возмущение рабочей площадки включает в себя виброперемещения, виброскорость и виброускорение соответствующих точек опорной поверхности в частотном диапазоне работы оборудования.

Кинематическое виброперемещение точек опорной поверхности рабочей площадки – это параметр, выражающий суммарное воздействие на окружающую среду всех работающих машин и оборудования предприятия с учетом упруго-диссипативных свойств среды.

Для получения виброперемещений точек рабочей площадки предлагается использовать инструментальный способ, т.е. с помощью современной виброизмерительной аппаратуры производим измерения соответствующих кинематических характеристик виброперемещения точек, при этом создаем самые экстремальные условия воздействия на окружающую среду. Программное обеспечение измерительной аппаратуры позволяет хранить в памяти необходимые значения виброперемещения, виброскорости и виброускорения точек с заданным интервалом времени в цифровом виде. При этом используются трехкомпонентные датчики, способные осуществлять измерения по трем взаимно-перпендикулярным направлениям одновременно. Измерение параметров вибрации осуществляется пьезодатчиками типа ДН-3, 32-КД, жестко прикрепляемых к площадке в заданном направлении. С целью проведения детального спектрального анализа, как по частоте, так и по величине амплитуды колебания используется один из современных измерительных комплексов, соединенных с персональным компьютером (ПК), что позволяет перенести информацию, полученную экспериментальным путем, на магнитный диск ПК. Затем используем графическую реализацию преобразования Фурье для выполнения спектрального анализа кинематического возмущения опорных точек рабочей площадки.

В общем случае вибрационное воздействие выражаем в виде $U(t)$ с некоторым периодом T , тогда

$$U(t) = 0,5a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega t + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin k\omega t. \quad (1)$$

Разложение функции $U(t)$ в ряд Фурье соответствует представлению колебаний в виде суммы гармонических колебаний с частотами, кратными некоторой частоте $\omega = 2\pi/T$.

Каждой частоте гармонических составляющих, расположенных в порядке их возрастания, соответствует амплитуда A_k и начальная фаза φ_k

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad \varphi_k = \arctg(b_k / a_k).$$

Коэффициенты ряда Фурье связаны соотношением с функцией $U(t)$:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T U(t) \cos k\omega t dt \quad (k = 1, 2, 3...); \quad b_k = \frac{2}{T} \int_0^T U(t) \sin k\omega t dt \quad (k = 1, 2, 3...).$$

Определяем частотный спектр вибрационного возмущения рабочей площадки, а также значения коэффициентов ряда Фурье. В итоге строим амплитудный и фазовый спектры для соответствующих точек крепления оборудования на рабочей площадке производственного помещения.

Так как функция $U(t)$ задана рядом чисел, то используется численное преобразование Фурье. Выбираем частоту среза $\omega_h = 2\pi/h = 2\pi(N-1)/T$, где $h = T/(N-1)$. Тогда дискретный аналог преобразования (1) будет иметь вид [1]

$$U_\alpha = 0,5a + \sum_{k=1}^{0,5N} a_k \cos(2\pi k\alpha / N) + \sum_{k=1}^{0,5N-1} b_k \sin(2\pi k\alpha / N), \quad (2)$$

где $U(t_\alpha) = U_\alpha, \quad a_0 = \frac{2}{N} \sum_{\alpha=1}^N U_\alpha;$

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{\alpha=1}^N U_\alpha \cos(2\pi k\alpha / N) \quad (\alpha = 1, 2, 3...N);$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{\alpha=1}^N U_\alpha \sin(2\pi k\alpha / N) \quad (k = 1, 2, 3...0,5(N-1)).$$

Анализ амплитудных и фазовых спектров вибрационного возмущения с одновременным сравнением со спектром собственных частот оборудования позволяет выбрать значения частоты и коэффициентов ряда Фурье, предназначенные для назначения и расчета параметров виброзащиты оборудования, которое устанавливается в зоне рабочей площадки. Предлагаемая методика использования вычислительных комплексов была использована при разработке виброзащитных мер на минском тракторном заводе. В частности при разработке виброзащиты лазерной установки «TRUMPF», предназначенной для резки листового материала, а также для виброзащиты комплекса оборудования типа «Обрабатывающий ЦЕНТР», предназначенного для финишной обработки корпуса коробки передач трактора «Беларусь».

Литература

1. Вибрации в технике : Справочник. Т.6 Под ред. Чл.кор. АН СССР К.В. Фролова:– М.: Машиностроения, 1981. –455с.
2. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. Т.2. –М.: Наука, 1977. –544с.
3. Коритыцкий Я.И. Вибрация и шум в текстильной легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977.– 328с.