

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ РАБОЧИХ ПЛОЩАДОК ПОД УСТАНОВКУ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Создание автоматизированных станочных комплексов, удовлетворяющих современным требованиям промышленности к их точности, производительности и надежности при наименьших расходах металла и энергии, возможно только на основе учета всех динамических процессов виброакустической среды, окружающей станочные комплексы.

Все чаще именно колебательные, динамические процессы, происходящие в окружающей среде и воздействующие на элементы станочного комплекса, не позволяют достичь желаемых характеристик машины.

Поэтому современный инженер-станочник должен иметь соответствующий набор алгоритмов и программ, позволяющих проводить численно-аналитические расчеты по определению амплитудно-частотных характеристик станка и на их базе разрабатывать способы их виброзащиты.

Известно, что колебательная система с сосредоточенными параметрами, представляется уравнением вида

$$[A] \cdot \{\ddot{q}\} + [B] \cdot \{\dot{q}\} + [C] \cdot \{q\} = \{f(q, \dot{q}, t)\}, \quad (1)$$

где $[A]$, $[B]$, $[C]$ – квадратные матрицы, элементами которых являются инерционные, диссипативные и жесткостные системы;

$\{q\}$, $\{\dot{q}\}$, $\{\ddot{q}\}$ – вектора независимых переменных (перемещения, скорости и ускорения);

$\{f(q, \dot{q}, t)\}$ – вектор нелинейных, параметрических членов и внешних вынуждающих сил.

Вектор-функция $\{f\}$ в системе уравнения (1) зависит, как от типа машины, так и от окружающей среды в которой находится данная машина.

Вопрос о динамических нагрузках, возникающий непосредственно в самой машине, достаточно полно изучен, и материалы имеются в современной литературе [2].

Динамические нагрузки, воспринимаемые корпусом (станиной) машины, со стороны фундамента, строительных конструкций, изучены не достаточно полно [3]. Это связано с тем, что теоретическое описание многофакторных процессов, происходящих в окружающей среде, носит в некоторой степени случайный характер. Поэтому определенный интерес представляют инструментальные методы, основанные на современных высокоточных измерительных приборах работающих совместно с вычислительными пакетами по обработке цифровой информации на ЭВМ.

Производственная площадка, предназначенная под установку оборудования, предварительно подвергается инструментальному обследованию в системе координат $OXYZ$ и определяются кинематические характеристики в виде виброперемещения, виброскорости и виброускорения. Полученная информация в виде $S(t)$, $S(\dot{t})$ и $S(\ddot{t})$ сохраняется в памяти прибора в цифровом виде, которая затем переносится в базу персонального компьютера, подлежащая последующей математической обработке.

В первом приближении можно допустить, что сигнал поступающего на вход измерительной аппаратуры, имеет вид полигармонических колебаний

$$u(t) = A_1 \cos \omega_1 t + A_2 \cos \omega_2 t. \quad (2)$$

При этом частоты $\omega_1 = \kappa_1 \cdot \omega$, $\omega_2 = \kappa_2 \cdot \omega$, где κ_1, κ_2 – целые числа, причем их отношение является несократимой дробью, тогда функция $u(t)$ является периодической с периодом $2\pi/\omega$.

Экспериментальная функция $u(t)$ с периодом $T = 2\pi/\omega$ представляем в виде ряда Фурье:

$$u(t) = a_0/2 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega t + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin k\omega t, \quad (3)$$

где $a_0/2$ - характеризует среднее значение измеряемой величины;

a_k и b_k - коэффициент ряда Фурье при $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$, характеризующие соответственно первую, вторую и т. д. гармоники периодического процесса.

В таком представлении совокупность частот $\omega_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ в порядке их возрастания образуют частотный спектр, каждой из частот которого соответствует своя амплитуда и начальная фаза:

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

Совокупность амплитуд A_k и начальных фаз ψ_k в порядке возрастания частоты ω_k образуют амплитудно-фазовый спектр функции $u(t)$.

Таким образом, колебательный процесс, создаваемый кинематическим возмущением в заданной точке и в указанном направлении регистрируется измерительным прибором в виде функции $u(t)$, которая затем после обработки на ПЭВМ представляется в виде амплитудно-фазового спектра.

На рабочей площадке намечаются точки измерения функции $u(t)$ и указываются направления x, y и z в системе координат, связанной с площадкой. После проведения всех измерений с последующей обработкой в базе данных будет храниться информация о значениях амплитуд, фаз и спектральной частоты кинематического возмущения рабочей площадки во всех точках по трем осям измерения. Анализ полученной информации позволяет выбрать самую рабочую площадку, а также способ крепления станины, рассчитать параметры виброизолятора с учетом допустимой величины виброперемещения (виброускорения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вибрации в технике: Справочник в 6-ти томах / Ред. совет: В. Н. Челомей.-М.: Машиностроение, 1976.
2. Орликов М. Л. Динамика станков: Учебное пособие для Вузов. – Киев.: Высшая школа. Головное издательство, 1980.-256с.
3. Каминская В. В. Решетов Д. Н. Фундаменты и установка металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975.-207с.
4. Динамический расчет зданий и сооружений: Справочник проектировщика. Под ред. Б. Г. Коренева, И. М. Рабитовича. М.: Стройиздат, 1984. – 303с.