

МАШИНОСТРОЕНИЕ

В. А. ВАГАРШАКЯН, Л. И. ГУСТИН, В. С. МКРТЧЯН

ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СТАНКОВ
 ПО ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Приводится методика диагностирования металлорежущих станков, в основе которой лежит механизм формообразования поверхности обработки, заключающийся в том, что относительное виброперемещение детали и резца в процессе обработки копируется на обрабатываемой поверхности. Следовательно, динамическое состояние станка, в основном, записывается на обработанной поверхности и поэтому вопросы диагностирования состояния станка по качеству обработанной поверхности сводятся к расшифровке информации о динамическом состоянии станка по профилограмме обработанной поверхности [1].

Поскольку влияние основных формообразующих факторов системы СПИД периодически или квазипериодично и образует линейную систему различных частот, то техническая диагностика вероятной причастности любого из них к определенным искажениям обработанной поверхности может быть осуществлена с помощью спектрального анализа профилограммы обработанной поверхности. Такой подход позволяет на основе теоремы о частотной диагностике [2] судить о причастности тех или иных факторов к образованию формы профиля неровностей и его составляющих. Обычно спектральный анализ осуществляется на ЭВМ с применением метода числового преобразования Фурье. Однако аппроксимация профилограммы поверхности гармониками $k\omega$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$) ряда Фурье не дает удовлетворительных результатов, т. к. анализируемая кривая формируется в результате воздействия факторов, проявляющихся не только кратными частотами $k\omega$, а также другими, появляющимися в результате суперпозиции разных факторов.

Исходя из вышесказанного, предлагается метод частотной диагностики, позволяющий определить амплитуду A_1, A_2, \dots, A_n составляющих профилограммы данной поверхности для любой частоты ω_r .

Пусть $f(l)$ — кривая профилограммы поверхности обработанной детали на длине l ; $F(\omega)$ — спектральная характеристика динамического состояния станка, полученная с помощью измерений; $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ — основные вибрационные частоты, действующие в системе СПИД. Требуется определить амплитуды A_1, A_2, \dots, A_n составляющих профилограммы для основных вибрационных частот. Приближаем функцию $f(l)$ многочленами вида

Решая систему уравнений (3), находим коэффициенты a_i и b_i , наилучшим образом приближающие полином $y(t)$ к $f(t)$.

Заметим, что функция $f(t)$ получена с помощью прецизионных измерений в дискретных точках интервала $l_2 - l_1$ и ее значение определяется:

$$f\left(\frac{kl}{m}\right), \quad k = 0, 1, \dots, m.$$

Поэтому заменяем выражение интегралов следующими суммами:

$$\int_0^l f(t) dt \approx \sum_{k=0}^m \frac{1}{m+1} f\left(\frac{kl}{m}\right),$$

$$\int_0^l f(t) \sin \omega_i t dt = \frac{1}{m+1} \sum_{k=0}^m f\left(\frac{kl}{m}\right) \sin\left(\frac{\omega_i kl}{m}\right);$$

$$\int_0^l f(t) \cos \omega_i t dt = \frac{1}{m+1} \sum_{k=0}^m f\left(\frac{kl}{m}\right) \cos\left(\frac{\omega_i kl}{m}\right).$$

Очевидно, что наибольшее влияние на функцию $f(t)$ оказывают те факторы, для частот ω_i которых коэффициенты a_i и b_i принимают максимальные значения. Совпадение частоты действия факторов и частоты профиля еще не подтверждает с полной достоверностью причастность данного фактора к образованию неровностей данной частоты и данной величины, т. к. из-за некоторой практической нестабильности частот действия факторов могут перекрываться и в каких-то пределах разные факторы могут оказывать воздействия на поверхность с более или менее одинаковой частотой. Однако совпадение частот служит признаком вероятной причастности фактора к образованию рассматриваемых неровностей, заслуживающей проверки [4].

Приведем пример решения задачи частотной диагностики с помощью предложенного метода для прецизионного токарного станка модели 16Б05А. На рис. 1 и 2 приведены спектрограммы вибрации резцедержателя станка и профилограмма обработанной поверхности на типовом режиме чистовой обработки.

Для частот $f_1 = 19$ Гц, $f_2 = 39$ Гц, $f_3 = 48$ Гц, $f_4 = 54$ Гц подсчитаем коэффициенты a_i и b_i лучшего приближения функции $y(t)$ многочленами вида (1). Из рис. 2 выпишем значения функции в точках m ($m = 0, 1, \dots, n$), которые соответствуют профилограмме обработанной детали длиной 2 мм. Задача решена на ЭВМ БСЭМ-6. Программа написана на алгоритмическом языке ФОРТРАН. Приведем результаты вычислений коэффициентов:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 8,3729 + 0,2; & b_1 &= 5,2789; \\
 a_1 &= -1,0027 + 0,1; & b_2 &= 2,9339; \\
 a_2 &= -1,6896; & b_3 &= -9,8311 - 0,4; \\
 a_3 &= -4,7949; & b_4 &= 1,2456. \\
 a_4 &= -3,8211;
 \end{aligned}$$

Как видно из полученных результатов, из множества вероятных дефектов, воздействующих на поверхность детали, выделяется фактор на

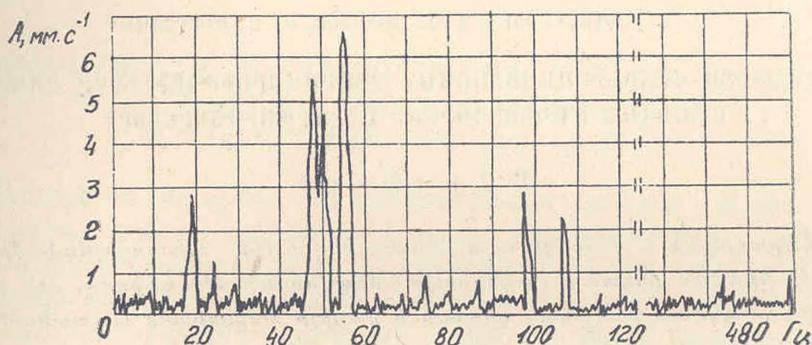


Рис. 1. Спектр вибрации рездержателя станка мод. 16B05A.

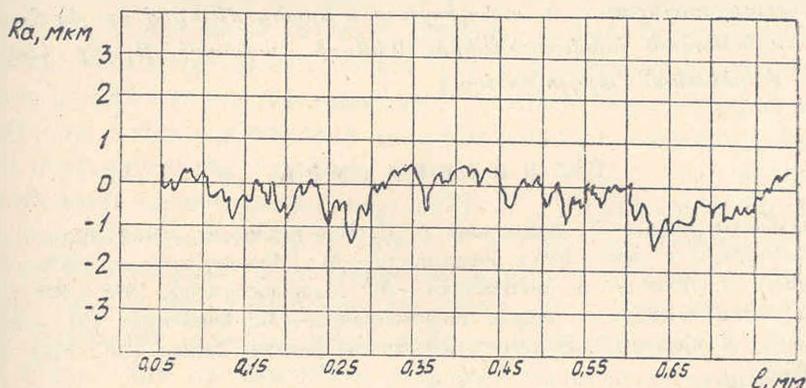


Рис. 2. Профилограмма поверхности, обработанной при чистовом режиме резания.

частоте $f = 19 \text{ Гц}$ (коэффициенты a_1 и b_1), что соответствует наличию дисбаланса шкива вариатора станка. Фактор, воздействующий на частоте $f_2 = 48 \text{ Гц}$ (коэффициенты a_3 и b_3), имеет место при повреждении ременной передачи вариатора. В достоверности полученных результатов можно убедиться путем обратного эксперимента. Если фактор управляем, то проверку можно осуществить резким изменением его уровня с последующим выделением величины соответствующих неровностей. Так, в результате изоляции вариатора станка от тумбы были снижены уровни основных составляющих спектра вибрации, в результате чего шероховатость обработанной поверхности повысилась на два класса.

С другой стороны, в результате искусственного увеличения дисбаланса вариатора резко увеличился уровень составляющих вибрации, что привело к ухудшению микрогеометрии обработанной поверхности и понижению чистоты на один класс. Определение основных формообразующих факторов, воздействие на них с целью улучшения микрорельефа поверхности обработанной детали является одной из актуальных проблем современного станкостроения.

НПО «Армстанок»

15. V. 1983

Վ. Ա. ՎԱՂԱՐՇԱԿՅԱՆ, Լ. Ի. ԳՈՒՍՏԻՆ, Վ. Ս. ՄԿՐՏՁՅԱՆ

**ՀԱՍՏՈՑԻ ՎԻՃԱԿԻ ԱՆՏՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԸՍՏ
ՄՇԱԿՎԱԾ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ԱՆՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ**

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Նկարագրված է մետաղահատ հաստոցի վիճակի ախտորոշման մի մեթոդ, որի հիմքում ընկած է մակերևույթի ձևավորման մեխանիզմը, որն առաջանում է մշակման ժամանակ դետալի և կտրիչի փոխադարձ տատանումների հետևանքով:

Առաջացած հաճախականային ախտորոշման մեթոդը թույլ է տալիս մշակված դետալի մակերևույթային սպեկտրի մեջ ցանկացած ω_i հարմոնիկայի համար որոշել նրա A_i ամպլիտուդը և նրանց միջոցով որոշել հաստոցի ամենահավանական խափանումները: Մեթոդի հավաստիությունը հաստատված է փորձնական արդյունքներով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дунин-Барковский И. В., Каргашова А. Н. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности.— М.: Машиностроение, 1978.— 380 с.
2. Биргер А. И. Техническая диагностика.— М.: Машиностроение, 1978.— 238 с.
3. Ахиезер Н. И. Лекции по теории аппроксимации.— М.: Физматгиз, 1947.— 471 с.
4. Капур К., Ланберсон Л. Надежность и проектирование систем.— М.: Мир, 1980.— 605 с.