

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПЕРАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В.А. Хоменко, С.Л. Леонов, М.К. Витвинов

В данной статье описана общая методика построения имитационных моделей любых операций механической обработки, основанная на идентификации параметров технологического наследования при выполнении операции, обеспечивающая прогнозирование геометрических параметров волнистости обработанной поверхности.

Ключевые слова: принцип технологического наследования, волнистость, идентификация, операция механической обработки.

Значительное влияние на показатели жизненного цикла деталей оказывают геометрические характеристики качества обработанной поверхности. Среди погрешностей обработки волнистость занимает промежуточное положение между отклонениями формы и шероховатостью поверхности. Возникновение волнистости связано с динамическими процессами, вызываемыми потерей устойчивости технологической системы и выражающимися в возникновении вибраций.

В данной статье описана общая методика построения имитационных моделей любых операций механической обработки, основанная на идентификации параметров технологического наследования при выполнении операции, обеспечивающая прогнозирование геометрических параметров волнистости обработанной поверхности.

Задача идентификации является одной из основных проблем управления технологическими системами. Обычно идентификацией системы называется построение ее модели, совпадающей по определенным показателям с исходной системой.

Рассмотрим операцию механической обработки, как технологическую систему для преобразования исходного профиля заготовки в профиль детали. В этом случае входным сигналом является профиль заготовки, а выходным - профиль обработанной поверхности детали (рис.1).

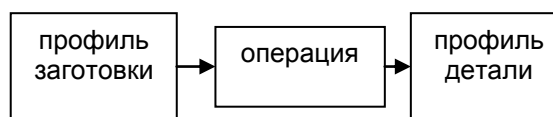


Рисунок 1 - Система для преобразования исходного профиля заготовки в профиль детали

Для математического описания динамических систем такого типа широко используется аппарат передаточных функций:

$$W_{\text{оп}}(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{a_k s^k + a_{k-1} s^{k-1} + \dots + a_1 s + a_0}{a_k s^k + a_{k-1} s^{k-1} + \dots + a_1 s + a_0}, \quad (1)$$

где $X(s)$, $Y(s)$ – соответственно лапласовы изображения входного и выходного сигналов (профиля заготовки и профиля детали).

Для идентификации технологической системы необходимо определить коэффициенты передаточной функции (1). Для решения данной задачи предлагается использовать частотные характеристики системы и классический принцип суперпозиции сигналов.

Передаточная функция системы тесно связана с её амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ). Вид АЧХ полностью определяется видом передаточной функции. И наоборот - вид передаточной функции зависит от вида АЧХ.

Для линейных систем справедлив принцип суперпозиции: если на вход системы подается линейная комбинация элементарных сигналов $x = \sum_i x_i$, на ее выходе также полу-

чается линейная комбинация сигналов $y = \sum_i y_i$, каждый из которых (y_i) является реакцией на элементарный входной сигнал x_i .

Поэтому задачу получения АЧХ можно упростить, создав профиль заготовки, включающий в себя сумму большого количества гармоник.

В качестве исходного профиля заготовки предлагается использовать профиль формы меандр (рис. 2). Этот профиль дает при разложении в ряд Фурье теоретически бесконечное количество гармоник различных частот, а практическое их получение не является трудоемким.

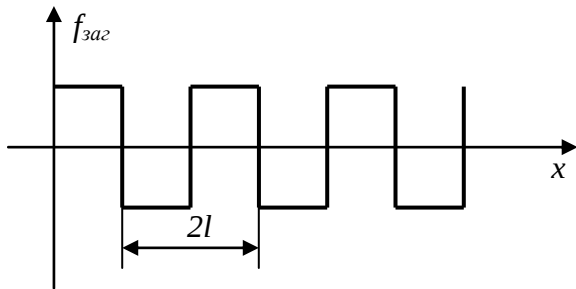


Рисунок 2 - Профиль заготовки

Разложение исходного профиля в ряд Фурье имеет вид:

$$f(x)_{\text{заг}} = \frac{h}{\pi} \left[2 \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right) + \frac{2}{3} \sin\left(\frac{3\pi x}{l}\right) + \frac{2}{5} \sin\left(\frac{5\pi x}{l}\right) \dots \right] \quad (2)$$

После обработки заготовки профиль детали записывается и затем также производится его гармонический анализ:

$$f_{\text{дет}} = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cos\left(\frac{k\pi x}{l}\right) + b_k \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right) \right] \quad (3)$$

АЧХ операции получается делением соответствующих амплитуд гармоник профиля детали (3) на амплитуды профиля заготовки (2). Для определения вида передаточной функции предлагается использовать логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАЧХ). Коэффициенты аналитического представления АЧХ, а в равной степени и коэффициенты передаточной функции, определяются аппроксимацией по методу наименьших квадратов.

После механической обработки поверхности заготовки на плоскошлифовальном, либо фрезерном станке, снимается профилограмма с поверхности полученной детали, которая затем вводится в ЭВМ и проводится собственно идентификация системы. Алгоритм идентификации приведен на рис. 3.

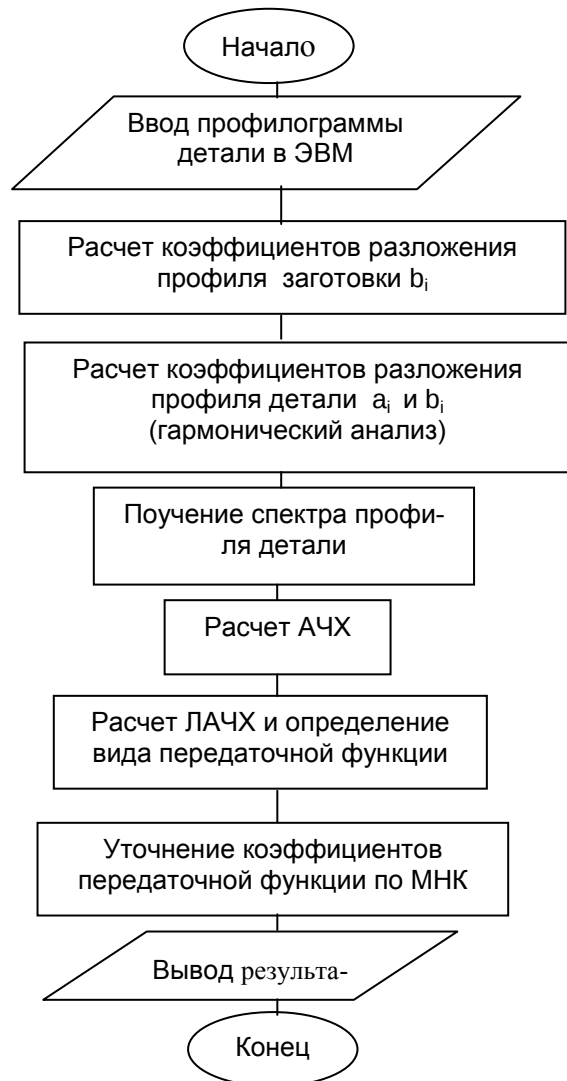


Рисунок 3 - Блок-схема алгоритма идентификации

Для реализации описанного алгоритма применяется автоматизированный комплекс для сбора и обработки экспериментальных данных. Профиль детали фиксируется с помощью автоматизированной системы состоящей из профилографа-профилометра модели 250 завода «Калибр», многофункциональной платы ввода/вывода (АЦП) ЛА-70. С помощью программного обеспечения снимаемый сигнал сохраняется в файле на жестком диске, для последующей цифровой обработки на компьютерах локальной сети.

В соответствии с принципом технологического наследования состояние поверхностного слоя детали формируется и трансформируется на всех стадиях обработки и эксплуатации. Следовательно, для получения уточненной модели операции механической

обработки, необходимо учитывать геометрические характеристики поверхностного слоя заготовки. Для этого необходимо на этапе подготовки вышеуказанного образца, а именно до нанесения исходного профиля указанного на рис. 2, провести исследование поверхности заготовки. С помощью автоматизированной системы, указанной ранее, необходимо получить геометрические параметры поверхности детали, провести обработку полученных данных в среде табличного процессора Excel, согласно алгоритма представленного на рис. 3, до получения спектра профиля поверхности детали.

После чего следует нанести на подготовленную поверхность исходный профиль в форме меандр, выполнить операцию механической обработки, например операцию плоского шлифования периферией круга или операцию фрезерования концевыми фрезами. С помощью автоматизированной системы получить геометрические параметры обработанной поверхности детали, используя табличный процессор Excel провести гармонический анализ, получить спектральный анализ профиля детали. Далее необходимо выполнить корректировку, при этом из спектра профиля детали вычистить спектр профиля заготовки, тем самым, исключая искажение экспериментальных данных, позволяя при этом повысить точность определения вида модели операции.

Конечным результатом выполнения этапов алгоритма идентификации является получение передаточной функции операции механической обработки.

Разработанная методика идентификации обладает невысокой сложностью и позволяет получать математические описания систем в производственных условиях.

Простота обработки результатов (с использованием специализированного программного обеспечения) позволяет использовать её при прогнозировании волнистости обработанной поверхности. При этом исходными данными являются спектр волнистости заготовки и полученное математическое описание системы (передаточная функция).

Вышеуказанную методику, возможно использовать при проведении анализа технологической системы и для установления объективного критерия при сравнении вариантов выполнения технологической операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики». –М.: Стандартинформ, 2005. – 6 с.
2. Леонов С.Л., Зиновьев А.Т. Основа создания имитационных технологий прецизионного формообразования. / Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. –Барнаул:Изд-во АлтГТУ, 2006. -198 с.
3. Исследования и изобретательство в машиностроении: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / М.Ф. Пашкевич, А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, В.М.Пашкевич; Под общ. Ред. М.Ф.Пашкевича. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2005. - 287 с.: ил.

Хоменко В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ТАП,

Леонов С.Л., д.т.н., профессор,

Витвинов М.К., аспирант,

e-mail: vitvink2@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»