

В. М. ПАШКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Одним из часто используемых на практике свойств спектрального преобразования является его линейность, описываемая соотношением

$$S(f_1 + f_2) = S(f_1) + S(f_2),$$

где S – оператор спектрального преобразования; f_1, f_2 – некоторые сигналы (функции).

Его использование позволяет путем цифровой фильтрации выделять полезный сигнал из его смеси с помехами, если при этом известны спектральные свойства помех (локализованных, как правило, в высокочастотной области спектра).

В то же время, если помеха отличается свойством нерегулярности, использование классической процедуры цифровой фильтрации становится затруднительным, так как у нерегулярной составляющей не являются стабильными как частотные, так и амплитудные характеристики.

Для устранения таких помех следует использовать не частотные, а временные методы, а в ряде случаев вести выделение полезного сигнала при одновременном использовании и частотных, и временных методов.

На практике нерегулярные составляющие проявляются в форме разрывов функций кинематической погрешности механических передач, колебательных процессов с непостоянными амплитудами, частотами и фазами, выбросами. Причинами таких нерегулярностей для механических передач являются особенности процессов пересопряжения звеньев.

Спектральные составляющие таких помех оказываются чаще всего смешанными с соответствующими составляющими полезного сигнала. В общем виде такая связь оказывается выраженной зависимостью

$$S(f_1 + f_2) = S[g(f_1; f_2)],$$

где $g(f_1; f_2)$ – некоторая неэлементарная функция.

Как правило, функция $g(f_1; f_2)$ не может быть определена аналитически, поэтому для разделения полезного сигнала и нерегулярной помехи можно использовать ряд эвристических вычислительных методов, которые продемонстрировали свою эффективность на практике.

Одной из таких процедур является процедура устранения краевых эффектов, приводящих к существенному искажению спектра сигнала за счет эффекта Гиббса. Известно, что если числа зубьев ведущего и ведомого звеньев не являются кратными, полный цикл пересопряжений зубьев происходит не за один оборот ведомого звена, в течение которого, собственно, и ведется запись кинематической погрешности. Это приводит к тому, что конечная точка записи не совпадает с ее началом, так как эти точки соответствуют контакту совершенно разных пар зубьев. Это приводит к возникновению на концах функции кинематической погрешности разрывов, величина которых определяется погрешностями формы профиля зубьев, накопленной погрешностью шага, динамическими явлениями в зацеплении и др.

Таким образом, несмотря на то, что при использовании спектрального метода оговаривается его применимость для периодических функций, у которых начальная и конечная точки совпадают, реальные функции кинематической погрешности этим условиям не отвечают.

Устранить краевые эффекты можно с помощью следующей эвристической процедуры, которая исходит из предположения о том, что основная полезная информация функции кинематической погрешности содержится в средне- и высокочастотной областях спектра, которые характеризуют плавность и условия контакта передач. Поэтому основная тенденция ее изменения после устранения разрыва не изменится.

Описанная процедура осуществляет поворот исходной функции вокруг ее центра таким образом, чтобы ординаты начальной и конечной точек совпали:

$$y'_i = y_i + \frac{(y_N - y_1)}{2} - \frac{i}{N}(y_N - y_1),$$

где y_i и y'_i – исходное значение и значение функции с устраненным разрывом в i -й точке записи; y_1 и y_N – исходные значения функции в начальной и конечной точках записи.

Использование описанной процедуры устранения краевых эффектов позволяет повысить достоверность оценки спектральных составляющих функции кинематической погрешности за счет исключения ее нерегулярных составляющих. Алгоритмы были неоднократно проверены в производственных условиях на экспериментальных записях кинематических погрешностей механических передач и показали стабильность и эффективность.