XXXI Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. III: С.135-136, 2003.

УДК 621.9.858.562.8

И.В. Юкина (6 курс, каф. ТМ), С.А. Любомудров, к.т.н., доц.

АЛГОРИТМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ АКТИВНОМ КОНТРОЛЕ РАЗМЕРОВ

Для уменьшения разброса размеров деталей в партии, возможно, применять коррекцию настройки станка с использованием систем активного контроля. Измеряя детали после обработки и вводя коррекцию перед обработкой последующих деталей. Наличие специального измерительного приспособления позволяет измерять каждую деталь после обработки прямо на станке. Но при этом встает вопрос, по какому алгоритму следует вычислять корректирующее воздействие, и через какое количество деталей проводить измерения.

Для исследования алгоритмов стабилизации размеров, необходимо создать математическую модель измерения размеров деталей в партии.

Изменение размеров можно представить в виде систематической составляющей, в данном случае линейного тренда, и случайной составляющей распределенной по нормальному закону:

$y_i = Ax_i + k_i$,

где: i – номер детали в партии, A – коэффициент линейного тренда, $к_i$ – случайная составляющая, распределенная по нормальному закону.

Для получения величины y_i, которая является отклонением i –й детали в партии от настроенного размера, необходимо реализовать линейную функцию и прибавить к ней случайное отклонение $к_i$ – распределенное по нормальному закону. Так как нас интересует поведение алгоритмов стабилизации при различных соотношениях случайной и систематической составляющих, то мы рассматриваем процесс стабилизации при различных соотношениях A/σ.

Для статистического регулирования уровня наладки технологического процесса разработаны алгоритмы четырех методов регулирования:

1. регулирование методом средних,
2. регулирование методом скользящих средних,
3. регулирование с прогнозом,
4. регулирование с прогнозом со скользящей выборкой.

Расчеты, проведенные с помощью пакета Mathcad 7 Professional, показали что, при исследовании методом средних, была получена достаточно большая величина y, причем, чем больше мы брали количество точек в выборке N, уменьшая тем самым разброс, тем больше становилась величина y, т.к. при этом увеличивалось запаздывание. В методе скользящих средних корректировка осуществляется перед обработкой каждой детали, это значительно уменьшает запаздывание.

При регулировании по предыдущим методам, управляющее воздействие, для коррекции размеров последующих деталей, осуществлялось по данным измерений предшествующих деталей, не учитывая, что отклонения от заданного размера в дальнейшем будут иметь определенный тренд.

В научной литературе рекомендуются различные методы прогноза поведения процессов имеющих систематическую составляющую по данным предыдущих измерений. При наличии линейного тренда наиболее хороший прогноз дает метод наименьших квадратов. Суть данного метода сводится к тому, что по имеющимся N точкам выборки, методом наименьших квадратов предсказываем величину y следующих N точек, предполагая, что они лежат на одной прямой. Корректирующее воздействие Δ мы получаем, подставляя в наше уравнение прямой значение x=N+1:

$\Delta = Ax + B,$

где: Δ - корректирующее воздействие, A – коэффициент наклона прямой полученный методом наименьших квадратов, B – начальная координата прямой полученная методом наименьших квадратов.

По методу наименьших квадратов:

$$A = \frac{N\sum_{i=1}^{N} xy - \sum_{i=1}^{N} y \sum_{i=1}^{N} x}{N\sum_{i=1}^{N} x^2 - \sum_{i=1}^{N} x \sum_{i=1}^{N} x},$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{N} x^2 \sum_{i=1}^{N} y - \sum_{i=1}^{N} xy \sum_{i=1}^{N} x}{N\sum_{i=1}^{N} x^2 - \sum_{i=1}^{N} x \sum_{i=1}^{N} x}.$$

Метод наименьших квадратов можно применять и со скользящей выборкой.

Результаты расчетов по разработанным алгоритмам стабилизации размеров показывают, что: наименьшую σ_p – среднеквадратическое отклонение деталей после регулирования имеет метод средних, причем чем больше точек в выборке тем σ_p меньше, а также метод скользящих средних при N=2, а наименьшее среднее y дают методы с прогнозом. За критерий оценки эффективности работы алгоритма примем величину $|y|+3\sigma$, которая практически не должна превышать половину допуска на размер деталей.

Выводы:

1. Для различных соотношений A/σ существуют различные оптимальные алгоритмы управления в определенных интервалах, все другие методы регулирования дают худшие результаты в этих интервалах;

2. Анализируя сравнительные графики исследуемых методов регулирования можно определить что, при соотношении $A/\sigma<0,25$ следует пользоваться методом скользящих средних с N=2, а при соотношении $A/\sigma>0,25$ методом средних с N=3; все другие рассмотренные методы в интервале $0\leq A/\sigma\leq 2,5$ дают худшие результаты.