

УДК 621.9.08

ИМИТАЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ РАЗРЕЖЕННЫХ ВЫБОРОК КОНТРОЛИРУЕМЫХ ТОЧЕК ПРИ КООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Чевелева А.О., Болотов М.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Работа координатно-измерительной машины (КИМ) основана на координатных измерениях, т.е. на поочередной измерении координат определенного числа точек поверхности детали и последующих расчетах линейных и угловых размеров, отклонений размера, формы и расположения в соответствующих системах координат. Однако количество точек контроля, а точнее машинное время измерения влияет на стоимость операции контроля и, соответственно, на себестоимость детали, пропускную способность машины и другие технико-экономические параметры. Поэтому задача определения методики измерения (МИ), в основе которой лежит определение оптимально минимального количества точек контроля, обеспечивающего достоверную оценку погрешности формы, является обоснованной и актуальной.

С целью оценки методических погрешностей в данной работе создавались алгоритмы имитирования выборки измеряемых точек по детально измеренной поверхности (на основе большого количества точек). Данные алгоритмы позволяют имитировать влияние МИ на погрешность контроля. В качестве детально измеренного образца использовалась пластина размером 34 x 80 мм², прошедшая электро-эрозионную обработку. После обработки пластина приобрела характерную выпуклую форму в срединной части в пределах 0,02мм.

Решение задачи оценки методических погрешностей производилось с помощью метода Монте-Карло, суть которого заключается в имитации процесса измерения. Для его реализации потребовалось создать алгоритмы имитации выборок точек измеряемой поверхности в соответствии с рассматриваемой МИ. Были рассмотрены три варианта алгоритмов генерации точек контроля.

Согласно первому варианту, первые четыре контролируемые точки располагаются близко к углам, пятая – в центральной области образца, все остальные – генерировались случайным образом, с учетом равновероятностного распределения по поверхности образца. Стоит отметить, что данное равновероятностное распределение соответствует реальному распределению точек, которое обеспечивается лишь визуально и в большинстве зависит от контролера. В результате эксперимента получены следующие данные (доля ошибки определения погрешности формы по отношению к его истинному значению и среднеквадратическое отклонение), приведенные на графиках (Рисунок 1).

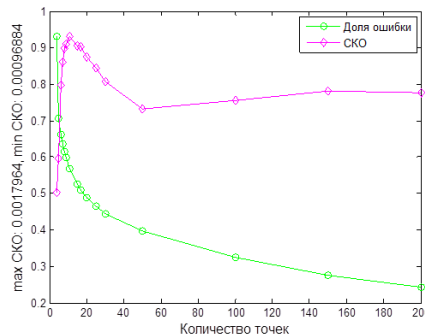


Рисунок 1.График доли ошибки и график СКО (методика 1)

В основе второго варианта лежат рекомендации практического пособия №41 Национальной физической лаборатории «Стратегии измерения на КИМ». В соответствии со вторым вариантом измеряемая плоскость разбивалась на сегменты, близкие по форме к

квадрату и в полученные сегменты вносилось по одной точке. Положение каждой точки определялось случайным образом на основе равномерного распределения. Результаты представлены на рисунке 2.

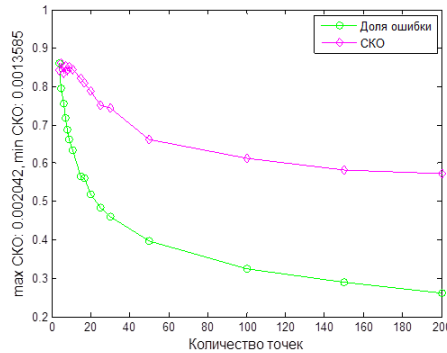


Рисунок 2. График доли ошибки и график СКО (методика 2)

Однако в большинстве случаев области на границе образца не были охвачены при генерации выборок, что противоречит существующей практике измерений. С целью устранения данного недостатка был разработан третий алгоритм.

Третий алгоритм является модификацией второго с поправкой на то, что точки крайних сегментов генерировались на основе распределения Пуассона с математическим ожиданием, приближающим координаты точек к границам образца. Это соответствует реальной практике контроля, поскольку оператор стремится больше охватить плоскость с целью выявления дефектов.

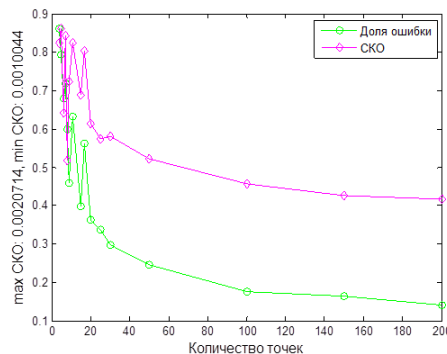


Рисунок 3. График доли ошибки и график СКО (методика 3)

Таким образом, третий вариант алгоритма (Рисунок 3) наиболее приближен к наилучшей реальной практике измерений операторами, что является основанием для его дальнейшего использования при исследовании влияния МИ на погрешность. Как видно из графиков, он дает лучшие оценки погрешностей по сравнению с 1 и 2 методами.

Реализация алгоритмов производилась в системе MATLAB.