

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОРИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОТКРЫТЫМИ ПОРАМИ

Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Необходимость решения такой измерительной задачи возникла в ходе разработки методики контроля плотности пористых композиционных материалов с открытыми порами. Специфическая особенность выделенных объектов контроля состоит в том, что их наиболее важные прочностные характеристики напрямую связаны с объёмной плотностью материала и этот параметр является основным при контроле их качества. С учётом этого обстоятельства для таких материалов устанавливаются весьма жёсткие допуски на их объёмную плотность, что приводит к соответствующему ужесточению и требований к точности измерения этого параметра. Особенности пористой структуры материалов делают невозможным использование классических методов измерения их объёмной плотности (метода гидростатического взвешивания, метода жидкостной пикнометрии, метода суспензии (флотационного метода), метода газовой пикнометрии и пр.). В этой ситуации как наиболее приемлемый вариант было принято решение использовать метод определения искомой плотности косвенным путём по результатам прямых измерениях геометрических параметров заданного образца (выполненного в виде втулки), позволяющих рассчитать соответствующий объём материала, и его массы. Так как инструментальное обеспечение высокоточных измерений массы и геометрических параметров объектов в настоящее время не представляет большой сложности, то на первый план была выдвинута задача минимизации методической погрешности измерения объёма материала образца, возникающей из-за некорректной идеализации объекта измерения (неадекватности принятой модели реальному объекту измерения). В результате проведенного исследования для наиболее эффективного решения поставленной задачи было предложено моделировать образец путём аппроксимации его реальных поверхностей соответствующими «средними» поверхностями идеальной формы $F_{mi}(x,y,z)=0$, воспроизводимыми с использованием метода наименьших квадратов по результатам координатных измерений множества контрольных точек на базе предложенного специального многомерного средства измерений, принципиальная схема которого приведена на рисунке 1. Графическая интерпретация такого моделирования объекта измерений, имеющего форму втулки, приведена на рисунке 2.

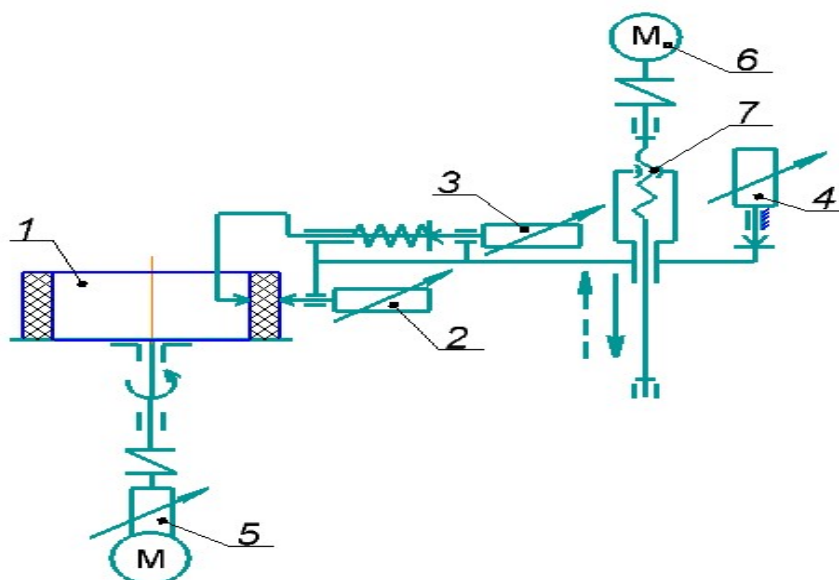


Рисунок 1 – Принципиальная схема специального многомерного координатного средства измерений, где: 1 – объект измерения; 2, 3, 4 – линейные измерительные преобразователи электрического принципа действия; 5 – шаговый двигатель; 6 – двигатель постоянного тока; 7 – передача «винт-гайка».

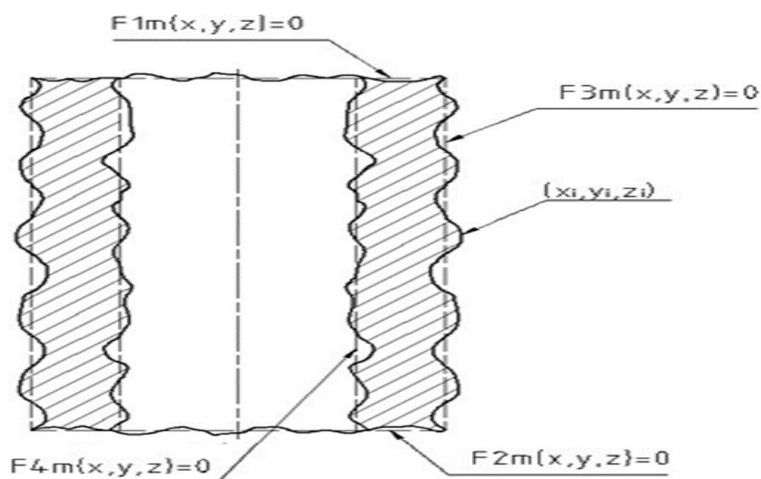


Рисунок 2 – Графическая интерпретация метрологического моделирования объекта измерений.

Важнейшим достоинством предложенного подхода является то, что при такой аппроксимации объём «отсекаемого» материала образца уравнивается объёмом охватываемых пустот, что в конечном итоге позволяет довести методическую погрешность измерения объёма материала образца до пренебрежимо малого значения.