

первоначально производят сканирование или дискретное ощупывание контролируемых элементов деталей в некотором количестве контрольных точек с фиксированием их координат в предварительно заданной декартовой системе координат. После соответствующей обработки полученной таким образом исходной измерительной информации вычислительный комплекс прибора выдает некоторое одно значение измеряемого параметра, принимаемое в этом случае за действительное. При этом возникает закономерный вопрос, как трактовать такое значение с учетом того, что контролируемые реальные элементы детали имеют сложный рельеф и произвольное случайное пространственное расположение? В этом случае можно рассматривать два возможных варианта экспериментальных моделей контролируемых элементов и соответствующих им определяющих параметров. При поэлементной (независимой) аппроксимации контролируемых элементов деталей «средними» аппроксимирующими поверхностями номинально цилиндрической формы оси таких цилиндров будут иметь произвольное случайное расположение в пространстве и однозначно определить искомое значение контролируемого параметра (межосевое расстояние) в этом случае не представляется возможным. В качестве варианта, обеспечивающего однозначную трактовку получаемого при этом результата измерения можно рассматривать вариант комплексной аппроксимации контролируемых элементов детали комплектом двух гибко связанных между собой аппроксимирующих поверхностей номинально цилиндрической формы, рассматриваемых как единый аппроксимирующий элемент.

УДК 621.713.12

### **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КООРДИНАТНОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ**

Магистрант гр. 61331021 Гомма М.А.

Кандидат техн. наук, доцент Соколовский С.С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Особенностью традиционного подхода к обеспечению требуемой точности изготовления деталей является поэлементное нормирование и контроль их функциональных геометрических параметров. При этом в большинстве случаев каждый такой параметр измеряется в своей системе координат и эти системы, как правило, не совпадают. В связи с этим, могут возникать ситуации, когда деталь, формально признанная годной, окажется функционально бракованной при ее установке по месту в составе сборочной единицы. Как один из вариантов выхода из этой ситуации, а следовательно и повышения эффективности координатного контроля геометрических параметров деталей, предлагается использовать **комплексный подход к координатному контролю геометрических параметров деталей**, базирующийся на следующих 3-х ключевых принципах.

*Принцип 1.* Каждую деталь следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных элементов, ограничиваемых общими предельными контурами, которые определяют некоторое единое пространство допуска всех ее геометрических параметров.

*Принцип 2.* Координатный контроль заданных геометрических параметров детали должен основываться на координатных измерениях всех контролируемых элементов детали в единой жестко заданной или фиксированной системе координат.

*Принцип 3.* После выполнения необходимых координатных измерений и получения соответствующей экспериментальной модели контролируемой детали в виде некоторого массива измеренных координат множества ее контрольных точек, система координат, в которой представлена полученная экспериментальная модель детали, должна подвергаться обязательной оптимизации. Такая оптимизация предполагает совершение необходимых поворотов и плоскопараллельных смещений исходной системы координат совместно со связанной с ней экспериментальной моделью детали до тех пор, пока все контрольные точки детали не расположатся между установленными для нее предельными контурами или пока они не будут вписаны в соответствующее пространство допуска. Параллельно с такими манипуляциями, выполняемыми в отношении исходной системы координат и экспериментальной модели контролируемой детали допускаются также и некоторые плоскопараллельные смещения внутреннего ее предельного контура по отношению к наружному, т. е. по сути некоторой перераспределению взаимосвязанных полей допусков кон-

тролируемых геометрических параметров детали. Если отмеченное выше вписывание осуществить не удастся, то деталь бракуется. С учетом рассмотренных принципов общий порядок реализации предлагаемого комплексного подхода к координатному контролю геометрических параметров деталей с позиций метрологического моделирования можно представить в виде следующего алгоритма:

1. Построение комплексной нормативной аналитической модели контролируемой детали.
2. Получение комплексной экспериментальной метрологической модели объекта контроля.
3. Трансформация комплексной экспериментальной метрологической модели объекта контроля в адекватную аналитическую модель, ей соответствующую.
4. Первичное сопоставление аналитической модели контролируемой детали с ее комплексной нормативной аналитической моделью.
5. Оптимизация системы координат контролируемой детали с одновременным перераспределением взаимосвязанных полей допусков ее нормированных геометрических параметров.
6. Оценка результатов оптимизации системы координат контролируемой детали и ее комплексной нормативной модели, принятие окончательного решения о годности детали.

УДК 681

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ В АЭРОЗОЛЯХ

Студент гр. 11305118 Ильинчик И.В.

Д-р техн. наук, профессор Соломахо В.Л.

Белорусский национальный технический университет

В повседневной жизни мы все чаще сталкиваемся с такими понятиями как нанотехнологии, наноматериалы, наноструктура, наночастицы и т. п. Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван обнаружением у них необычных физических и химических свойств, особенностями биологического действия, которые часто радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Стоит сказать, что нанообъекты состоят из наночастиц, размер которых необходимо контролировать и воспроизводить с достаточной точностью.

Широкое применение сегодня в различных сферах нашли наночастицы в аэрозолях. Их активно стали применять еще в 90 годы и по сей день их используют преимущественно в медицине, что позволило создавать множество аэрозолей, методов лечения различных заболеваний и т. д. Но вместе с этим возникает большая ответственность при проведении метрологического обеспечения и контроля размера этих самых наночастиц.

Прежде чем говорить о методах определения размера наночастицы следует дать ему определение, чтобы понимать, что это такое. Термин наночастица опирается на два ключевых понятия: нанодиапазон и нанообъект. Наночастица – это нанообъект, линейные размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне, а соотношение размеров длин в направлении самой короткой и самой длинной из осей как правило не более чем один к трем. Очевидно, что так просто определить формулу для определения размера для всех наночастиц попросту невозможно, т.к. все наночастицы имеют разную форму далекую от идеальной сферы. Поэтому чаще всего в этих целях применяют понятие эквивалентной сферы. Суть которой заключается в том, что нет необходимости описывать частицу тремя или более числовыми значениями, которые конечно точнее характеризуют размер, но неудобны для рутинного контроля качества и управления производственным процессом.

При выборе метода для анализа размера наночастицы в аэрозолях надо понимать, что метод будет зависеть от измерения различных физических характеристик частиц (максимальная длина, минимальная длина, объем, площадь поверхности и т. д.), и как следствие размеры, полученные разными методами, будут различаться. Если говорить о метрологическом обеспечении, то на сегодняшний день в нашей стране прямой прослеживаемости размера наночастицы в аэрозолях к национальным эталонам нет. Однако с помощью такой установки как сканирующий спектрометр мобильности частиц возможно производить частицы в диапазоне от 2 до 1000 нм в за-