

УДК 658.512

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТОЧНОСТИ
ДОПУСКОВ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ПРИ 3D-ПЕЧАТИ

Н. В. БЕЛЯКОВ, Д. А. ЯСНЕВ, М. Э. ЭБАКО

Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь

Аддитивные технологии в машиностроении находят применение для прототипирования изделий (оценка эргономических качеств изделия; проверка собираемости и правильности компоновочных решений; гидроаэродинамические и другие испытания; предварительная проверка функциональности; дизайнерские модели с различными нюансами в конфигурации, цветовой гамме раскраски и т. д.); литейного производства (создание литейных моделей, литейных форм и другой модельной оснастки); производства деталей машин.

Важнейшими параметрами качества деталей машин являются точность размеров и допусков взаимного расположения поверхностей. Особое влияние на взаимное расположение слоев при аддитивном синтезе деталей на 3D-принтерах и, как следствие, на обеспечение точности допусков взаимного расположения поверхностей оказывают такие факторы, как компоновочная схема принтера; жесткость и точность изготовления деталей принтера; качество сборки и калибровки принтера; конструкция и точность механических передач и приводов (точность перемещения слоеформирующих элементов); конструкция и ориентация направляющих; ориентация модели детали при печати и др. Если допуски взаимного расположения не обеспечены, то деталь неизбежно перейдет в неустранимый брак. Задачи обеспечения точности допусков взаимного расположения поверхностей деталей машин в аддитивном производстве должны решаться уже на этапе базирования (ориентации) модели детали в рабочей зоне принтера с помощью программ-слайсеров за счет выбора баз с учетом точности принтера.

Работа во всех программах-слайсерах организована таким образом, что пользователю необходимо ввести информацию в ряде блоков настроек. В блоке «Работа с моделью» пользователю необходимо произвести ориентирование (базирование) модели детали в рабочей зоне принтера. Эта процедура осуществляется пользователем на основе собственного опыта и интуиции. В литературных источниках лишь приводится ряд (иногда исключая друг друга) рекомендаций общего характера, а также приводятся результаты экспериментальных исследований влияния параметров печати на точность изделий. Вопросы влияния различной ориентации детали в рабочей зоне 3D-принтера на обеспечение точности допусков взаимного расположения с учетом параметров геометрической точности принтера не рассматривались.

Таким образом, целью работы является разработка методического, алгоритмического и программного обеспечения базирования моделей деталей машин в рабочей зоне 3D-принтеров на основе анализа их геометрической точно-

сти для обеспечения заданных чертежом допусков взаимного расположения поверхностей.

В результате исследований уточнена система терминов проектного базирования [1, 2] для аддитивного синтеза, которая за счет определения понятий геометрической модели детали, приоритетного допуска, состава и комплекта баз, схемы базирования позволила предложить последовательность процедур базирования (ориентации) моделей деталей машин в рабочей зоне 3D-принтеров. Последовательность процедур включает: определение, идентификацию и ранжирование возможных составов баз ориентации конструктивных элементов, определение параметров геометрической точности 3D-принтера, формирование базовой системы координат (за счет наложения на модель геометрических связей) и ее привязку к системе координат 3D-принтера, что уже на стадии проектирования дает возможность оценить достижимость заданных чертежом допусков взаимного расположения конструктивных элементов, а также рекомендовать варианты ориентации модели детали в рабочей зоне 3D-принтера для обеспечения допусков взаимного расположения.

Формализация указанных процедур и их представление на языке теории автоматизации проектирования, алгебры логики и теории алгоритмов дало возможность создать автоматизированную систему, позволяющую прогнозировать обеспечение точности допусков взаимного расположения поверхностей при 3D-печати, рекомендовать варианты базирования моделей деталей в рабочей зоне 3D-принтера на основе анализа его геометрической точности для обеспечения допусков взаимного расположения и, как следствие, снижать вероятность печати бракованных деталей.

При работе с системой пользователь последовательно вводит информацию о компоновочно-кинематической схеме принтера, его точности позиционирования и геометрической точности по осям, параметрах поверхности с приоритетным допуском. Результатом работы являются сведения о возможности обеспечения допуска взаимного расположения на заданной длине при различном базировании модели детали относительно осей системы координат принтера, а также рекомендации о возможном повороте модели для обеспечения приоритетного допуска взаимного расположения.

Результаты работы могут использоваться в проектных бюро предприятий, использующих 3D-принтеры; IT-компаниях для создания и совершенствования программ-слайсеров; учебном процессе для подготовки специалистов в области производства изделий на основе трёхмерных технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие: в 2 ч. / Н. В. Беляков [и др.]. – Витебск : ВГТУ, 2021. – Ч. 1. – 309 с.
2. Практическое приложение теории базирования для синтеза универсально-сборных приспособлений / Н. Н. Попок [и др.] // Вестн. ПГУ. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 21–31.