

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дружинский И.А.* Сложные поверхности. Математическое описание и технологическое обеспечение: Справочник. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. — 263 с.
2. *Свирский Д.Н., Сухиненко Б.Н., Рытиков С.А.* Технологические методы устранения погрешности послойного формообразования // Инженерия поверхности и реновация изделий. — Киев, 2001. — С. 219-220.
3. *Климентьев А.Л.* Особенности схем копирования обувных колодок методом фрезерования // Тезисы докл. XXXII науч.-техн. конф. препод. и студ. ВГТУ / Витебский гос. технол. ун-т. — Витебск, 1999. — С. 85-86.
4. *Климентьев А.Л.* Модель контактной жесткости тороидального ролика и объемного копира // Тезисы докл. XXXIII науч.-техн. конф. препод. и студ. ВГТУ / Витебский гос. технол. ун-т. — Витебск, 2000. — С. 90.

УДК 621.7.004.11

А. Л. Климентьев, Д. Н. Свирский, И. А. Сухвал

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОБЪЕМНЫХ НАБОРНЫХ КОПИРОВ

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

Одним из направлений повышения эффективности применения различных фрезерных и токарных копировальных станков является использование соответствующих по стойкости и стоимости копиров. Например, при изготовлении обувных колодок, являющихся основной технологической оснасткой в обувном производстве, используются специальные объемные копиры из древесины твердых пород и применяются специальные гидрокопировальные фрезерные станки. При этом изготовление этих копиров оказывается достаточно трудоемким и дорогостоящим, а тиражирование колодок с их использованием проводится в ограниченных объемах.

Задача оптимизации стойкости и стоимости объемных копиров может решаться за счет применения так называемой наборной конструкции копира. Объемный копир при этом представляет собой набор плоских элементов определенной толщины, имеющих конфигурацию соответствующего сечения объекта, соединяемых или собираемых в единую конструкцию.

Широкое распространение разнообразных систем быстрого прототипирования (RP — Rapid Prototyping), использующих метод послойного синтеза, и в частности систем послойной сборки (LOM — Laminated Object Manufacturing) позволяет достаточно оперативно и эффективно изготавливать объемные наборные копиры и их элементы из разнообразных материалов.

Необходимость моделирования точности объемных наборных копиров обуславливается задачей оптимизации параметров конструкции копиров и процесса их изготовления с целью обеспечения необходимой их геометрической точности. Геометрическая точность объемных наборных копиров определяется степенью несовпадения теоретического профиля с реальным вследствие формирования объекта из слоев имеющих перпендикулярный (почти) срез и, в общем, зависит от толщины слоя.

На практике для оценки степени соответствия изготавливаемых изделий заранее установленным параметрам, т. е. точности изделий, используется ряд понятий, таких как точность формы, точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей, характеризующие соответствующие параметры точности детали. Кроме того, для оценки качества поверхности детали используется понятие шероховатости и волнистости поверхности. Но все они могут описывать регулярную погрешность передачи профиля объемных наборных копиров, возникающую вследствие послышного их изготовления, лишь косвенно.

Известны работы, в которых сделана попытка оценки геометрической точности изделий, получаемых методом послышного синтеза. Так, например, Ф. В. Васильев [1] использует понятие неточности изготовления и делает лишь качественные выводы по влиянию на него параметров процесса, не определяя при этом аналитических зависимостей. М. Анкау и П. Берсе [2] используют уже два параметра, определяющих геометрическую точность объектов, полученных методом послышной сборки, но при этом получают непонятную аналитическую зависимость и в итоге делают ошибочные выводы.

В целях избежания неопределенности в использовании понятий при оценке геометрической точности объемных наборных копиров, как и других изделий и деталей, полученных методом послышного синтеза, представляется целесообразным введение и использование нового понятия «ступенчатость поверхности», которое характеризует отклонение реального профиля детали, состоящей из отдельных слоев определенной толщины, от заданного теоретического профиля.

При этом возможно две схемы формирования профиля: в первой теоретический профиль проходит через «выступы» слоев, что характерно для случаев, когда подвергается последующему заполнению образовавшихся ступенек-впадин с целью получения гладкого контура или когда ими можно пренебречь и в ряде иных случаев, во второй — теоретический профиль проходит по «впадинам» слоев, что, в свою очередь, характерно для случаев с последующей обработкой (удалением) образовавшихся ступенек-выступов. [3]

При оценке ступенчатости поверхности объемных наборных копиров используется схема, где заданный теоретический профиль объекта линейно аппроксимирован, что при малой толщине составляющих слоев позволяет получать оценку с достаточно высокой точностью. При этом используется два параметра (рис. 1), отражающих величину погрешности: погрешность в опорной плоскости (в плоскости образо-

вания слоев) D_h и погрешность нормальная к заданному профилю D_n . Обе эти погрешности могут быть определены через угол наклона касательной к контуру профиля α относительно опорной плоскости и толщину слоя $h_{сл}$ соответственно

$$\Delta_h = h_{сл} \cdot \text{ctg} \alpha,$$

$$\Delta_n = h_{сл} \cdot \cos \alpha.$$

На основе анализа погрешностей D_h и D_n для различных углов $\alpha = 0 \div 90^\circ$ наклона профиля при различной толщине слоя (рис. 2 и рис. 3 соответственно) может быть выбрана оптимальная с точки зрения обеспечения требуемой геометрической точности толщина слоя.

Следует отметить, что для обеспечения максимальной точности толщина слоя при изготовлении объектов методами послойного синтеза должна варьироваться, принимая меньшие значения при малых углах наклона профиля и большие значения при больших углах. При этом дополнительной обработке поверхность объемных наборных копиров может не подвергаться. [4]

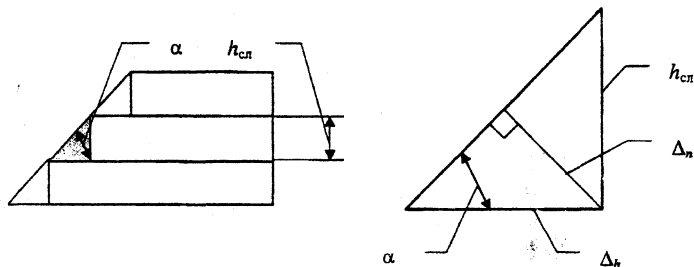


Рис. 1. Схема определения погрешности

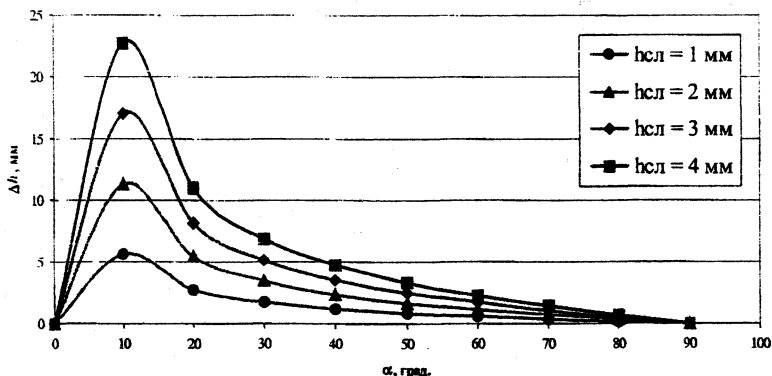


Рис. 2. Погрешность в опорной плоскости

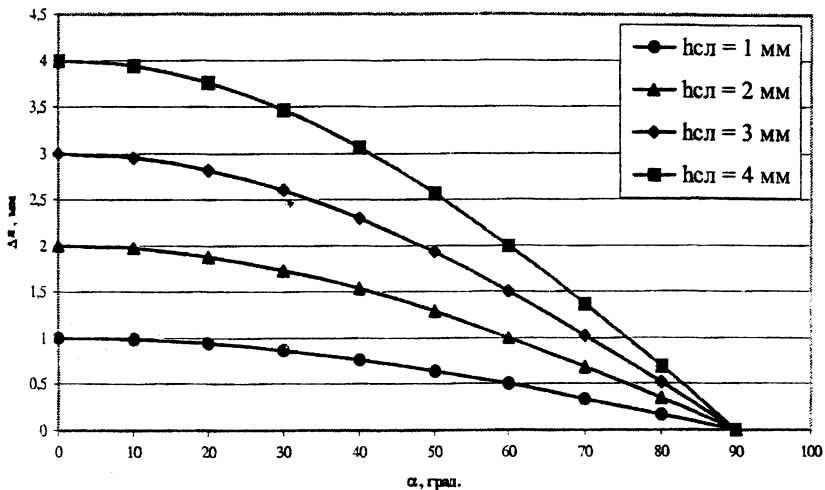


Рис. 3. Погрешность нормальная к заданному профилю

Таким образом, для оценки точности объемных наборных копиров, а также изделий и деталей, полученных методом послойного синтеза, целесообразно использовать самостоятельное понятие ступенчатости поверхности. Приведенная модель оценки геометрической точности объемных наборных копиров, использующая понятие ступенчатости, а также составляющие погрешности D_n и D_n' , позволяет эффективно решать задачи оценки точности и выбора параметров конструкции и процесса их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Ф.В. Толщина слоя как параметр процесса лазерной стереолитографии // Литейное производство. — 1999. — № 7. — С. 14-16.
2. Ancau M., Berce P. Optimization concepts for LOM technology // Annals of DAAAM for 1999 & Proceedings of the 10th International DAAAM Symposium. — Austria, Vienna: DAAAM International, 1999. — P. 011-012.
3. Ракович А.Г., Свирский Д.Н., Кучинский С.П. Моделирование послойного формообразования в компактных лазерных производственных системах. III. Анализ схем формообразования // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя фізіка-тэхнічных навук. — 1999. — № 2. — С. 76-78.
4. Свирский Д.Н., Сухиценко Б.Н., Рытиков С.А. Технологические методы устранения погрешности послойного формообразования // Инженерия поверхности и реновация изделий. — Киев, 2001. — С. 219-220.