

УДК 621.3.06:658

Снижение себестоимости изделий для авиационно-космической техники, изготавливаемых методами послойного синтеза

Ф.В. Васильев

Аннотация

Рассмотрен вопрос снижения себестоимости прототипов за счет уменьшения стоимости финишной обработки прототипа путем оптимизации параметров технологической подготовки производства.

Ключевые слова:

прототип; послойный синтез; тпс; стереолитография

Характерной особенностью прототипов изделий, используемых в аэрокосмической промышленности, является их высокая сложность и необходимость в точном воспроизведении как геометрических форм моделей, так и массовых и прочностных характеристик изделий. Прототипы используются для проведения аэродинамических испытаний, натурного моделирования, отработки конструктивных и технологических решений. Прототипы могут использоваться и как мастер-модели для изготовления оснастки. С появлением технологий послойного синтеза, имеющих в основе принцип формирования объекта по слоям, развитие прототипирования вышло на новый уровень.

Технологии послойного синтеза позволяют в автоматизированном режиме получать с высокой точностью прототипы изделий сложной формы. При этом свойства получаемых прототипов позволяют воспроизводить как формообразующие свойства моделей (такие, как аэродинамические обводы, например), так и массовые или прочностные характеристики.

Однако, поскольку изготовление прототипов происходит по слоям, то формообразующая поверхность изделий имеет слоистую структуру, что является недопустимым для многих применений в авиационно-космической технике. В зависимости от величины и характера шероховатости поверхности удаление этой структуры и приведение формы прототипа к заданной форме требует больших или меньших усилий и затрат. Рассмотрим подробнее процесс изготовления прототипов методами послойного синтеза.

Процесс изготовления прототипов изделий методами послойного синтеза состоит из трех этапов:

1. Технологическая подготовка производства (ТПП). Данные исходной геометрической модели обсчитываются, модель базируется в рабочей зоне оборудования, выбираются параметры процесса.
2. Изготовление. Прототип изготавливается по слоям при помощи одного из методов формообразования технологий послойного синтеза.
3. Финишная обработка. Полученный прототип обрабатывается (в абсолютном большинстве случаев — вручную) для более точного воспроизведения заданной формы

Таким образом, себестоимость конечного изделия (прототипа) определяется суммой стоимостей каждого этапа:

$$C_{cm} = \sum_{i=1}^3 cm_i t_i, \text{ где}$$

cm_i – себестоимость единицы времени i -го этапа,

t_i – время, необходимое на i -м этапе для изготовления изделия.

Особо следует обратить внимание, что точность при выполнении этапа определяют стоимость последующего этапа (рис. 1). А точность выполнения ТПП определяет не только скорость изготовления, но еще и его точность. Чем точнее (качественнее) произведена ТПП, тем быстрее и точнее изготавливается изделие на втором этапе, а чем точнее оно изготовится, тем меньше времени потребуется на финишную обработку. Отсюда следует, что себестоимость изделий, полученных методами послойного синтеза, тесно связана с точностью процесса ТПП.

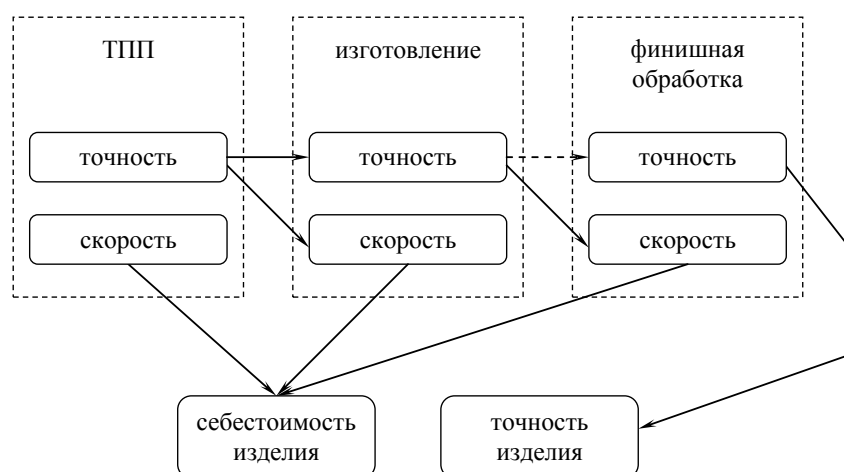


рис. 1. Точность и себестоимость изделий в методах послойного синтеза.

Высокая трудоемкость этапа финишной обработки, определяется, в первую очередь, характером «ступенчатости» поверхности. В зависимости от конкретного способа формооб-

разования «ступенчатость» поверхности подвергается обработке (например, для изделий, полученных стереолитографией, SL) или нет (для изделий, полученных при помощи склейки, LOM). Но для любого метода наиболее сложными в обработке ступенями являются ступени на поверхностях, которые при изготовлении были ориентированы с небольшим углом наклона к горизонтальной поверхности (рис. 2).

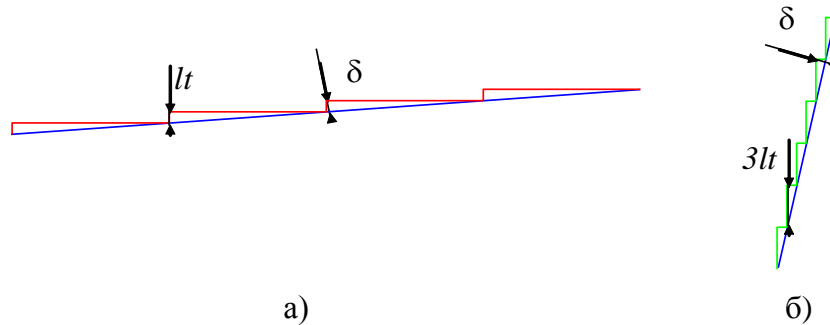


рис. 2. Слоистость поверхностей с различным углом наклона.

На рисунке изображены две поверхности, изготовленные с одинаковым значением шероховатости δ . При этом поверхность, изображенная на рис. 2а, изготовлена с толщиной слоя lt , поверхность на рис. 2б — $3lt$. Тем не менее, поверхность с малым наклоном гораздо сложнее (а подчас, невозможно) обработать. Если же поверхность б изготовить с толщиной слоя lt , то важность правильной ориентации изделия становится очевидной. То есть, несмотря на одинаковое значение шероховатости поверхностей, трудоемкость, а следовательно и стоимость, получаемого прототипа может отличаться в разы.

Таким образом, можно утверждать, что для снижения себестоимости изделия, получаемого методом послойного синтеза, следует особое внимание уделить ТПП, в частности, ориентации изделия в рабочей зоне оборудования. Для изделий сложной формы оценить качество ориентации достаточно тяжело, но, используя принципы, изложенные в [1-3], можно в значительной степени облегчить подготовку технологического процесса и, тем самым, снизить себестоимость получаемых изделий.

Список литературы:

1. Васильев Ф.В. Анализ геометрии модели для процесса лазерной стереолитографии. Труды IX Международного научно-технического семинара “Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации”. г. Алушта, 2000

2. Васильев Ф.В., Скородумов С.В. Автоматизация технологической подготовки производства для лазерной стереолитографии. VII Международная научно-техническая конференция “Лазеры в науке, технике, медицине”, г. Сергиев Посад. М., 1996

3. Васильев Ф.В. Автоматизация процесса подготовки моделей для быстрого прототипирования. // Литейное производство, 2004. №4

Васильев Федор Владимирович, старший преподаватель Московского авиационного института (национального исследовательского университета), тел.: (499) 158-49-51, e-mail: fedor@niit.ru