

УДК 629.7.036

В.А. Леховицер, В.Ф. Мозговой, Е.Р. Липский, К.Б. Балушок

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рассмотрены новые технологии быстрого прототипирования, предназначенные для получения физической копии пространственной компьютерной модели.

В современных условиях традиционные схемы производства новых изделий становятся разорительными для предприятий. В то же время рынок диктует потребность освоения новых изделий, и от того, кто быстрее запомнит образовавшуюся в спросе нишу, зависит выживаемость предприятия. Эти противоречивые обстоятельства заставили специалистов ОАО "Мотор Січ" искать новые технологии, которые бы позволили значительно ускорить подготовку производства.

Наибольших затрат и времени требует изготовление литейной и штамповочной оснастки. Значительный эффект в ускорении создания оснастки дают системы быстрого прототипирования. Эти технологии предназначены для получения физической копии пространственной компьютерной модели детали, спроектированной с помощью различных систем САПР (CAD/CAM). На сегодняшний день в мире наибольшее распространение получили две системы: стереолитография и LOM (Laminated Object Manufacturing) [1]. В ОАО "Мотор Січ" имеется подробный отчет о сравнении этих технологий [2]. В технических центрах фирм 3D SYSTEMS (США) во ВНИИТАвтопром в Москве и HELISYS (США) в Екатеринбурге проводили сравнение следующих параметров стоимости сопоставимого по габаритам создаваемых моделей оборудования, его производительности, стоимости расходных материалов, себестоимости одного нормо-часа изготовления модели, механических свойств полученной модели, точности получения модели, сроков хранения моделей и материалов, экологической чистоты процесса и т.д. Полученные выводы однозначно свидетельствуют в пользу LOM-технологии (см. таблицу).

Результаты сравнения технологий прототипирования

Характеристика	SLA 5000/10	LOM 2030
Стоимость установки, USD \$	609,425	308,272
Отношение стоимости расходных материалов на один год работы к цене установки	38 %	10 %
Себестоимость одного нормо-часа изготовления детали средней сложности, USD \$	289	17
Точность изготовления детали	± 0,1 мм	± 0,1 мм

В основе работы LOM-установок лежит процесс выращивания физической копии компьютерной модели последовательно из слоев ламинированной бумаги или полимерной ленты путем ее послойного раскроя лучом лазера и последующего термопрессования слоев. Область применения LOM-моделей следующая:

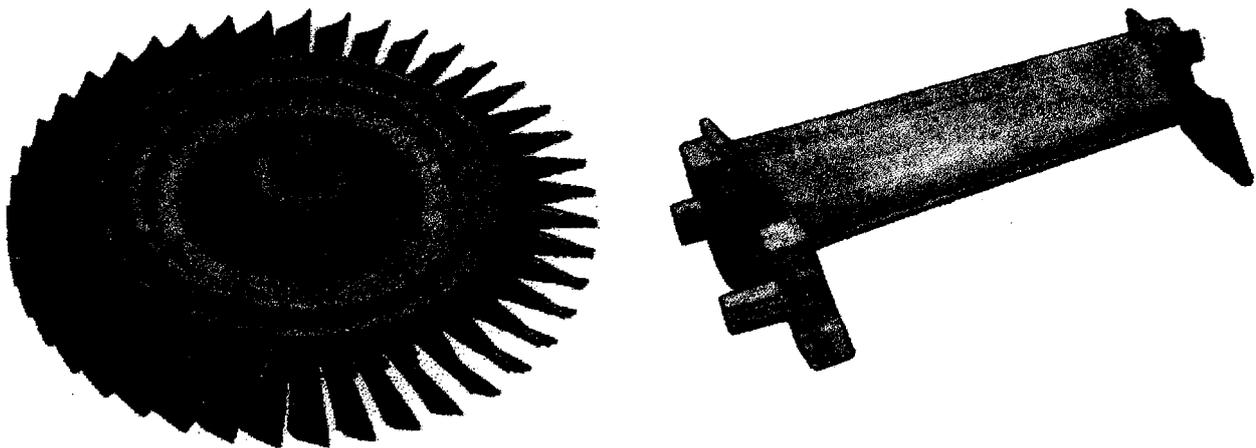
- визуализация деталей для контроля дизайна, изучения рынка сбыта;
- получение функциональных прототипов деталей для опытных образцов изделий, проверки собираемости изделий;
- изготовление форм точного литья по выплавляемым моделям;
- применение формовочных моделей для литья в землю, гипс;
- изготовление стержневых ящиков;
- использование для моделей вакуум-пленочной технологии литья в песчаные формы;
- применение модели для литья в силиконовые формы;
- изготовление форм для вакуумного формования;
- изготовление формы для литья полиуретанов, силиконовых двухкомпонентных резин, эпоксидных компаундов;
- получения оформляющих поверхностей прессформ литья под давлением с помощью холодноплазменного напыления металла;
- изготовление электродов гальванопластикой металла на поверхность модели;
- изготовление полиуретановой оснастки холодной штамповки металлов эластичными средами.

В декабре 1997 года по техническому заданию ОАО "Мотор Січ" для сокращения сроков изготовления первой партии двигателей Д-336-2-10, для практической оценки возможностей LOM-технологии в инженерном центре НПП "Пуморинжиниринг" (г. Екатеринбург) специалистами названных предприятий были смоделированы и изготовлены на установке LOM 1015 фирмы HELISYS одиннадцать мастер-моделей для трех ступеней статорных лопаток соплового аппарата двигателя. На их базе затем были изготовлены секторные прессформы для литья по выплавляемым моделям.

Весь цикл, который включает в себя проектирование 11 мастер-моделей в системе САПР EUCLID, имеющейся в ОАО "Мотор Січ", создание по ним LOM-моделей в инженерном центре НПП "Пумориинжиниринг", изготовление эпоксидпластовых модельных прессформ по LOM-моделям, получение выплавляемых моделей, форм для литья и, наконец, получение готового литья заготовок соплового аппарата, составил примерно полтора месяца. По существующей ранее технологии на весь процесс от начала проектирования оснастки и до получения готового литья лопаток потребовалось бы около восьми месяцев.

По окончании работ была произведена оценка затрат, связанных с внедрением LOM-технологии на предприятии, и выполнен расчет экономической эффективности от закупки этого оборудования. Срок окупаемости в условиях ОАО "Мотор Січ" по расчетам не превышает 1,5 года.

В настоящее время в ОАО "Мотор Січ" в промышленную эксплуатацию внедрены установки LOM 2030H и LOM 1015 Plus. Максимальные размеры моделей составляют 813x559x508 и 381x254x356 мм соответственно. Примеры моделей, полученных на установке LOM 2030H, показаны на рисунке.



Примеры LOM-моделей газотурбинных двигателей

Эксплуатация установок LOM 2030H и LOM 1015 Plus показала, что LOM-технология обеспечивает достаточно высокую точность получения моделей для создания на их базе формообразующей оснастки на детали авиадвигателей. Кроме того, данная технология дает огромный эффект и выигрыш во времени при изготовлении опытных образцов и первых экземпляров изделий, что при получении заказов на продукцию предприятия в условиях рынка играет решающую роль.

Список литературы

1. *Mosemiller L., Schaer L.* Rapid prototype and cast tooling combination. Detroit, Mi 70705, 1996.
2. *Отчет* Технологического центра HELISYS о результатах испытаний LOM-технологии, процесса стереолитографии и технологии FDM. Torrance, California 90605, USA.

Стаття надійшла до редакції 12 жовтня 1999 року.