



Наш журнал уже неоднократно обращался к технологиям быстрого прототипирования (из последних публикаций см., например, № 6/2006 г.). Данная статья не только более подробно описывает технологические возможности применяемого при этом оборудования, но и посвящена рассказу об одном из самых эффективных и перспективных вариантов их реализации — изготовлению металлической оснастки методом Quick Cast, или так называемому «быстрому литью».

Б.П. Таран, к.т.н., профессор,

кафедра «Литейное производство», НТУ «ХПИ»,

О.И. Пономаренко, д.т.н., профессор,

кафедра «Литейное производство», НТУ «ХПИ», г. Харьков,

Т.Л. Тринева, главный конструктор,

ЗАО «Конструкторско-технологическое бюро верификационного моделирования и подготовки производства», г. Харьков

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ

Alternative Technologies of Casting Rigging Production

This article is a continuation of the topic about the technologies of rapid prototyping. The following material not only gives thorough description of technological capabilities of the used equipment but also deals with one of the most effective and promising variants of their production, namely, the production of metal rigging by the method Quick Cast.

Thus, the present article covers such information: the capabilities of equipment and technologies Rapid Prototyping, the experience of metal rigging production with the help of the technology Quick Cast.

С 2000 г. и по настоящее время в Украине успешно действует уникальный для нашей страны технический проект под названием «Центр новейших технологий». Он реализован путем учреждения при НТУ «ХПИ» ЗАО «Конструкторско-технологическое бюро верификационного моделирования и подготовки производства» (с привлечением иностранного инвестора под гарантии украинского АОЗТ «Страховая компания «ЛЕММА»). Предприятие оснащено оборудованием, позволяющим объединить преимущества трехмерного компьютерного проектирования (CAD) с технологиями быстрого создания прототипов функцио-

нальных моделей и оснастки (Rapid Prototyping and Manufacturing). Эти технологии позволяют переходить непосредственно от файла CAD к долговечным и функциональным пластиковым и металлическим деталям оснастки, причем за значительно меньший промежуток времени, чем это происходит традиционным способом. Таким образом, например, можно существенно сократить время изготовления литейной оснастки, который обычно является весьма трудоемким и существенно удлиняет процесс подготовки производства.

ВОЗМОЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ RAPID PROTOTYPING

Центр новейших технологий располагает следующим оборудованием:

- ♦ установкой лазерной стереолитографии SLA-5000, позволяющей получать прототипы моделей путем послойной фотополимеризации жидкого полимера с помощью воздействия на него лазерным излучением;
- ♦ установкой селективного лазерного спекания полиамидных и металлических порошков Vanguard HS si 2 SLS;
- ♦ оптико-цифровой установкой объемного сканирования Iscan II.

Все это оборудование для своей работы предполагает наличие трехмерной компьютерной модели детали.

Напомним, что стереолитография — это наиболее точный способ быстрого моделирования изделий. Точность воспроизведения моделей, получаемых с его помощью, составляет $\pm 0,05$ мм на мак-

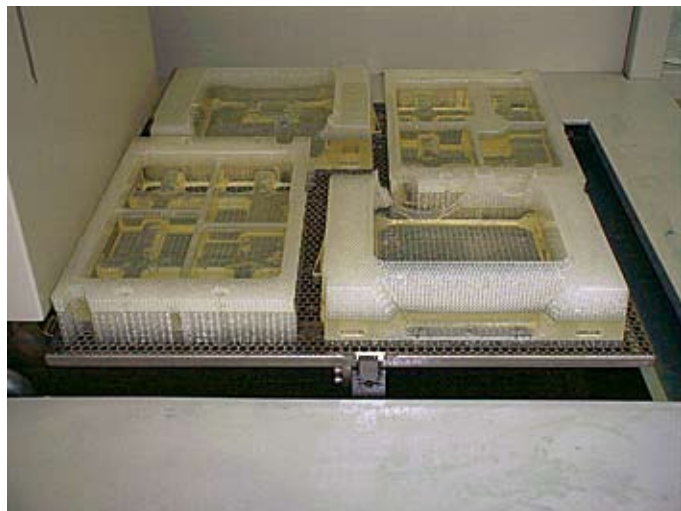


Рис. 1. Процесс фотополимеризации под воздействием луча лазера

симальном размере стола построения (X×Y×Z: 508×508×584 мм). Установка SLA-5000 реализует технологию, позволяющую изготавливать твердые полимерные объекты путем последовательного «выращивания» одного над другим тонких слоев специального жидкого фотополимерного материала, отверждаемого под действием лазерного излучения с дальнейшей его термообработкой ультрафиолетовым излучением. При этом луч лазера, освещающий поверхностный слой жидкости, используется для формирования твердого элемента, двигаясь по образующей в форме поперечного сечения создаваемого изделия. После этого программно управляемый стол с объектом «отодвигается» от поверхности фотополимерной жидкости на толщину слоя, и начинается формирование очередного элемента, соединяющегося непосредственно с предшествующим слоем. От толщины слоя зависит точность и время изготовления модели-прототипа детали. Процесс продолжается до тех пор, пока готовое изделие не будет сформировано.

Установка Vanguard HS si2 SLS имеет следующие параметры:

- ♦ камера построения для металлических порошков, размеры (X×Y×Z) 220×240×130 мм, точность воспроизведения моделей ±0,3 мм на максимальном размере стола построения;
- ♦ камера построения для полиамидных порошков, размеры (X×Y×Z) 381×330×475 мм, точность воспроизведения моделей ±0,4 мм на максимальном размере стола построения.

Установка работает по принципам, сходным с порошковой металлургией и имеющим ряд существенных преимуществ перед традиционными методами изготовления литейной оснастки, например, более равномерной плотностью металла (хотя при инфильтрации в уплотненный металлический порошок бронзы в концентрации 40 % появляются проблемы, связанные с короблением изделия и т. д.). В качестве рабочих материалов в установке используются порошки полиамида, эластомера, нержавеющей стали ST-100 и стали А6 (последний после инфильтрации 40 % бронзы подлежит специальной термообработке в среде жидкого азота). Полиамиды Dura Form (PA) и Dura Form (GF) со стеклянным наполнением представляют собой новое поколение нейлоновых материалов, разработанных для построения с их помощью высококачественных функциональных деталей с повышенной жесткостью, термостойкостью (до 135 °С) и химической стойкостью. Термопластиковый эластомерный материал

ТЕХМАШ
МАШИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ

ТОЧНАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ РЕЗКА ДЕТАЛЕЙ И ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА:

- ♦ в диапазоне токов 15...1000А
- ♦ в диапазоне толщин 0,5...130мм
- ♦ двухгазовая
- ♦ высокой плотности
- ♦ водоинжекционная
- ♦ надводная и подводная

ГАЗОКИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА:

- ♦ в диапазоне толщин 5...600 мм
- ♦ многорезаковая резка
- ♦ со скосом кромок под сварку
- ♦ резка слябов и заготовок

**НПП «Техмаш»,
ул. Промышленная, 14, Одесса, 65031**
Тел.: +38 (0)48(778-17-45, +38 (0)48(778-08-90,
+38 (0)48(728-06-08 Тел./факс: +38 (0)48(778-17-38

SOMOS-201 предназначен для создания гибких функциональных деталей с техническими характеристиками резиноподобных изделий.

Оптико-цифровая установка объемного сканирования Iscan II предназначена для точного измерения параметров формы различных сложных объектов. Диапазон сканирования — от 100 мм³ до 10 м³. Она позволяет также контролировать качество изготовления путем сравнения фактической геометрической формы с ее CAD-моделью. Полученное объемное изображение может быть воспроизведено на системах быстрого прототипирования (SLA и SLS) в любом масштабе.

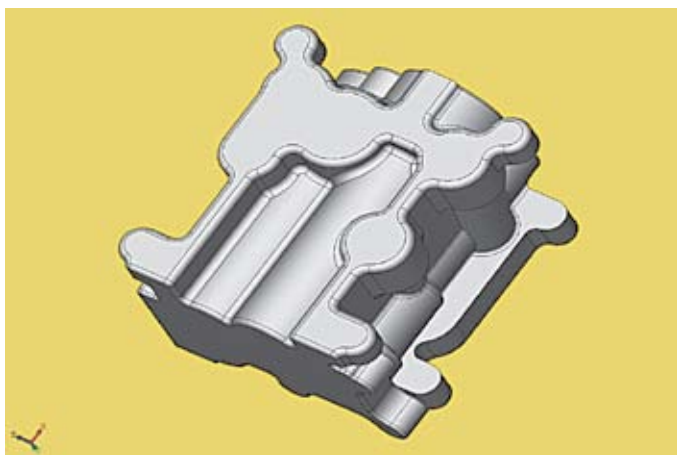


Рис. 2. Компьютерная модель детали типа «Корпус»

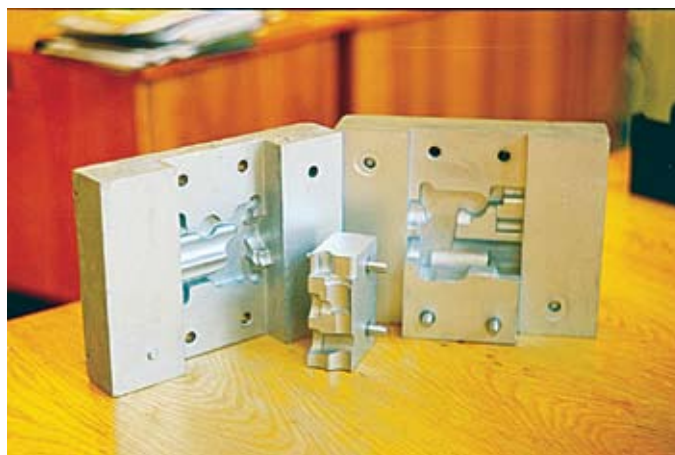


Рис. 3. Литейная оснастка из композитного материала для изготовления корпуса методом литья по выплавляемым моделям

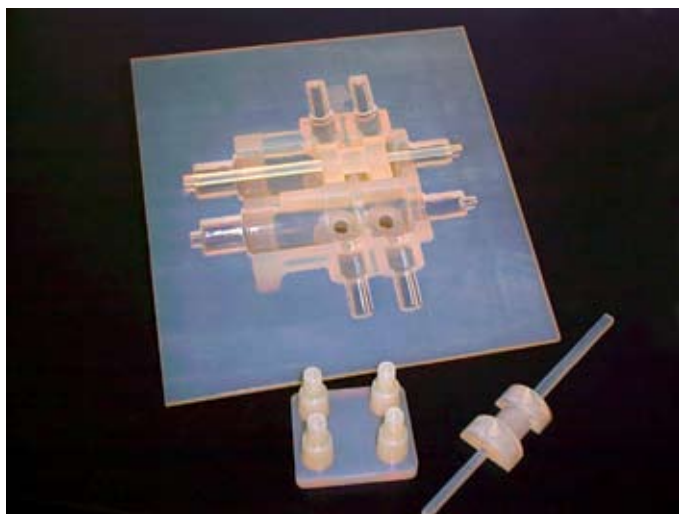


Рис. 4. Стержневой ящик детали типа «Модуль» с подмодельной плитой и фиксирующими элементами

Основное отличие технологии быстрого прототипирования от традиционных методов изготовления моделей состоит в том, что изделие создается не отделением «лишнего» слоя от заготовки, а послойным наращиванием материала, составляющего модель, включая входящие в нее внутренние и даже подвижные части. Процессы построения в значительной степени автоматизированы и позволяют получить качественные модели, затрачивая на их изготовление часы, а не дни и недели, как это имеет место при использовании традиционных методов.

Технологии, предоставляющие такие уникальные возможности,

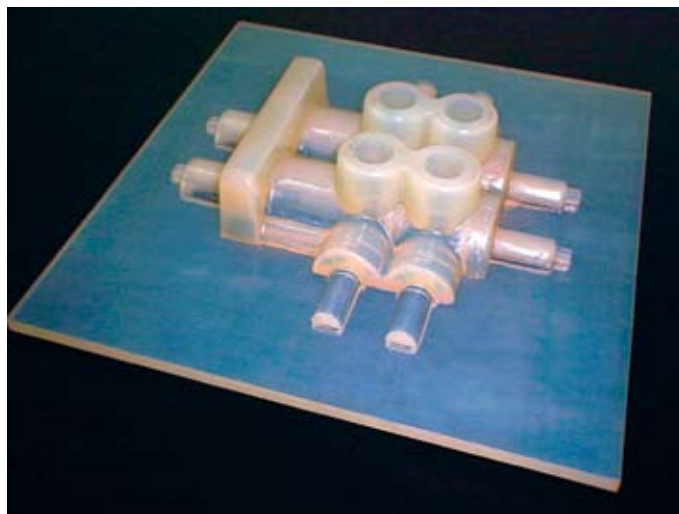


Рис. 5. Модель детали типа «Модуль» с подмодельной плитой и фиксирующими элементами

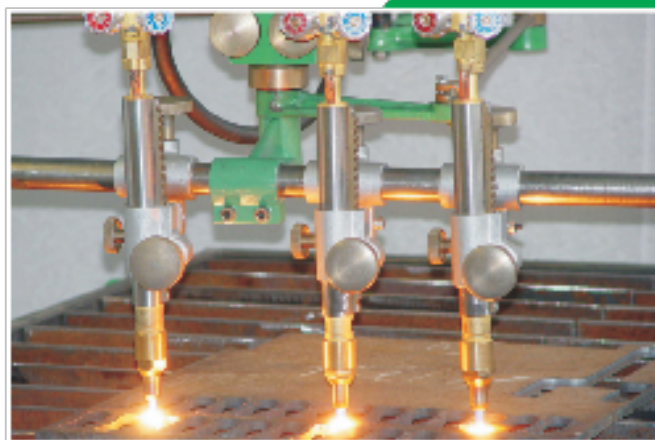
уже взяты на вооружение рядом высокотехнологичных промышленных предприятий Украины. Применение быстрого прототипирования обеспечило им значительную экономию времени и денежных средств, затрачиваемых на подготовку новых изделий к производству, позволило существенно сократить сроки и стоимость дизайнерских и конструкторских работ и изготовления технологической оснастки, повысить качество выпускаемой продукции.

Методы быстрого прототипирования прекрасно сочетаются с САПР и автоматизированной подготовкой производства, с ком-



АВТОГЕНМАШ ®

ОАО "ЗОНТ"
(ТОРГОВАЯ МАРКА "АВТОГЕНМАШ")



ПРОИЗВОДСТВО

Машин для термической резки «Комета»
Машин для микроплазменной резки «Метеор»
Машин переносных газорезущих «Радуга»
Машин газорезущих по копиру «АСШ-70М»

ПОСТАВКА

источников плазменной резки
производства фирм:
«Komatsu», «Hyperthem»,
«Thermal Dynamics»

КАПИТАЛЬНИЙ РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ

машин «Комета», «ПКФ»,
«Кристалл», «Гранат»,
«Омнимат», «Телерекс»
и любых других.

65104, Украина, г. Одесса,
Проспект Маршала Жукова, 103

тел. (048) 7170050; факс (048)7156950
E-mail: oaozont@zont.com.ua
URL:www.zont.com.ua



пьютерными технологиями изготовления физических прототипов деталей — прежде всего, на тех предприятиях, где необходимо создавать сложные машины с множеством экспериментальных моделей и макетов деталей для них, где требуется много времени на их конструирование и изготовление. Rapid prototyping позволяет сократить срок изготовления изделия (модели) в 10–100 раз за счет быстрого и экономичного преобразования результатов автоматизированного проектирования в готовое изделие (модель), исключая необходимость изготовления чертежей.

ОПЫТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ QUICK CAST

Говоря о лазерной установке стереолитографии SLA-5000, нельзя не упомянуть о поистине революционном достижении в изготовлении металлической оснастки путем технологии быстрого литья Quick Cast.

ЗАО «Конструкторско-технологическое бюро верификационного моделирования и подготовки производства» создало у себя необходимую материальную базу для освоения техпроцесса изготовления моделей методом лазерного литотипирования как первой стадии технологии Quick Cast. Совместно со специалистами УкрНИИлитмаш были разработаны предложения (получившие патент на внедрение), направленные на адаптацию данной технологии к условиям отечественных литейных производств. Дело в том, что рекомендуемая зарубежными фирмами технология изготовления отливок по моделям, полученным по методу Quick Cast, не адаптирована к особенностям работы цехов и участков литья по выплавляемым моделям в Украине и требует соответствующей доработки.

Суть этой доработки — подбор необходимых связующих и огнеупорных материалов для изготовления форм из номенклатуры, производимой на предприятиях Украины, оптимизация технологии изготовления форм, а также температура выжигания Quick Cast-моделей (С.И. Чернышов, Ю.Б. Витязев, О.П. Тринев, Т.Л. Тринева, В.С. Конотопов, В.Ф. Антипенко. Патент № 20031110336 «Способ изготовления керамической формы». 15.11.2005, Бюл. № 11).

На рис. 1 показан процесс фотополимеризации под воздействием луча лазера в ходе изготовления на установке SLA-5000 моделей литейной оснастки на деталь типа «Бачок сливной». В дальнейшем по полученным фотополимерным «сотовым» моделям методом выжигания изготавливалась кокильная литая оснастка из алюминия (по мнению многих специалистов, кокилы с литыми рабочими поверхностями более долговечны).

Комплексную подготовку производства с применением технологий Quick Cast при помощи установки SLA-5000 можно рассмотреть также на примере сложнопольного изделия типа «Корпус» (рис. 2). Партия изготавливаемых деталей — 100 шт.

Сначала получаем фотополимерную модель оснастки для литья по выплавляемым моделям (назовем ее «промодель»). Так как заказанная партия готовых деталей достаточно мала и ее можно отнести к единичному заказу, целесообразно оснастку выполнять не металлической, а из композита (рис. 3, верхняя матрица и вставка не показаны для наглядности демонстрации

15 ЛЕТ НА РЫНКЕ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предприятие
«ТРИАДА-СВАРКА»

- Электрогазосварочное оборудование 
- Горелки к полуавтоматам
- Электрододержатели
- Пуско-наладочные работы
- Ремонт сварочного оборудования, в том числе сложного
- Автоматизированные сварочные линии и комплексы
- Технологическая и полная комплектация сварочных процессов 



69035, г. Запорожье,
ул. 40 лет Советской
Украины, 82, оф. 79
Тел.: 8(061) 2200079, 2132269,
2331058, 8(0612) 343623
E-mail: weld@triada.zp.ua,
www.triada-weld.com.ua



формообразующей поверхности отливки), поскольку процесс ее изготовления из композита сравнительно прост, отработан и может быть проведен достаточно быстро.

Припуски, заложенные по разъему и по посадочным местам разъемных частей, обрабатывались на фрезерном станке (за неимением в наличии на производстве другого оборудования), причем износ режущего инструмента оказался в несколько раз меньшим по сравнению с традиционными методами изготовления модели за счет малых припусков на обработку.

Возможности лазерной установки стереолитографии SLA-5000 настолько широки, что позволяют применять ее и при традиционных способах литейного производства. Так, на рис. 4 и 5 показаны элементы модели оснастки для изготовления детали типа «Модуль» методом литья в землю (С.И. Чернышов, Ю.Б. Витязев, В.В. Барков, Т.Л. Тринева. Патент № 2002108310 «Устройство для оснастки в технологии образования литейной формы (варианты)». 15.11.2005. Бюл. № 11).

Полученные формы модели и стержневого ящика с дополнительными фиксирующими элементами, заменяющими традиционные, позволяют снизить металлоемкость отливок и достичь повышенной точности изготовления изделия за счет минимизации несоосности стержня и модели.

Возможны и другие варианты адаптации описанных технологий Rapid Prototyping, которые призваны не только ускорить подготовку производства, но также и расширить номенклатуру выпускаемой продукции каждого литейного предприятия. 