

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**И. В. Марширов, Г. А. Мустафин, В. В. Марширов,
Т. В. Мустафина, А. Н. Чернусь**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

За свою историю системы автоматизированного проектирования прошли несколько этапов, и к настоящему времени отчетливо определилась тенденция к интеграции. Первоначально автоматизировались отдельные операции проектного процесса (например, геометрическое моделирование, теплообмен, гидродинамика, прочностные расчеты и т. д.) и при этом использовались различные программные средства. На следующем этапе отдельные программы стали объединять и появилось понятие «интегрированной среды проектирования», смысл которого состоит в том, что все необходимые при проектировании действия выполняются в рамках единой программной среды [1].

Представленная работа состоит из трех основных этапов. Первый этап включает сканирование и обработку полученных данных с физического прототипа изделия, второй — доработку и редактирование геометрической CAD-модели, а также конструирование формочной оснастки для изготовления мастер-моделей. На третьем этапе выполнен инженерный анализ процессов литья оловянистой бронзы в гипсовые формы. Заключительным этапом работы является технологическая подготовка производства и получение опытной партии художественных отливок.

В качестве исходных данных использована бронзовая отливка скульптуры И. И. Ползунова, установленная перед главным корпусом Алтайского государственного технического университета. Скульптура имеет достаточно сложную геометрическую форму, состоящую главным образом из поверхностей двойной кривизны.

Для построения трехмерной компьютерной модели памятника использовали лазерное сканирование.

Лазерные сканеры представляют собой бесконтактные, полностью автоматизированные измерительные устройства. Их применяют для измерения с высокой точностью и с большой скоростью (несколько тысяч измерений в секунду) геометрических размеров и конфигурации поверхностей объектов слож-

ной геометрической формы. Скорость сканирования — несколько тысяч измерений в секунду, шаг сканирования зависит от необходимой степени проработки рельефа поверхности. Однако обработка результатов измерений и получение объемных изображений может занять достаточно много времени. Полученный по результатам измерений набор сотен тысяч и миллионов точек называется облаком точек.

С помощью специального программного обеспечения, выполняются сложные математические расчеты, которые используются для построения пространственной математической модели поверхностей объекта. Ее преобразуют в твердотельную модель объекта, трехмерную поверхность, плоский чертеж и т. д. Создание трехмерной модели по огромному массиву точек, а не по дискретным измерениям, значительно повышает ее точность и достоверность.

При выполнении работы был использован промышленный 3D-сканер Topcon GLS-1500 (рисунок 1).

Основные его технические характеристики приведены в таблице 1.



Рисунок 1 – Сканер Topcon GLS-1500

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Таблица 1 – Основные технические характеристики сканера Topcon GLS-1500

Тип сканера	импульсный лазерный сканер с двухосевым компенсатором
Класс лазера	невидимый, 1 класса
Дальность (отражающая способность цели 90 %)	330 м
Дальность (отражающая способность цели 18 %)	150 м
Точность измерения расстояния	4мм / 150 м
Точность угловая	6 "
Размер лазерного пятна	6 мм на 40 м
Скорость сканирования	30000 точек/сек
Поле зрения	70 x 360 (В x Г °)
Плотность сканирования	1 мм между точками на 100 м
Видеоискатель	2 МП цифровая камера
Габаритные размеры	240 x 240 x 566 мм
Вес	17,6 кг
Диапазон рабочих температур	0° – +40 °С
Время работы	4 ч

Применяя портативный компьютер с использованием беспроводного канала Wi-Fi, можно управлять сканером дистанционно.

На первом этапе был отсканирован памятник И.И. Ползунова с различных позиций. В первоначальном варианте использовалось 5 позиций, но некоторые части имели сложную конфигурацию или имели минимальный угол отражения. Поэтому для отдельных фрагментов памятника было проведено их повторное сканирование с несколько иной позиции и более близкого расстояния, а также с нанесением на отдельные поверхности покрытия для улучшения качества сканов.

Далее на втором этапе была проведена

первоначальная компьютерная обработка для объединения отдельных сканов в одно целое трехмерное изображение, а также удаление ненужных сканов – отдаленные объекты, случайно попавшие в область сканирования (например частицы снега, фасады зданий и деревья). На рисунке 2 показан интерфейс используемой программы для обработки сканов – Rapidform, с уже обработанными облаками точек.

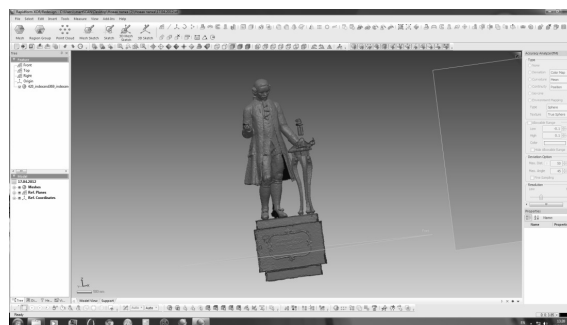


Рисунок 2 – Среда программы Rapidform



Рисунок 3 – Копия памятника

На следующем этапе при помощи 3D-принтера Zprinter 650 была получена уменьшенная копия памятника (рисунок 3) из композиционного материала.

Четвертый этап включает в себя расчет и построение литниковой системы, «склеивание» модели и анализ процессов заполнения и затвердевания отливки с использованием системы компьютерного моделирования LVMFlow.



Рисунок 4 – Готовая восковая модель и модель-прототип

Далее было произведено изготовление эластичной пресс-формы. При этом для большей технологичности модель предварительно была разделена на 3 части: постамент, столешница с паровой машиной и сам памятник.

В качестве материала формы для последующего изготовления восковых моделей была использована 2-х компонентная жидкая безусадочная резина CASTALDO LiquaCast.

Изготовление восковой модели осуществляли с применением инжектора. При этом в рабочем режиме температура модельной массы в инжекторе составляла 65 °С. Запрессовка модельной массы в эластичные пресс-формы производилась при определенном давлении. Затем осуществлялась сборка восковых моделей из отдельных элементов путем пайки (рисунок 4).

Затем полученные модели спаивались в один блок вместе с моделями стояка и литниковой чашей и размещались в специальную опоку, в которой они заформовывались специальной гипсовой формомассой Satin-Cast 20. После выдержки в течение 24 часов, модели, вместе с элементами литниковой системы, вытапливались из опоки, а полученная гипсовая форма подвергалась прокалке в



Рисунок 5 – Отливка из бронзы после финишной обработки

электropечи сопротивления по следующему температурному режиму:

- нагрев до температуры 150 °С с выдержкой в печи 2 часа;
- дальнейший нагрев до 370 °С, выдержка 2 часа;
- нагрев до 480 °С, выдержка 2 часа;
- нагрев до 730 °С, выдержка 2 часа;
- охлаждение с печью.

После прокалки опока устанавливалась в вакуумную установку и производилась заливка расплавом бронзы БрО5Ц5С5 ГОСТ 613-79. Выплавку металла осуществляли в индукционной тигельной печи ППИ 110.

Общий вид полученной бронзовой отливки после проведения финишных операций представлен на рисунок 5.

Список литературы:

1. Монастырский А. В. О современных методах разработки и оптимизации технологических процессов в литейном производстве // Литейное производство. – 2010. – № 5. – С 19-22.