



Метод равномерного распределения припуска крупногабаритных литых заготовок перед механической обработкой с помощью 3D-сканирования

В.Ю. Новиков

к.т.н. профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»; Москва

Я.С. Караваяев

аспирант кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»; Москва

Механообработка сложных формообразующих поверхностей различных крупногабаритных литых деталей является длительным трудоемким процессом. Если деталь изготавливается на токарном или на фрезерном станке с ЧПУ из заготовки сложной формы, то в процессе обработки могут возникать дополнительные сложности из-за несоответствия фактической формы заготовки ее расчетной CAD-модели, спроектированной конструктором. Для сокращения времени обработки на станке с ЧПУ требуется минимизация количества проходов инструмента на рабочих подачах. Снижение производительности обработки может быть особенно велико, если деталь изготавливается из труднообрабатываемого материала (например, высокопрочной стали, отбеленного чугуна, жаропрочных сплавов и т.п.), так как любое врезание инструмента на высокой подаче может привести к его поломке или к поломке узлов станка. В то же время излишне большой фактический припуск литья приводит к значительному сокращению срока службы инструмента. Поэтому одним из эффективных методов сокращения времени обработки на станке с ЧПУ является учет фактической формы конкретной заготовки еще на этапе разработки управляющей программы для такого станка.

С проблемами, обусловленными несоответствием фактической формы заготовки ее теоретической CAD-модели, сталкиваются многие промышленные предприятия, в результате чего в дальнейшем может выявиться брак. Это приводит к большим затратам времени, эксплуатации оборудования и износу инструмента.

Габаритные размеры литой заготовки детали типа «корпус» (рис. 1) составляют более 550×300×250 мм, а время обработки на станке с ЧПУ превышает 80 часов. В процессе обработки заготовок из магниево-литейного сплава марки МЛ-5 наблюдается повышенный износ режущего инструмента, вызванный неравномерностью припуска обрабатываемого материала, а кроме того отмечалась низкая эффективность управляющих программ из-за многочисленных проходов инструмента на рабочих подачах вне зоны контакта с заготовкой.

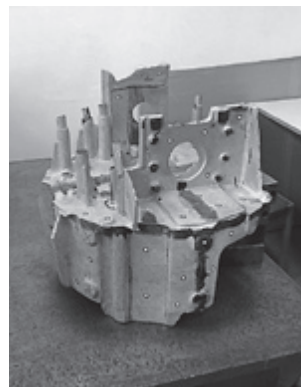


Рис. 1. Крупногабаритная литая заготовка (корпус)

Для построения фактической 3D-модели заготовки было принято решение использовать метод реверсивного инжиниринга, реализуемый применением CAD-системы. Оцифровка физического прототипа может выполняться при помощи различных координатно-измерительных машин и 3D-сканеров. На основе сканированных точек строится фактическая CAD-модель заготовки, которая впоследствии может использоваться наравне с 3D-моделью готового изделия для разработки управляющих программ станка с ЧПУ. Это позволяет равномерно распределить припуск на обработку и минимизировать холостые перемещения инструмента, благодаря чему значительно сокращается время обработки.

В процессе измерения крупногабаритной литой заготовки различными сканерами наиболее

полный и качественный результат был достигнут с помощью лазерного сканера *HandySCAN 700*. Данный сканер имеет компактный и легкий корпус, небольшое фокусное расстояние (300 мм) и большую глубину резкости (250 мм). В стандартном стерео-режиме работы он сканирует поверхность объекта 14 пересекающимися лазерными линиями, что обеспечивает высокую производительность. Кроме этого предусмотрен режим работы с использованием лишь одной из двух камер и одного лазерного луча для «доступа» в труднодоступные места.

Для работы с этим сканером на объект необходимо нанести маркеры-привязки – небольшие наклейки диаметром 10 мм. Сканер в процессе замера запоминает положение маркеров и в дальнейшем рассчитывает свое положение в каждый момент времени относительно них. Данный подход позволяет производить измерения с руки даже в нестабильных условиях цеха, а также дает возможность в процессе измерения перемещать объект.

На первом этапе сканируются маркеры на всем объекте, затем работа по измерению разбивается на два этапа – сканирование с одной и с другой стороны. Затем при помощи программы *VXelements* (разработка *cybercom*) получаем сетку и позиционные метки отливки.

На *рис. 2* представлены результат сканирования в виде облаков точек и теоретическая *CAD*-модель заготовки, построенная по конструкторской документации.



Рис. 2. Облако точек сканируемой заготовки и соответствующая ей теоретическая CAD-модель

На следующем этапе строятся вспомогательные плоскости, служащие для базирования теоретической *CAD*-модели детали относительно фактической заготовки.

После построения твердотельной *CAD*-модели реальной заготовки выполняется совмещение *CAD*-модели (в данном случае использовалось наилучшее совмещение по поверхностям, не тре-

бующим дополнительной механической обработкой) теоретической детали, с моделью реальной заготовки, исходя из условия обеспечения максимально равномерного припуска на обработку (*рис. 3*).

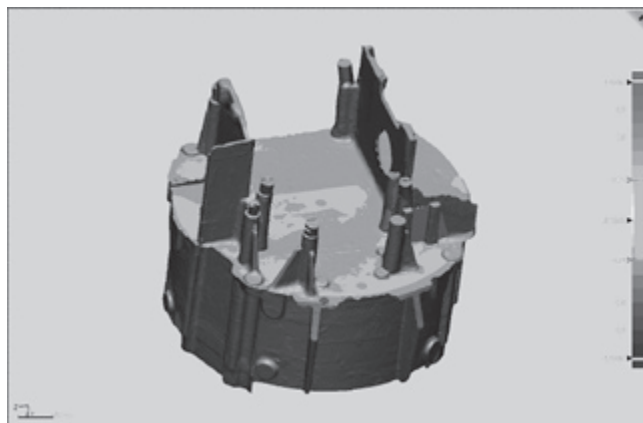


Рис. 3. Процесс совмещения CAD-модели теоретической детали с моделью реальной заготовки

Применение реализованных в ПО средств реверсивного инжиниринга позволило успешно решить задачу построения твердотельной *CAD*-модели заготовки. Это в свою очередь дало возможность программистам-технологам равномерно распределить припуск на обработку и точно задать границы зон гарантированно безопасных перемещений инструмента на ускоренных подачах. Благодаря проделанной работе существенно повысилась эффективность управляющих программ и снизилась вероятность поломки инструмента и оборудования.

Литература

1. [Url:http://www.cybercom.ru](http://www.cybercom.ru).
2. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием Ю.И. Кувалдин, В.Д. Перевощиков.
3. Технология конструкционных материалов. Учебник для машиностроительных специальностей [под ред. А.М. Дальского] – 4-е изд., перераб. и доп – М.: Машиностроение, 2005 г. – 480 с.
4. Технология литейного производства / И.Д. Титов, С.А. Степанов – Н.: Машиностроение, 1978 – 432 с.
5. Правила контроля стальных отливок для атомных энергетических установок. [Url:http://www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru).