

УДК 621.9.012

*И. А. Печёнкин*, аспирант  
*В. Ю. Пузанов*, старший преподаватель  
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
*Р. М. Гильфанов*, директор ООО «Иж-Рэст»

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

*Обоснованно внедрение операций 3D-лазерного сканирования в технологический процесс механической обработки деталей штамповой оснастки, повышающих производительность механической обработки.*

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, ЧПУ, механическая обработка, 3D, штамповая оснастка.

Изготовление штамповой оснастки является трудоемким процессом. В частности, механическая обработка исполнительных поверхностей деталей штампов с помощью оборудования с числовым программным обеспечением (ЧПУ) осложняется дополнительно из-за несоответствия геометрии реальной заготовки и спроектированной конструктором модели заготовки [1–3]. В результате необходимости снятия больших объемов материала для получения исполнительных поверхностей штампов возникает необходимость в обеспечении рационального использования оборудования с ЧПУ, т. е. минимизации ходов на рабочей подаче вне зоны контакта с заготовкой. Кроме этого, возникает риск поломки как режущего инструмента, так и узлов станка и оснастки в случае отклонения геометрии реальной заготовки от модели, превышающего величину заданных подводов, отводов и зон безопасных высот. Ситуация становится тем более критичной в том случае, когда обрабатываемые материалы относятся к группам жаропрочных, титановых сплавов или материалам высокой твердости (закаленная сталь, отбеленный чугун).

Проблема подобного характера существует на ижевском заводе штампов и пресс-форм «ИжРЭСТ». В процессе обработки заготовок из жаропрочных сплавов марок ЭП-202 и ЖС6-У наблюдается повышенный износ режущего инструмента, вызванный неравномерностью припуска обрабатываемого материала, а также уменьшение производительности из-за многочисленных проходов на рабочей подаче инструмента вне зоны контакта с заготовкой. Обработка заготовок с габаритными размерами 1200×900×500 мм (рис. 1) производилась на портальном обрабатывающем центре VF-3000 (рис. 2).

При этом общее время обработки одной заготовки составляет порядка 237 часов.

Одним из вариантов повышения производительности является учет реальной геометрии заготовки от этапа написания управляющей программы до базирования и обработки заготовки на станке с ЧПУ [4, 5]. Создание 3D-модели реальных заготовок для последующего размещения в моделях заготовок виртуальных деталей, обеспечивая при этом рациональное распределение припуска, с последующей разработ-

кой в САМ-системе оптимальных управляющих программ обработки, должно привести к снижению трудоемкости изготовления исполнительных поверхностей деталей штампов.

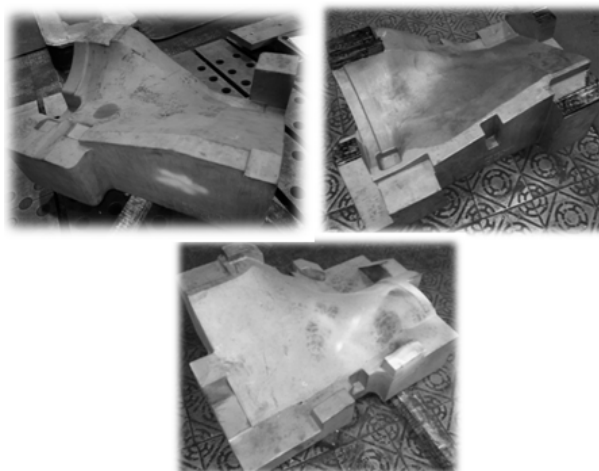


Рис. 1. Жаропрочные заготовки штамповой оснастки, обрабатываемые на станках с ЧПУ

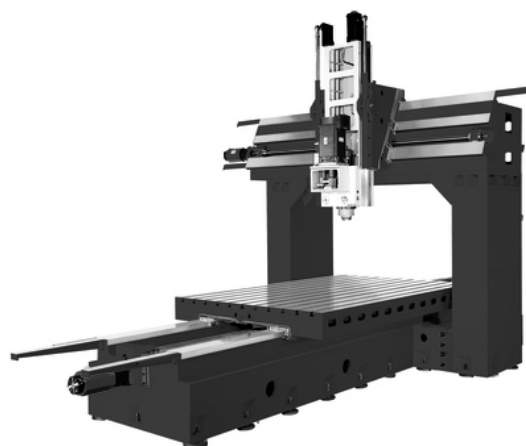


Рис. 2. Портальный обрабатывающий центр VF-3000

Наиболее рациональным способом получения 3D-моделей реальных заготовок, с учетом их формы и габаритных размеров, является их объемное сканирование. С помощью портативной координатно-

измерительной машины (КИМ) CimCore INFINITE 2.0, оснащенной лазерным сканером ScanWorks, было произведено объемное сканирование трех заготовок. Процесс сканирования осуществлялся за несколько переустановок КИМ, необходимых для охвата заготовки со всех сторон, в результате только для одной заготовки было получено до 6 разных файлов, содержащих множество точек в пространстве, описывающих ее геометрию (облаков точек).

На рис. 3 представлены результаты сканирования в виде облаков точек (слева) и идеальные модели заготовок (либо деталей) по конструкторской документации.

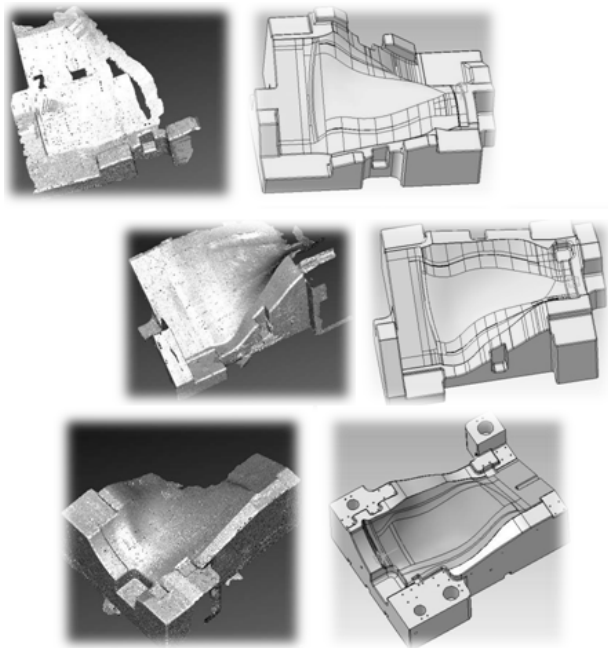


Рис. 3. Облака точек сканированных заготовок и соответствующие им конструкторские модели

Отдельные облака точек, полученные в результате сканирования поверхностей заготовок, были объединены в программной среде PowerINSPECT.

На основе каждого облака точек в программной системе SolidWorks Pro фирмы Delcam [6] были построены триангуляционные модели (рис. 4). Уже эти модели позволяют выполнять различные операции, например измерения, и использовать их в качестве моделей заготовок в некоторых САМ-системах для разработки управляющих программ.

Для последующей разработки управляющих программ в САМ-системе на основе триангуляционных моделей были построены математические поверхности, а также созданы дополнительные базисные плоскости в виде геометрических примитивов, служащие для ориентации модели детали относительно заготовки. Работа была выполнена в программной системе PowerSHAPE фирмы Delcam.

На основе полученных поверхностных моделей были созданы твердотельные модели заготовок (рис. 5).

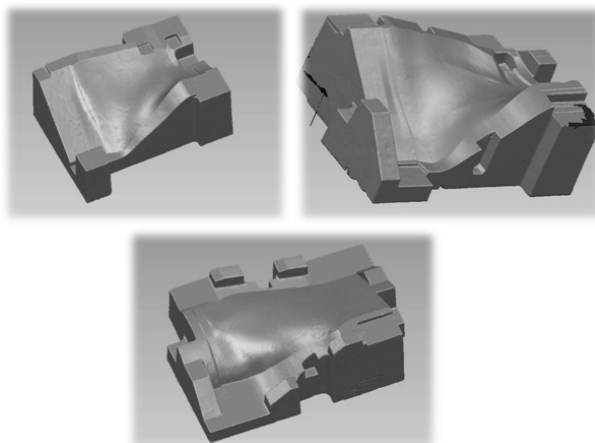


Рис. 4. Триангуляционные модели заготовок

Эти модели заготовок были переданы на предприятие ИжРЭСТ. На основе виртуальных моделей заготовок специалистами ИжРЭСТ было выполнено размещение каждой виртуальной детали в системе координат соответствующей заготовки (рис. 6) для получения рационального распределения припуска на обработку.

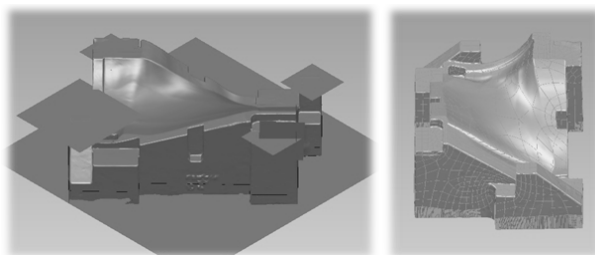


Рис. 5. Поверхностная (слева) и твердотельная (справа) модель одной из заготовок

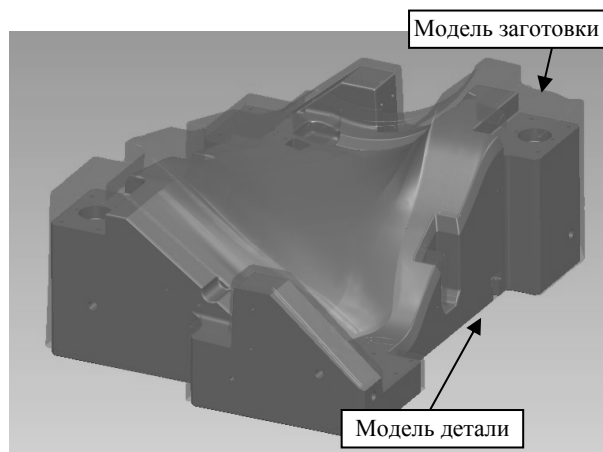


Рис. 6. Ориентация модели детали относительно построенной модели заготовки

В результате внедрения в производственный процесс изготовления штамповой оснастки операций 3D-лазерного сканирования удалось учесть реальную геометрию обрабатываемых заготовок, что позволило при составлении программ обработки в САМ-

системах произвести учет неравномерности припуска и выбрать гарантированные зоны безопасных ускоренных перемещений, при этом общее время обработки заготовки сократилось на 74 часа (на 31 % от общего времени обработки на станке). Все это в совокупности позволяет говорить, что производительность обработки подобных заготовок на оборудовании с ЧПУ значительно возрастает при одновременном снижении риска поломки элементов системы станок – приспособление – инструмент – деталь.

#### Библиографические ссылки

1. Печёнкин И. А., Сивцев Н. С., Пузанов Ю. В., Бажин А. Г. Автоматизированная технология обработки деталей ружья МР-27ЕМ // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 3 (59). – С. 021–024.
2. Печёнкин И. А., Сивцев Н. С., Пузанов Ю. В., Бажин А. Г. Новая автоматизированная технология пригонки поверхностей // Инженерия поверхности и реновация изделий : матер. 13-й Междунар. науч.-техн. конф., 03–07 мая 2013 г., г. Ялта – Киев. – С. 215–217.

3. Печёнкин И. А., Бажин А. Г., Пузанов Ю. В., Сивцев Н. С. Формирование геометрии поверхностей деталей, имеющих заведомо неизвестные точностные характеристики // Молодежь и наука: модернизация и инновационное развитие страны : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Пенз. гос. технол. универ., 2013. – С. 150–154.

4. Bazhin A. G. Pechenkin I. A., Puzanov Yu. V., Bazhin A. G. Hardware and software complex development of processing of precisely conjugated parts based on the Delcam modules // Universology: definitions, issues and concepts [the electronic resource] : the electronic scientific publication: proceedings from the Teachers' Technical Scientific Conference (in the English language), Izhevsk, 27 June 2013 y. / Kalashnikov Izhevsk State Technical University. – Electronic data (1file : 3,18Mb). – Izhevsk, 2013. – 64pp. – 1 electronic disk (CD-ROM). – System requirements: Acrobat Reader 6.0 and on – ISBN 978-5-7526-0654-0.

5. Печёнкин И. А., Пузанов Ю. В., Бажин А. Г. Обработка результатов измерений при изготовлении сложно-пряженных деталей сборочной единицы // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 1. – С. 82–85.

6. Delcam. – URL: <http://www.delcam.ru/products/products.htm> (дата обращения: 26.10.2014).

\* \* \*

I. A. Pechenkin, Post-graduate, Izhevsk State Agricultural Academy  
V. Yu. Puzanov, PhD in Engineering, Senior Lecturer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
R. M. Gilfanov, Director of "Izh-Rest" Ltd.

#### Application of 3D laser scanning to increase the machining efficiency of operating surfaces for stamp tooling

*The paper grounds implementation of 3D laser scanning in the mechanical production process of stamp tooling parts increasing the performance characteristics of machining.*

**Keywords:** laser scanning, CNC, machining, 3D, stamp tooling.

Получено: 10.11.14

УДК 62-83(045)

П. И. Степанов, аспирант, старший преподаватель

С. В. Лагуткин, кандидат технических наук, доцент

Новоуральский технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

### МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ\*

*Рассматриваются механические и электрические диагностические параметры электрического привода. Исследована связь между механическими, электрическими диагностическими параметрами и техническим состоянием электрического привода на примере стенда, состоящего из асинхронного двигателя, муфты и червячного редуктора. Исследовалось изменение спектра виброскорости и коэффициентов вейвлет-анализа электрического тока статора привода в режиме холостого хода и под нагрузкой при отсутствии и наличии дефектов: расцентровка зубчатой передачи и дисбаланс ротора двигателя.*

**Ключевые слова:** диагностика, электрический привод, асинхронный двигатель, червячный редуктор, спектр вибрации, электрический ток, вейвлет-анализ.

#### Введение

С ростом автоматизации и современного производства повышаются требования к его надежности. Чтобы избежать аварийной остановки автоматизированного технологического оборудования, необходимо выполнять его диагностику и прогнозировать

аварии узлов, которые могут возникнуть при эксплуатации. Таким образом, диагностика оборудования становится наиболее перспективным и быстро развивающимся аспектом современного производства.