

ОСОБЕННОСТИ ОЦИФРОВКИ И СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

© 2021 О. А. Ющенко

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

Существуют различные подходы автоматизированного проектирования объектов сложной геометрической формы. В статье рассматривается методика проектирования таких объектов на примере машиностроительной детали. Процесс автоматизированного проектирования детали заключается в использовании 3D-сканера для получения полигональной модели и ее импорта в САD-систему для создания твердотельной редактируемой модели. Приведены этапы получения цифрового изображения с последующим анализом, импортом данных и результатами реверсивного инжиниринга.

Ключевые слова: реверсивный инжиниринг, лазерное сканирование, твердотельное моделирование.

В настоящее время на производстве часто возникают ситуации, когда необходима деталь, которая больше не выпускается производителем и отсутствует техническая документация. Также возникает потребность в анализе собственной продукции после длительной эксплуатации с целью оценки качества и последующей модернизации. В таких случаях единственно верным методом решения поставленных задач является реверсивный инжиниринг.

Реверсивный инжиниринг заключается в создании производственных проектов на основе уже существующих изделий с целью их анализа, модернизации, ремонта или копирования. Специалисты в области реверсивного инжиниринга используют оборудование объемной 3D-оцифровки: 3D-сканеры, томографы, измерительные инструменты и компьютеры со специальным программным обеспечением.

Первым этапом реверса детали будет сканирование [1]. При оцифровке объектов лазерным сканером создается облако точек, на основании которого программное обеспечение формирует трехмерную детализированную и высокоточную модель. Перед началом сканирования необходимо правильно установить камеры, выполнить настройку

оборудования. Поверхность объекта сканирования необходимо очистить и нанести матирующий спрей с целью получения изображений без бликов и пересветов.

Объект нужно сканировать с разных ракурсов, при этом получается несколько фрагментов, которые затем необходимо совместить. Это делается для получения наиболее полного и точного представления о геометрии детали. При этом, в процессе необходимо настраивать расстояние между объектом и сканером для получения требуемой точности результирующего изображения. После обработки фрагментов вычисляются трехмерные координаты точек поверхности, которые образуют облако точек, и строится цифровая модель поверхности.

После получения цифровых изображений необходимо объединить фрагменты в единую модель. Далее необходима обработка цифровой модели, включающая удаление «шума» и лишней геометрии на изображении. Также необходимо отредактировать программные дополнения, в случае их возникновения в виде, например, зашитых отверстий. Заключительным этапом является экспорт модели изделия в формате STL-файла (рис. 1). Формат STL является наиболее распространенным форматом передачи 3D-моделей в САD-систему [2].

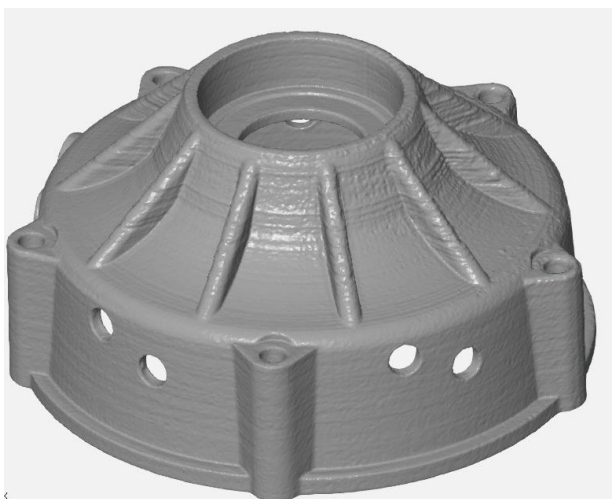


Рисунок 1. Отсканированное изображение детали сложной геометрической формы.

Следующим этапом реверсивного инжиниринга является анализ данных лазерного сканирования детали в специализированном программном обеспечении [3]. Рассмотрим этапы анализа данных в программе GOM Inspect.

Для проведения анализа необходимо импортировать отсканированное изображение в рабочую область программы и настроить систему координат. Далее необходимо получить геометрические элементы детали максимально приближенные к поверхности цифрового изображения (рис. 2).

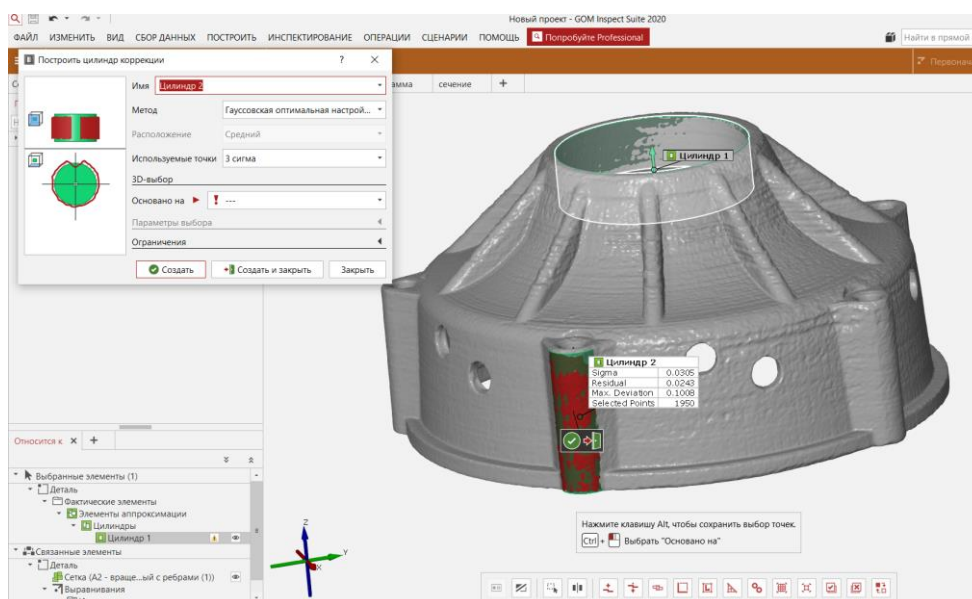


Рисунок 2. Построение элементов коррекции изображения.

После настройки системы координат можно начать процесс получения данных, а именно физических размеров. Для это при помощи инструментов программы измеряются диаметры всех цилиндров коррекции. Таким же образом нужно определить все необходимые базовые размеры. Этим способом можно получить любой физический размер

детали, используя цифровое изображение, но получение размеров элементов сложной геометрической формы представляет большую сложность и займет много времени. Наиболее эффективным методом получения данных в этом случае является метод построения по сечениям, суть которого состоит в построении детали по образцу (рис. 3).

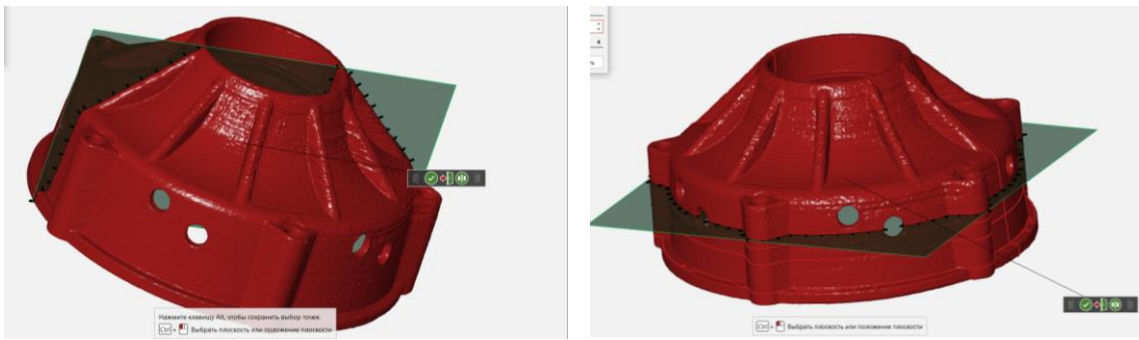


Рисунок 3. Построение сечений изображения.

Сечения нужно выполнять так, чтобы получить максимально точное представление о сложной геометрии детали. В этом и заключается особенность оцифровки деталей сложной геометрической формы. После

получения необходимого количества сечений необходимо экспортировать их из программы GOM Inspect для дальнейшей работы в программе для твердотельного моделирования (рис. 4).

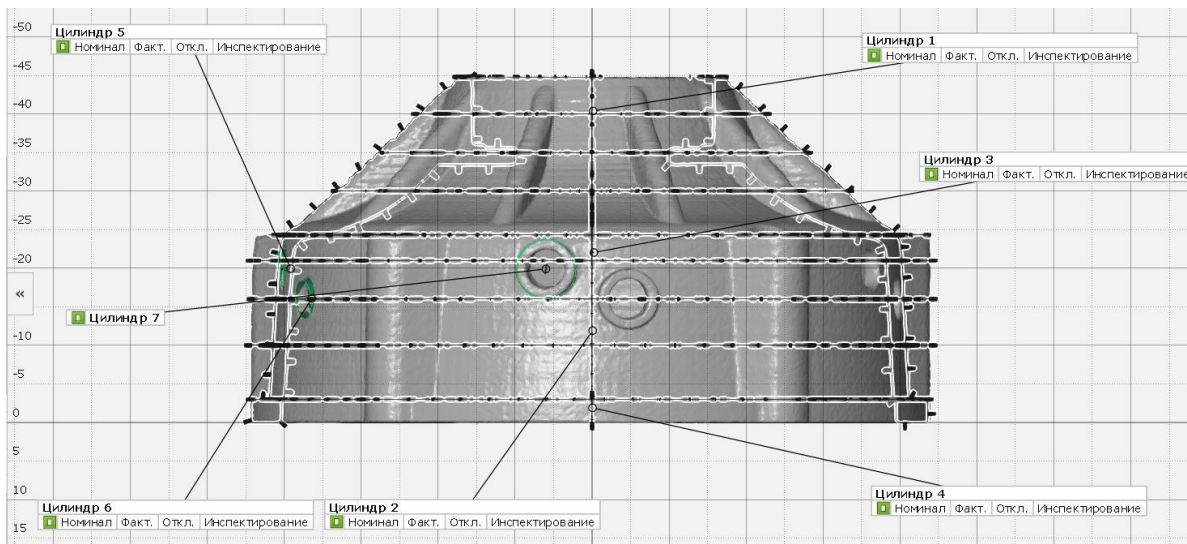


Рисунок 4. Экспорт сечений.

Рассмотрим процесс твердотельного моделирования детали в программе Autodesk Inventor.

Autodesk Inventor позволяет гибко работать с моделью: вносить изменения в модель без риска потери данных при импорте, легко синхронизировать изменения в модели с управляющим файлом в связке с САМ-системой [4].

По полученным сечениям нужно построить твердотельную редактируемую модель детали [5]. Сечения будут выступать в виде шаблона или подложки, по которым и будет производиться построение. Поэтому необходимо импортировать сечения в рабочую область программы (рис. 5).

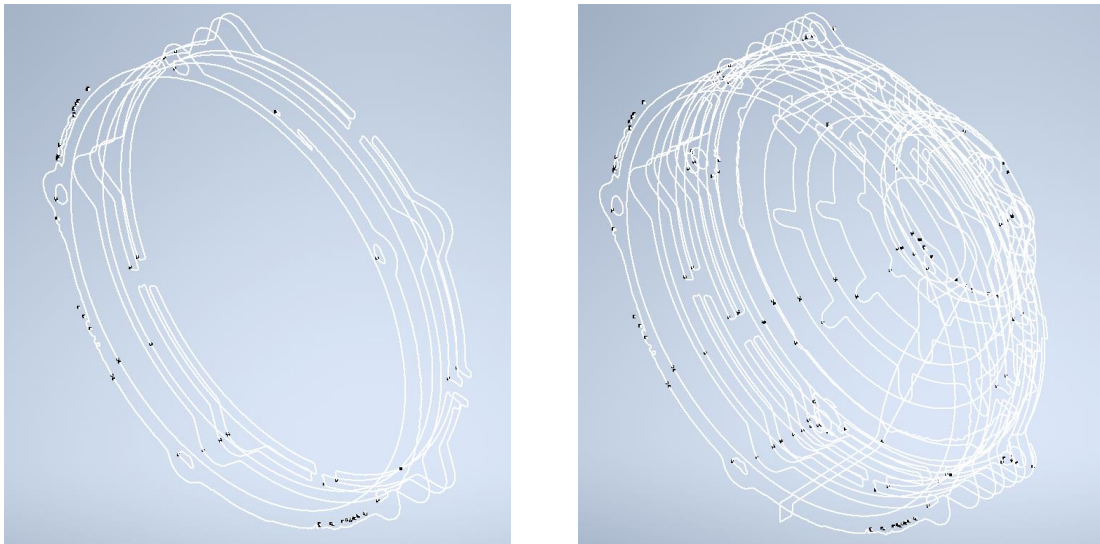


Рисунок 5. Импорт сечений.

После импорта всех сечений можно увидеть, как должна выглядеть деталь. Можно ее вращать и осмотреть со всех сторон.

Далее создается эскиз контура детали на выбранной плоскости с одним из сечений. При построении эскиза учитываются раз-

меры, полученные во время анализа цифрового изображения. Необходимо максимально точно повторять контуры сечения (рис. 6).

После получения эскиза и выполнения операции «Вращение» получаем модель основной части детали (рис. 7).

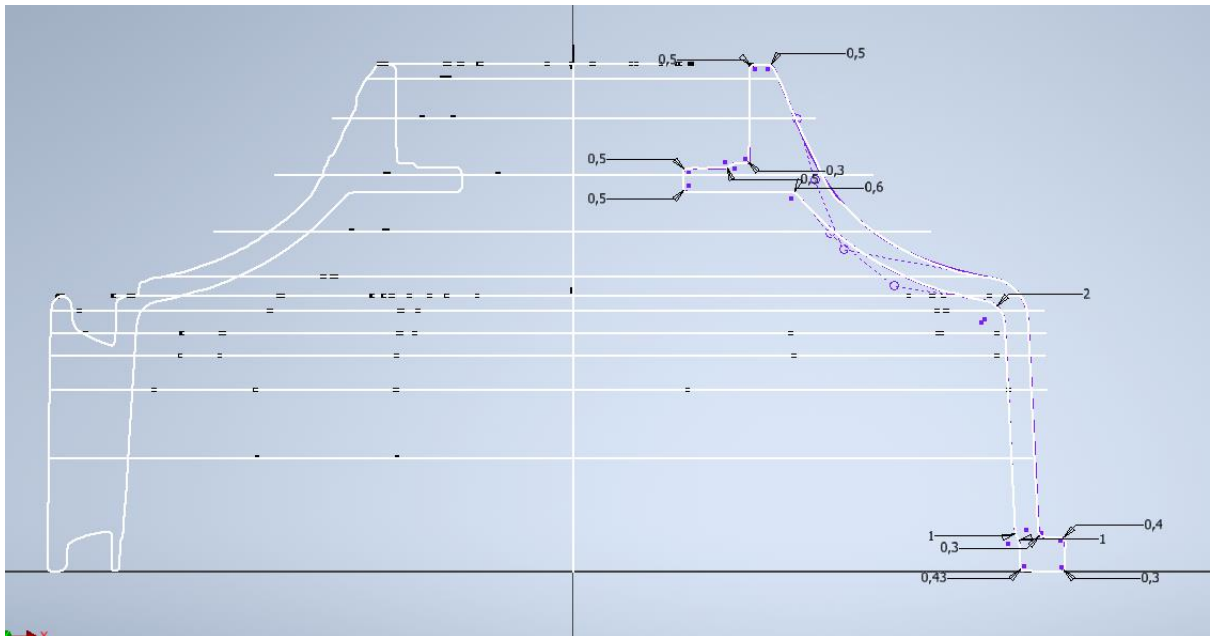


Рисунок 6. Получение основного эскиза.

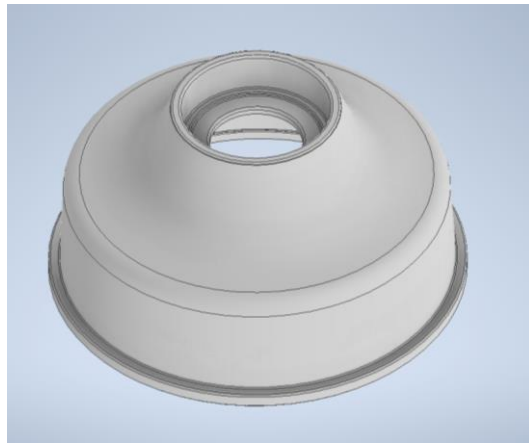
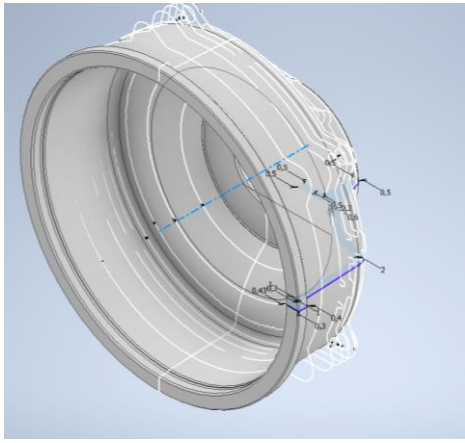
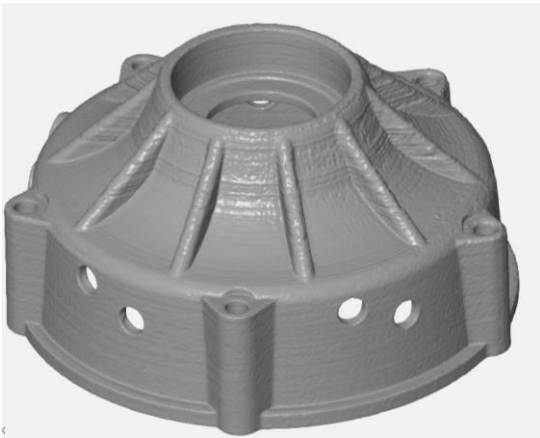


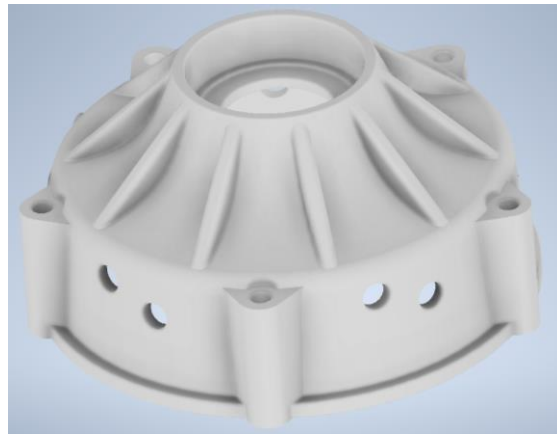
Рисунок 7. Модель основной части пылезащитного кожуха.

После построения необходимых дополнительных эскизов элементов детали, на основе цифрового изображения, была создана

твердотельная модель детали сложной геометрической формы (рис. 8).



а)



б)

Рисунок 8. Отсканированное цифровое изображение (а) и компьютерная модель (б) пылезащитного кожуха.

Таким образом, полученная компьютерная модель может быть использована для создания рабочей документации для изготовления детали, для корректировки модели в процессе модернизации изделия.

Полученную модель можно использовать для импорта в САМ-систему для изготовления изделия на станке с ЧПУ. Применение технологий лазерного сканирования, а также специализированного программного обеспечения для анализа данных сканирования и твердотельного моделирования позволяет в короткие сроки получить управляющий код и качественно обработанную готовую деталь сложной геометрической формы в условиях единичного и мелкосерийного производства.

ЛИТЕРАТУРА

- Осипович Д. А. Выбор метода оцифровки для контроля геометрии крупногабаритных сложнопрофильных деталей и узлов авиационных двигателей / Д. А. Осипович, С. Г. Ярушин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 1 (60). — С. 103-110. — URL: <https://moluch.ru/archive/60/8774/> (дата обращения: 05.06.2021).
- Белов П. С. САПР технологических процессов: учебное пособие / П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 154 с. — ISBN 978-5-4497-0371-2. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование: [сайт]. — URL:

<https://profspo.ru/books/89236> (дата обращения: 15.06.2021).

3. Серёдкин А. Н., Виноградова Г. Л., Филиппенко В.О. Алгоритм автоматизированного проектирования объектов сложной геометрической формы // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-6. – С. 1267-1270. - URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35712> (дата обращения: 05.06.2021).

4. Кравченко Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина,

В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с. — ISBN 978-5-4488-1193-7. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105721> (дата обращения: 15.06.2021).

5. Карпов А., Шептунов И. Опыт изготовления деталей со сложной геометрической формой на примере лопасти модели двигателя // САПР и графика. 2014. № 7 (213). - С. 14-17. - URL: <https://sapr.ru/article/24543> (дата обращения: 13.06.2021).

FEATURES OF DIGITIZATION AND CREATION OF A COMPUTER MODEL DETAILS OF A COMPLEX GEOMETRIC SHAPE

© 2021 O. A. Yuchshenko

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

There are various approaches to computer-aided design of objects of complex geometric shape. The article discusses the methodology of designing such objects on the example of a machine-building part. The process of computer-aided design of a part consists in using a 3D scanner to obtain a polygonal model and import it into a CAD system to create a solid-state editable model. The stages of obtaining a digital image with subsequent analysis, data import and the results of reverse engineering are presented.

Keywords: reverse engineering, laser scanning, solid-state modeling.