

УДК 658.512

А.А. Прохорова

ВОЗМОЖНОСТИ И СРЕДСТВА РЕИНЖИНИРИНГА В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассматривается задача получения пространственной модели детали на основе импортированной модели без истории построения. Показаны методы решения задачи в отдельных системах 3D-моделирования.

Введение

Проектирование детали на основе данных, полученных от координатно-измерительной машины (КИМ), имеет два варианта решения. Первый – построить модель заново. При этом полученные на КИМ координаты точек используются для оценки точности воспроизводимой формы детали. Второй вариант – работа с импортированной моделью – получил название реинжиниринга.

Реинжиниринг обычно применяется в случае отсутствия конструкторской документации. Задача реинжиниринга – на основе исходных данных, полученных на КИМ, воссоздать и внести изменения в электронную модель детали [1].

Правильный выбор среды и средств для реинжиниринга исходной модели определяют время корректировки и качество 3D-модели. При этом необходимо учитывать наличие и возможности системы не только с точки зрения создания новой, но и модификации уже имеющейся геометрии. Модификация имеющейся геометрической модели является актуальной, когда необходимо внести изменения в электронную модель образца детали, восстановленную по исходным данным. Задачи создания и модификации 3D-модели могут быть легко решены специальными модулями [3] или средствами поверхностного и твердотельного моделирования в среде систем высокого уровня, таких как CATIA [4, 5] или Unigraphics.

Целью данной работы является определение возможностей систем среднего уровня, таких как Solid Works и SolidDesigner, при решении задач реинжиниринга на базе импортированной твердотельной модели, преобразованной из исходного «облака точек».

Определение шагов и средств получения модели

Рассмотрим алгоритм выбора системы для реинжиниринга на примере получения 3D-модели колеса компрессора (рис. 1).

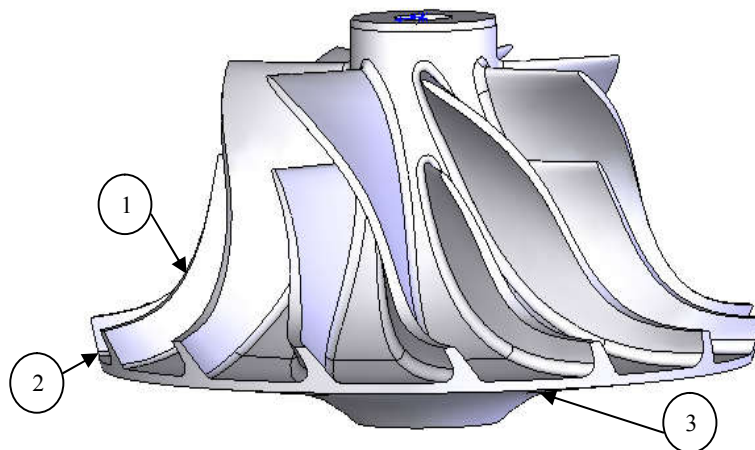


Рис. 1. Исходная измерительная 3D-модель колеса компрессора (турбокомпрессора ТКР9)

В данном случае необходимо изменить диаметр модели колеса и построить модель отливки. Здесь требуется не кардинальное изменение геометрии лопастей, а лишь корректировка габаритов колеса и внешнего контура лопастей с помощью операций наращивания и подрезки. Цифрами на рис. 1 отмечены поверхности измерительной модели колеса, которые необходимо модифицировать для получения конструкторской модели, показанной на рис. 2.

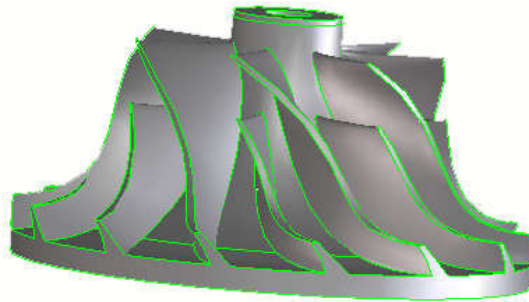


Рис. 2. Конструкторская 3D-модель колеса компрессора, полученная после модификаций

Параллельно с решением этой задачи рассматривается вопрос о возможности применения для создания колеса компрессора систем среднего уровня. Для сравнения выбраны две среды моделирования: непараметрическая (SolidDesigner) и параметрическая (SolidWorks). Выбранные системы позволяют быстро и легко создавать типизированные машиностроительные конструкции и оснастку, а также более сложные конструкции. Следует заметить, что аналогичными с SolidWorks возможностями моделирования располагают такие системы, как SolidEdge или PRO/Engineer.

Чтобы выбрать метод построения колеса, в первую очередь необходимо определить требуемые изменения геометрии. Для получения конструкторской модели колеса (см. рис. 1) необходимо реализовать следующие шаги:

1. Укоротить деталь по высоте за счет удаления материала у основания (поверхность 1).
2. Увеличить диаметр колеса у основания (поверхность 2).
3. Получить оформляющий контур лопаток для построения сопрягаемых деталей (поверхность 2).
4. Получить модель отливки, т. е. нарастить материал вдоль поверхности торца лопастей (поверхность 2) и у основания (поверхность 3).

В различных системах для выполнения конкретного шага предлагаются аналогичные средства. При реализации шагов возможны проблемы из-за отсутствия прямых средств их реализации. В некоторых системах для этого необходимо выполнить не одну, а несколько команд. Далее определяется, имеются в наличии или отсутствуют средства для выполнения перечисленных требований, и рассматривается наиболее общий случай построения.

Получение отдельных элементов колеса может быть выполнено несколькими способами, как, например, для шагов 1 и 3. На рис. 3 показана самая простая и удобная схема построения.

Выполнение *первого шага* достигается за счет операций вычитания или отрезания лишнего материала. Операция может быть выполнена в любой системе пространственного моделирования.

Реализация *второго шага*, несмотря на простоту, может вызвать ряд проблем. Перед началом работы необходимо определить перечень модификаций (элементов) и применяемых для этого средств моделирования. На схеме укрупненного алгоритма выбора и работы с элементом геометрии (рис. 3) видно, что алгоритм состоит из двух этапов: выбора элемента и выделения для выбранной системы набора подходящих для решения данной задачи инструментов моделирования. Если для получения элемента в выбранной системе нет соответствующего инструмента, следует выделить его подэлемент. Если дальнейшее деление на более мелкие подэлементы нецелесообразно, следует рассмотреть поверхностные методы или другую систему моделирования.

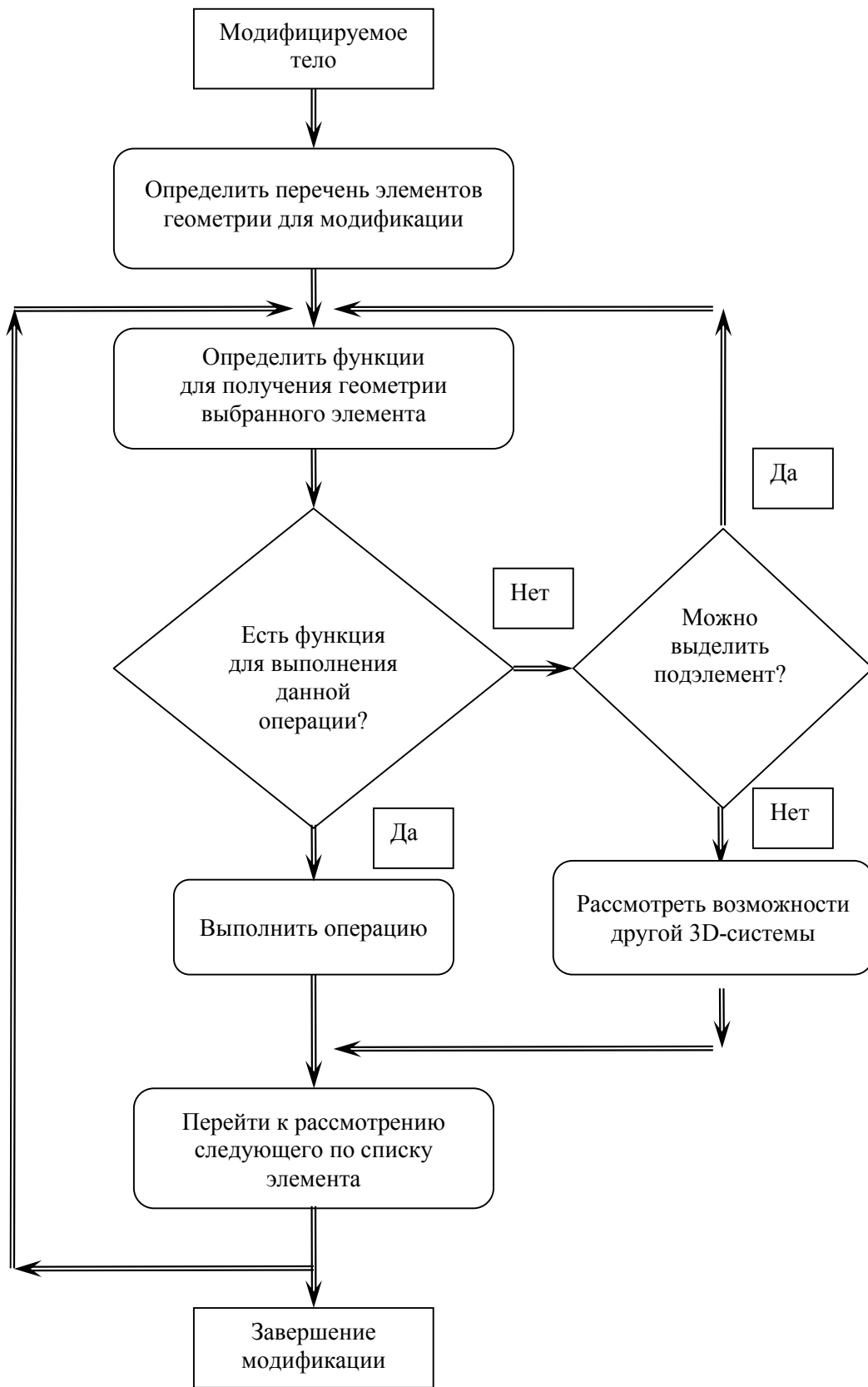


Рис. 3. Схема выбора элементов и средств для их построения

Исходная модель колеса не только имеет меньший диаметр, но и тупой угол между внешней поверхностью лопастей и горизонтальной плоскостью основания вместо перпендикулярного соединения поверхностей (рис. 4). Поэтому необходимо выполнить следующие действия:

- устранить уклон;
- нарастить поверхность для увеличения диаметра колеса.

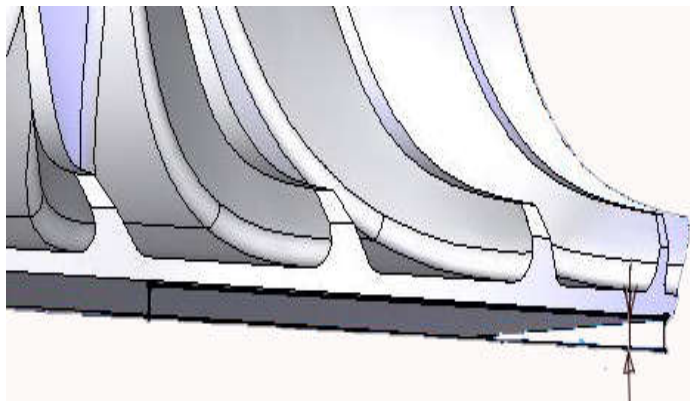


Рис. 4. Фрагмент модели после первого действия модификации колеса

Первая часть задачи решается за счет добавления цилиндрического тела. Выполнение второго действия в SolidDesigner, например, осуществляется специальной функцией Offset (подобие).

Инструментом наращивания материала располагают большинство систем среднего уровня. Задача наращивания диаметра может быть легко решена в системах с расширенными функциональными возможностями, такими как Unigraphics или CATIA. SolidWorks [2] располагает набором удобных средств быстрого создания тела, а также изменения параметров 3D-операций, однако для модификации геометрии без истории построения обычно требуются следующие функции:

- распознавания и удаления выбранного элемента конструкции;
- распознавания и удаления радиусов и фасок;
- изменения диаметра цилиндрической поверхности;
- наращивания материала.

Всеми перечисленными инструментами располагает SolidDesigner [6].

Нередко, как в данном случае, наличие скругления усложняет геометрию и не позволяет выполнить наращивание материала. Поэтому его необходимо удалить (рис. 5). В связи с тем, что модель импортирована, для этого необходимо сначала распознать скругление. В SolidDesigner имеется специальная функция, которая не только распознает и изменяет радиусные поверхности, но и удаляет их. В системе SolidWorks 2004 имеется средство удлинения тела в заданном направлении, однако отсутствует функция удаления таких элементов конструкции, как скругления или фаски.

Колесо компрессора представляет собой круговой массив, состоящий из семи больших и семи малых лопастей. Так как полная геометрия колеса слишком сложна и работа с ней может увеличить время выполнения отдельных операций, были удалены все лопасти, кроме одной большой и одной малой. Удаление лишних элементов в SolidDesigner выполняется одной командой. Далее лишний материал колеса (диаметр колеса 90,3 мм) был удален с помощью цилиндрического тела (диаметром 90 мм) и булевой операции пересечения. Для получения

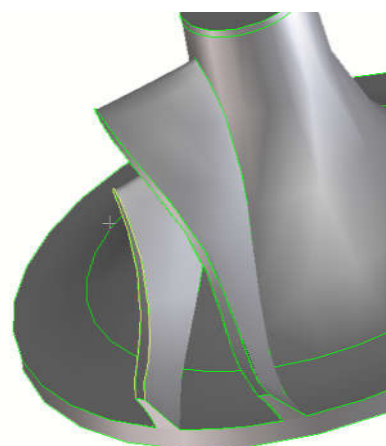


Рис. 5. Фрагмент модели после удаления скруглений

окончательной модели колеса осуществляется построение кругового массива лопастей, а также добавляются скругления между лопастью и основным телом, которые были удалены перед наращиванием материала.

Выполнение *третьего шага* необходимо для обеспечения требуемого зазора между поверхностями колеса компрессора и сопрягаемой детали (диффузора).

Первоначальная ограничивающая кривая лопаток была оценена с помощью координат, полученных по 3D-модели (табл. 1). Для их получения в рассматриваемых системах есть средства измерения. Достаточно построить сечение на заданном расстоянии от базовой поверхности и измерить в этом сечении расстояние от оси до крайней точки лопатки.

Наличие более простой ограничивающей кривой (рис. 6) отвечает требованию технологичности, а также обеспечивает удобство получения профиля сопрягаемой с колесом детали и зазора между ними.

Проверка показала, что внешний контур лопаток имеющейся модели местами находится внутри требуемого профиля, поэтому лопатки необходимо нарастить (см. рис. 1, поверхность 1).

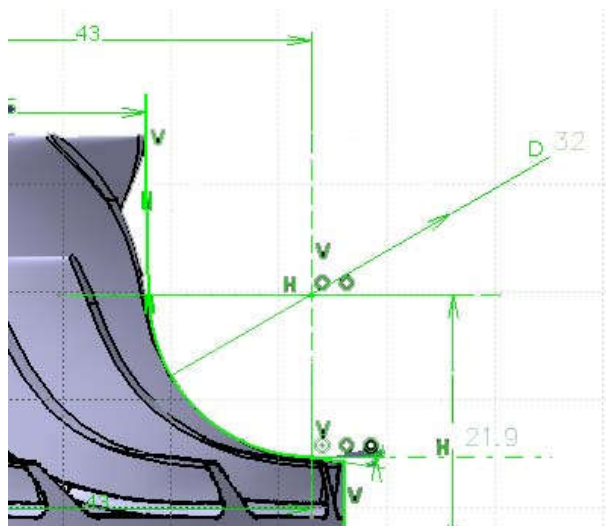


Рис. 6. Эскиз контура колеса компрессора

Заключение

Для выполнения поставленной задачи получения колеса компрессора были определены требуемые действия и соответствующие функции в выбранных системах моделирования. Приведенная схема работы облегчает подбор средств моделирования при работе с импортированной моделью и может быть применена к другой 3D-системе.

Сравнение систем SolidDesigner и SolidWorks показало, что система SolidDesigner обеспечивает необходимые функции для выполнения каждого из этапов работ, возникающих в процессе реинжиниринга. Каждая из рассматриваемых систем имеет свою область применения. SolidWorks предназначена для конструирования и модификации деталей средней сложности. SolidDesigner позволяет не только создавать, но и модифицировать импортированную геометрию достаточно сложной формы. Данная 3D-система может быть использована для аналогичной работы не только с колесом, но и с другими деталями машиностроения.

Таблица 1

Данные для построения кривой контура профиля лопасти, мм

№	H	R
1	0	45
2	7,54	45
3	10	35,9
4	11	34,6
5	12	33,5984
6	13	32,775
7	14	32,077
8	15	31,4767
9	16	30,9556
10	17	30,5
11	18	30,1
12	19	29,747
13	20	29,43557
14	21	29,16
15	22	28,91637
16	23	28,7
17	24	28,5073
18	25	28,33502
19	26	28,18
20	27	28,03933

Для обрезки лопаток 3D-модели колеса достаточно построить тело вращения заданной кривой вокруг оси колеса и применить булеву операцию пересечения.

Для выполнения *четвертого шага* – получения отливки колеса – необходимо нарастить поверхности 1, 2 и 3, отмеченные на рис. 1. Как было показано выше, в SolidDesigner эта операция выполняется одинаково успешно для всех трех поверхностей колеса компрессора.

Список литературы

1. Проектирование математических моделей методом комбинированного реверсивного инжиниринга с использованием программных продуктов Delcam pts // САПР и графика. – 2005. – № 2. – С. 92–96.
2. Моррей Д. Solidworks. – М.: ЛОРИ, 2003. – 604 с.
3. EvalViewer. Описание возможностей программного пакета для обработки облаков точек, полученных из данных трехмерного сканирования // <http://www.jcsi.ru/design/products/aw/evalviewer/evalviewer.htm>
4. Решетько Е.В. Средства для разработки дизайна в CATIA V5 // CAD/CAM/CAE Observer. – 2003.– № 4 (13). – С. 26–29.
5. Прохорова А.А. Методы создания электронной модели по аналогу // Информатика. – 2005. – № 2. – С. 117–119.
6. Описание возможностей системы Designer Modeling // http://www.cocreate.com/designer_modeling.cfm

Поступила 22.06.05

*Объединенный институт проблем
информатики НАН Беларуси,
Минск, Сурганова, 6
e-mail: prox1975@yandex.ru*

A.A. Prokhorova

**ABILITIES AND TOOLS OF REENGINEERING
IN CONTEMPORARY DESIGNING SYSTEMS**

The task of space model designing on the basis of imported model without history is considered. Decisions of the task in some space modeling systems are shown.