

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЁВА»  
(Самарский университет)

ИМПОРТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В QFORM3D  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ QSHAPE

Методические указания  
к лабораторным работам

САМАРА 2017

УДК 621.73.681.3

Составители: *С. Ю. Звонов, А. Г. Шляпугин*

ИМПОРТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В QFORM3D  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ QSHAPE [Электронный ресурс]:  
электрон. метод. указания к лаб. работам / Минобрнауки России, Самар. нац.  
исслед. ун-т. им. С. П. Королева;; авт.-сост. С.Ю. Звонов, А. Г. Шляпугин:  
под общ. ред. Ф.В. Гречникова . – Электрон. текстовые и граф. дан.  
( 1,33 Мбайт). - Самара, 2017. - 33 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся  
по специальностям 15.03.01 - Машиностроение и 22.03.02 - Metallургия.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета  
Самарского университета.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Типы объектов в QShare.....	6
1.1 Типы геометрических моделей в QShare .....	6
1.2 Объекты, составляющие модель.....	9
2 Основы работы. Импорт геометрических моделей .....	10
2.1 Импорт и преобразование геометрии из STEP .....	10
2.2 Импорт и преобразование геометрии из IGES .....	24
3. Улучшение геометрии и исправление дефектов .....	30
3.1. Методы коррекции геометрии .....	30
3.2. Методы улучшения геометрии .....	31
3.3 Изменение объема заготовки вследствие температурного расширения или сжатия .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Программа QShape специально разработана для подготовки объектов геометрии для последующего моделирования в QForm. Входным форматом являются твердотельные форматы (MSBO) STEP и IGES или поверхностный формат (Trimmed surface) IGES. На выходе программы QShape – файлы в формате SHL, предназначенном для использования в QForm для моделирования деформации заготовки и расчета напряжений винструментах.

Общий вид окна QShape показан на рисунке 1. Стандартное расположение окон QShape следующее:

- справа находится большое графическое окно для отображения геометрических объектов.
- слева вверху – окно «Модель», где перечислены все геометрические примитивы, доступные для анализа и обработки.
- слева посередине – окно «Объект». Здесь выводится подробная информация о выделенном объекте. Объект можно выделить как из списка в окне «Объекты», так и непосредственно щелкнув по нему мышью в графическом окне.
- слева внизу – окно «Операции». Здесь в зависимости от типа выделенного объекта появляются команды операций (задачи), которые могут быть выполнены применительно к этому объекту.
- ниже графического окна находится окно «История», где идет непрерывный список всех операций, выполненных в ходе работы программой.

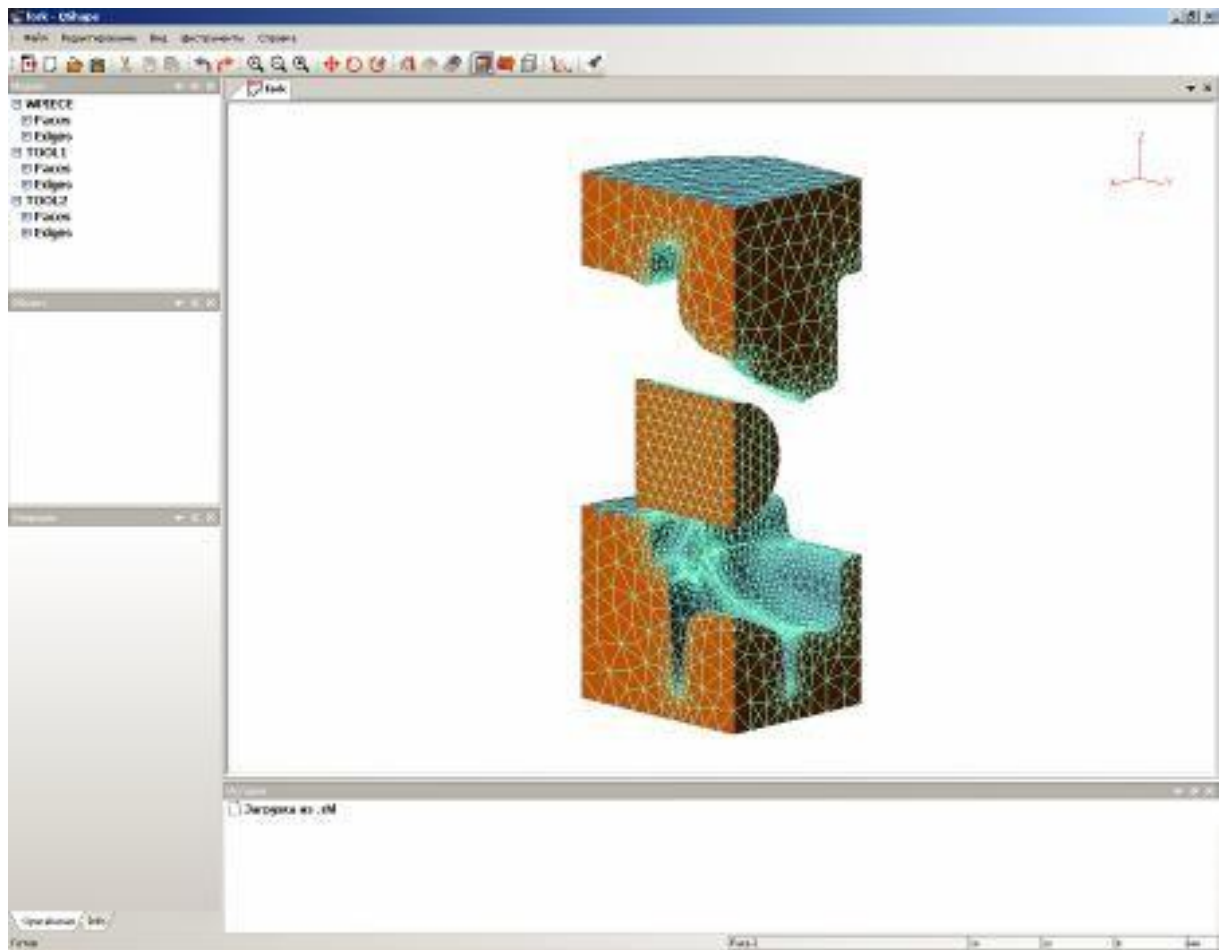


Рисунок 1 - Общий вид окна программы QShare

# 1 ТИПЫ ОБЪЕКТОВ VQSHAPE

QShape работает с геометрическими моделями, созданными в CAD системах, которые затем преобразуются в конечно элементное представление. Геометрические модели в свою очередь состоят из геометрических объектов, что находит свое отражение в виде иерархической структуры в соответствующих окнах.

## 1.1 Типы геометрических моделей вQShape

Имеются следующие типы моделей:

- Geometric Set (набор геометрических элементов).

При импорте объекта из поверхностного (Trimmed surface) IGES файла его изображение в виде «проволочной» модели появляется в графическом окне, а в окне «Модель» появляется объект «Geometric Set ...0,1,2» и т.д. Geometric set состоит: из набора открытых поверхностей (Opened faces), которые не связаны друг с другом. После открытия Geometric Set из IGES следует создание оболочки (Shell) как объясняется ниже.

- Shell (оболочка)

После команды Make Shell (создать оболочку) или при импорте объекта из STEP файла его изображение в виде «проволочной» модели появляется в графическом окне, а в окне «Модель» появляется «Shell 0». Этот тип модели оболочка. Он не имеет специфического имени и просто нумеруется в зависимости от порядка открытия файла как «Shell ...0, 1, 2» и т.д.

Shell состоит из поверхностей (Faces) и ребер (Edges), которые относятся к объектам второго уровня. Их списки доступны в окне «Объекты» при нажатии на значок [+]. При выделении любого из этих объектов из списка в свою очередь раскрывается соответствующий список в нижнем окне «Объект». Объект Shell имеет структуру, унаследованную из CAD модели.

Это значит, что его поверхности представлены в параметрической форме в виде сплайнов или аналитических поверхностей так же, как они были записаны в STEP файле.

- Solid (твердое тело)

Выбрав объект Shell, его можно разбить на конечные элементы. После этого преобразования объект меняет имя и становится Solid. Он по-прежнему сохраняет структуру с тем же числом поверхностей и ребер, что и после импорта из STEP, но теперь его поверхности разбиты на треугольные конечные элементы. Solid это конечно-элементное представление геометрического объекта с сохранением исходной структуры.

- Named model (поименованная модель)

Для получения окончательной структуры объекта его необходимо преобразовать в поименованную модель. Это может быть заготовка (WORKPIECE) или некоторый инструмент (TOOL1, TOOL2, ...). При этом происходит дальнейшее преобразование его структуры. При этом укрупняются поверхности и уменьшается количество ребер. Остаются только те ребра, где поверхность претерпевает излом (мы называем их острыми). Оставшиеся ребра объединяются. Ребра, образующие замкнутые контуры, называются границами (bounds). Границы всегда замкнуты и отделяют друг от друга новые, укрупненные поверхности. Незамкнутые последовательности ребер образуют цепочки (chains) и являются острыми кромками в рамках одной укрупненной поверхности. Эти цепочки и границы могут повлиять на ход расчета, следовательно, их надо контролировать. Поименованная модель предназначена для проведения расчетов. При необходимости его можно перемещать, вращать, отображать симметрично, разворачивать по отношению к плоскостям симметрии (то есть удваивать, учетверять ит.д.).

Основные свойства моделей и объектов первого уровня приведены в таблице 1:

Таблица 1 - Основные свойства моделей и объектов первого уровня

тип модели	Структура модели	Объекты, составляющие модель	Операции над объектами	В каком виде можно сохранить
Geometric Set	Параметрическое представление	Поверхности (Faces) и ребра (Edges), которые не связаны друг с другом	Создать оболочку (Make Shell) Удалить (Delete)	*.qshape
Shell (оболочка)	Параметрическое представление	Поверхности (faces) и ребра (edges), унаследованные от CAD модели	Создать сетку (Triangle) Диагностировать ошибки (Diagnostic), Удалить (Delete)	*.qshape
Solid (твердое тело)	Конечно-элементное представление с сохранением первоначальной структуры	Поверхности (faces) и ребра (edges), унаследованные от CAD модели	Преобразовать в поименованный Позиционировать, изменить, Удалить (Delete)	STL-file
Named Solid (поименованный объект)(TOOL1, TOOL2, WORKPIECE)	Конечно-элементное представление с преобразованием структуры	Новые поверхности (faces), цепочки (chains) и границы (bounds)	Преобразовать в другой поименованный Позиционировать, изменить, Удалить (Delete)	SHL-file



## 1.2 Объекты, составляющие модель

Объекты – это поверхности (faces) и ребра (edges), а также цепочки (chains) и границы (bounds). Из них состоят все типы объектов первого уровня. Однако в разного типа объектах поверхности (faces) и ребра (edges) представляются по-разному. Первоначально (в Geometry Set и Shell) они присутствуют в параметрическом виде. После преобразования в Solid они переходят в конечно-элементное представление. Сюда же можно отнести и фрагменты, то есть изолированные части поверхности, которые, при необходимости могут быть удалены без нарушения целостности модели, как, например, отверстия (сквозные и глухие).

Над поверхностями, ребрами и фрагментами возможны операции с целью их исправления, удаления или изменения свойств. Это могут быть операции удаления мелких или дефектных поверхностей, назначения радиусов скругления и т.д. Однако на разных этапах преобразования тела возможны разные операции. Возможные типы операций над объектами приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Возможные типы операций над объектами

Тип объекта	Тип модели			
	Geometric Set	Shell	Solid	Named Solid
Поверхности (faces)	Стянуть	Стянуть		
Ребра (edges)	Стянуть	Стянуть		Скруглить, сгладить
Фрагменты	Удалить	Удалить	Отсутствуют	Отсутствуют
Замкнутые границы (bounds)	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Скруглить
Незамкнутые цепочки(chains)	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Переразбить

## 2 ОСНОВЫ РАБОТЫ. ИМПОРТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

### 2.1 Импорт и преобразование геометрии из STEP

В качестве примера рассмотрим геометрию штампов fork в директории Geometry.

1) Запустите QShape и откройте файл fork\_tool1.stp (рисунок 2).

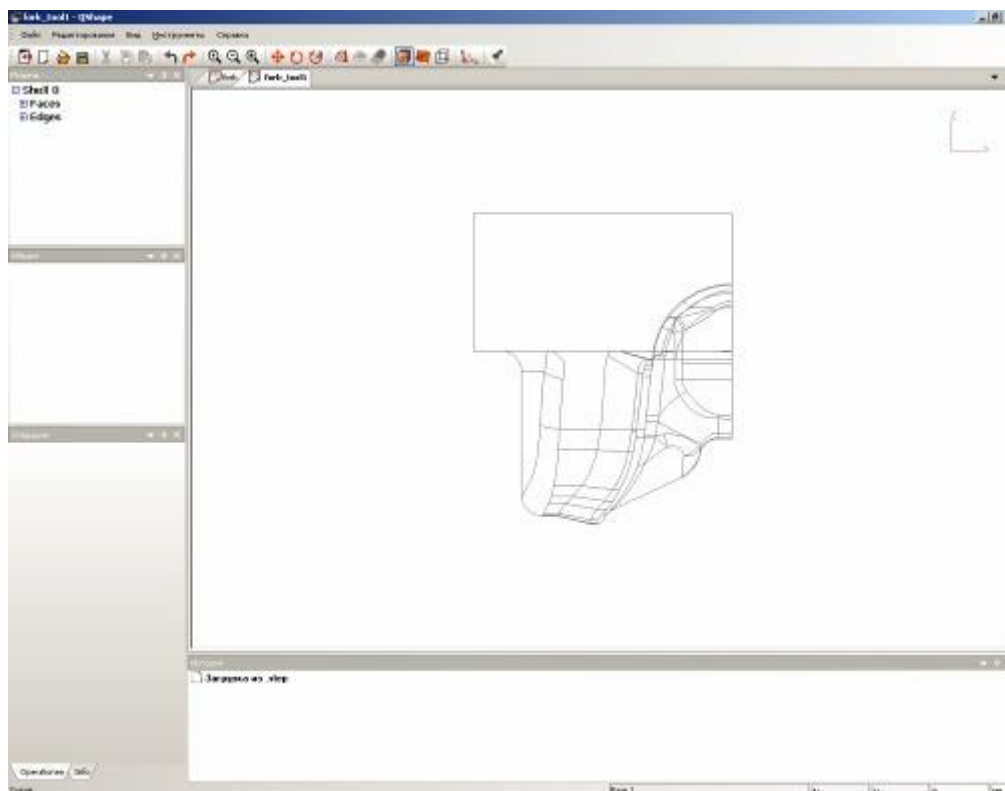


Рисунок 2 – Общий вид окна программы QShape с открытым файлом «fork\_tool1.stp»

2) В окне Модель нажмите «+» рядом со списком Shell 0 (рисунок 3). Если нажать на «+» рядом с любым списком он раскрывается. В раскрывшемся списке есть ещё три списка Faces, Edges and Fragments. В списке Faces находятся все поверхности (faces), из которых состоит тело. В списке Edges находятся все ребра (edges), из которых состоит тело. В списке Fragments находятся те объекты, которые могут быть по усмотрению пользователя отделены от основной геометрии и заменены плоскостью. Необходимость замены плоскостью возникает при наличии в геометрии штампа

технологических отверстий, выемок, или надписей, которые непосредственно сами не участвуют в процессе формообразования заготовки, и их включение в конечно- элементную модель только усложнит её. В данном примере фрагменты отсутствуют.



Рисунок 3 - Вид окна Модель

3) В окне Модель нажмите на список Shell 0, после этого в графическом окне проволочная модель (рис. 4) поменяет серый цвет на желтый, а в окне Операции появятся следующие пункты меню:

- генерация сетки;
- диагностика;
- удалить.

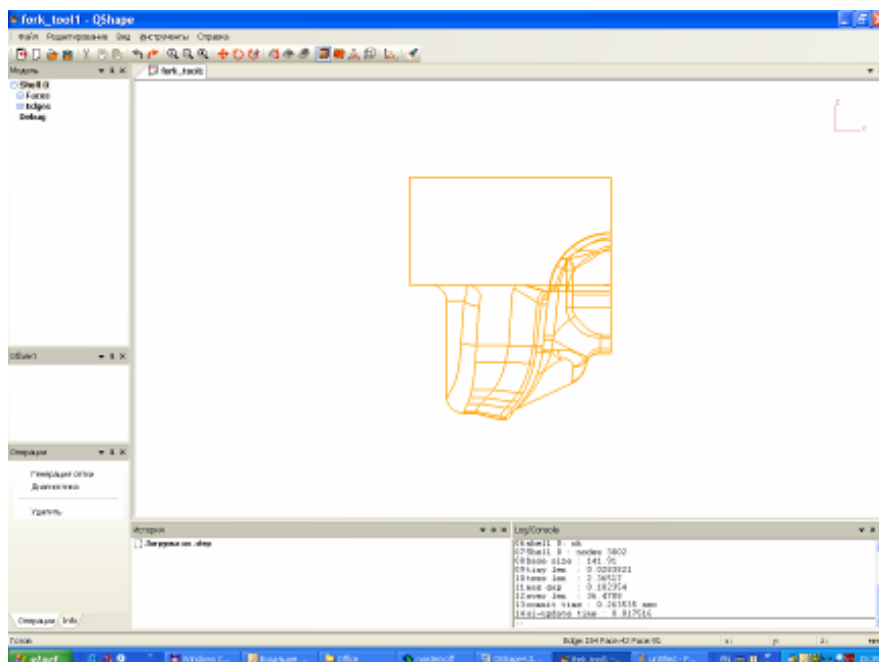


Рисунок 4 -Проволочная модель в графическом окне

4) Нажмите на пункт Диагностика (рис. 5). Теперь в окне Модель появились два новых списка Narrow Faces (узкие поверхности) и Tiny Edges (малыеребра).

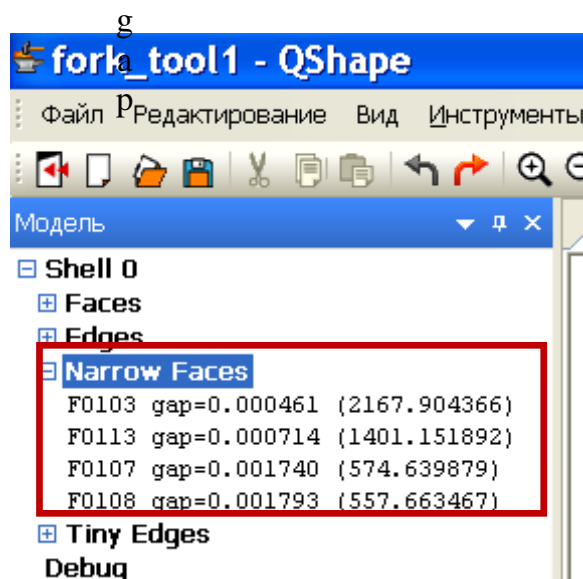


Рисунок 5 –Окно пункта Диагностика

В списке Narrow Faces параметр «gap» (зазор) показывает отношение ширины вытянутой поверхности к некоторой характерной величине, определяемой из размеров тела. В скобках указано обратное значение этого параметра ( $1/\text{«gap»}$ ). На рисунке 6 внизу показаны примеры определения ширины для вычисления «gap»:

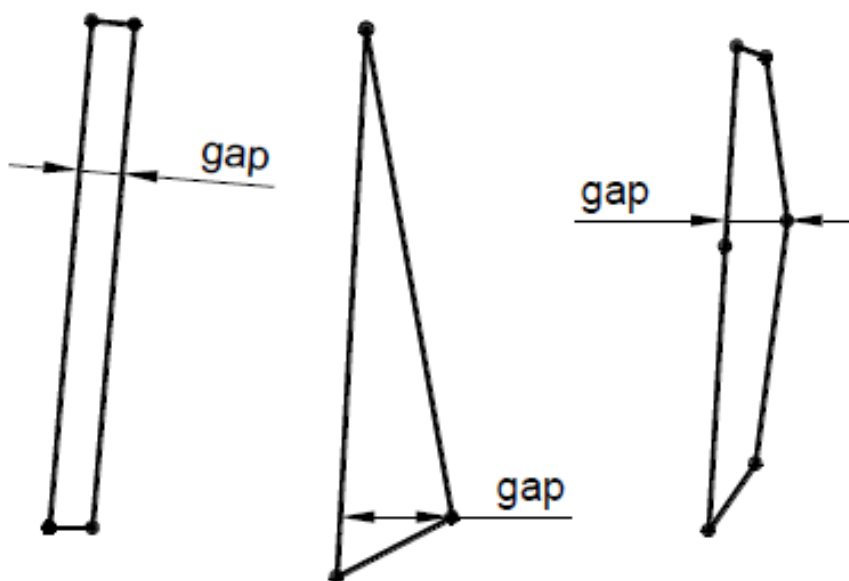


Рисунок 6 - Примеры определения ширины для вычисления «gap»

В списке Tiny Edges (малые ребра) параметр «size» (размер) показывает длину ребра по отношению к некоторой характерной величине, определяемой из размеров тела (рис. 7). В скобках указано его обратное значение.

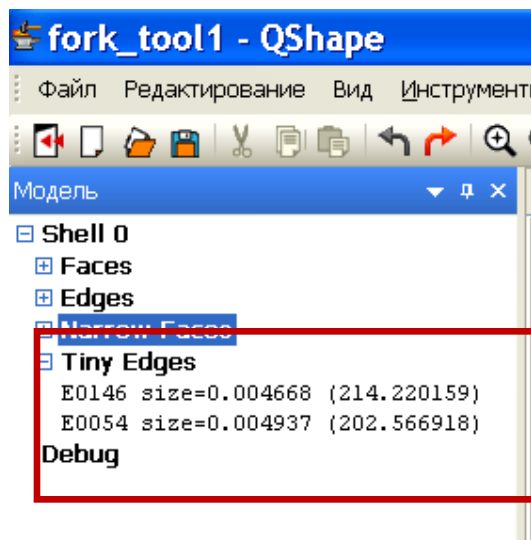


Рисунок 7 - Списке Tiny Edges

### Исправление ошибок в геометрии

Быстрое исправление narrow faces или tiny edges.

Для этого в окне Модель надо один раз кликнуть на список Narrow Faces или Tiny Edges и сделать его активным. После этого в окне Область задач появится следующий пункт меню (рис. 8): Исправить.

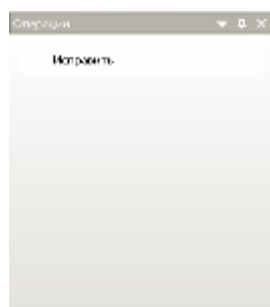


Рисунок 8 –Окно пункта Исправить

При нажатии на пункт **Исправить**, QShape исправит все возможные narrow faces или tiny edges из выбранного выше списка, значения gap или size которых меньше 0,002. Некоторые могут остаться в списке, т.к. их удаление

может привести к искажению геометрии.

После исправлений окно Модель выглядит так (рис. 9):

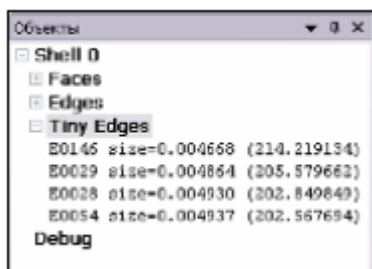


Рисунок 9 - Окно Модель после исправления

5) В окне Модель нажать на список Shell

0, после этого в окне Field of tasks появятся следующие пункты меню (рис. 10).

- генерация сетки;
- диагностика;
- удалить.

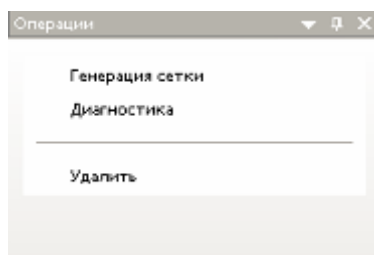


Рисунок 10 - Пункты меню в окне Field of tasks

Если нажать на пункт Генерация сетки правой кнопкой мыши начинается разбиение на конечные элементы (рис. 11).

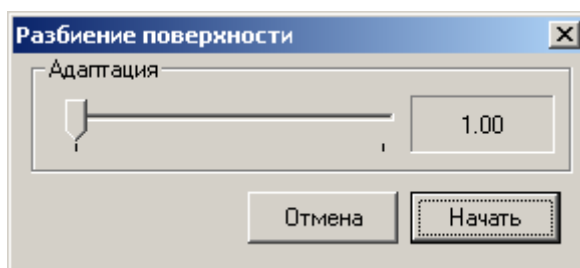


Рисунок 11 - Пункт Генерация сетки

При нажатии на пункт Генерация сетки (рис. 12) или **Начать** левой кнопкой мыши начинается разбиение на конечные элементы (triangulation).

После разбиения геометрия выглядит так:

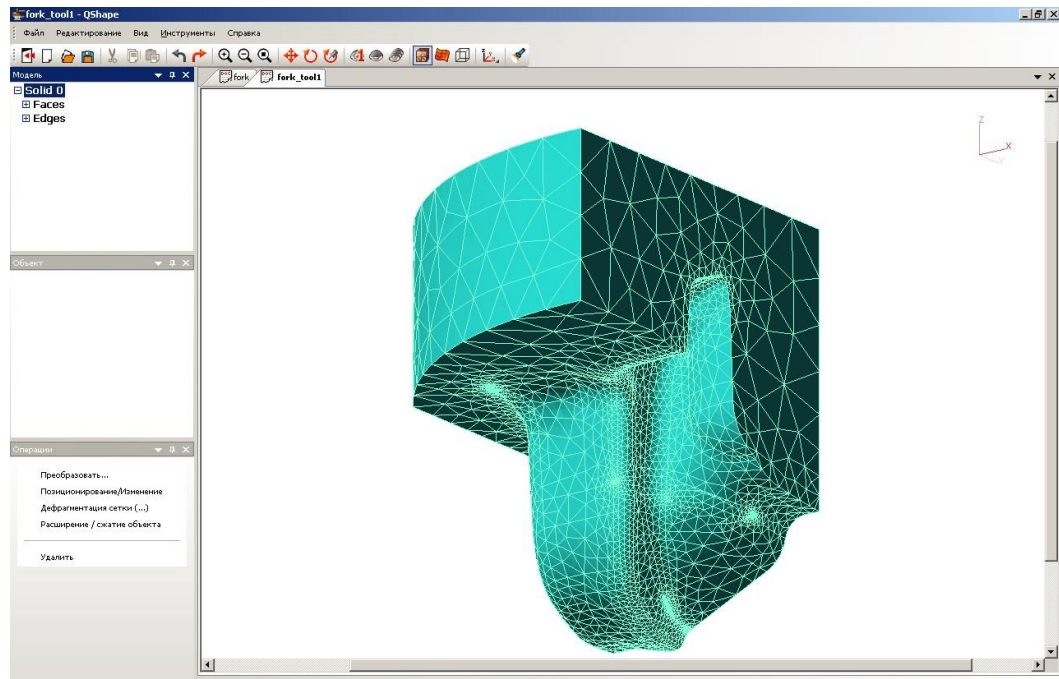


Рисунок 12 - Генерация сетки

б) В окне Модель нажмите на список Solid 0, после этого в окне Операции появятся следующие пункты меню (рис. 13).



Рисунок 13 - Пункты меню в окне Операции

Нажмите преобразовать для задания имени объекта (рис. 14).



Рисунок 14 –Задания имени

Нажмите Tool1 (...) правой кнопкой мыши, после этого, если нажать на Advanced, то появится окно, в котором вы можете задать максимальный внешний угол и максимальный внутренний угол между двумя конечными элементами, прилегающими к ребру (рис. 15). Но изменение параметров, заданных по умолчанию нужно только в особых случаях.

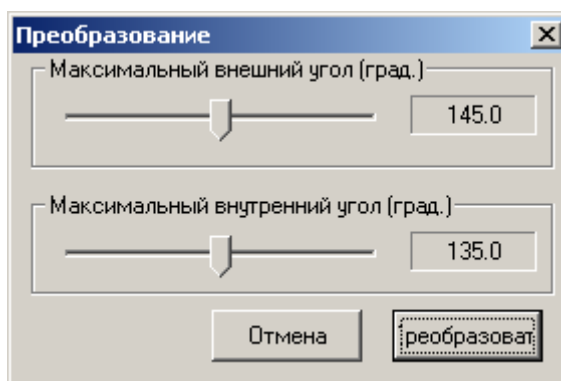


Рисунок 15 - Задание максимального внешнего угла и максимального внутреннего угла между двумя конечными элементами, прилегающими к ребру

Tool1 (...) или **Преобразовать** левой кнопкой мыши и в окне Модельсписок Solid 0 переименуется в Tool1. А объект будет выглядеть так (рис. 16).



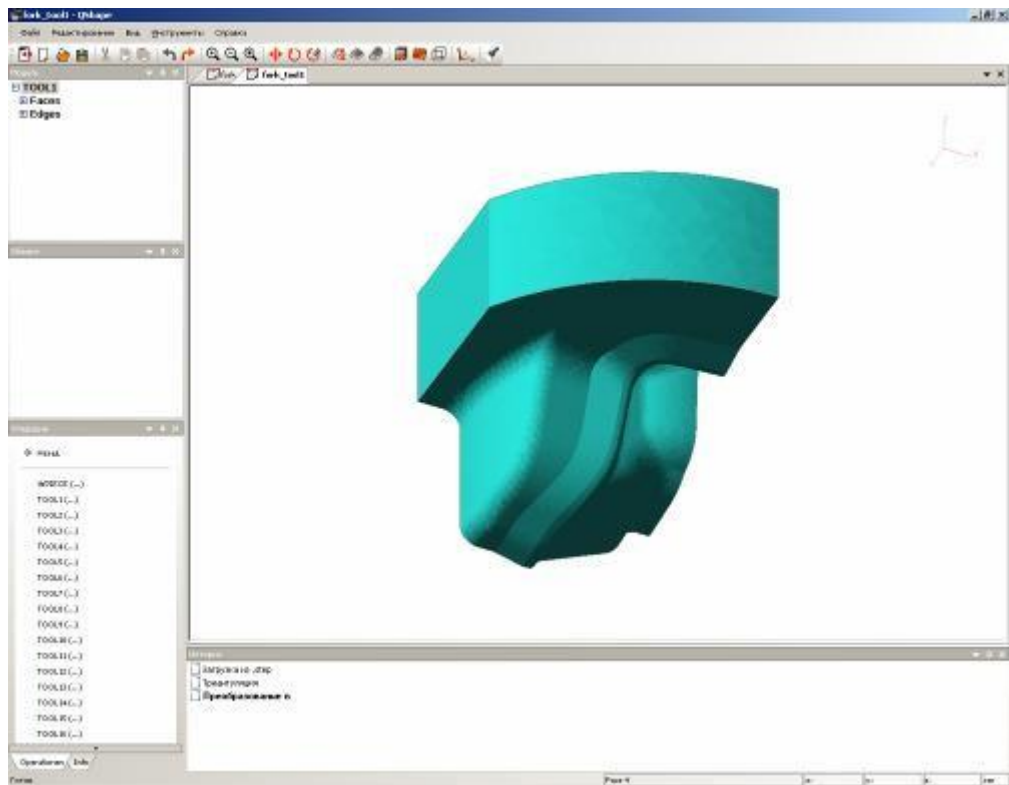


Рисунок 16 – Внешний вид объекта после **Преобразования**

7) Раскройте список Faces и нажмите F0. В окне Объект появится следующий список Bound (граница) (рис. 17).

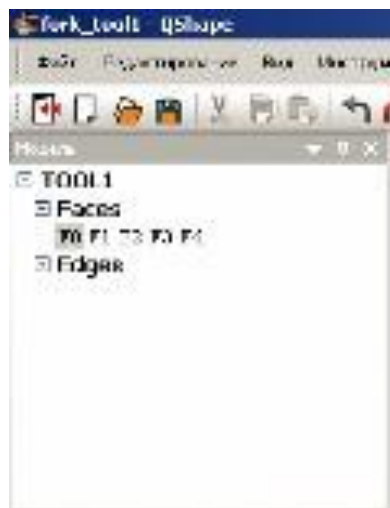


Рисунок 17 – Окно списка Bound

Каждый список Bound содержит в себе цепочку рядом расположенных ребер (рис. 18).



Рисунок 18 – Список Bound с цепочкой рядом расположенных ребер

Теперь нужно сохранить исправную геометрию как SHL-файл.

Нажмите Файл, в открывшемся меню **Сохранить SHL**. В появившемся окне, можно выбрать какой объект вы хотите сохранить, по умолчанию все объекты файла включены для сохранения (рис. 19). Нажмите ОК.

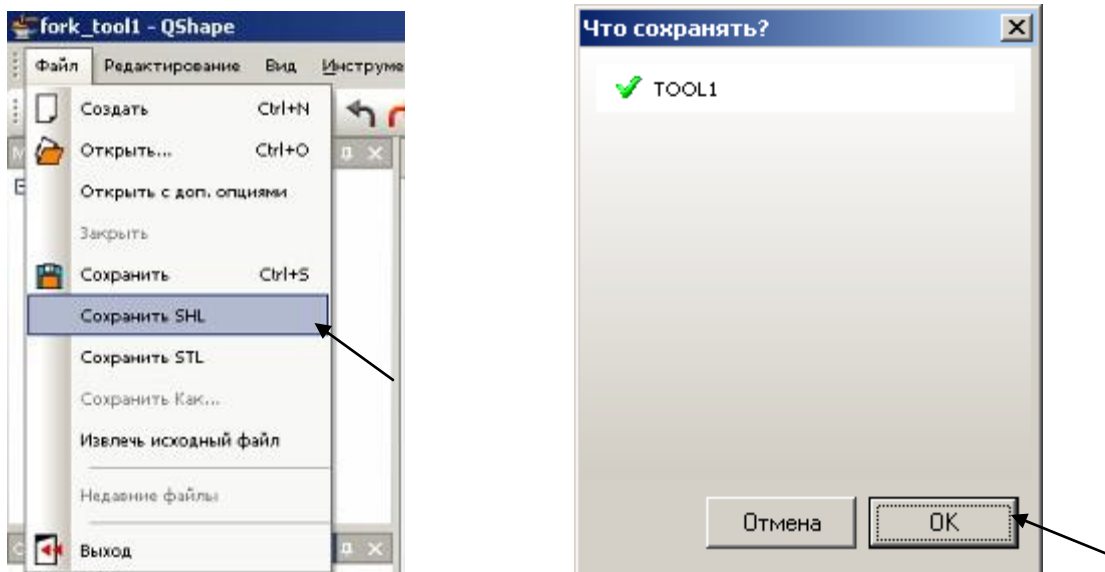


Рисунок 19 – Сохранение геометрии объекта

8) Повторите действия, описанные в пунктах 1) – 8) для файлов fork\_tool2.stp и fork\_wpiece.stp и сохраните соответственно в файлы fork\_tool2.shl и fork\_wpiece.shl. В QShape вы сможете открыть сразу несколько файлов (рис. 20). Их количество и название будут отображаться на

соответствующих закладках.



Рисунок 20 – Закладки открытых файлов

Для удобства просмотра нескольких файлов сразу вы можете навести на любую закладку курсором и щёлкнуть правой кнопкой мыши (рис. 21).



Рисунок 21– Просмотр нескольких файлов

Далее выбрать New Horizontal Tab Group или New Vertical Tab Group, в зависимости от того, в каком порядке вы хотите видеть окна с геометрическими файлами.

Так выглядит окно программы, если выбрать New Vertical Tab Group:

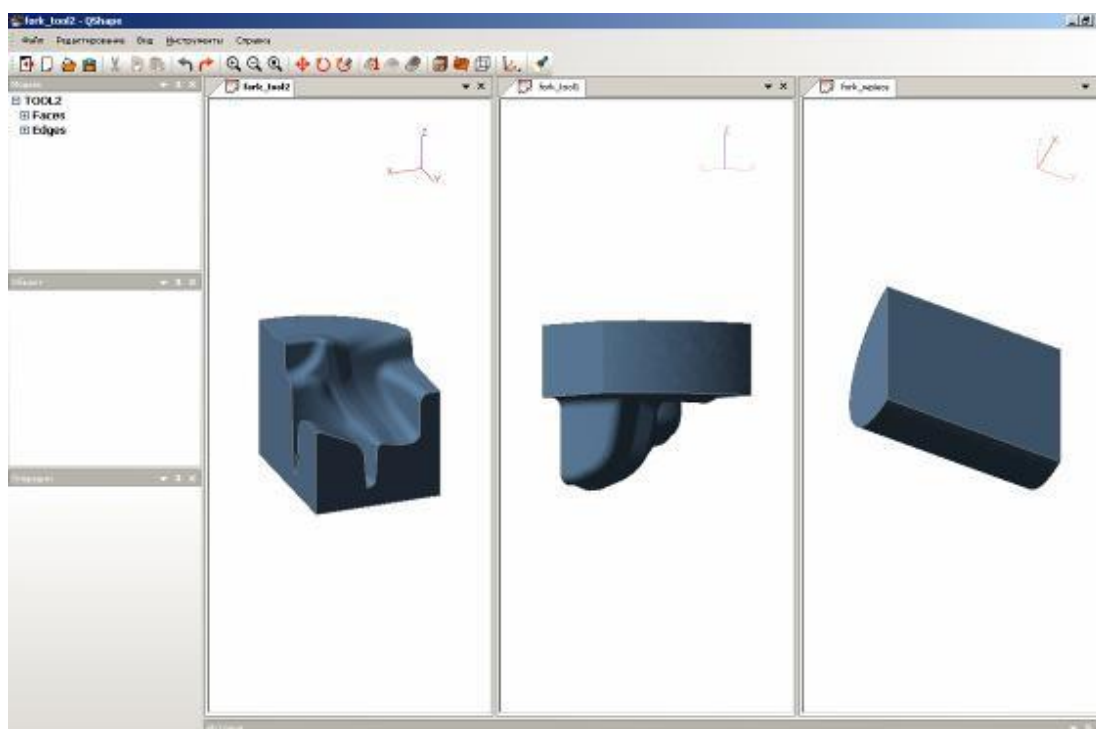


Рисунок 22 - Окно программы, если выбрать New Vertical Tab Group

Чтобы вернуться в стандартный режим нужно навести на любую закладку курсором и щёлкнуть правой кнопкой мыши (рис. 23).

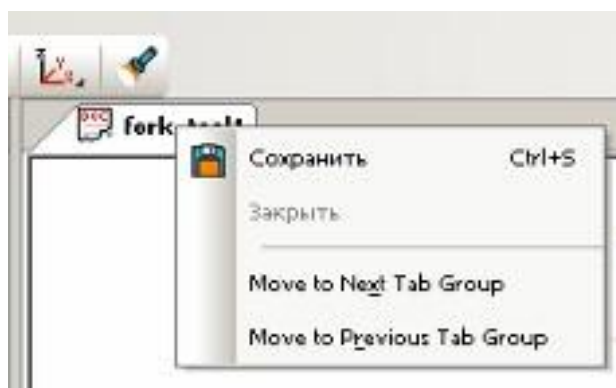


Рисунок 23– Возращение в стандартный режим

В появившемся меню выберете Move to Next Tab Group или Move to Previous Tab Group, в зависимости от положения окна.

9) Для создания файла, включающего в себя tool1, tool2 и Wpiece, нужно сделать активной любую вкладку с любым shl-файлом, например fork\_tool2.stp. Далее в меню Инструменты выбрать пункт Вставить SHL (рис. 24).

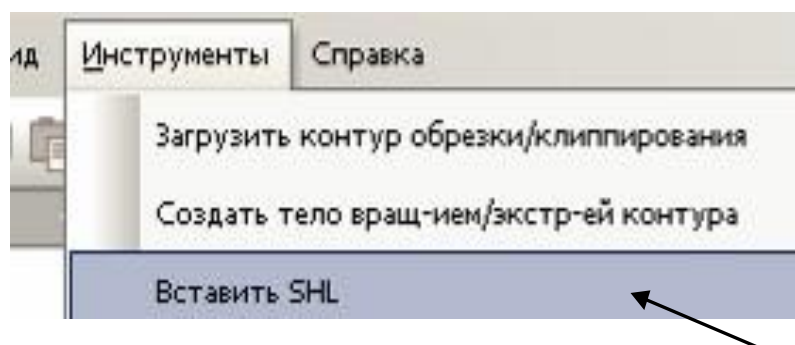


Рисунок 24– Выбор пункта Вставить SHL

Далее в появившемся окне выбрать fork\_tool1.stp(рис. 25).

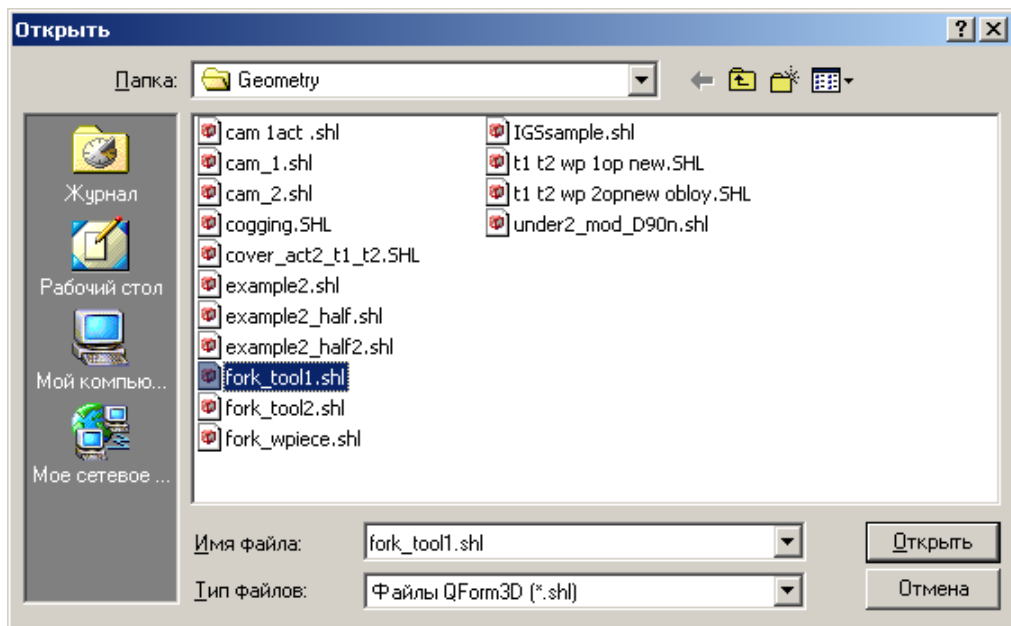


Рисунок 25– Открытие файла fork\_tool1.stp

Точно так же вставить файл fork\_wpiece.shl. После этих добавлений файл выглядит так (рис. 26):

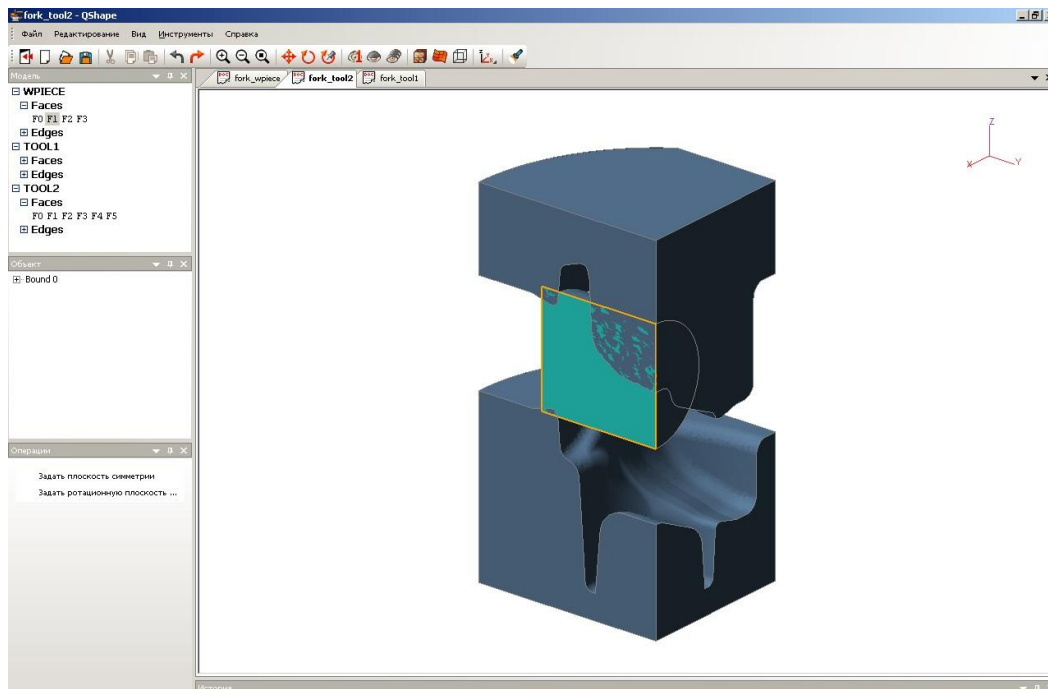


Рисунок 26– Добавленные объекты QForm

**10)** Выбираем в окне Модель выбираем список TOOL1. В окне Операции появляются следующие пункты (рис. 27):

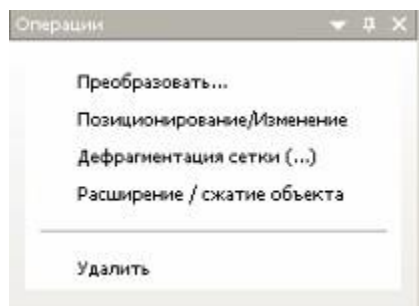


Рисунок 27– Окно **Операции**

Нажмите на Позиционирование/Изменение, появятся следующие пункты (рис. 28):

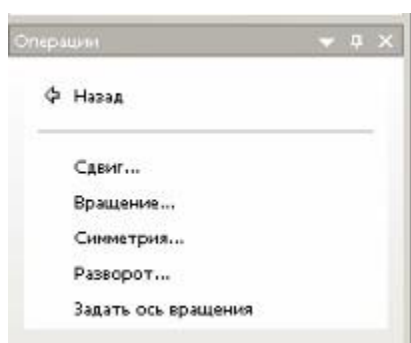


Рисунок 28–Окно команды Позиционирование/Изменение

Нажмите Сдвиг..., с помощью новых пунктов меню, появившихся в окне Область задач вы можете передвигать выбранные в окне Объекты тела вдоль осей x, y и z (рис. 29).

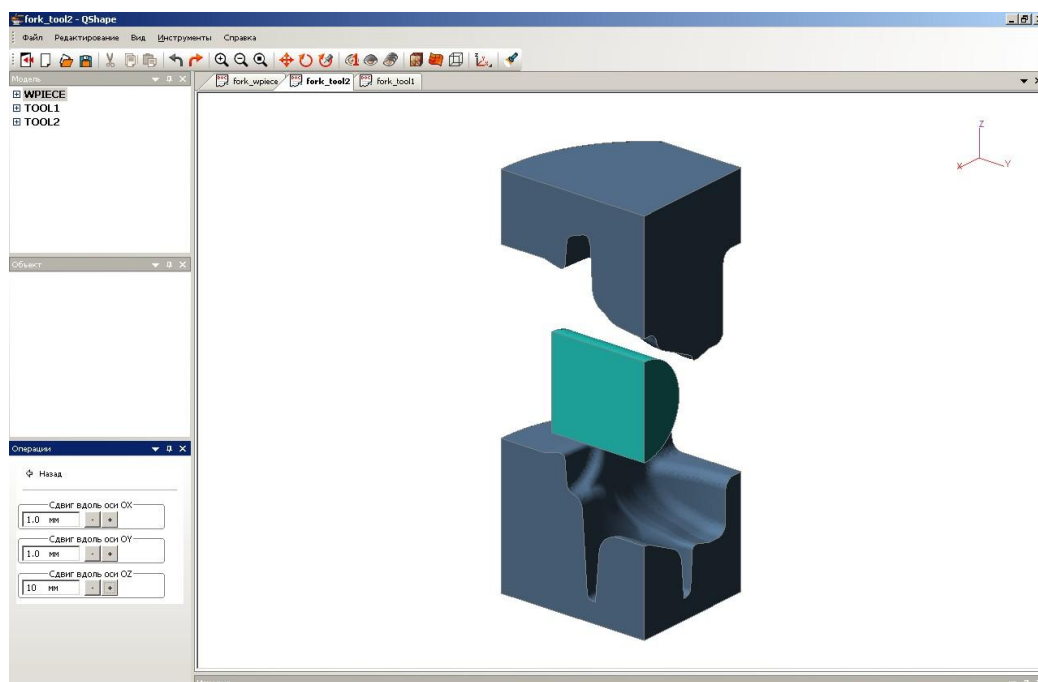


Рисунок 29– Перемещение объектов

11) Для того, чтобы задать плоскость симметрии вы должны выбрать любой Face, который лежал бы в плоскостисимметрии (рис. 30).

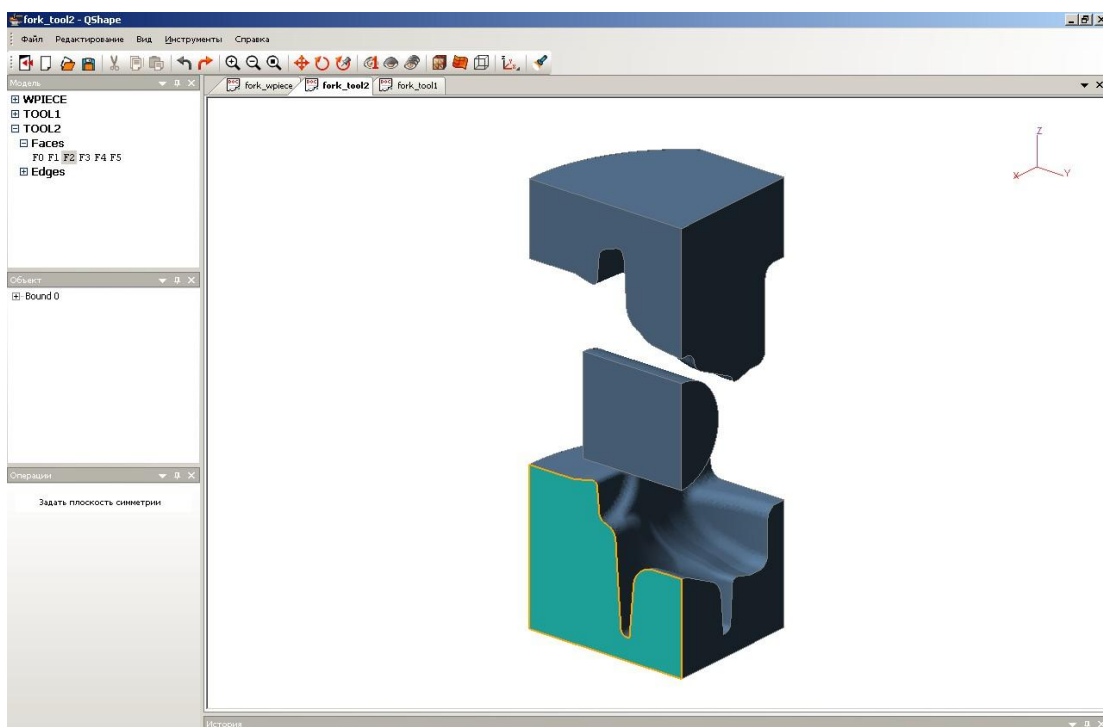
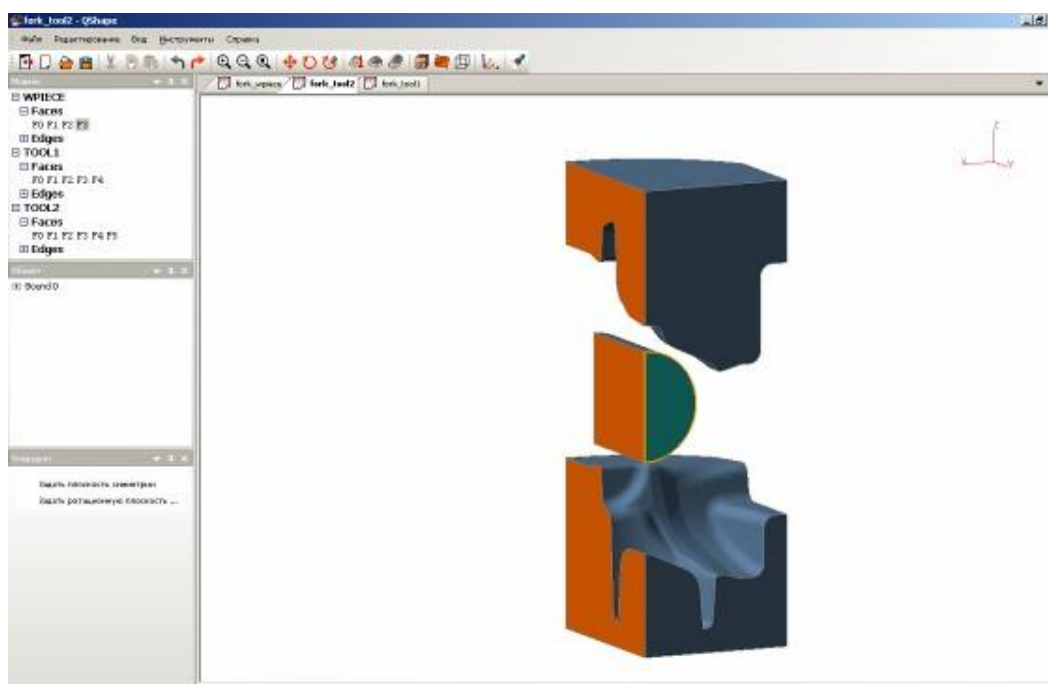


Рисунок 30– Задание плоскости симметрии

В окне Операции появится команда Задать плоскость симметрииЩёлкните на него, тем самым вы зададите плоскость симметрии. Повторите такие же действия для другой плоскости симметрии как на рис. 31.



## Рисунок 31– Заданная плоскость симметрии

12) Теперь вы можете сохранить файл как SHL (см. пункт 8) и использовать его при дальнейших расчётах вQForm.

### 2.2 Импорт и преобразование геометрии изIGES

В качестве примера рассмотрим геометрию штампа IGSSample.igs в директории Geometry.

1) Запустите Qshape и откройте файлIGSSample.igs.

В графическом окне появится проволочная модель тела, стоящего из набора поверхностей (рис. 32). В окне Модель появится объект Geometric Set с папкой Opened Faces (незамкнутые фэйсы). Это связано с тем, что файл IGSSample.igs является поверхностной моделью, т.е. этот объект является набором геометрических поверхностей или фэйсов (faces). Которые не связаны друг с другом.

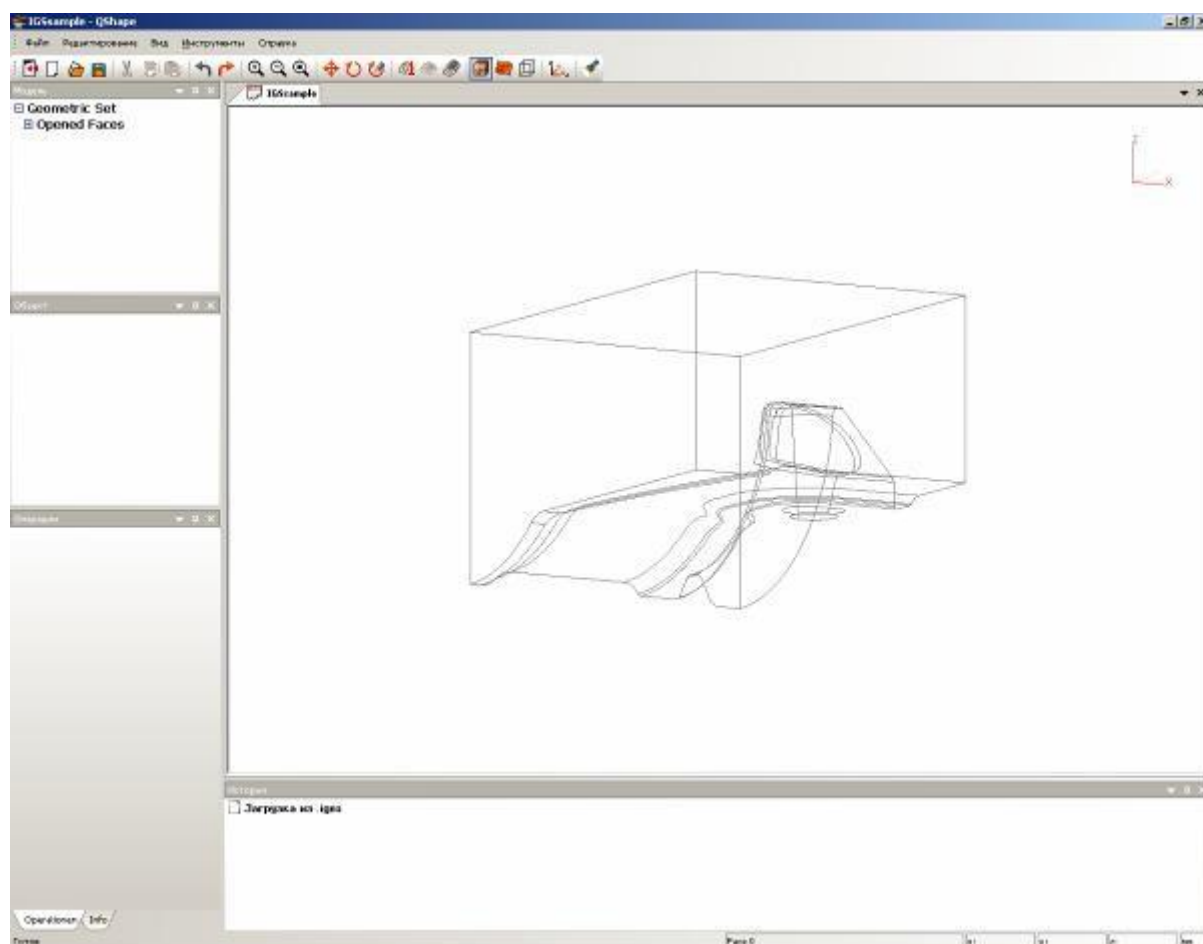




Рисунок 32 - Графическое окно проволочной модели тела

2) В окне Модель нажмите «+» рядом со списком Opened Faces. В раскрывшемся списке появится все фэйсы, из которых состоит незамкнутое тело (рис. 33). Для этого нажмите на GeometricSet.



Рисунок 33– Окно со списком Opened Faces

И в окне Операции появится команда: Make Shell.

Щелкните ее и запустится процесс объединения отдельных фэйсов в оболочку (рис. 34).



Рисунок 34 - Объединения отдельных фэйсов в оболочку

3) Набор фэйсов должен преобразоваться в Shell автоматически (рис. 35). Если преобразование не происходит, как в выбранном примере, то необходимо отредактировать фэйсы, оставшиеся открытыми, для создания замкнутой оболочки. После команды Make Shell мы получим следующую картинку:

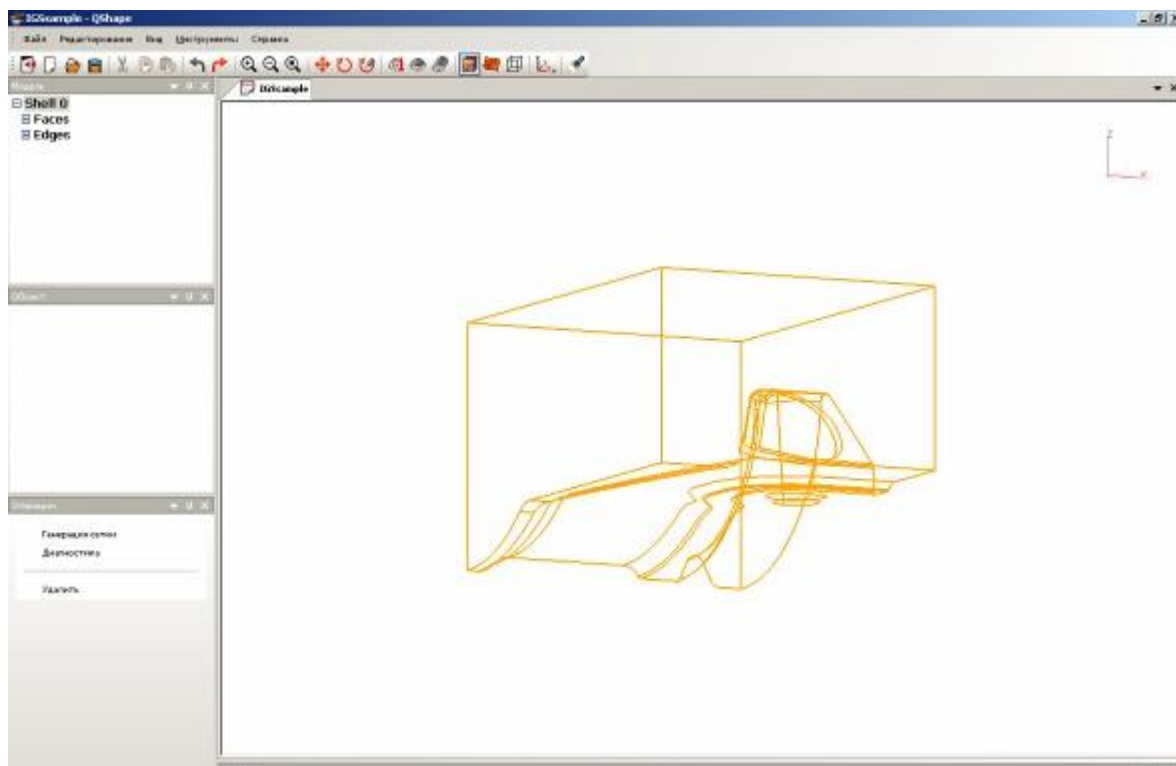


Рисунок 35 -Наборфэйсовпреобразованный вShell

Результат объединения в оболочку. Все фэйсы замкнуты. Можно приходить к разбиению.

4) В окне Модель нажмите на список Shell 0. В окне Операции появятся следующие пункты меню:

- генерация сетки;
- диагностика;
- удалить.

5) Нажмите на пункт Диагностика. В окне Модель появится список Tiny Edges (малые ребра). Далее в окне Модель надо один раз кликнуть на список Tiny Edges и сделать его активным. После этого в окне Область задач появится пункт меню:

Исправить.

При нажатии на пункт Исправить QShape исправит все возможные narrow faces или tiny edges из выбранного выше списка, значения gap или size которых меньше 0,002. Некоторые могут остаться в списке, т.к. их удаление

может привести к искажению геометрии.

6) В окне Модель нажмите на список Shell 0. После этого в окне Field oftasks

появятся следующие пункты меню:

Генерация Сетки Диагностика Удалить

При нажатии на пункт Генерация сетки или Начать левой кнопкой мыши начинается разбиение на конечныеэлементы.

После разбиения геометрия выглядит так рис. 36:

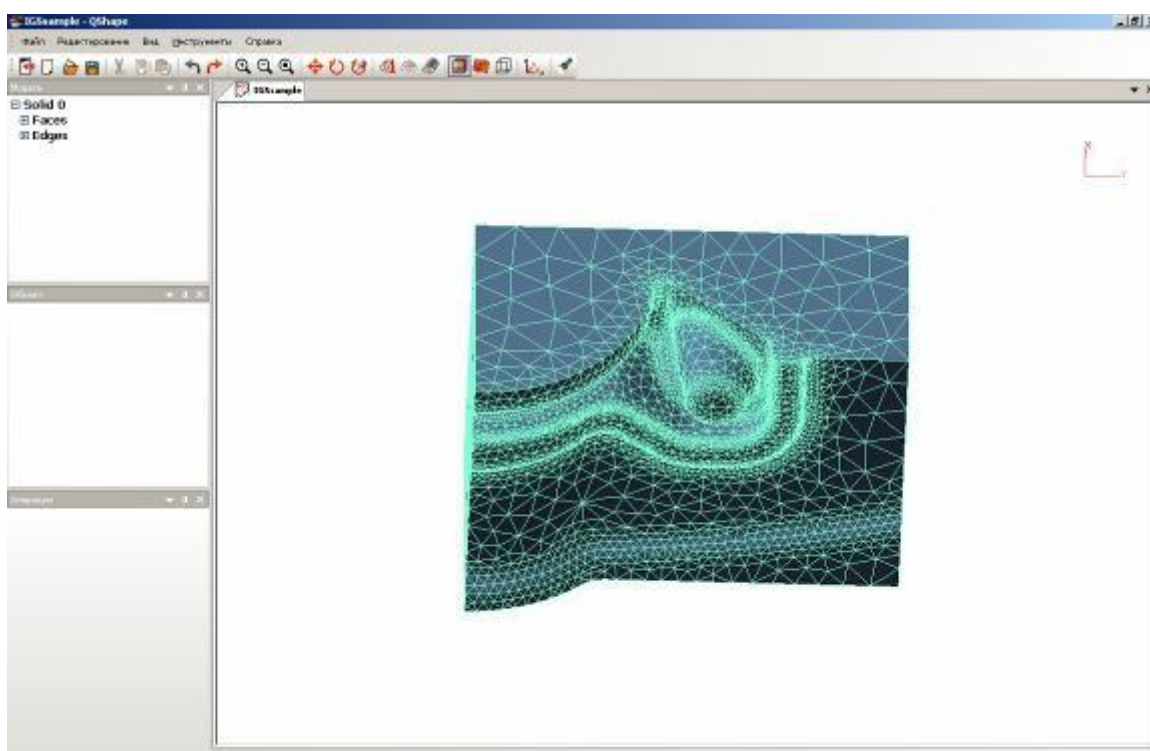
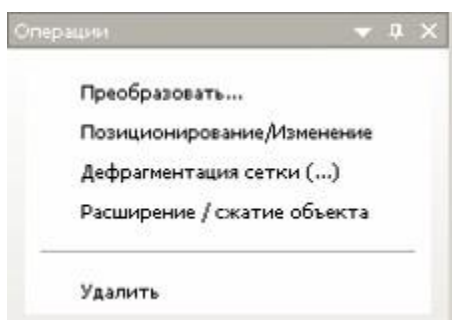


Рисунок 36 -Генерация сетки

7) В окне Модель нажмите на список Solid 0, после этого в окне Операции появятся следующие пункты меню (рис. 37):



### Рисунок 37– Список команд окна Операции

Нажмите Преобразовать для задания имени объекта (рис. 38).

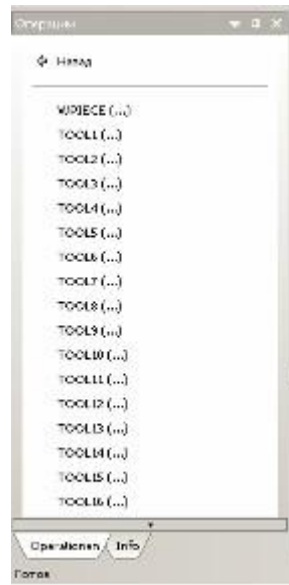


Рисунок 38– Задание имени объекта

Нажмите Tool1(...)илипреобразовать левой кнопкой мыши и в окнеМодельсписок Solid 0 переименуется в Tool1. А объект будет выглядеть рис. 39:

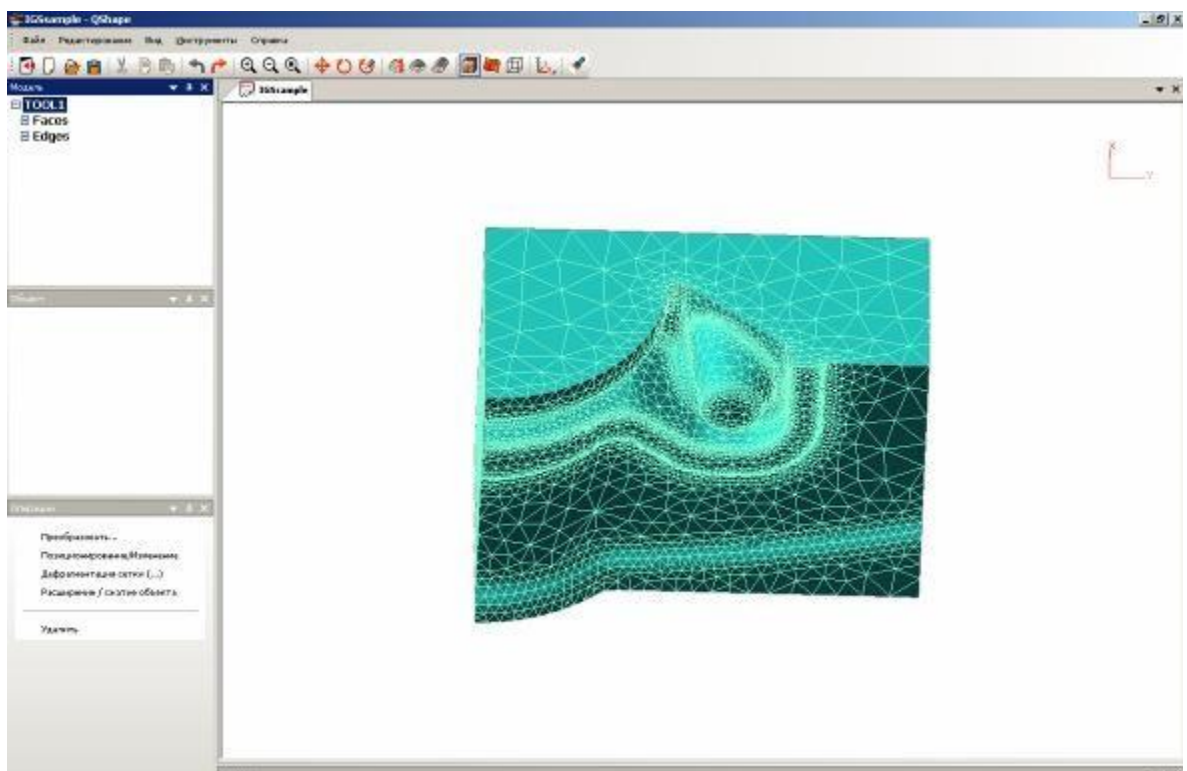


Рисунок 39– Объект Tool 1 после преобразования

8) Теперь нужно сохранить правильную геометрию как STL-файл.

Нажмите Файл, в открывшемся меню Сохранить STL. В появившемся окне, можно выбрать какой объект вы хотите сохранить, по умолчанию все объекты файла включены для сохранения (рис. 40). Нажмите ОК.

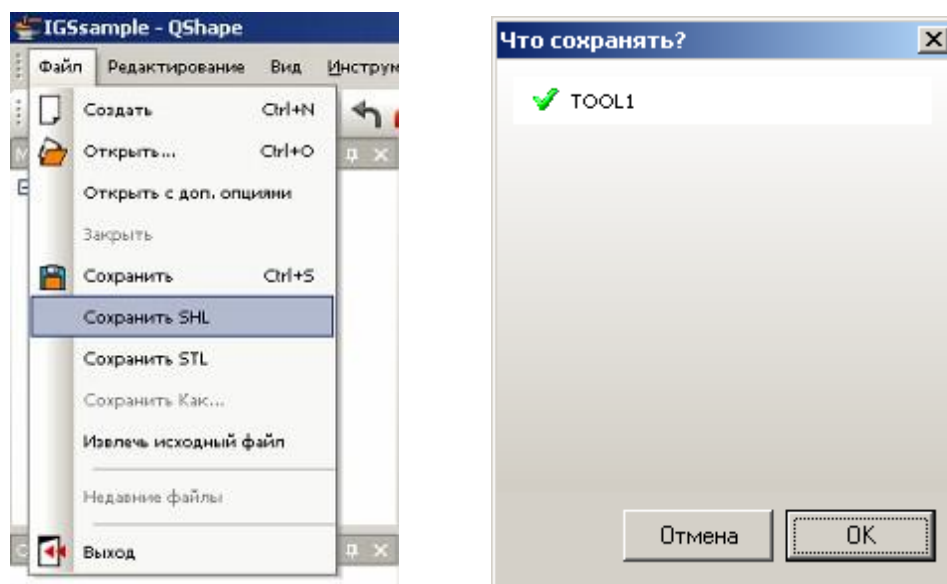


Рисунок 40– Сохранение объекта

### 3. УЛУЧШЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ

Геометрические модели, подготовленные в различных САД системах, не всегда подходят для генерации конечно-элементной сетки и сохранения их в STL формате. Поэтому, перед генерацией конечно-элементной сетки в QForm предусмотрена коррекция и исправление геометрии объектов. Дефектов геометрии существует множество. Их можно разделить на две большие группы: дефекты оболочки, которая образует тело и дефекты сопряжения фэйсов, из которых состоит оболочка.

Первая группа включает вырожденные самопересекающиеся поверхности со складками на поверхности и имеющие самопересекающиеся границы.

Вторая группа включает наличие больших зазоров между фэйсами, что препятствует созданию непрерывной оболочки, а также отсутствие сопряжения между фэйсами в углах.

#### 3.1. Методы коррекции геометрии

В QShape используются следующие методы коррекции исходной геометрии до начала создания конечно-элементной сетки.

Удаления фрагментов (Deleting of fragments) – Означает удаление некоторых изолированных частей геометрии. Например, отверстий под крепеж, надписей. Те геометрические фрагменты, которые не формируют поковку, но требуют от программы дополнительных ресурсов при генерации конечно-элементной сетки, предварительно удаляются. Удаление фрагментов упрощает тело инструмента, которое далее в QForm используется для расчета процесса формоизменения заготовки. Удаление фрагментов доступно пока геометрическое тело является оболочкой – Shell.

Стягивание (Shrinking) ребер и фэйсов обеспечивает генерацию конечно-элементной сетки для создания STL файлов. Маленькие ребра

стягиваются в точку. Очень узкие фэйсы стягиваются (сливаются) с противоположным ребром. Эти операции позволяют убрать ничтожно мелкие объекты, из которых состоит поверхность инструмента, т.е. подготовить поверхность к созданию качественной конечно-элементной сетки. Операция Стягивания ребер или фэйсов может быть применена индивидуально или сразу к целой группе объектов, принадлежащих какому-либо объекту. Если фэйсы и ребра достаточно большие относительно габаритов тела, то к ним без нарушения целостности оболочки операция Стягивания неприменима.

Скругления являются очень важными операциями исправления геометрии, т.к. позволяют добиться гладкости поверхности в контактной зоне инструмента с заготовкой. Эта операция применяется после генерации конечно-элементной сетки и преобразования геометрического объекта в поименованный объект, например TOOL1. Скругления применяются к острым ребрам на поверхности инструментов. Радиус скругления имеет существенное ограничение, т.к. он не может превышать размер сгенерированных конечных элементов. Поэтому острые ребра предпочтительнее скруглять в САД системах.

### 3.2. Методы улучшения геометрии

Улучшение геометрии применяется после генерации конечно-элементной сетки и преобразования геометрических объектов в поименованные объекты, например, в TOOL1, TOOL2, WPIECE и т.д.

Возможны следующие операции:

- Сглаживание, которое применяется для ребер, принадлежащих поверхности. Такие ребра возникают после генерации сетки. При применении этой операции узлы, лежащие на ребрах смещаются с целью сделать поверхность поле гладкой.
- Перестройка (Remeshing) сетки, которая обеспечивает

существенное локальное пере разбиение сетки с целью исправления и удаление дефектных узлов и дефектных конечных элементов. Результатом этой операции является исправление дефектных элементов и появление новой локальной сетки в пере разбиваемой области.

### 3.3 Изменение объема заготовки вследствие температурного расширения или сжатия

QShare имеет возможность изменять размер геометрических объектов, сохраняя их форму изначальной. Эта операция подобна термическому расширению, когда размер тела меняется равномерно во всех направлениях. Эта опция может быть использована, например, когда пользователю нужно изменить объём заготовки из-за её нагрева, тогда как геометрия этой заготовки была создана в холодном состоянии. Для того, чтобы использовать эту опцию пользователю необходимо знать разницу в объём е между холодной и горячей заготовкой. Например, для углеродистой стали объём при 1200 С примерно на 4% больше, чем при комнатной температуре. Штампы также подвержены термическому расширению и при температуре 200-250С их объём больше на 1% по сравнению с холодным состоянием. Обычно модель штампов и заготовки создаются для холодного состояния. Чтобы использовать их в моделировании горячего деформирования необходимо увеличить объём штампов на 1% и объём заготовки на 4%. Есть возможность изменить только объём заготовки на величину 3%, что составляет разницу между термическим расширением заготовки и штампов, сохраняя при этом исходную форму заготовки.

Для того, чтобы увеличить объём на 3%, кликните заготовку, чтобы сделать её активной. Затем в меню «операции» выберите «расширение/сжатие объекта». Затем появится окошко, как показано ниже. Введите изменение объём, а как «3.0», что означает увеличение объём а.



Нажмите ОК и размер заготовки будет изменен. Для того, чтобы уменьшить объём, используйте отрицательное значение, например, - 3.0

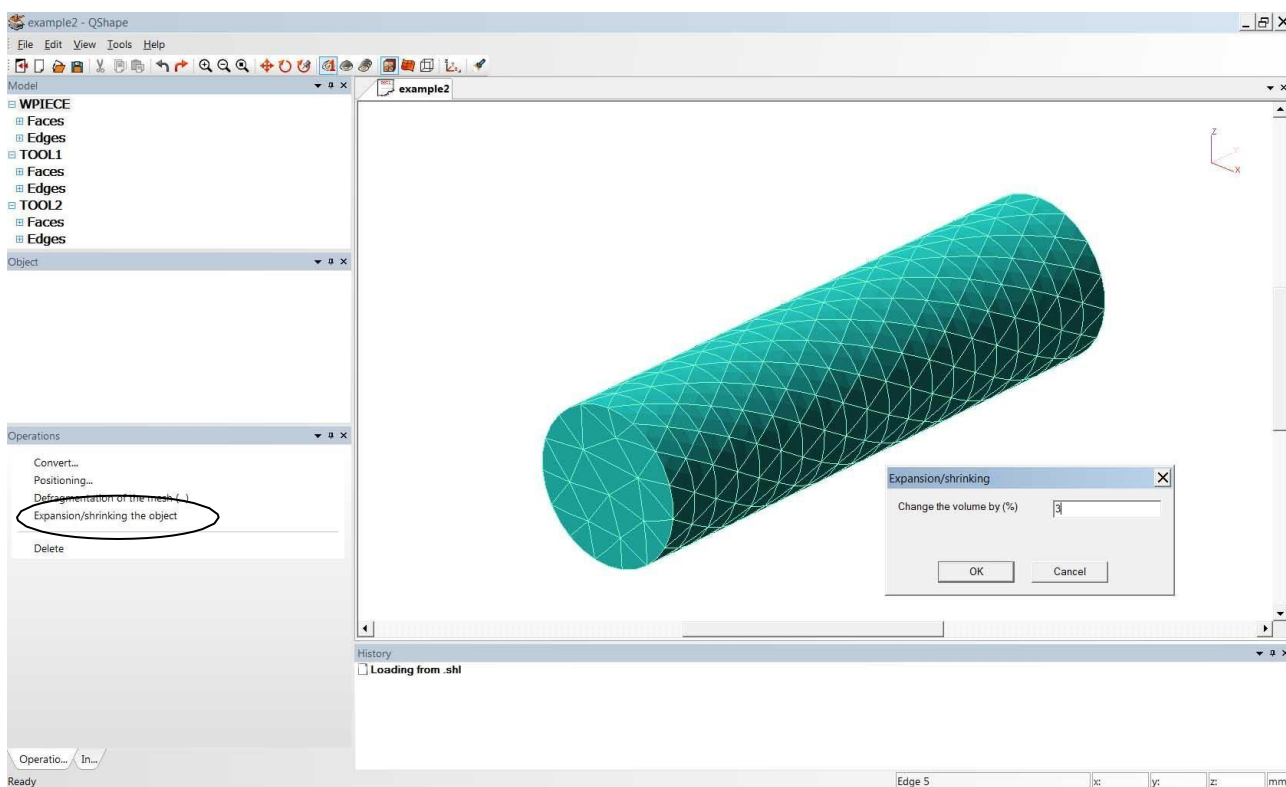


Рисунок 41– Уменьшение/увеличение объема объекта

Внимание: увеличение объём, например, на 3% и затем уменьшение объём, а на 3% не даст нам объём исходной заготовки, потому что величина 1.03 умноженная на 0.97 даёт нам 0,9991, а не точно 1.

Кроме заготовки можно изменять объём любого инструмента, принимая в расчёт его термическое расширение. Если объект (заготовка или инструмент) имеет одну, две или три плоскости симметрии, поверхности, которые совпадают с плоскостями симметрии, остаются неподвижными. Таким образом, регулировка объём, а не нарушает эту операцию.