

Работа с 3D-моделями в системе Fusion 360 – от концепции до воплощения

А.Ю. Стремнев, к.т.н. (БГТУ им. В.Г. Шухова)

nml235l@yandex.ru



Компания Autodesk представляет на рынке широкую гамму программных продуктов для работы с 3D-контентом. Многие из этих систем имеют чрезвычайно богатый функционал, ориентированный на определенную специализацию, будь то конструирование, дизайн, анимация или технологическое проектирование. Сегодня мы поговорим еще об одном достаточно интересном решении Autodesk – комплексе **Fusion 360** (www.autodesk.com/products/fusion-360/overview).

3D вне 3ds Max – это возможно!

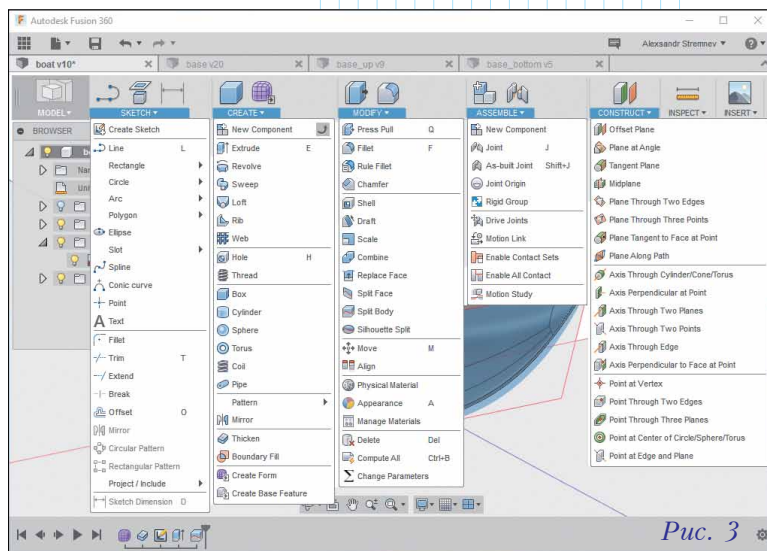
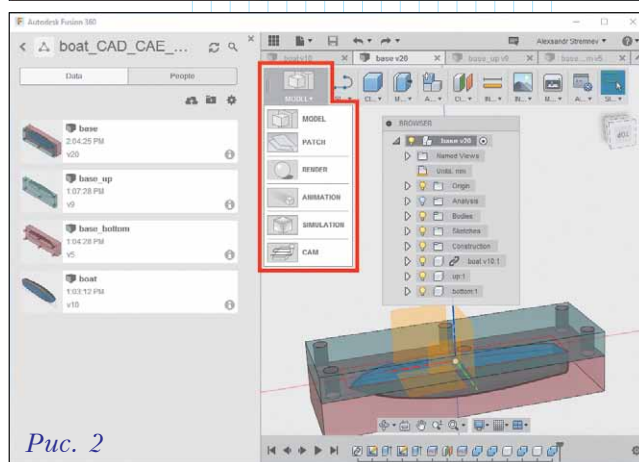
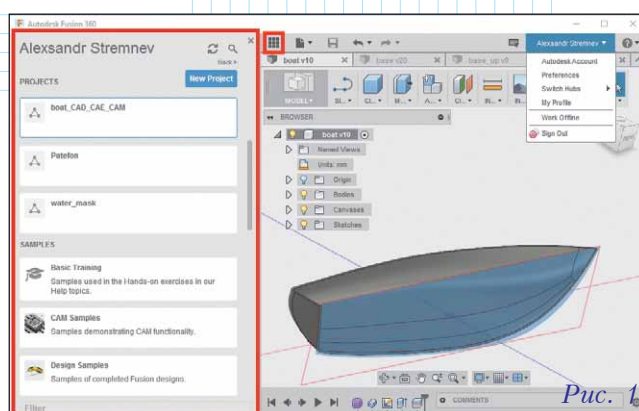
Система **Fusion 360** позиционируется как универсальное средство, ориентированное на небольшие группы конструкторов-разработчиков. Особенностью **Fusion 360** является тесная интеграция с сетевым хранилищем Autodesk. После установки программы и создания учетной записи пользователь получает возможность работать с содержимым проектов, практически не заботясь об их локальном расположении (хотя оно предусмотрено). Такой подход позволяет организовать эффективную коллективную работу и контроль версий проектов.

Интерфейс **Fusion 360** достаточно лаконичен: лента с группами команд, рабочая область с инструментами управления видом, браузер структуры объекта.

Собственно управление проектами осуществляется посредством несложного инструментария **Data Panel**, открываемого соответствующей кнопкой из панели быстрого доступа (рис. 1).

После создания проекта (кнопка **New Project** в **Data Panel**) и открытия его папки можно приступить к созданию файлов компонентов. Интересная особенность **Fusion 360** – добавление компонента любого типа осуществляется универсальной командой **New Design** из панели быстрого доступа. Что будет представлять собой компонент – решит в дальнейшем пользователь-конструктор. Это может быть деталь, сборка, визуализация, анимация, прочностной расчет или проект станочной обработки (рис. 2). Доступ к соответствующему инструментарию предоставляет меню **Change Workspace** ленты.

Базовым набором команд и соответствующей рабочей средой для создания изделий является **MODEL** – с её помощью осуществляется



геометрическое моделирование деталей, а также интеграция их в узлы и сборки (рис. 3). С этого мы и начнем знакомство с функционалом **Fusion 360**.

Порядок геометрического проектирования типичен для большинства приложений аналогичного назначения: создается эскиз (группа команд *SKETCH*), на его базе генерируется объемная форма (группа команд *CREATE*), добавляются и редактируются необходимые конструктивные элементы (группа команд *MODIFY*) и далее процесс итеративно продолжается до получения необходимой конфигурации 3D-модели. Кроме того, имеются инструменты для работы со сборками (*ASSEMBLE*) и вспомогательной геометрией (*CONSTRUCT*).

Если речь идет о цифровом прототипировании объектов, имеющих сложную геометрическую форму, то дизайнеру или конструктору не обойтись без такого средства, как *Attached Canvas* – это изображение-подложка, по которой удобно контролировать форму 3D-модели. При создании объекта *Canvas* ему задается плоскость расположения, уровень прозрачности и размеры (рис. 4).

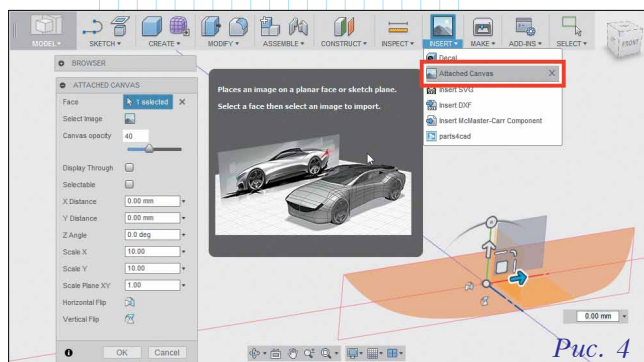


Рис. 4

“Вылепить” по объекту *Canvas* необходимую форму позволяет набор инструментов *SCULPT*, доступ к которому открывает команда *Create Form* из группы *MODEL*. Базовым инструментом “скульптинга” является *Face* – грань, для которой указывается плоскость размещения и количество сторон (*Number of Sides*). Для удобства конструирования формы плоскость грани выбирается параллельной объекту *Canvas* (рис. 5).

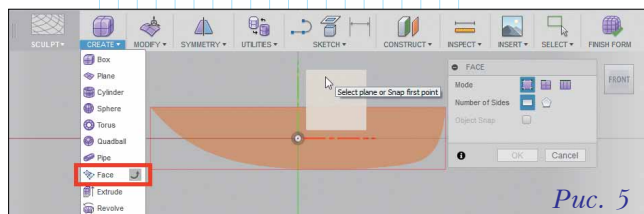


Рис. 5

При создании грани требуется последовательно указать её вершины в соответствии с количеством сторон. Вершины задаются по контуру подложки (*Canvas*), причем после завершения построения первой грани можно начать создавать следующую, выбрав в качестве начальной вершины одну из уже имеющихся (рис. 6).

Откорректировать расположение какой-либо из вершин позволяет универсальный инструмент

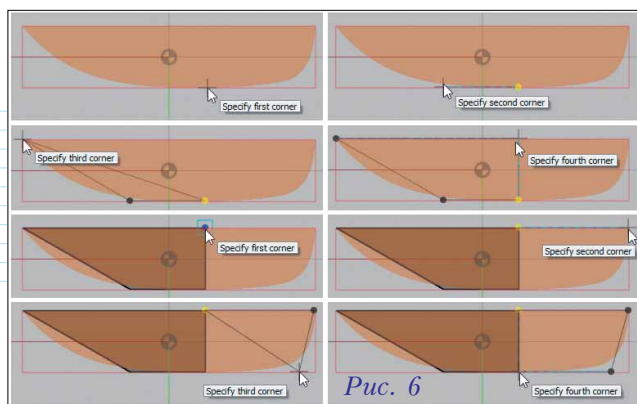


Рис. 6

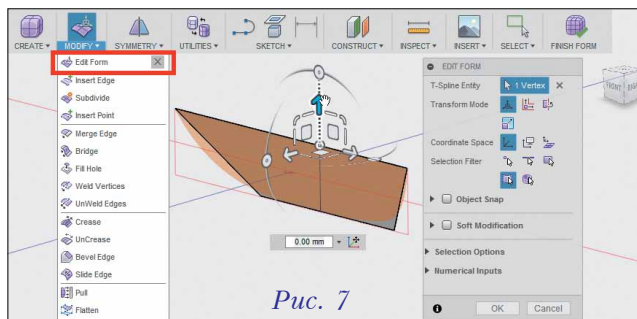


Рис. 7

трансформации – *Edit Form* (рис. 7). Манипуляторы *Edit Form* позволяют выбрать направление и величину смещения (поворота). Окно настройки *Edit Form* дает возможность выбрать режим использования команды (*Transformation Mode*) – смещение, вращение, масштабирование или их сочетание, установить расположение осей манипулятора (*Coordinate Space*) в локальной, экранной или глобальной системе координат. Здесь же устанавливаются фильтры выбора объектов трансформации (*Selection Filter*) для работы с выделенными вершинами, ребрами, гранями.

После выбора объектов точную величину их трансформации в указанном направлении позволяют задать поля ввода (рис. 8).

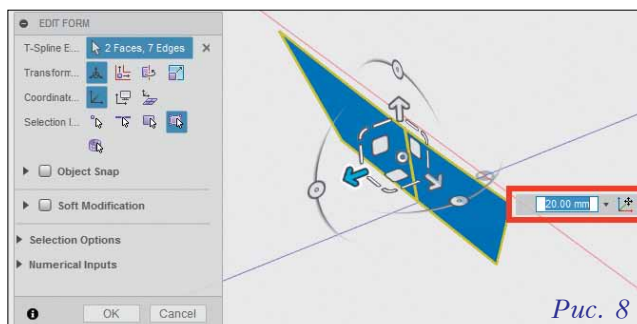


Рис. 8

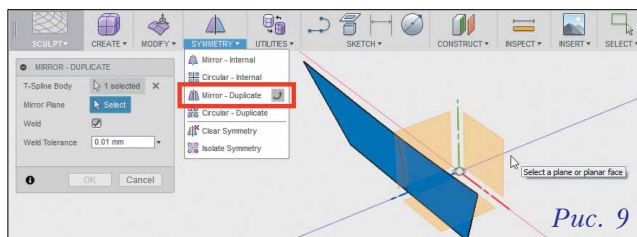


Рис. 9

Многие моделируемые объекты обладают симметрией, реализовать которую помогает инструмент *Mirror – Duplicate* (рис. 9). Особенность этой команды в том, что она не только создает зеркальную копию выбранных объектов относительно указанной плоскости, но и поддерживает симметрию при трансформациях.

В случаях, когда необходимо соединить между собой вершины несмежных граней, следует воспользоваться средством *Weld Vertices* (рис. 10).

После объединения двух предварительно выделенных вершин, *Weld Vertices* позволяет до нажатия OK в окне команды продолжать “сваривание” указываемых пар точек (рис. 11).

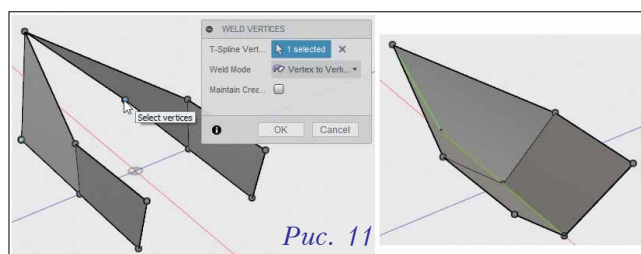


Рис. 10

При реализации сложной геометрии обычно рекомендуется изначально не использовать большое количество граней – согласно принципу “низкой полигональности”. Но по мере уточнения формы может возникнуть необходимость создания, например, дополнительных вершин командой *Insert Point* (рис. 12).

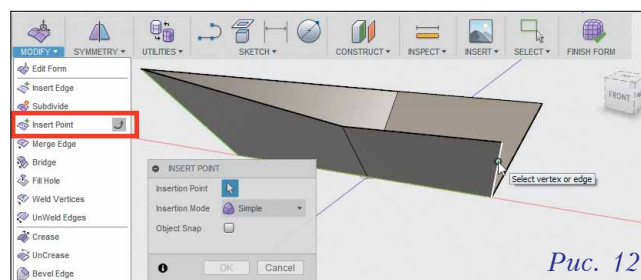


Рис. 11

При этом указываемые вершины автоматически соединяются в цепочки ребер (рис. 13).

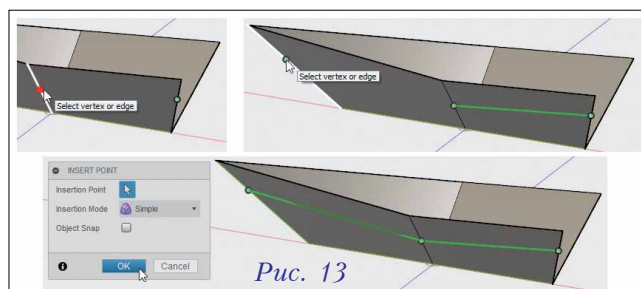


Рис. 12

Если при создании модели использовалась команда-настройка *Mirror-Duplicate*, то объекты (вершины, ребра), добавляемые с “одной стороны”, будут автоматически генерироваться и с “другой”. Еще раз подчеркнем, что свойства “зеркала” будут распространяться, например, и на перемещения элементов геометрии (рис. 14).

Для более точного контроля формы имеющиеся ребра можно разделять командой *Bevel Edge* (рис. 15). При этом расстояние между ребрами-клонами устанавливается (посредством манипулятора или в поле ввода) в виде относительного значения длины ребер, поддерживающих редактируемое.

В арсенале *Fusion 360* команда, аналогичная соединению вершин, существует и для ребер. Она называется *Bridge* и требует указания двух наборов ребер (*Side One* и *Side Two*), между которыми будут созданы соединяющие грани (рис. 16).

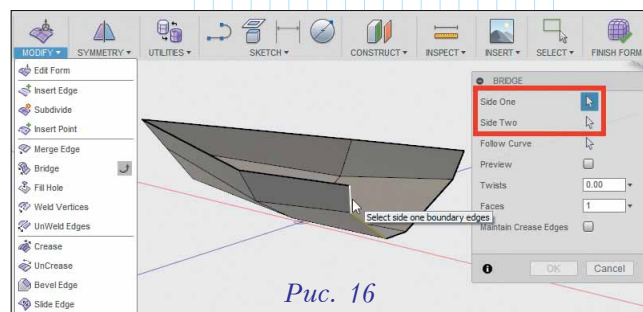


Рис. 13

Поле *Faces* окна команды *Bridge* позволяет задать количество сегментов, на которые будет разбита каждая из соединяющих граней (рис. 17).

Используя переключатели команды *Display Mode* или соответствующие горячие клавиши, можно проанализировать, каким образом будет

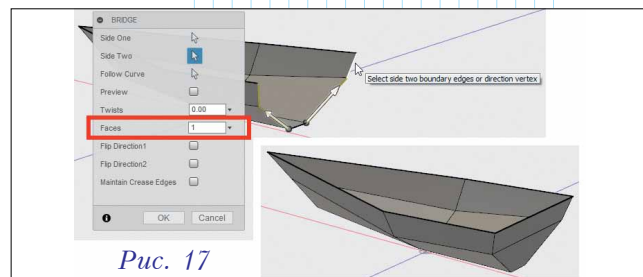


Рис. 14

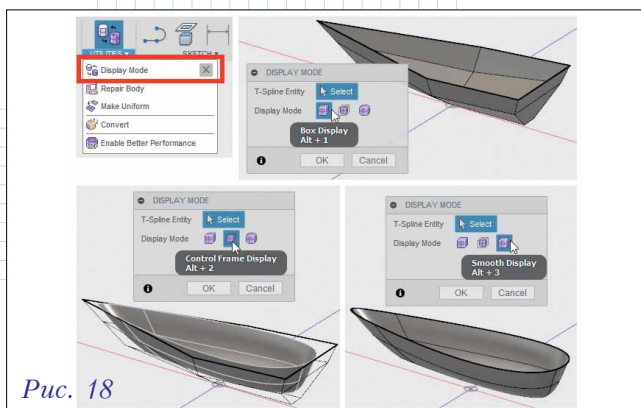


Рис. 18

выглядеть модель в “сглаженном” виде (*Smooth*) по сравнению с исходным “фасеточным” (*Box*). Несложно заметить, что “открытые” ребра по умолчанию интерпретируются как “жесткие” (рис. 18).

Добавить “закрытому” ребру “жесткости” позволяет классический прием полигонального моделирования – создание ребра (ребер) поддержки. Для этого к выделенным ребрам необходимо применить команду *Insert Edge* (рис. 19). В окне команды следует также определить направление добавления ребра (*Insertion Side*) и его расположение (*Insert Location*).

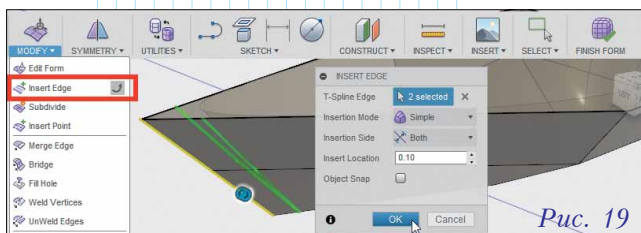


Рис. 19

Контроль уточненной формы модели удобно вести в комбинированном режиме отображения (*Control Frame Display*) команды *Display Mode* (рис. 20).

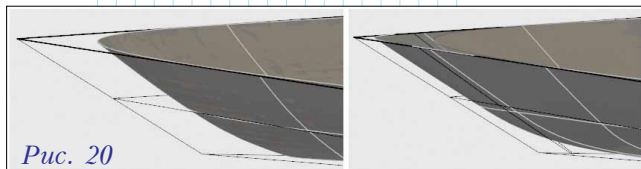


Рис. 20

Конвертировать поверхностную модель в твердотельную позволяет команда *Thicken* (рис. 21). Она добавляет к выбранным граням (*Faces*) толщину (*Thickness*). При этом добавление объема производится по нормали к каждому участку поверхности, что в местах “перегибов” может привести к образованию “круток”. Одним из вариантов борьбы с этим явлением является коррекция расположения вершин или поворот “выгнутых” ребер. Но не нужно забывать о том, что этот узел проблем можно буквально разрубить соответствующей булевой операцией.

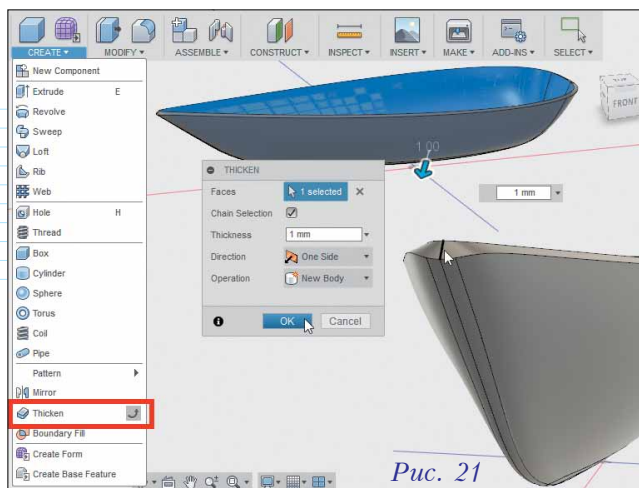


Рис. 21

Для этого, сначала на подходящей плоскости достаточно изобразить эскизный контур (рис. 22) – например, в виде прямоугольника (*2-Point Rectangle*).

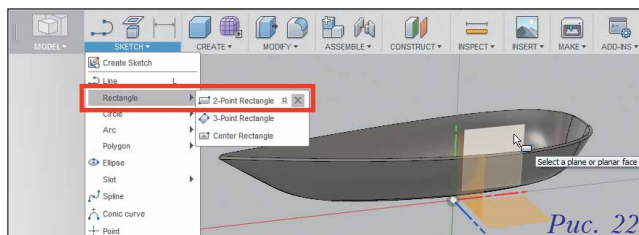


Рис. 22

Контур необходимо расположить и образмерить так, чтобы его проекция пересекала “ненужные” части объема (рис. 23).



Рис. 23

И, наконец, к созданному контуру следует применить команду выдавливания *Extrude* – с опцией вырезания (*Cut*), заданием направлений выдавливания (*Direction*) и расстояний (*Distance*) вдоль каждого из них. В качестве расстояния можно указать не конкретную величину (высоту выдавливания), а всё пространство модели по варианту *All* (рис. 24).

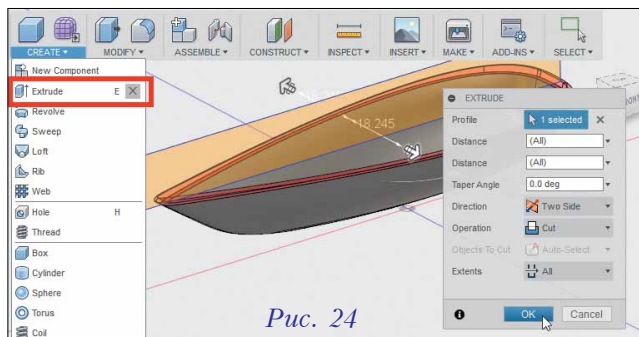


Рис. 24

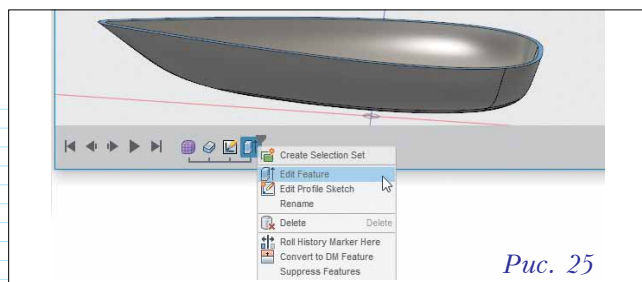


Рис. 25

Итак, по мере работы над моделью к ней применялись различные команды с множеством опций. Что делать, если необходимо обратиться к их настройкам для внесения каких-либо изменений? Для этого в системе *Fusion 360* фирмой *Autodesk* был реализован интересный инструментарий – *Design History* (рис. 25). Это интерактивная история создания модели, визуально выполненная в виде “плеера”, кнопки которого позволяют “перейти” к любой стадии работы над проектом. Выбрать интересующий этап (команду или объект) можно также непосредственно на линейке *Design History*. После этого в контекстном меню объекта станут доступны команды его редактирования – например, *Edit Feature* (редактировать элемент) или *Edit Profile Sketch* (редактировать эскиз).

Вообще, после знакомства с подсистемой трехмерного моделирования *Fusion 360*, не трудно заметить сходство с соответствующим функционалом более “тяжелых” приложений от *Autodesk*, а именно *3ds Max* и *Inventor*. По всей видимости, такой “самоповтор” или “перекомпиляция” имеет смысл. Во-первых, почему бы не использовать в новых продуктах действительно сильные стороны уже существующих? Во-вторых, анализ рынка САПР и мультимедиа, проведенный маркетологами *Autodesk*, показал потребность широкого круга пользователей в универсальных программных средствах, эффективных с одной стороны и простых в использовании с другой.

Насколько правильным окажется такой подход *Autodesk*, покажет время. Степень интереса к *Fusion 360* на сегодняшний день можно оценить по количеству пользователей программы и уровню их проектов, представленных в онлайн-галерее (<https://gallery.autodesk.com/fusion360>).

Сопромат in action!

Ни для кого не секрет, что современные системы автоматизированного проектирования являются не только электронными кулманами – помимо достойного инструментария для создания трехмерных моделей деталей и узлов, они должны обладать развитыми средствами аналитики.

Рассмотрим под этим углом новый продукт фирмы *Autodesk*.

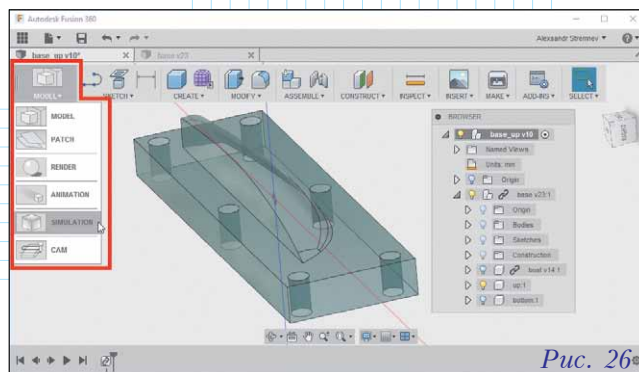


Рис. 26

Допустим, что первый этап работы уже выполнен – спроектирована деталь, например пуансон. Далее конструктора интересует, насколько эта деталь будет соответствовать условиям нагружения. Для проведения такого типа анализа с помощью меню *Change Workspace* необходимо перейти в среду **SIMULATION** (рис. 26).

При загрузке среды *SIMULATION* система *Fusion 360* дает запрос на то, какой именно тип анализов будет выполняться: статический, динамический или температурный. Для нашей детали – пуансона – из предлагаемых вариантов мы остановимся на первом (рис. 27).

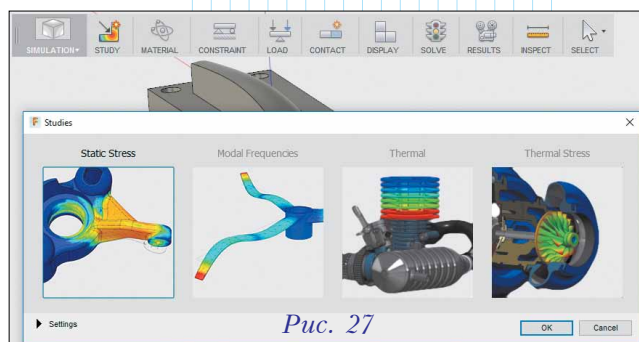


Рис. 27

Среда *SIMULATION* позволяет определить несколько направлений анализа. Для каждого из них в браузере программы создается “ветка” с отдельными параметрами материалов (*Materials*), связей (*Constraints*) и

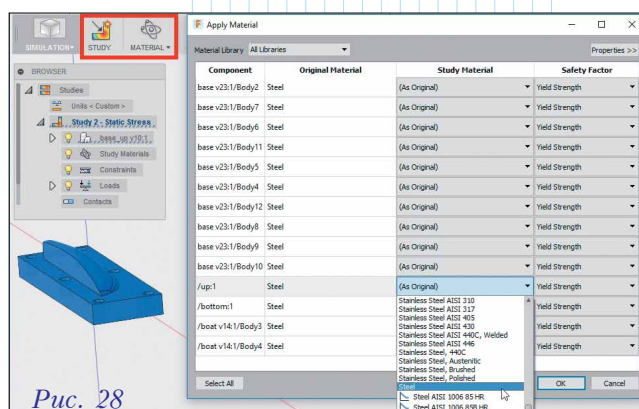


Рис. 28

нагрузок (*Loads*). Для добавления анализа в среде *SIMULATION* служит кнопка *STUDY*. Обычно анализ начинают с задания материала элементам модели. Кнопка *MATERIAL* на ленте открывает окно, в котором каждой детали (или телу) можно сопоставить материал из выпадающего списка. Для пуансона мы выбираем сталь (рис. 28).

Далее необходимо определить условия закрепления компонента конструкции и задать их в модели. В нашем примере пуансон будет фиксироваться на матрице посредством крепежа, установленного в специальных монтажных отверстиях. Связи-крепления позволяют добавить в анализ группа команд *CONSTRAINT* среды *SIMULATION*. В данном случае выберем связь типа *Fixed* (крепёж), а в качестве базовых элементов (*Targets*) укажем кромки четырех отверстий, расположенных по углам детали (рис. 29).

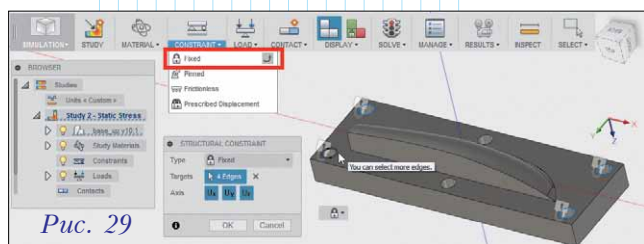


Рис. 29

На следующем шаге подготовки анализа зададим нагрузку, используя меню *LOAD*. В приведенном перечне нагрузок есть возможность определить сосредоточенные силы (*Force*), моменты (*Moment*), задать силу тяжести (*Gravity*). Будем считать, что наиболее существенную роль в картине напряжений детали пуансона будет играть давление литейного материала на рабочую поверхность детали. Поэтому в качестве нагрузки выберем *Pressure* (давление). В окне настройки нагрузки укажем все грани пуансона (*Targets*), с которыми будет контактировать материал отливки, а в качестве величины давления (*Magnitude*) введем 100 МПа (рис. 30).

Таким образом, исходные данные для анализа подготовлены, а соответствующие настройки

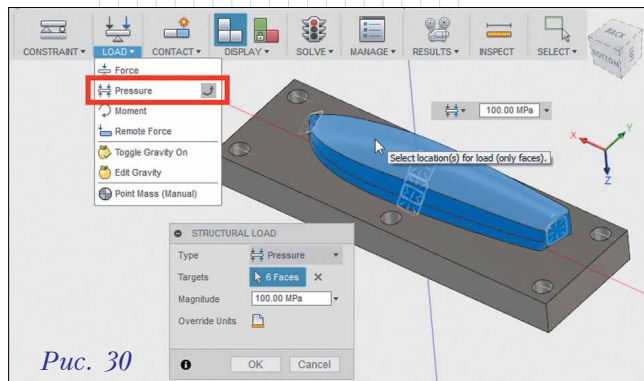


Рис. 30

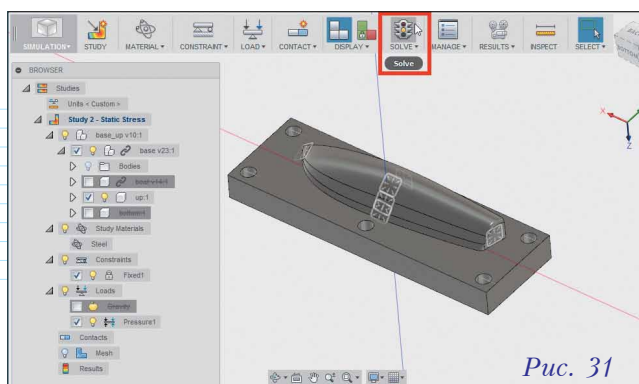


Рис. 31

доступны для редактирования в браузере. Самое время приступить к прочностному расчету, используя для этого команду *SOLVE* среды *SIMULATION* (рис. 31).

В результате выполнения расчета на нашу модель детали в рабочем поле накладывается карта распределения значений аналитических характеристик, по структуре которой достаточно легко определить наиболее ослабленные части конструкции (рис. 32). Цветовая шкала, расположенная рядом с моделью, дает возможность численно оценить значения каждой из выбранных характеристик, будь то коэффициент запаса прочности (*Safety Factor*), величина напряжений (*Stress*) или деформаций (*Displacement*). В нашем случае, например, карта деформаций свидетельствует, что при данных условиях анализа в средней части пуансона будет значительная деформация (~ 0.3 мм).

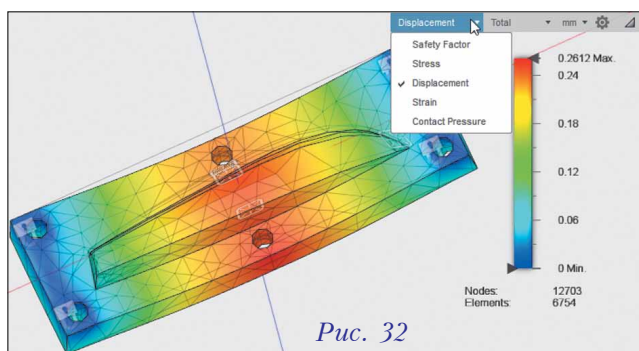


Рис. 32

Решить эту проблему проще всего будет, отредактировав условия закрепления детали. Для этого необходимо найти в браузере соответствующий элемент группы *Constraints* и выполнить для него команду *Edit* (рис. 33).

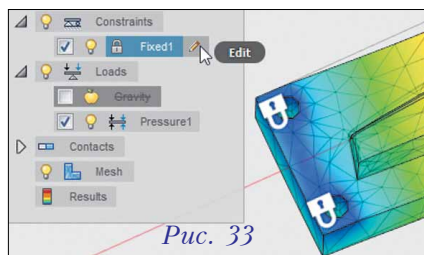


Рис. 33

При редактировании закрепления пуансона добавим фиксацию к кромкам отверстий, расположенных в средней части детали (рис. 34).

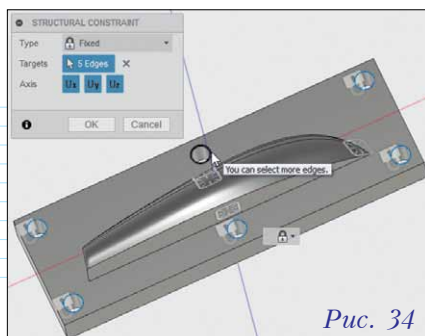


Рис. 34

После этого выполним повторно аналитический расчет (команда *SOLVE*). Мы видим, что теперь максимальные деформации переместились с базы пуансона на рабочую поверхность, а их величина стала практически в 10 раз меньше по сравнению с предыдущим расчетом (рис. 35).

С точки зрения практики конструирования, достичь допускаемых значений напряжений и деформаций можно было коррекцией формы детали или выбором более прочного материала. Тогда для этого следовало вернуться в среду *MODEL* и внести правки в эскизы и объемные элементы или же воспользоваться инструментом *MATERIAL* среды *SIMULATION*.

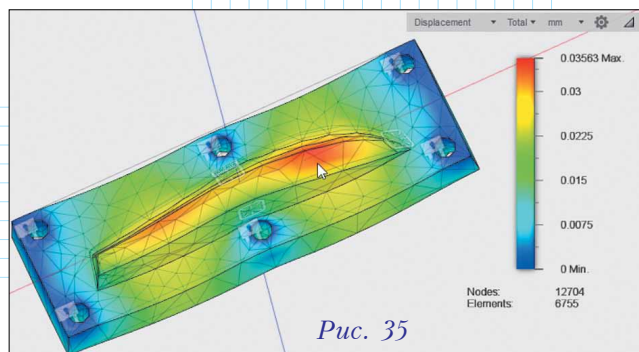


Рис. 35

В любом случае, какой бы метод конструкторской оптимизации мы не выбрали, система *Autodesk Fusion 360* позволяет достаточно быстро выполнить его проверку согласно заданным условиям анализа. 🧐

Об авторе

Александр Юрьевич Стремнев – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.

♦ Выставки ♦ Конференции ♦ Семинары ♦

СИБИРСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЯРМАРКА

В ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

ПРОМСТРОЙЭНЕРГО

6-Я ВЫСТАВКА ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ, ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ЖКХ, НА ТРАНСПОРТЕ И ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ

16-18
ноября
2016
г. Омск



РЕМСТРОЙЭКСПО

17-Я ВЫСТАВКА СТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТА



ОМСКПОЛИТЕХ. ИН-ЭКСПО

5-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННАЯ ВЫСТАВКА



Форум-выставка «ИТ-РЕШЕНИЯ»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ

Организатор:
МВЦ «Интерсиб»
 **ИнтерСиб**
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Тел./факс:
+7 (3812) 22-04-59, 23-23-30
e-mail: expo@intersib.ru
www.intersib.ru