

Подготовка 3D-моделей к 3D-печати в T-FLEX CAD 17

Полина Гончарова

Система T-FLEX CAD 17 поддерживает экспорт 3D-моделей во все используемые форматы, в том числе и сеточные. В статье описывается, как максимально эффективно использовать возможности системы для подготовки и экспорта модели в STL-формат для 3D-печати.



Конструкторская система T-FLEX CAD позволяет не только создавать 3D-модели любой сложности, но и подготавливать их к 3D-печати. Причем все необходимые для этого инструменты есть и в Учебной версии T-FLEX CAD. Начиная со сборки 17.0.55.0 диалог параметров экспорта в полигональные сеточные форматы стал немодальным, так что теперь появилась возможность осуществлять навигацию по модели при задании параметров экспорта. Кроме того, стало возможно отображение сетки треугольников перед сохранением в сеточные форматы и переадресацию пути сохранения файла.

В связи с этим мы решили подробно рассказать, как воспользоваться всеми возможностями экспорта T-FLEX CAD 17 в сеточные форматы, чтобы максимально эффективно под-

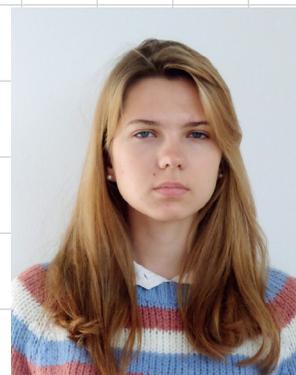
готовить вашу модель к 3D-печати.

Перед тем как начать описание подготовки модели к печати, скажем пару слов о процессах, которые предшествуют моделированию. Первоначально ставятся задачи, которые будет решать прототип. Далее определяется технология печати, а также характеристики оборудования и используемого материала. От этих параметров будет зависеть дальнейшая подготовка 3D-модели к печати или создание модели с нуля. Выбор оборудования и материала также позволит определить максимальный размер прототипа и стоимость печати.

Для того чтобы получить напечатанную модель высокого качества, необходимо все возможные дефекты предотвратить еще на этапе проектирования. Существует также еще ряд особенностей моделирования, который зависит от выбранной

технологии печати. С этими особенностями необходимо более подробно ознакомиться перед началом процесса моделирования. Их разнообразие настолько обширно, что ознакомление с ними заслуживает отдельной статьи.

Порядок подготовки к 3D-печати рассмотрим на примере реального объекта — парового пистолета, модель которого была разработана компанией «Центр прототипирования и дизайна МГТУ «МАМИ» по заказу VDAshop. На рис. 1 изо-



Полина Гончарова, специалист отдела маркетинга, ЗАО «Топ Системы»

бражен рендер 3D-модели, созданный в T-FLEX CAD.

Проверка моделей в T-FLEX CAD

Перед выполнением экспорта готовую модель необходимо проверить. Сделать это можно при помощи команды *Проверка модели*, которая находится во вкладке *Анализ*. Данная команда предназначена для проведения диагностики выбранного тела на предмет ошибок в его гео-



Рис. 1. Рендер модели парового пистолета

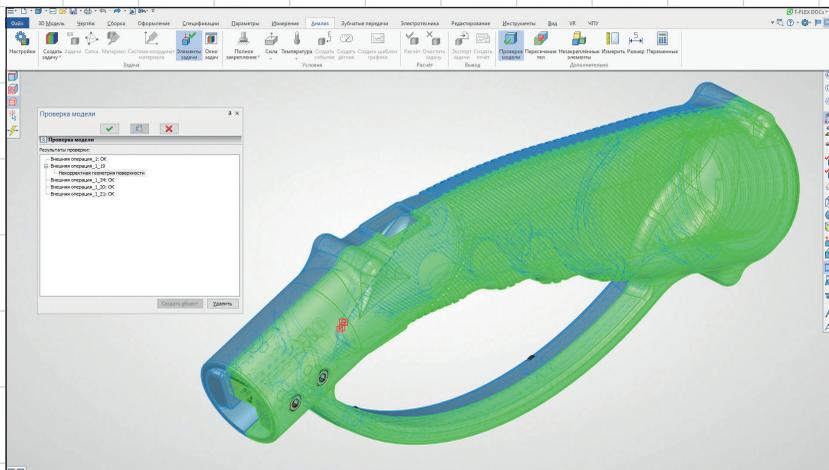


Рис. 2. Проверка модели парового пистолета

метрии, которые могут повлечь за собой дефекты при экспорте в нужный формат и, как следствие, 3D-печати. Такие ошибки могут появиться еще в процессе создания 3D-модели, поскольку автоматически производится только локальная проверка. На полную же проверку, в зависимости от сложности модели, может понадобиться некоторое время.

На рис. 2 видно, что команда нашла ошибку в операции. Без ее устранения не рекомендуется продолжать экспорт модели.

При экспорте в сеточную геометрию могут возникнуть следующие типы ошибок:

- **зазоры** являются самой распространенной ошибкой. Они возникают, когда соседние треугольники не имеют двух общих вершин, вследствие чего в сетке некоторые из них могут исчезнуть (рис. 3). Часто такие ошибки появляются из-за неаккуратности создания 3D-модели: остаются необрезанные поверхности, не выполняются сшивка поверхностей или булевы операции. Если не устранить эту ошибку, то модель будет распечатана некорректно. Представьте, что модель необходимо опустить в воду. Так вот: модель можно отправлять на печать только в случае, если вода не просочится с ее поверхности внутрь;

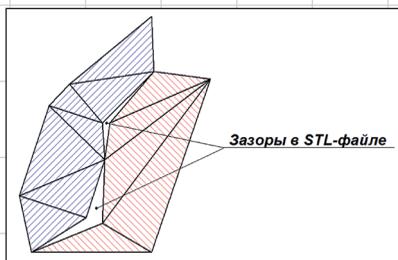


Рис. 3. Зазоры, возникающие между треугольниками сетки

- **пересечение треугольников** возникает, когда две поверхности перекрываются или пересекаются между собой (рис. 4). Такую ошибку можно распознать по зигзагообразной форме на поверхности модели. Пересечение треугольников может привести к неконтролируемому нанесению материала в проблемной зоне, а также забивке сопла или другого наносящего ма-

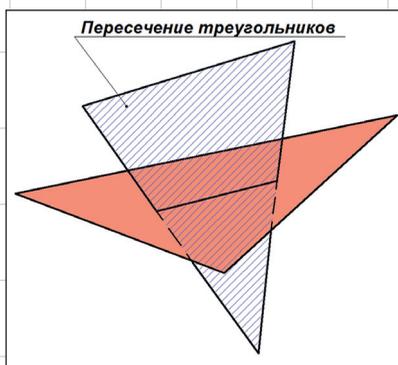


Рис. 4. Ошибка в геометрии сетки, вызванная пересечением треугольников

териал инструмента (головки печати, форсунка);

- **перевернутые нормали.** Каждый треугольник имеет вектор нормали, который направлен к внешней поверхности модели. Он служит для указания принтеру направления, в котором необходимо добавлять материал. Если нормаль направлена в противоположную сторону, то это может привести к ошибке в работе принтера, так как он не сможет распознать внутреннюю и внешнюю поверхности модели.

Вырождение треугольников является еще одной причиной, по которой могут возникать ошибки печати. Такие треугольники не имеют нормали из-за нарушений в построении формы. Существует два основных типа вырождения треугольников:

- **геометрическое вырождение** возникает, когда все стороны коллинеарны, а вершины различны (рис. 5). Такие треугольники содержат неявную топологическую

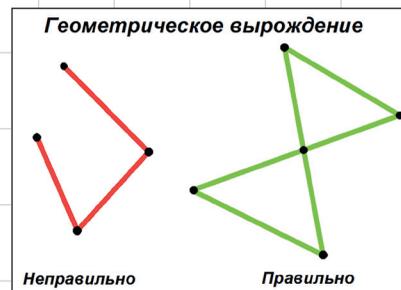


Рис. 5. Геометрическое вырождение ячеек сетки

информацию о связи поверхностей, но при отсутствии нормали принтер может распознавать ее неправильно.

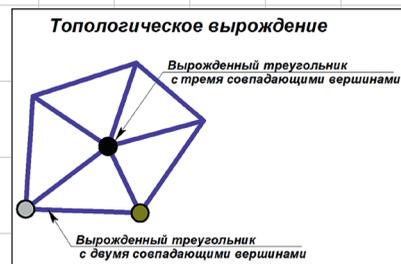


Рис. 6. Топологическое вырождение ячеек сетки



Рис. 7. Группа инструментов для работы с поверхностями

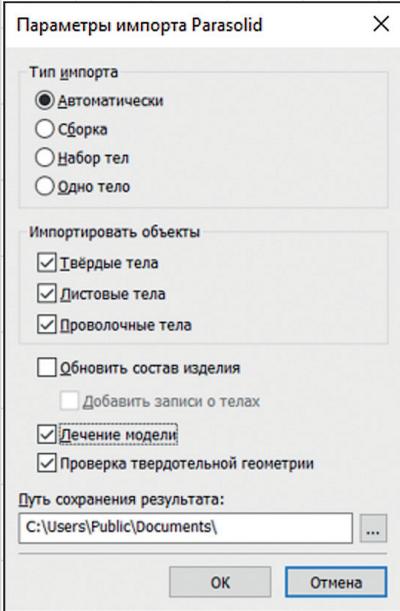


Рис. 8. Диалог импорта моделей из других форматов

- **топологическое вырождение** возникает при совпадении двух или более вершин треугольников (рис. 6). Оно не влияет на другие треугольники, но перед печатью его также необходимо исправить, поскольку это может привести к сбою программы печати.

Исправить модель помогут специальные инструменты вкладки *Поверхности* T-FLEX CAD (рис. 7).

Зачастую ошибки возникают при импорте 3D-моделей из форматов других САПР вследствие неаккуратного создания исходных файлов или нарушения правил 3D-моделирования. Для предотвращения возникновения подобных ошибок существует специальная опция *Лечение модели*, которая будет проверять и лечить геометрию в процессе импорта (рис. 8). В Учебной версии T-FLEX CAD возможен импорт моделей в формате STEP; лечение будет осуществляться по умолчанию, без необходимости простановки специального флага.

Теперь возьмем другую модель и также попробуем провести проверку модели (рис. 9).

Команда не нашла ошибок, эта деталь может быть экспортирована в STL и другие сетки без дополнительных исправлений.

Экспорт в STL

T-FLEX CAD позволяет экспортировать 3D-модели во все необходимые форматы файлов (рис. 10).

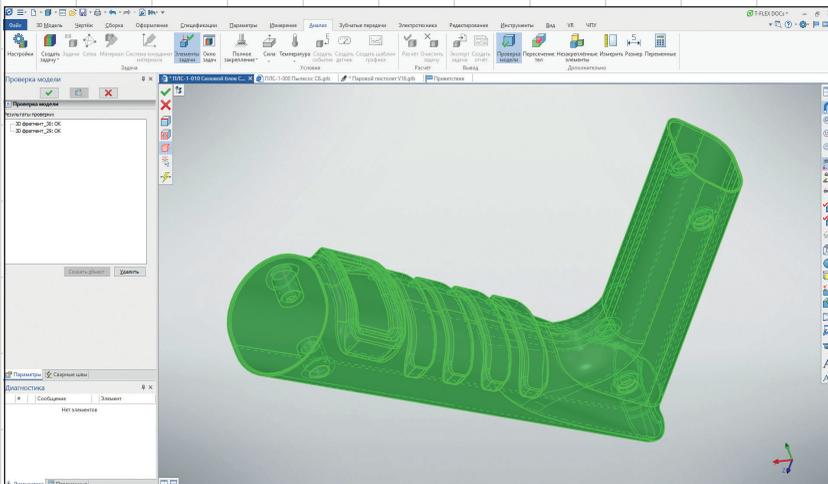


Рис. 9. Проверка модели без ошибок

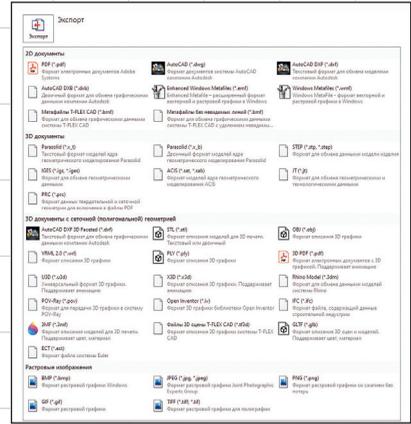


Рис. 10. Диалоговое окно экспорта T-FLEX CAD

Напомним, что бесплатная Учебная версия позволяет экспортировать в сеточные форматы (STL, VRML, OBJ, PLY, 3D PDF, X3D, U3D). Наиболее распространенным форматом для 3D-печати является STL.

При подготовке модели к печати удобнее и быстрее использовать для 3D-печати специальную команду, которая автоматически сохранит файл в формате STL (рис. 11).

Система предложит сохранить файл в выбранном формате, после чего откроется окно параметров экспорта и включится динамический просмотр сетки 3D-модели (рис. 12).

Разберем более подробно параметры в диалоговом окне экспорта:

- **Заковать в архив** — сокращает объем полученного файла и позволяет хранить в одном файле все необходимые данные. Например, можно передать выгруженные детали и сборочные единицы в виде архива на печать;
- **Отдельный файл для каждого тела.** Для каждого тела в сборке будет создан отдельный сеточный файл. В ином случае модель, пусть даже и состоящая из нескольких деталей

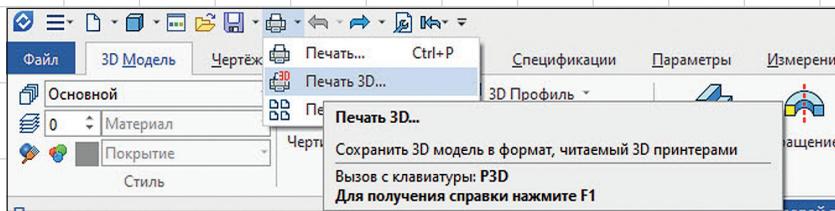


Рис. 11. Команда Печать 3D

и сборочных единиц, будет сохранена в общий файл. На рис. 13 изображена STL-модель с общей сеткой для всех элементов в модели. На этом же примере можно увидеть грубое исполнение сетки;

• **Типы файла:**

- двоичный (с поддержкой цвета) — бинарный формат с поддержкой цвета. Тела хранятся в виде одной большой сетки. Сетка при этом состоит из множества оболочек. Для

выделения тел в самостоятельные оболочки понадобятся специальные инструменты в ПО для работы с фасетной геометрией. Двоичные файлы также характеризуются малым размером и поддерживают передачу цвета;

- ASCII (многотельность) — текстовый формат без поддержки цвета. Тела разделены на отдельные сетки. Для дальнейшей работы с фасетной геометрией не потре-

буются специальные инструменты, поэтому можно использовать упрощенные версии ПО;

- **Поддержка цвета.** Можно выбрать один из двух стандартных форматов: *Формат VisCAM* и *SolidView* или *Формат Materialise Magics*. Также можно выбрать пункт *Нет цвета*;
- **Качество сетки.** Задаёт качество изображения экспортируемой модели. Чем выше качество, тем точнее получится деталь или сборка при 3D-печати и тем больше будет размер сохраняемого файла;
- **Исходная система координат.** Позволяет выбрать ЛСК, которая определит начальную ориентацию модели при открытии экспортированного файла;
- **Открыть файл.** Опция позволяет открыть файл после экспорта в программе, с которой этот формат ассоциирован в Windows.

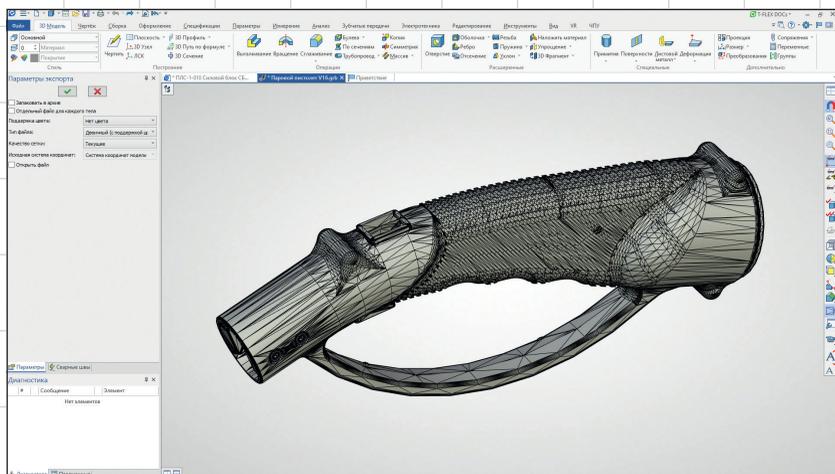


Рис. 12. Процесс настройки сетки перед экспортом

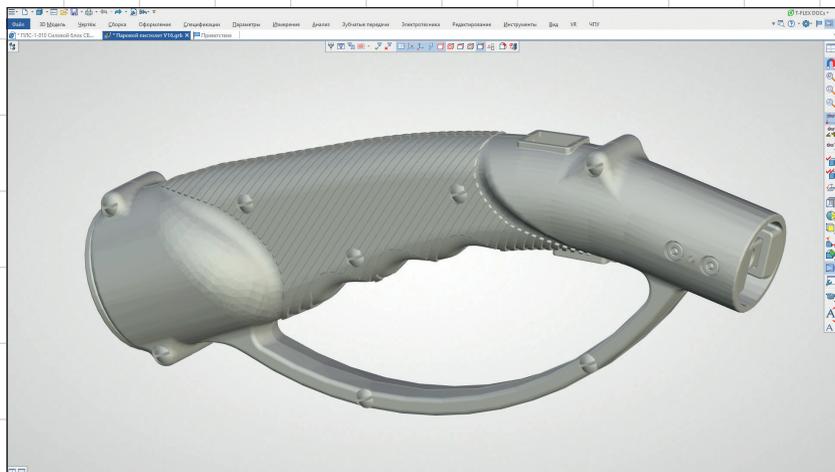


Рис. 13. Модель парового пистолета, экспортированная с грубой сеткой

Настройка качества сетки

В диалоге параметров экспорта T-FLEX CAD стало возможным осуществлять навигацию по модели.

По умолчанию качество сетки будет установлено *Текущее*, что соответствует качеству изображения 3D-модели в текущий момент. По умолчанию принято *Стандартное качество*. Пользователь может выставлять необходимые значения и сразу проверять результат экспорта. Также возможно управлять качеством сетки при помощи ползунков. Для этого в настройках качества сетки необходимо выбрать *Пользователя* (рис. 14).

Сравним разные настройки сетки. Для этого возьмем одну из деталей

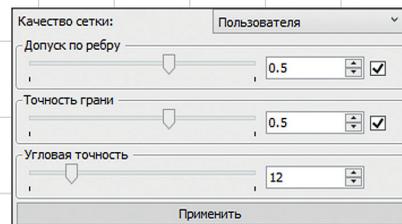


Рис. 14. Диалоговое окно настройки качества сетки T-FLEX CAD

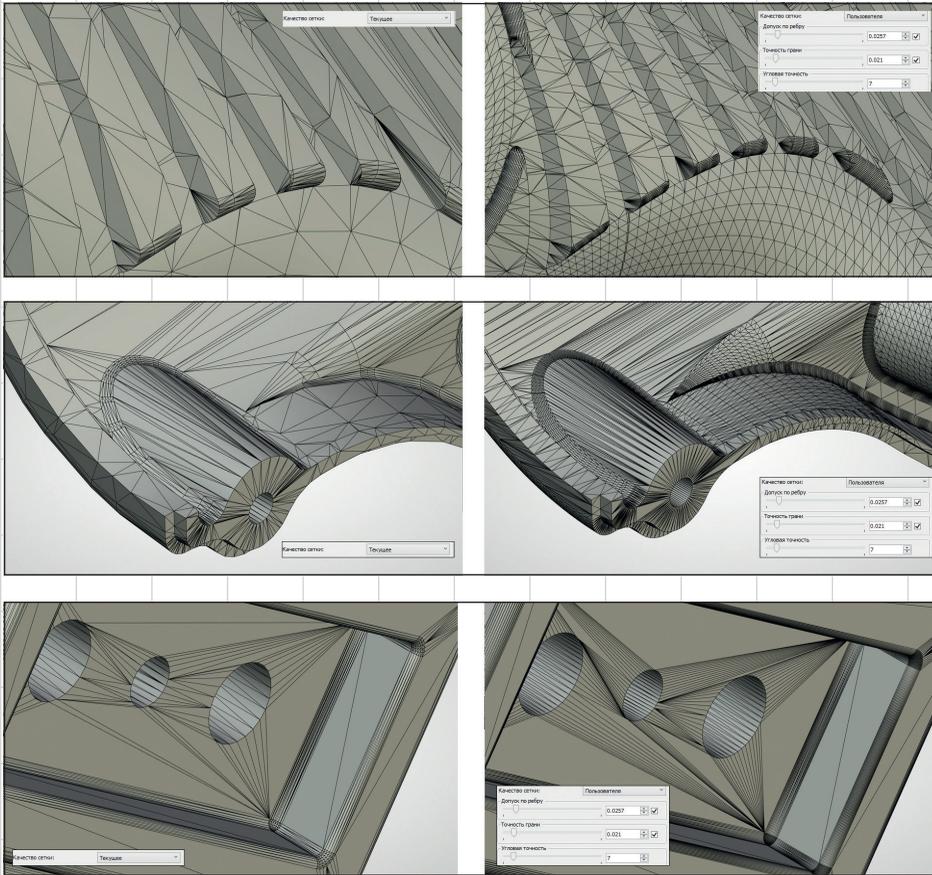


Рис. 15. Сравнение сеток разного качества

корпуса парового пистолета.

Слева изображена стандартная сетка, созданная по умолчанию. Сетка спра-

ва получена перемещением ползунков настройки почти к максимальным значениям. Настройки необходимо применить, чтобы измене-

ния отразились на модели (рис. 15).

Количество полигонов увеличилось, а качество сетки значительно улуч-

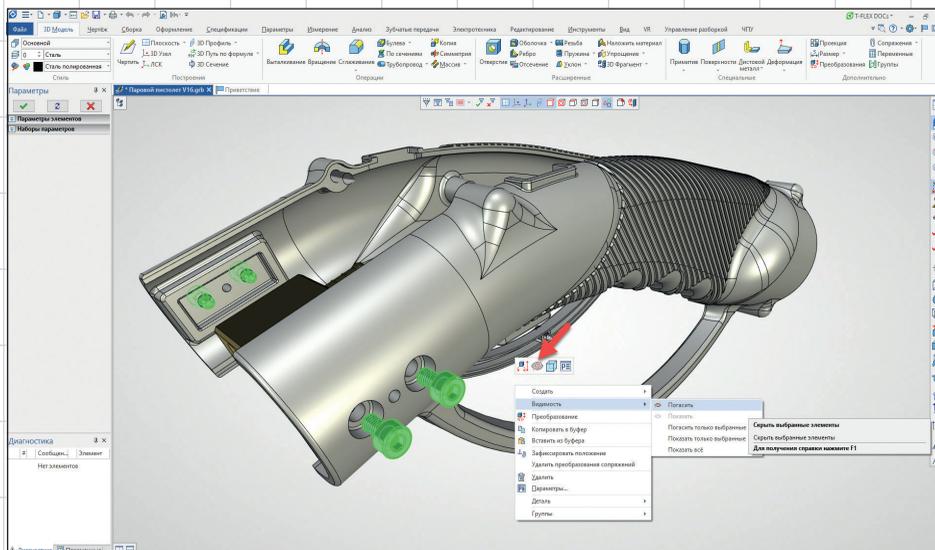


Рис. 16. Процесс скрытия деталей модели из сцены

шилось. Таким образом, появилась возможность настроить параметры, исходя из конкретных требований к качеству детали.

Скрытие элементов

Скрытые в 3D-модели элементы экспортируются в STL и другие сетки не будут. Это очень удобно, когда нет необходимости в печати всех деталей сборки. Следует выбрать ненужную для экспорта деталь, погасить ее, а затем повторить действия, описанные выше, для экспорта в STL.

Для примера скроем болты, которые не требуются для печати (рис. 16).

На рис. 17 видно, что полученная STL не содержит болтов, хотя они не были удалены из сборки.

Этим же способом можно воспользоваться, если необходимо экспортировать только одну деталь. Вместо *Погасить* выбирается *Показать только выбранные*.

Данная функция необходима, если в сборке присутствуют детали, существенно различающиеся по габаритам. Параметры настройки сетки отлично подойдут, например, для крупногабаритной детали, в то время как на меньших деталях будет заметно снижаться качество из-за недостаточного количества треугольников. Поэтому детали таких сборок необходимо экспортировать отдельно с разными настройками.

Экспорт резьбы

Часто начинающие пользователи сталкиваются с проб-

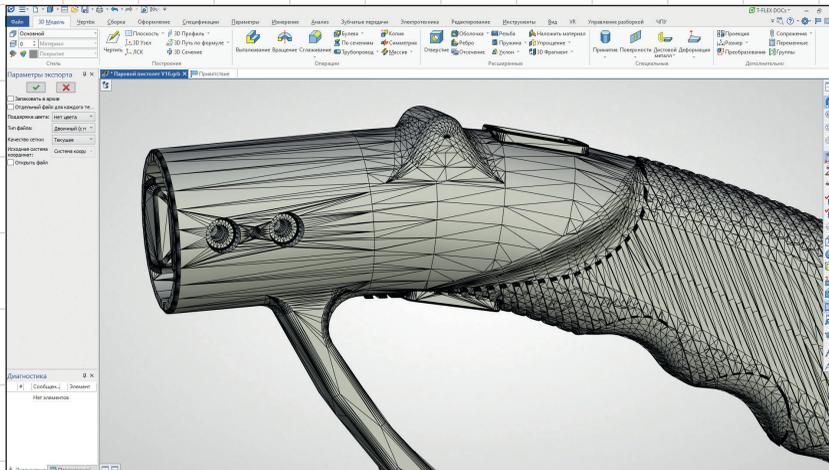


Рис. 17. Сетка модели, построенная с учетом скрытых элементов

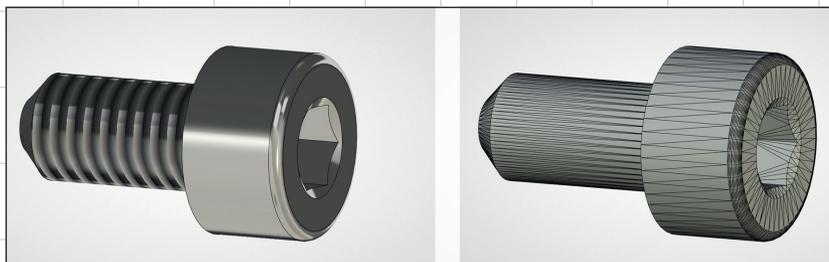


Рис. 18. Сетка болта с косметической резьбой

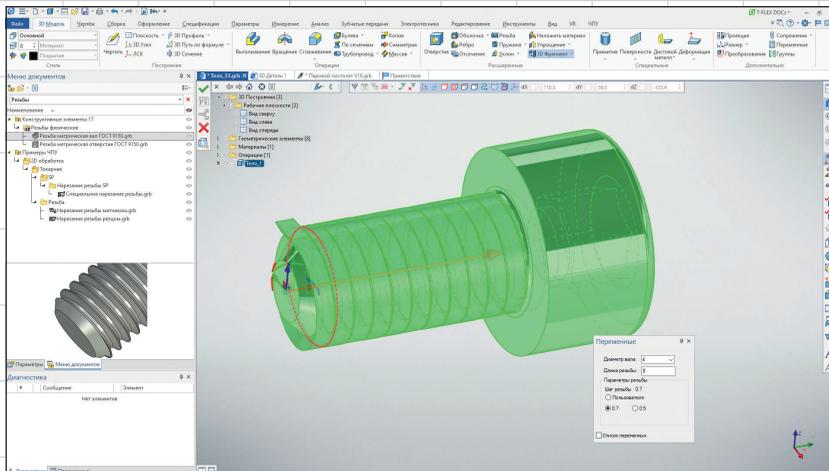


Рис. 19. Процесс построения физической резьбы T-FLEX CAD 17

лемой при экспорте резьбы. Дело в том, что резьба в модели T-FLEX CAD косметическая — она служит для ее визуализации и создания чертежей. На рис. 18 представлен болт с косметической резьбой и сетка, полученная по такой модели.

Как видно из рис. 18, резьба не экспортировалась. Исправить это можно с помощью физической резьбы, кото-

рую можно найти в меню документов по умолчанию.

Выбирается резьба метрическая вал ГОСТ 9150. Ее вставляют по правилам вставки 3D-фрагментов. Резьба содержит коннекторы, которые позволяют при использовании библиотеки стандартных изделий T-FLEX CAD (болты, винты, гайки, подшипники и пр.) автоматически считывать диаметр и шаг резь-

НОВОСТИ

Новая функциональность в обновлении T-FLEX CAD 17 (сборка 17.0.61.0)

Обновление T-FLEX CAD 17 и приложений выпущено!



В новой версии появилась возможность отслеживать историю изменений документа. В окне параметров команды отображается список сессий, в которых данный документ был сохранен. По умолчанию для каждой сессии показаны: номер сессии в хронологическом порядке; дата и время открытия документа (*Время начала*); дата и время сохранения последнего перед закрытием документа (*Время завершения*); имя пользователя Windows или T-FLEX DOCs (при работе в режиме интеграции), сохранившего документ; поле ввода комментария.

История изменений					
Основные параметры					
Комментарий текущей сессии:					
Добавил фланс					
Сессии:					
№	Время начала	Время завершения	Пользователь	Комментарий	
1	22.12.2021 13:57:22	22.12.2021 14:05:47	Vasuty		
2	22.12.2021 14:05:52	22.12.2021 14:04:34	Vasuty		
3	22.12.2021 14:04:38	22.12.2021 14:05:38	Vasuty	Удалил отверстие	
4	22.12.2021 14:05:40		Vasuty	Добавил фланс	
Сглаживание_1					

Кроме того, добавлена возможность разгибания листовых деталей с фасками и скруглениями на ребрах, обновлена команда *Трасса*, в анимацию разборки добавлена возможность группировки стадий, продолжены работы по улучшению механизма создания проекций и оформления чертежей и др.

Загрузить версию можно на сайте www.tflex.ru.

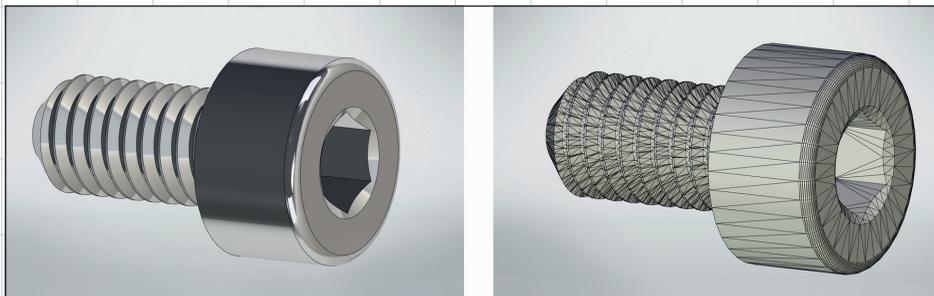


Рис. 20. Сетка болта с физической резьбой

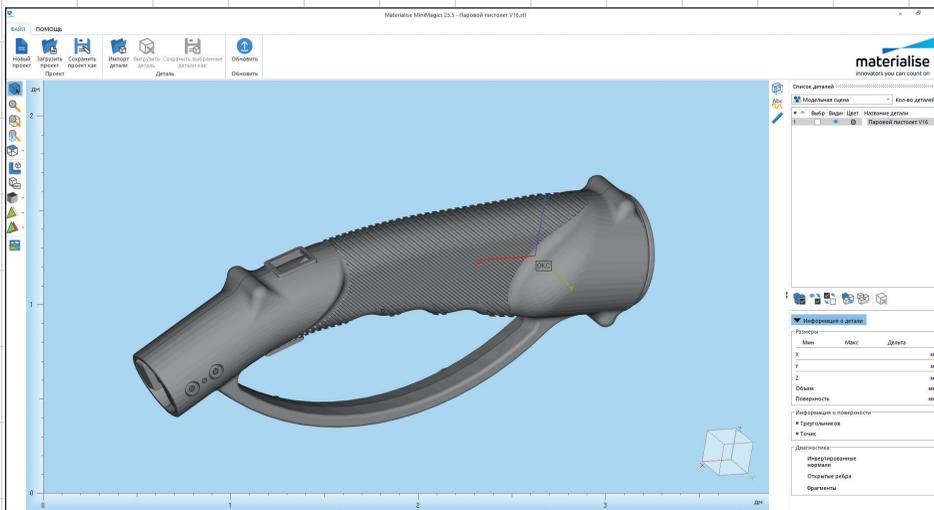


Рис. 21. STL-файл, помещенный в ПО для 3D-печати

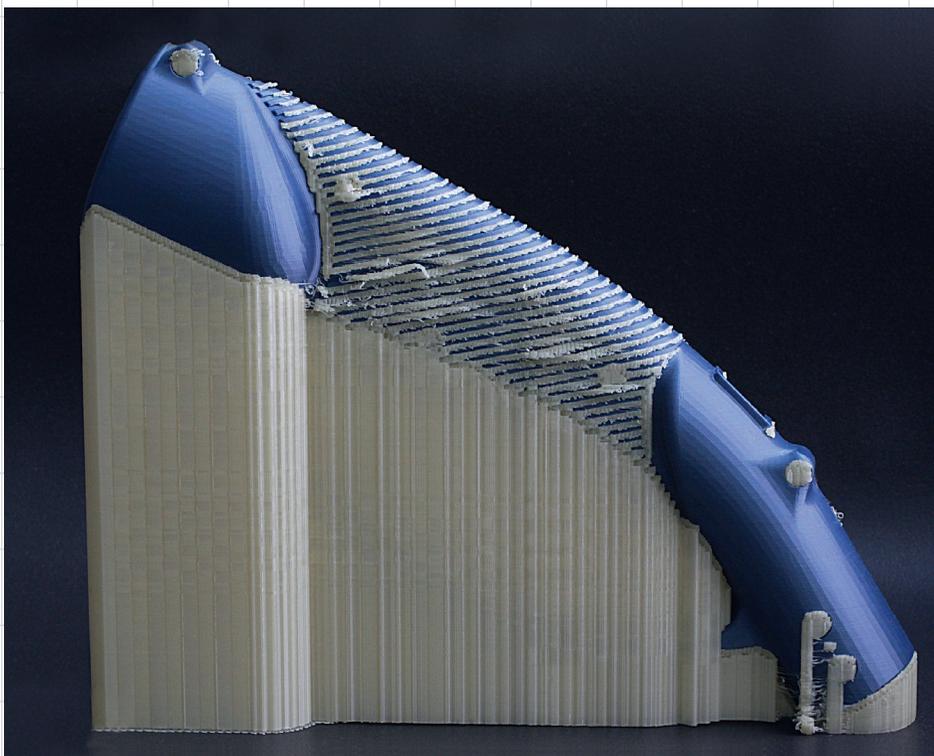


Рис. 22. STL-файл, помещенный в ПО для 3D-печати

бы со стандартного изделия. Остается задать только длину резьбового участка. В диалоговом окне диаметр вала, шаг и длина резьбы могут быть установлены вручную. Важно, чтобы диаметр резьбы был равен диаметру цилиндрического участка детали, на который она наносится автоматически; задается максимальное значение шага (крупный шаг, если доступен для выбранного исполнения), которое можно заменить на меньшее (рис. 19).

Обязательно нужно явно указать тело, на которое резьба наносится, и завершить операцию.

Резьба готова! Теперь полученную модель болта можно экспортировать в STL (рис. 20).

На резьбе сформировалась сетка, а значит, такая деталь пригодна для 3D-печати.

Кроме того, физическая резьба может потребоваться для проведения, например, прочностного анализа и определения точной массы детали.

Теперь полученный файл можно загружать в установленное ПО для работы с сетками (слайсеры или профессиональные программы) — рис. 21.

А вот как напечаталась модель из нашего примера на принтере PICASO 3D Designer PRO 250 (рис. 22).

С расширенной версией статьи, включающей видеоматериалы, можно ознакомиться на сайте www.tflex.ru. Дополнительные видео доступны на Youtube-канале T-FLEX PLM. ▶