



## T-FLEX Зубчатые передачи — новое приложение комплекса T-FLEX PLM для проектирования, анализа и расчета зубчатых передач

Виктор Воронков, Полина Гончарова



Виктор Воронков,  
к.т.н., инженер  
технической поддержки,  
ЗАО «Топ Системы»



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

**В статье рассказывается о новом приложении T-FLEX Зубчатые передачи, которое используется для проектирования, анализа и расчета зубчатых зацеплений. Рассмотрены решаемые приложением задачи, его основные функциональные возможности и преимущества.**

В настоящее время зубчатая передача является наиболее распространенной конструкцией в машиностроении. При этом процесс изготовления зацеплений очень трудоемкий, а к самим изделиям предъявляются высокие требования по размерной точности, качеству поверхности и сроку службы. В связи с этим активно используются специализированные приложения, которые упрощают работу инженера и минимизируют возможность появления ошибок. В случае использования таких систем в рамках PLM-комплекса

можно говорить о повышении эффективности производства в целом.

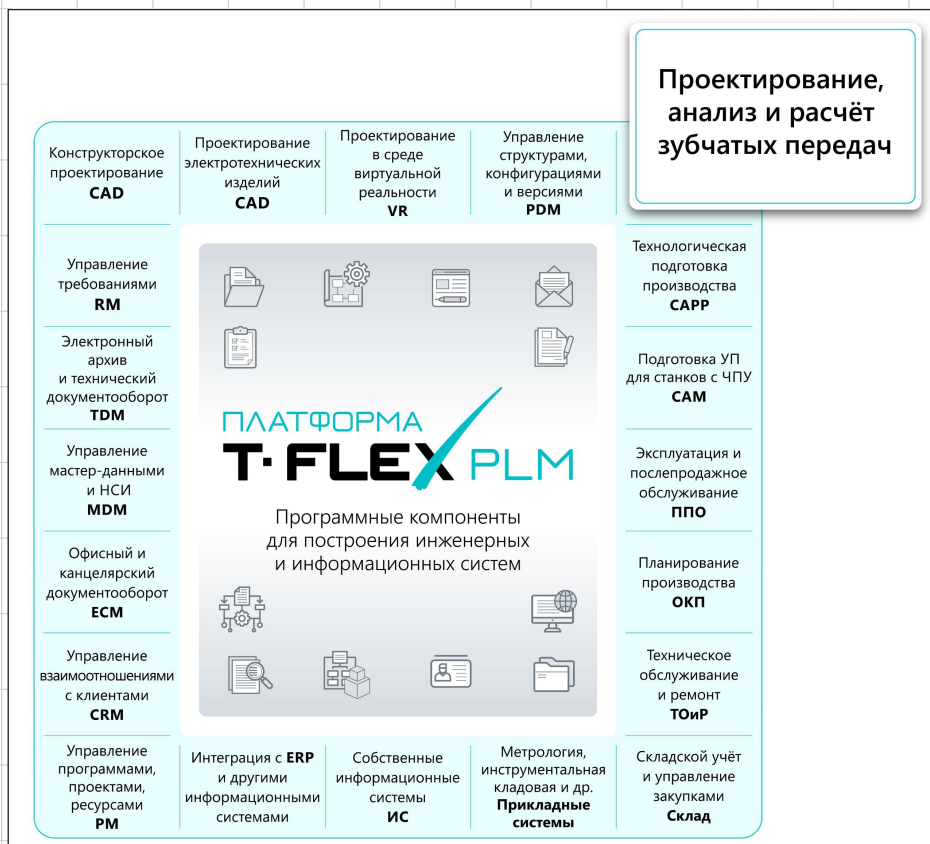
Приложение T-FLEX Зубчатые передачи входит в состав комплекса T-FLEX PLM (рис. 1) и предназначено для проектирования, анализа и расчета 3D-моделей зубчатых шестерней, зубчатых зацеплений или готовых механизмов. Приложение позволяет не только создавать 3D-модели и чертежи на их основе (в том числе в соответствии с ЕСКД), но и производить расчеты.

Приложение отличается максимальной ориентированностью на упрощение

работы инженера, «не задает лишних вопросов», а предлагает возможные варианты решения задачи согласно заданным параметрам. Спроектировать передачу и проверить ее работоспособность исходя из минимальных входных данных возможно не более чем за 5 мин. Например, достаточно указать только положение приводного и выходного валов, а также требуемое передаточное отношение.

Модель или чертеж в T-FLEX Зубчатые передачи создается с помощью набора команд, полностью

встроенных в T-FLEX CAD в плане как интерфейсных решений, так и функциональности проектирования. Особо стоит отметить доступный в приложении механизм параметризации, являющийся наиболее сильной стороной системы T-FLEX CAD. Работа ведется с единой моделью данных



**Проектирование, анализ и расчёт зубчатых передач**

дактирования объекта зацепления. Если результат вас не устроил, то можно выйти из команды без сохранения или отменить действие. Благодаря этим возможностям достигается полная свобода действий на любом этапе проектирования, что является одной из основных идеологий приложения.

В T-FLEX Зубчатые передачи реализованы сценарии работы, позволяющие «вписать» зацепление в существующую модель: для этого достаточно выбрать два вала и указать передаточное отношение — все остальные параметры приложение определит автоматически. По аналогии «вписываются» и передачи. Однако работа не ограничена минимальным набором команд — у пользователя остается свобода действий и доступ к полному перечню всех методов расчета.

Удобной возможностью является пересчет 3D-моделей в середину поля допуска. Как известно, зазоры в зацеплении определяются допусками, поэтому идеальная, рассчитанная в номинал 3D-модель по сути своей неработоспособна. В модуле предусмотрена возможность задать зазор без расчета отклонений (номинальным значением), что подчеркивает вариативность подходов при проектировании. Благодаря этому можно без дополнительных действий отправить модель на 3D-принтер или станок ЧПУ, выполнив экспорт в нужный формат.

Рис. 1. T-FLEX Зубчатые передачи в комплексе T-FLEX PLM

в едином формате — таким образом, приложение не просто интегрировано в систему, а является платформенным решением.

T-FLEX Зубчатые передачи позволяет реализовать различные сценарии проектирования: от работы с калькулятором параметров

зубчатого зацепления до построения функциональной модели с учетом отклонений (рис. 2). Проект расчета зубчатого зацепления можно развивать, не выходя из команды, или постепенно дорабатывать небольшими участками. В этом случае редактируется специальный объект приложения — *Зацепление*, в который можно вносить всевозможные уточнения, дополнения и новые исходные данные. Для достижения оптимального результата в приложении T-FLEX Зубчатые передачи можно комбинировать расчетные методики по своему усмотрению. Например, вводить новые значения, находясь в режиме создания или ре-

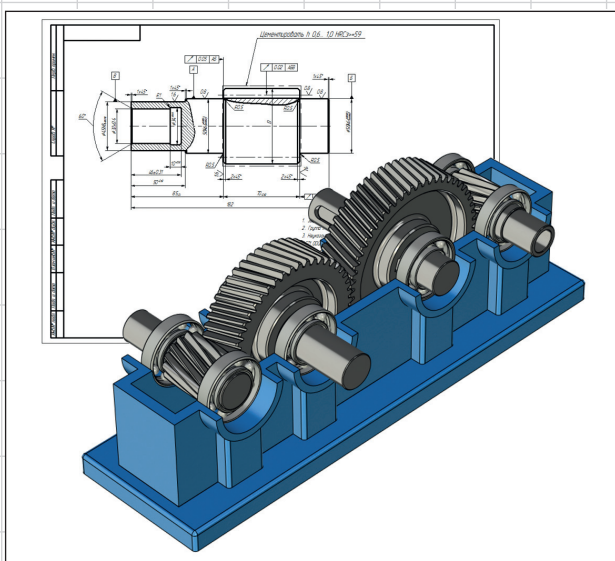


Рис. 2. Сборка и чертеж, созданные в приложении T-FLEX Зубчатые передачи

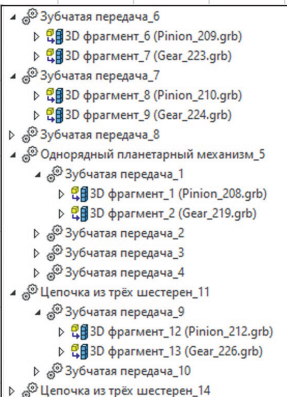


Рис. 3. Зубчатые передачи в дереве 3D-модели T-FLEX CAD

Если известны характеристики точности оборудования и они не могут быть описаны ни одним стандартом, то нужно вручную ввести отклонения в рамках работы с наиболее хорошо знакомым стандартом. Но реализован и более классический сценарий расчета зазора за счет назначений отклонений.

### Зубчатые передачи в интерфейсе

Все модели, созданные в T-FLEX Зубчатые передачи, будут отображаться в

общем дереве 3D-модели T-FLEX CAD. Для упрощения работы каждая пара компонентов зацепления объединяется в объект *Зубчатая передача* (рис. 3), любые другие элементы приложения группируются по тому же принципу. При вызове данных объектов на редактирование будут открываться соответствующие диалоги.

### Расчеты и анализ

В T-FLEX Зубчатые передачи визуализированы основные этапы анализа: анализ полученной геометрии и прочностные характеристики.

С помощью графиков возможно быстро и качественно оценить заданные параметры зацепления. Например, сопоставить скорости проскальзывания с контактными напряжениями на протяжении всего зацепления или определить количество зубьев, что особенно актуально для неточных прямозубых передач.

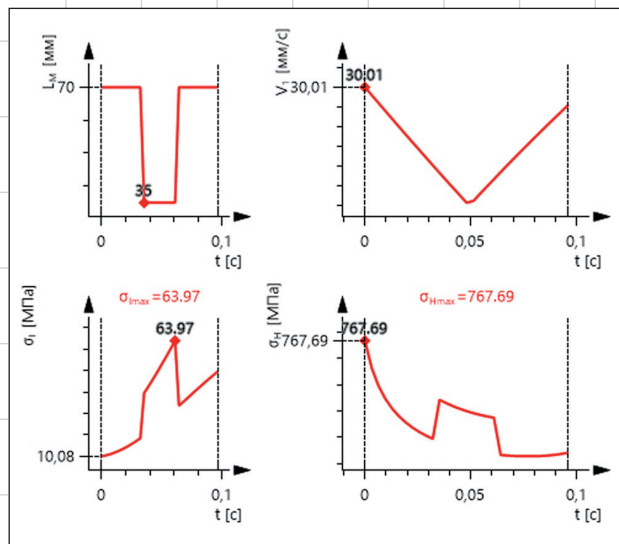
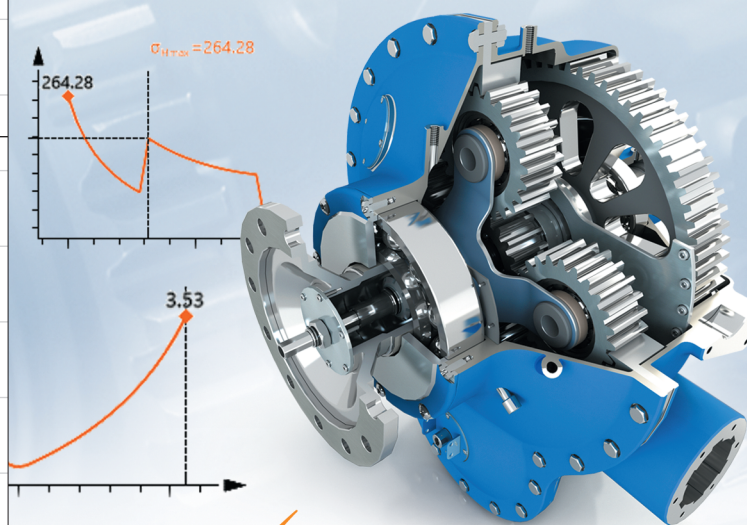


Рис. 4. Графики анализа напряжений



## T-FLEX Зубчатые передачи

Проектирование, анализ и расчёт зубчатых передач

## Новая расчётная система в комплексе T-FLEX PLM!

Приложение T-FLEX Зубчатые передачи позволяет:

- ✓ Строить параметрические 3D модели зубчатой шестерни, зубчатого зацепления или механизма, основанного на нескольких зубчатых зацеплениях;
- ✓ Строить ассоциативно связанные с 3D моделью 2D модели зацепления и чертежи в соответствии с ЕСКД и другими стандартами;
- ✓ Выполнять геометрический и прочностной анализ по выбранному стандарту (ГОСТ, DIN, ISO);
- ✓ Выполнять расчёт ресурса по выбранному стандарту (ГОСТ, DIN, ISO);
- ✓ Выполнять пересчёт в середине поля допуска;
- ✓ Выбирать качество точности и выполнять расчёт допусков;
- ✓ ... и многое другое.

Реклама



[www.tflex.ru](http://www.tflex.ru)

Разработчик и интегратор  
российского ПО для  
управления ЖЦИ

+7 (499) 973-20-34/35



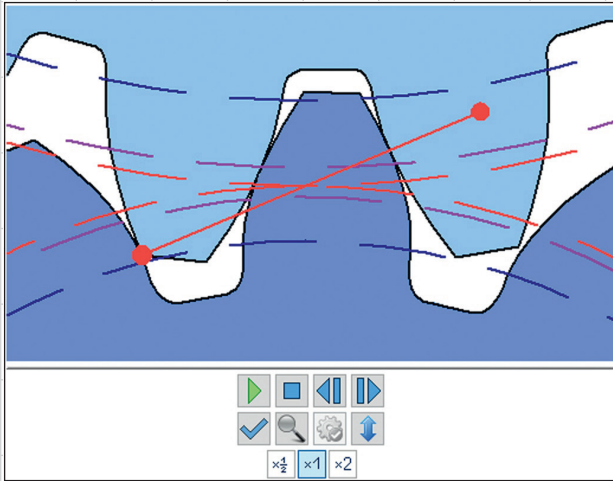


Рис. 5. Анимация зацепления

Для построения доступны следующие графики:

- контактных и изгибающих напряжений (рис. 4);
- длины линии контакта;
- скорости и коэффициента проскальзывания.

Графики создаются автоматически, не требуя каких-либо дополнительных действий.

В параметрах геометрического анализа находится окно просмотра (рис. 5),

в котором доступно управление ассоциативной анимацией. Ее возможно посмотреть в удобном режиме, выбрав расчетное сечение и положение в зацеплении.

T-FLEX Зубчатые передачи поддерживает ряд основных стандартов — ГОСТ, ISO, DIN, которые можно установить по умолчанию или использовать в любой части проекта. Проводить геометрический и прочностной

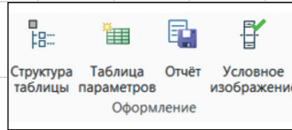


Рис. 6. Инструменты оформления в T-FLEX Зубчатые передачи

анализы возможно как визуально, так и по выбранному стандарту. Согласно стандартам можно выполнить расчет ресурса, пересчет в середину поля допуска, расчет допусков и выбор качества точности с возможностью ручного ввода отклонений.

Кроме того, в T-FLEX Зубчатые передачи осуществляются следующие возможности анализа:

- расчет «на лету» коэффициентов перекрытия;
- проверка корректности геометрических параметров;
- информация об автоматических корректировках;
- всплывающие подсказки для всех расчетных параметров;

- возможность создания отчета в форматах HTML и PDF;
- многое другое.

### Оформление чертежей зубчатых колес и зацеплений

Благодаря специальным инструментам оформления (рис. 6) процесс создания конструкторской документации проходит в автоматическом режиме, не затрачивая временных ресурсов инженера.

Результатом проектирования может быть таблица геометрических или прочностных параметров зубчатого колеса, собранная в специальном отчете согласно ГОСТ 2.403-75. Если необходимо внести изменения, открывается ручной режим оформления или задаются новые настройки.

Возможные представления результатов:

- 3D-модель с конструкторской документацией;
- 3D-модель для 3D-печати с учетом настроек оборудования;
- 2D-модель зацепления с отображением основных геометрических величин (рис. 7);
- комбинация возможных форматов.

Приложение T-FLEX Зубчатые передачи включено в Единый реестр российских программ, и на данный момент уже ведется его опытная эксплуатация на предприятиях.

Функциональность приложения будет рассмотрена более подробно в отдельных статьях. ➤

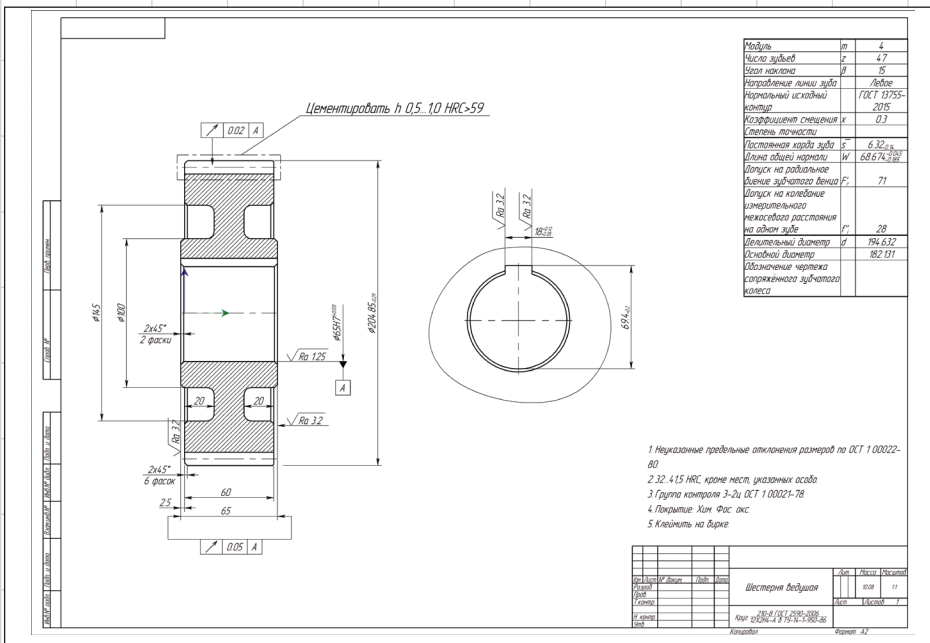


Рис. 7. Пример оформления чертежа зубчатого колеса с таблицей параметров