

# Применение программного обеспечения *KISSsoft* в производстве зубчатых колес

©2021 CompMechLab

Программное обеспечение *KISSsoft*, разработанное швейцарской компанией *KISSsoft AG*, предназначено для проектирования, анализа и оптимизации деталей машин. Программный комплекс обеспечивает проектирование всех типов зубчатых передач и проведение контактного анализа, однако в арсенале *KISSsoft* также имеется множество функций, которые позволяют решить ряд задач, возникающих на уровне производства.

## Выбор инструмента предварительной обработки

При выборе инструмента система *KISSsoft* позволяет решать следующие задачи:

- подбор размера головки зуба;
- проектирование протуберанца;
- использование существующего инструмента из базы данных.

В качестве инструментов для предварительной обработки могут применяться червячные фрезы и зуборезные долбяки. Часто при предварительной обработке необходимо увеличить высоту головки зуба инструмента, чтобы компенсировать смещение производственного профиля. Для компенсации влияния концентраторов напряжений на ножке зуба после обработки предлагается возможность моделирования подходящего протуберанца для инструмента.

## Инструмент для финишной обработки

Решаемые задачи:

- задание необходимого припуска под шлифование;
- проверка возможности шлифований;
- компенсация концентраторов напряжений после шлифования.

В разных отраслях промышленности используются разные методы и стратегии шлифования. В то время как в промышленных и автомобильных зубчатых передачах корень зуба обычно не шлифуется, ситуация в аэрокосмической отрасли совсем другая.

Высота головки зуба шлифовального инструмента подбирается в соответствии с различными условиями,

такими как минимальный, максимальный, теоретический диаметры впадин зубьев зубчатого колеса и др. Кроме того, *KISSsoft* проверяет возможность применения того или иного шлифовального инструмента, что позволяет снизить затраты на инструмент, сократить продолжительность его подготовки.

Во время процесса шлифования ПО также учитывает модификации зубчатого колеса – например, модификации боковой поверхности и профиля зуба.

Кроме того, после процесса шлифования может быть произведен контактный анализ зубчатой передачи для оценки влияния внесенных изменений на шумовые характеристики передачи.

## Отображение зацеплений

Решаемые задачи:

- измерение допуска на толщину зуба;
- отображение влияния формы режущего инструмента на форму зуба.

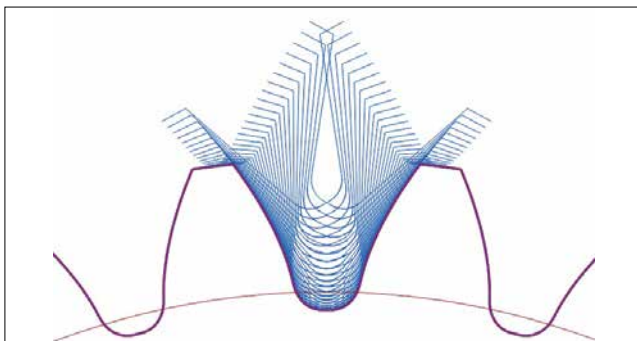
Смещение исходного контура инструмента для предварительной и окончательной обработки влияет на диаметр вершины и впадин колеса и, следовательно, на длину активного профиля. Для различных вариаций допусков толщины зуба *KISSsoft* визуализирует форму зуба, паттерн зацепления и возможные столкновения. 2D- и 3D-анимация обеспечивают исчерпывающее отображение зубозацепления или производственного процесса.

## База данных производственных фрез

Решаемые задачи:

- использование существующих инструментов из базы данных;
- разработка нового инструмента для узких задач.

Чтобы проверить возможность повторного использования существующих инструментов, их можно импортировать в базу данных *KISSsoft*.



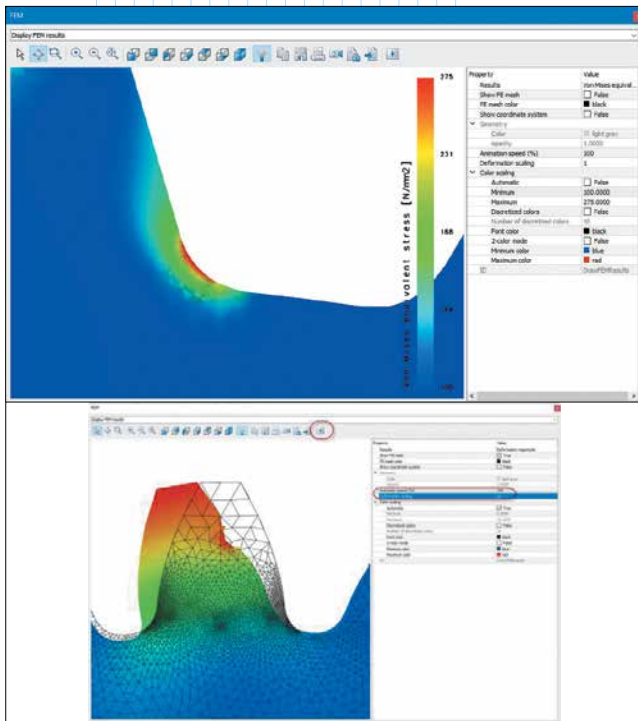
Это позволяет разработчикам зубчатых колес проверить наличие подходящего инструмента для новой конструкции зубчатой передачи уже на ранней стадии проектирования.

## Напряжения на ножке зуба

Система *KISSsoft* обеспечивает оценку напряжений и коэффициента концентрации напряжений.

Прочность ножки зубчатого колеса рассчитывается по стандартам *ГОСТ*, *DIN*, *ISO* или *AGMA*. Однако в случае нестандартной формы ножки или остаточных концентраторов напряжений после механической обработки требуется расчет методом конечных элементов (МКЭ).

Кроме того, при возникновении различных ошибок механической обработки ПО *KISSsoft* позволяет осуществить расчет напряжений в *2D*- и *3D*-постановках с помощью МКЭ и определить, в какой именно зоне произошло увеличение значения напряжений.



## Производственный твист

*KISSsoft* позволяет определить:

- величину твиста после шлифования;
- отклонения от теоретической формы боковой поверхности.

В процессе шлифования косозубых зубчатых колес с модификациями боковой поверхности может возникать производственный твист (скручивание). Его влияние на зацепление под нагрузкой и на возбуждение вибрации и шума можно оценить с помощью *KISSsoft*.

Кроме того, может быть спроектирована и оптимизирована желаемая величина твиста для смягчения отрицательного эффекта перекоса шестерни под нагрузкой. Функции калибровки в *KISSsoft*

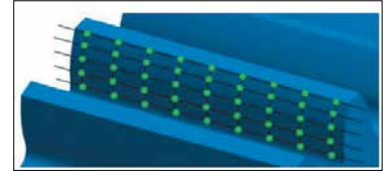
автоматически находят оптимальную величину твиста по боковой поверхности для достижения оптимального пятна контакта под нагрузкой.

## Координаты измерительной сетки боковой поверхности произведенного колеса

Для поддержки измерений ПО *KISSsoft* позволяет:

- работать с *3D*-моделями в формате *STEP*;
- экспортировать данные в формате *GDE* и *GAMA*.

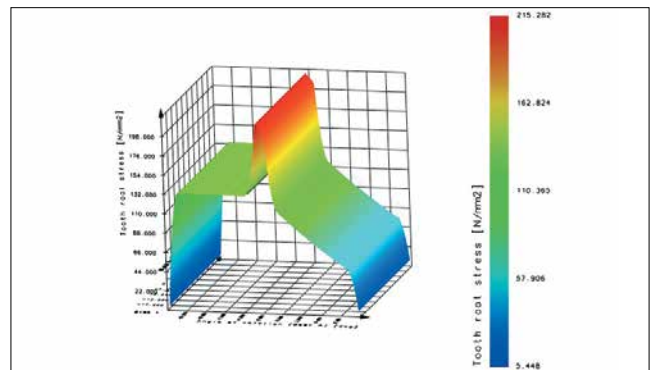
Для проверки зацеплений уже произведенных зубчатых колес пользователь может загрузить координаты точек с боковой поверхности зуба в виде размерной сетки с целью проведения дальнейшего контактного анализа. Эта функция доступна для большинства типов зубчатых колес, таких как цилиндрические и конические зубчатые колеса, червячные передачи.



Поддерживаются форматы экспорта *GDE* и *GAMA*, которые позволяют быстро и безопасно передавать данные между различными производственными и измерительными машинами. Директива *VDI / VDE 2610* обеспечивает точный способ описания геометрии шестерни и производственных данных.

## Модификации боковой поверхности и профиля зуба

Помимо модификации боковой поверхности и профиля зуба *KISSsoft* поддерживает топологические модификации.



Различные модификации шестерен могут быть определены отдельно для правой и левой боковых поверхностей, что бывает необходимо для достижения оптимальных прочностных и ресурсных характеристик. Диаграммы профиля предоставлены в *KISSsoft* для справки по измерительной машине. Кроме того, совокупные модификации по боковым поверхностям доступны в виде трехмерной графики.

## Проектирование – производство – измерение

Система *KISSsoft* позволяет объединить в один замкнутый цикл с замкнутой петлей обратной связи (“closed loop”) проектирование зубчатых передач,

