

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЫШКИ ПРИВОДА ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ НАТЯЖЕНИЯ И НАМОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ САПР<sup>1</sup>

*Д.Н. Калеев, А.С. Черная, Д.С. Галюжин*

В статье рассмотрены современные методы проектирования крышки муфты при помощи компьютерного моделирования.

Ключевые слова: крышка муфты, компьютерное моделирование, применение современных САПР.

Современные машины и механизмы к настоящему времени достигли достаточно высоких скоростей и производительности. Увеличение скорости, как правило, ведет и к повышению температуры различных трущихся пар. Так, например, в приводе для натяжения вала экструдера на ООО «Ультрапак» г. Могилев Республика Беларусь происходил перегрев двигателя и крышки муфты привода. Температура на корпусе муфты при наиболее нагруженных режимах составляла до 120 °С. В результате действия высокой температуры один из подшипников ротора в результате тепловых деформаций и высыхания смазки практически ежедневно выходил из строя. Данная проблема на производстве решалась путем простой разборки-сборки узла с заменой отработанного подшипника. Естественно происходило нарушение сопряженных поверхностей, посадок. Также данная процедура значительно снижала производительность экструдера, так как процедура ремонта узла занимала около 40 минут. Группе специалистов из Белорусско-Российского университета была поставлена задача по устранению данной проблемы.

Данную задачу лучше всего решать с применением современных технологий, таких как САПР. САПР – это автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности [1]. Основная цель использования САПР – повышение эффективности труда, включая [2]:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
  - сокращения сроков проектирования;
  - сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
  - повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
  - сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.
- Достижение этих целей обеспечивается путем:
- автоматизации оформления документации;
  - информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
  - использования технологий параллельного проектирования;
  - унификации проектных решений и процессов проектирования;
  - повторного использования проектных решений, данных и наработок;

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы студентов на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты»

- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

Современные машины и механизмы к настоящему времени достигли достаточно высоких скоростей и производительности. Увеличение скорости, как правило, ведет и к повышению температуры различных трущихся пар. Так, например, в приводе для натяжения вала экструдера на ООО «Ультрапак» г. Могилев Республика Беларусь происходил перегрев двигателя и крышки муфты привода. Температура на корпусе муфты при наиболее нагруженных режимах составляла до 120 °С. В результате действия высокой температуры один из подшипников ротора в результате тепловых деформаций и высыхания смазки практически ежедневно выходил из строя. Данная проблема на производстве решалась путем простой разборки-сборки узла с заменой отработанного подшипника. Естественно происходило нарушение сопряженных поверхностей, посадок. Также данная процедура значительно снижала производительность экструдера, так как процедура ремонта узла занимала около 40 минут. Группе специалистов из Белорусско-Российского университета была поставлена задача по устранению данной проблемы.

Данную задачу лучше всего решать с применением современных технологий, таких как САПР. САПР – это автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности [1]. Основная цель использования САПР – повышение эффективности труда, включая [2]:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

Для решения данной проблемы первоочередно требуется подобрать подходящие САПР–приложение для решаемой задачи, в нашем случае проектирование крышки муфты.

Для комплексных расчетов и проектирования требуется использование САПР, включающего в себя CAD/CAM/CAE приложения [1].

CAD–приложения (Computer-Aided Design) – средства автоматизированного проектирования, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения [1].

CAM–приложения (Computer-Aided Manufacturing) – средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем)) [1].

CAE–приложения (Computer-Aided Engineering) – средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий [1].

Наиболее подходящем в нашем случае САПР будет флагманское решение от компании «Dassault Systemes» SolidWorks. Данное САПР включает в себя CAD/CAE приложения. В качестве САМ–приложения следует использовать надстраиваемый модуль CAMWorks для САПР SolidWorks. Рассмотрим данные программы подробнее.

SolidWorks - программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Система управления инженерными данными SolidWorks Enterprise PDM (SWE-PDM) в составе программного комплекса SolidWorks позволяет сформировать единое информационное пространство предприятия, обеспечивая коллективную (параллельную) разработку изделия и технологий изготовления, управление архивной документацией, повторное использование наработок, автоматизацию бизнес-процессов, подготовку данных для системы управления ресурсами предприятия и многое другое.

Решение масштабируется от небольших инновационных компаний до крупных корпораций и концернов. Ядром системы являются базовые конфигурации: SolidWorks Standard, SolidWorks Professional и SolidWorks Premium, ставшие де-факто стандартом автоматизированного проектирования во всем мире.

Модуль CAMWorks позволяет создавать программы фрезерной, токарной, токарно-фрезерной и проволочной эрозионной обработки. Поддерживаются следующие типы станков:

- фрезерные с одновременным управлением двумя - пятью осями;
- токарные одно- и двухшпиндельные, с одним или двумя суппортами, с программно управляемыми вспомогательными механизмами (задние бабки, люнетты, ловители деталей и т.п.);
- токарно-фрезерные одно- и двухшпиндельные, с одним или двумя суппортами, с программноуправляемыми вспомогательными механизмами, с одновременным управлением двумя - пятью осями;
- эрозионные двух- и четырёхосевые.

Обработка ведётся непосредственно в среде SolidWorks и непосредственно по модели SolidWorks. Результаты работы программиста сохраняются в этой же модели детали или сборки SolidWorks. Таким образом обеспечивается полная ассоциативность модели и траекторий инструмента, что приводит к автоматическому обновлению всех траекторий инструмента при проведении изменений модели.

При добавлении в модель SolidWorks каких-либо технологических данных, таких как обозначения шероховатости, базы, допуски формы и расположения поверхностей, допуски на размеры, технолог-программист всегда имеет непосредственный доступ к

ним, что облегчает выбор схемы базирования детали на станке и подбор необходимых для обеспечения заданного качества детали инструмента и режимов резания. Деталь может быть легко адаптирована к нуждам обработки посредством, например, исключения лишних с точки зрения обработки элементов геометрии или путём пересчёта исполнительных размеров модели в середину поля допуска.

В режиме работы со сборкой SolidWorks можно выполнять совместную обработку нескольких деталей, программировать обработку серии деталей, или просто полностью смоделировать всю реальную обстановку на столе станка - всю оснастку, заготовку любой сложности и так далее - для наиболее полного учёта реалий обработки уже на самых ранних этапах создания программы.

Данное приложение имеет схожий интерфейс с САПР SolidWorks. Поэтому, проектирование управляющей программы для станков с ЧПУ в данном приложении для пользователей знакомых с интерфейсом SolidWorks не составит больших трудностей.

После выбора подходящего САПР следует этап проектирования крышки муфты.

Так был геометрически смоделирован привод с САПР Solidworks 2012 и далее произведена оценка воздушного сопротивления и отвод температуры от крышки муфты. Геометрическая модель была передана в прикладную программу Flowsimulation, где ей были назначены необходимые ограничения, начальные и граничные условия, выбран оптимальный размер сетки конечных объемов. Полученная картина свидетельствовала о достаточно высокой сходимости с имеющейся проблемой. Далее необходимо было спроектировать с минимальными затратами привод таким образом, чтобы обеспечить ему нормальную работоспособность во всем диапазоне нагрузок и скоростей. Было предложено использовать несколько вариантов крышек муфты различной геометрической формы, из которых был выбран наиболее технологический. Данный вариант был подвергнут оптимизации с достаточно серьезным изменением внутренней формы и созданием таких условий протекания воздушного потока, что температура нагрева крышки не превышала  $40^{\circ}\text{C}$ .

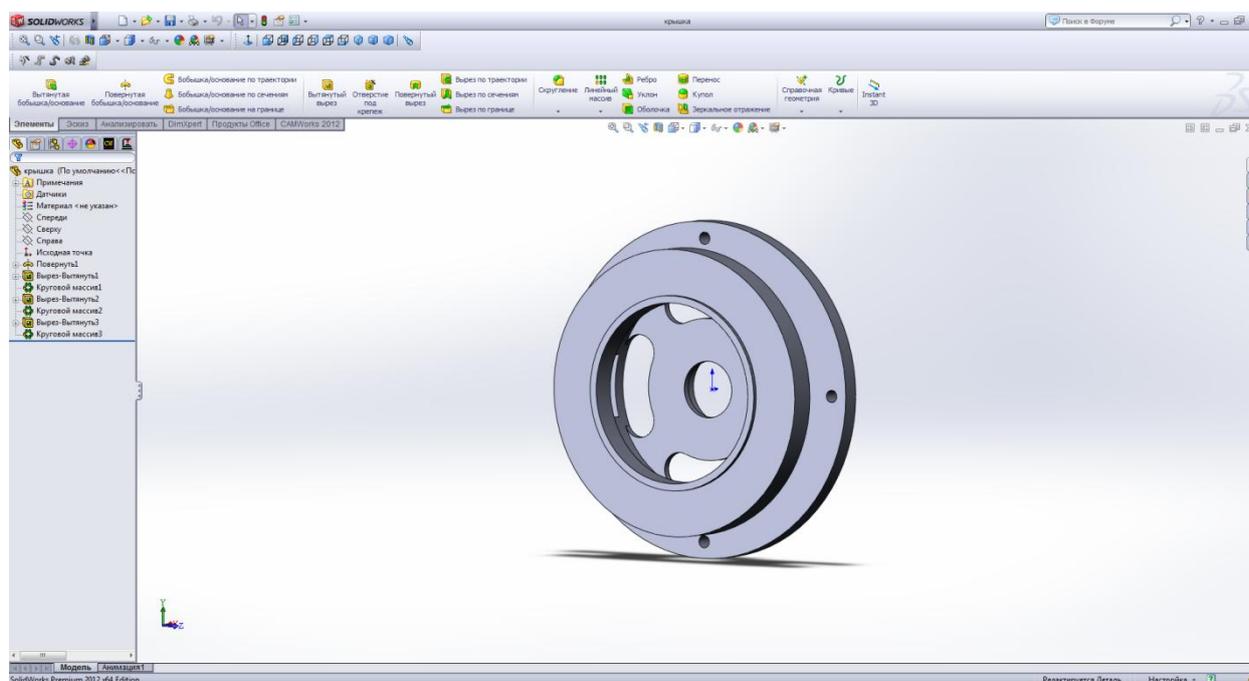


Рис. 1. Спроектированная крышка муфты в САПР SolidWorks 2012

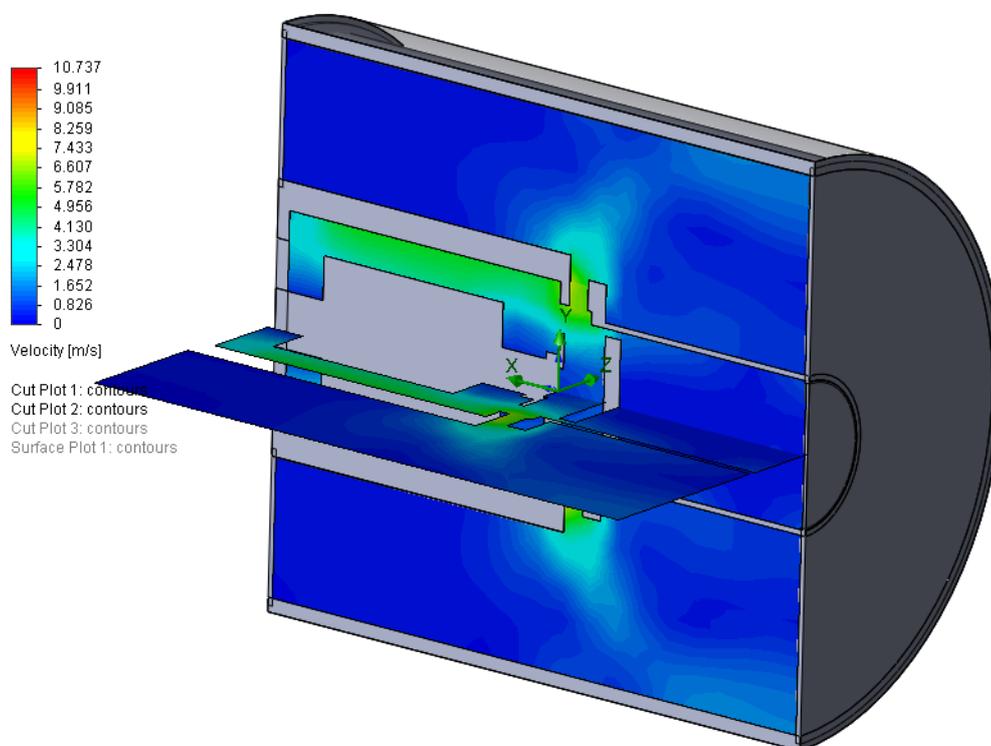


Рис. 2. Оценка воздушного сопротивления и отвод температуры от крышки муфты в модуле Flowsimulation САПР SolidWorks

После проектирования и анализа крышки муфты следует создать управляющую программу для станков с ЧПУ в модуле CAMWorks для изготовления детали на автоматизированном оборудовании.

Создание управляющей программы для станков с ЧПУ в САМ-приложении CAMWorks выполняется в следующей последовательности:

- Создание трёхмерной твердотельной модели в САПР SolidWorks или импорт в воспринимаемом формате для САПР SolidWorks;
- Выбор обрабатывающего оборудования: токарный станок, фрезерный станок, токарно-фрезерный станок;
- Использование команды “Извлечение объектов” для определения профилей обработки всех поверхностей или задание их вручную для выбранного типа оборудования;
- Создание установок и необходимых операций;
- Задание необходимых режимов резания и выбор режущего инструмента, если не подходит предложенный приложением вариант;
- Генерация траектории движения инструмента;
- Симуляция процесса обработки.

В результате проведенной НИОКР был заключен хозяйственный договор между ГУВПО «Белорусско-Российский университет» и ОАО «Ультрапак», результатом ко-

того явилось изготовление принципиально новой крышки муфты, используя достижения современной САПР, позволившей привести работу экструдера в требуемый ритм.

**Литература**

1. *Малюх В.* Введение в современные САПР/ *В. Малюх* – М.: ДМК Пресс, 2012. – 192с.
2. *Кондаков, А.И.* САПР технологических процессов: учебное пособие/ *А.И. Кондаков* – М.: Академия, 2008. – 272с.

**Калеев Дмитрий Николаевич**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(33) 628-14-13

**Черная Анна Сергеевна**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(33) 691-05-79

**Галюжин Даниил Сергеевич**

Доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», канд. техн. наук, доцент  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(222) 22-06-39