

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ САПР
ПРИ РЕШЕНИИ КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ

А. С. ЧЕРНАЯ

Научный руководитель С. Д. ГАЛЮЖИН, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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» 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 университета была поставлена задача по устранению данной проблемы. Анализ поставленной задачи позволил предположить причину нагрева, подобрать исходные данные и определиться со средой моделирования и прикладной программой. Среди задач, решаемых методами конечных элементов, самыми неприступными и достаточно сложными были аэро- и гидродинамика, не доступные широкому кругу практических инженеров. Однако появившиеся в последние годы программные продукты сделали прикладные расчеты в данных областях доступными. В приложении САПР Solidworks Flowsimulation движение и теплообмен текучей среды описывается при помощи уравнений Навье-Стокса (1), описывающих в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии этой среды. Помимо этого используются уравнения состояния компонентов текучей среды и эмпирические зависимости вязкости и теплопроводности этих компонентов среды от температуры.

$$\begin{aligned}f_{Tx} &= \mu \left(\frac{d^2v_x}{dx^2} + \frac{d^2v_x}{dy^2} + \frac{d^2v_x}{dz^2} \right) = \mu \Delta v_x \\f_{Ty} &= \mu \left(\frac{d^2v_y}{dx^2} + \frac{d^2v_y}{dy^2} + \frac{d^2v_y}{dz^2} \right) = \mu \Delta v_y \quad . \quad (1) \\f_{Tz} &= \mu \left(\frac{d^2v_z}{dx^2} + \frac{d^2v_z}{dy^2} + \frac{d^2v_z}{dz^2} \right) = \mu \Delta v_z\end{aligned}$$

Так был геометрически смоделирован экструдер с приводом с САПР Solidworks 2012 и далее произведена оценка воздушного сопротивления и отвод температуры от крышки муфты (рис. 1–3).

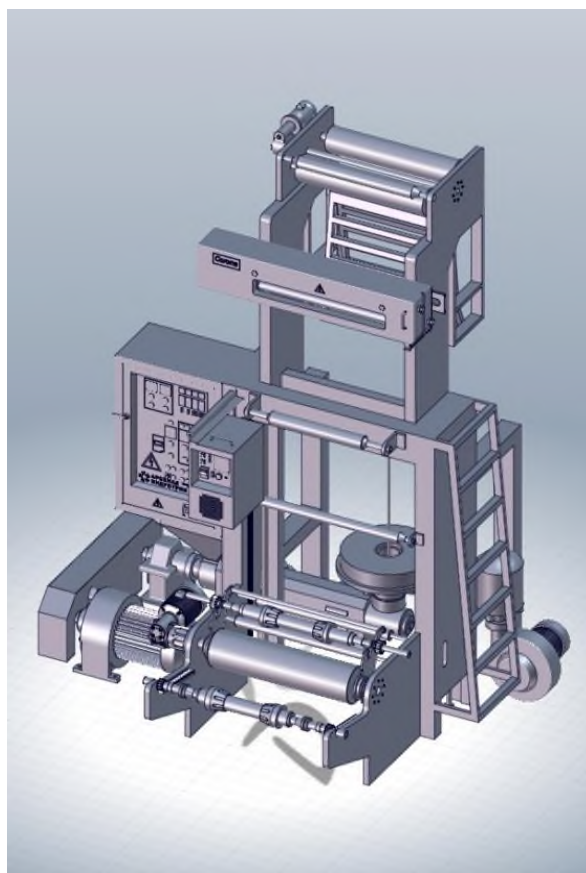


Рис. 1. Общий вид экструдера Э800У и его модель

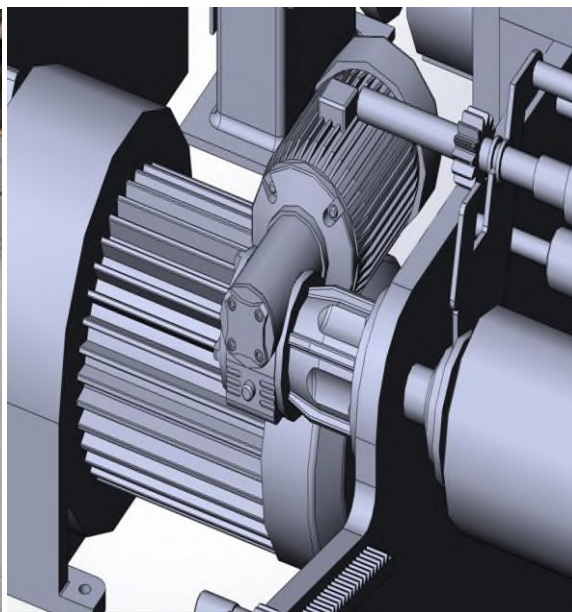


Рис. 2. Общий вид привода натяжения и его модель



Рис. 3. Крышка муфты из привода натяжения

Геометрическая модель была передана в прикладную программу Flow-simulation, где ей были назначены необходимые ограничения, начальные и граничные условия, выбран оптимальные 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 (рис. 4). 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°C (рис. 5–6). В результате проведенной НИОКР был заключен хозяйственный договор между университетом и ОАО «Ультрапак», результатом которого явилось изготовление принципиально новой крышки муфты, позволившей привести работу экструдера в требуемый ритм.

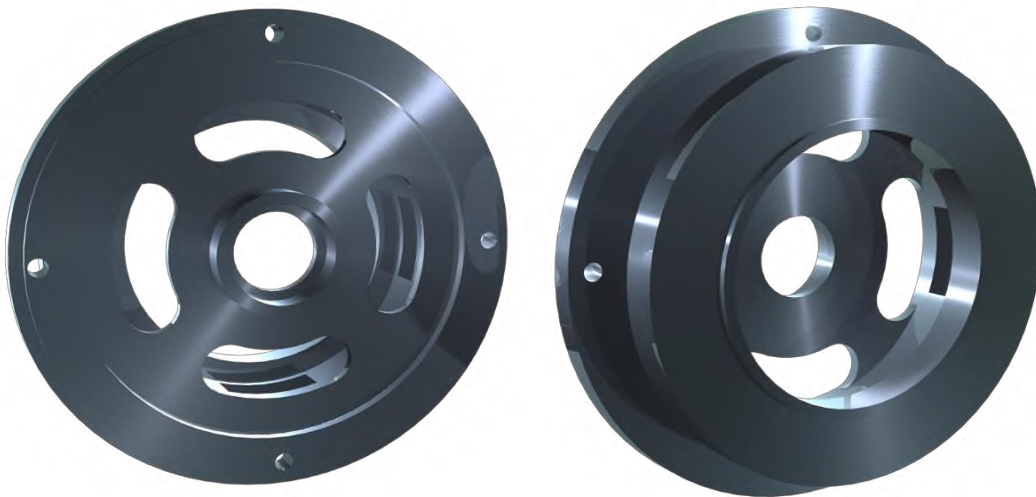


Рис. 4. Смоделированная крышка муфты привода экструдера Э800У

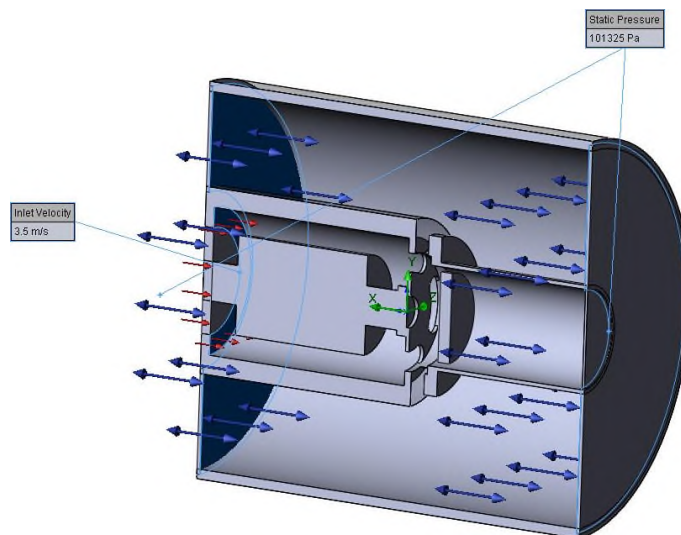


Рис. 5. Назначение граничных условий на модель

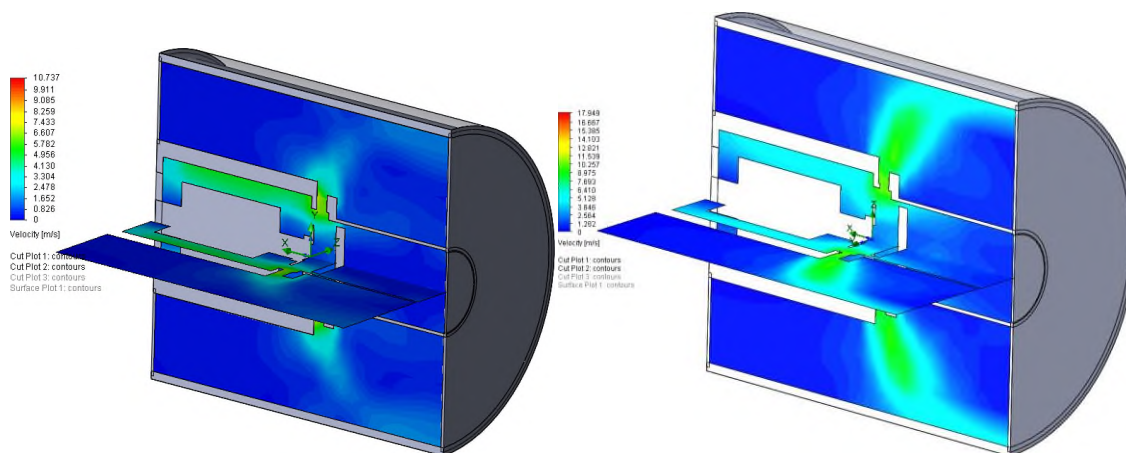


Рис. 6. Результаты моделирования по исходной и смоделированной крышке

В результате проведенных работ было предложено оптимальное конструктивное решение (рис. 7), позволяющее охладить систему без значительных конструктивных изменений. Определение коэффициента местного сопротивления показало правильность проведенных расчетов. Коэффициент снизился почти вдвое при использовании смоделированной крышки (табл. 1).



Рис. 7. Общий вид спроектированной крышки муфты привода натяжения экструдера

Табл. 1. К определению коэффициентов местного сопротивления

	Δp , Па	ρ , кг/м ³	V , м/с	ζ
Исходная крышка	1497	1,293	1,84	684
Спроектированная крышка	1350	1,293	2,45	348

Таким образом, итогом работы явилось изготовление по заказу предприятия крышки муфты и ее установка в привод. На протяжении двух недель привод работал по 23 часа в сутки и показал свою работоспособность. Данная работа нашла свое отражение в заключенном договоре с ООО «Ульттрапак». Результаты проведенной работы в области моделирования воздушных потоков также успешно были применены при создании блока шумоглушения для приточно-вытяжных установок с ООО «Завод Индустрия Климата», а также для создания интерактивной документации по различным установкам.