

УДК 681.5

О ПРОБЛЕМАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРУДИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СРЕДЕ ANSYS

Пищухин А.М., Шевченко М.Н.

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

Работа посвящена обсуждению инструментального обеспечения проектирования экструдеров для переработки пищевых материалов. Затронуты вопросы математического описания напряженно-деформированного и теплового состояния перерабатываемого материала, моделирования экструдера в среде Ansys. Предложены модели опор скольжения для шнека.

Ключевые слова: экструдер, САПР, моделирование.

Достоинство экструзионных технологий состоит в непрерывности процесса, обеспечивающей высокую производительность и решающей проблему массовости производства пищевых продуктов, таких как тесто, фарш, различные комбикорма для животных. Другим достоинством экструзионных технологий является совмещение процессов перемешивания, прессования, продавливания через фильтры для придания материалам определенной формы. Естественно, все эти свойства могут быть реализованы только при рационально выбранной конструкции экструдера и оптимальных технологических режимах. Все это делает проблему оптимизации конструкции и рабочих режимов экструдеров актуальной.

С другой стороны, большое количество конструкций и типоразмеров экструдеров, обусловленное многообразием перерабатываемых материалов, рабочих режимов и совмещаемых операций, требует применения современных средств вычислительной техники. То есть для проведения масштабной оптимизации необходим соответствующий инструмент – система автоматизированного проектирования экструдеров.

Цель создания такой системы, как и любой другой САПР [3], заключается в разработке комплекса программ, автоматизирующих процессы расчетов альтернативных вариантов конструкций, технологических режимов, а также процесс опти-

мального выбора. Экструдер как механическое устройство для оптимизации технологических режимов требует проведения кинематических, прочностных расчетов и расчетов напряженного состояния в различных точках перерабатываемого материала и износостойчивости. К этим расчетам зачастую необходимо добавить тепловые расчеты, от которых, в свою очередь, в сильной степени зависят реологические свойства перерабатываемого материала.

Комплексная компьютерная программа, решающая вопросы моделирования и автоматизации указанных выше расчетов, а также оптимизирующая выбор конструктивных параметров и рабочих режимов процесса экструдирования, несомненно, будет иметь большую практическую ценность. В задачу конструктора входит установка конструктивных и параметрических ограничений, задание значений различных критериев, переключение направления вычислений, наконец, окончательное принятие решения.

В настоящий момент все эти вопросы в лучшем случае решаются на основе частичной автоматизации отдельных расчетов (с помощью программных систем AutoCAD, SolidWorks, Компас и др., позволяющих определить, например, массово-инерционные характеристики моделей), а в худшем пишутся собственные программы под конкретный экструзионный процесс.

Вместе с тем, существуют программы для комплексного аналитического исследования, такие как Ansys [2], а проблема заключается в разработке адекватных моделей экструдеров.

Общая схема экструдера [4] представлена на рисунке 1. Цифрами обозначены: 1 – корпус, 2 – шнек, 3 – фильтры, 4 – входной раструб.

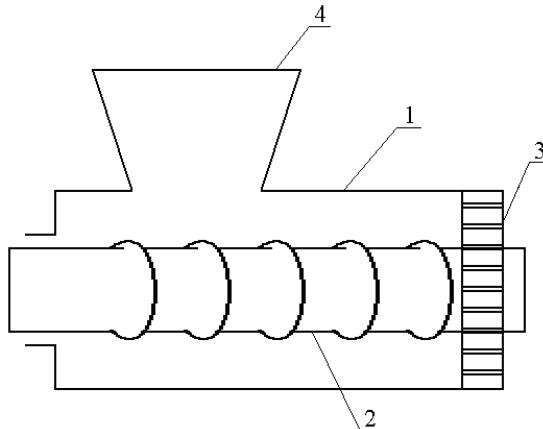


Рис. 1. Общая схема экструдера

Основной частью экструдера, вильной степени определяющей как показатели качества получаемого продукта, так и технико-экономические параметры экструдирования, является шнек. Основными статическими параметрами шнека являются: длина, диаметр рабочих лопастей и внутреннего вала, а также шаг винтовой линии лопастей и их форма. Динамическим параметром является скорость вращения.

Рабочее пространство экструдера ограничивается шнеком и корпусом в радиальном направлении и фильтерой в торцевом. В рабочем пространстве находится перерабатываемый материал, реологические свойства которого задаются уравнением состояния (ニュ顿овская жидкость, модель Бингама-Шведова, Оствальда-де-Вилля и т.д.). Задание параметров уравнения состояния, разбиение рабочего пространства на адекватные конечные элементы, а также задание граничных (на корпусе, шнеке и фильтре) и начальных (для вращающегося шнека) условий позволит рассчитать напряженно-деформированное состояние в любой точке рабочего пространства.

С точки зрения критериальных показателей экструзионного процесса интересны как точечные значения напряженно-деформированного состояния перерабатываемого материала, так и интегративные характеристики, такие как: средняя скорость движения материала в рабочем пространстве (или время его нахождения там), внутреннее давление, возникающее непосредственно возле фильтра, момент сопротивления вращению в разных точках корпуса. Последний параметр особенно важен из-за того, что при работе экструдера происходят перемешивание материала, изменение температуры, из-за чего изменяются его реологические свойства и, в конечном счете, момент сопротивления.

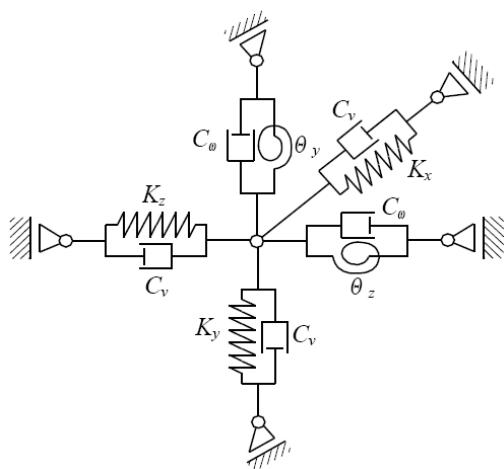


Рис. 2. Моделирование левой опоры скольжения шнека в Ansys

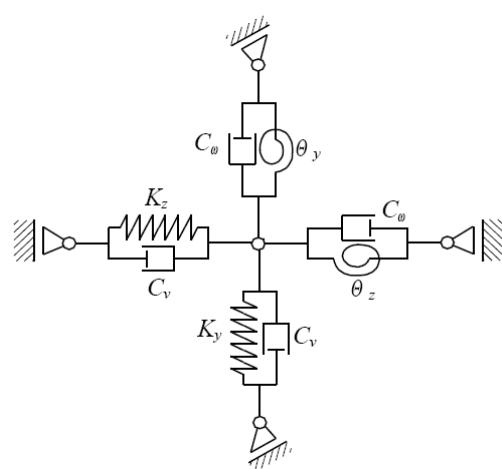


Рис. 3. Моделирование правой опоры скольжения шнека в Ansys

Рассматривая конкретные элементы конструкции, видим, что шнек имеет две опоры скольжения. В Ansys отсутствуют средства моделирования этих опор. Следуя работе [1], будем моделировать левую опору пятью элементами (рисунок 2), а правую – четырьмя (рисунок 3).

Таким образом, в данной работе обсуждены проблемы схемного, процессного и частично математического моделирования, решение которых позволит разработать эффективный инструмент проектирования экструдеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каменев С.В. Инженерный анализ шпиндельных узлов с использованием программного комплекса «Ansys»: методические указания к дипломному проектированию / С.В. Каменев – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 78 с.
2. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олфереве-ва М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – Спб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.
4. Полищук В.Ю., Коротков В.Г., Зубкова Т.М. Проектирование экструдеров для отраслей АПК. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 201 с.

MODELING PROBLEMS OF THE EXTRUSION PROCESS IN FOOD INDUSTRY IN ANSYS SYSTEM ENVIRONMENT.

Pischukhin A.M., Shevchenko M.N.
Orenburg State University, Orenburg, Russia

The paper discusses the instrumental tools for engineering the screw extruders in the food industry. The mathematical description of the stressedly-deformed and thermal state of the material is analyzed. Screw extruder modeling via Ansys system is considered. The models of the screw's sliding supports are suggested.

Keywords: extruder, CAE, modeling, Ansys.