

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ

А. Н. Чичко, Ю. В. Яцкевич, А. Д. Чорный

*Государственное научное учреждение «Институт тепло-
и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук
Беларуси», г. Минск*

Развитие современных вычислительных методов и быстродействующих компьютеров с большой дисковой и оперативной памятью открывает огромные возможности для использования математического моделирования и САЕ-систем (Computer-aided engineering) для проектно-конструкторских работ в машиностроении. Мировой опыт машиностроения показывает, что прорывные технологии иностранных компаний в значительной степени связаны с использованием САЕ-систем, основанных на методах численного моделирования технологий и конструкций. Анализ существующей информации и опыт работы с белорусскими предприятиями дает основание утверждать, что в Республике Беларусь, несмотря на отдельные успехи, имеется существенное отставание как в разработке подобных САЕ-систем, так и в применении их в конструкторских бюро промышленных предприятий. Это снижает эффективность проектно-конструкторских работ, в результате чего сроки разработки техники и уровень ее конкурентоспособности по ряду позиций, в том числе и по качеству, все еще отстает от западных аналогов.

В вузовской и академической науке в течение последних 15 лет активно развивается научно-техническое направление, в основе которого лежит создание методов, алгоритмов и программ для решения конструкторских и технологических задач машиностроения на основе численных методов.

Цель этих работ – создать узкоспециализированные САЕ-системы для решения конструкторских и технологических задач и встроить их в конструкторско-технологическую цепочку. Для реализации этой цели мы планируем следующие этапы:

Этап 1. Выполнение совместных работ по разработке технологии совместно с конструкторами предприятия. Разработка специфических алгоритмов работы конструктора с учетом особенностей данного предприятия.

Этап 2. Разработка первой версии вычислительной САЕ-системы под нужды и задачи конкретного конструкторского бюро предприятия и ее апробация.

Этап 3. Научное сопровождение, доработка и внедрение САЕ-системы в конструкторско-технологической цепочке предприятия.

В связи с этим для промышленных предприятий и научно-исследовательских организаций мы разрабатываем математическое ядро, в котором заложены численные схемы для расчета движения газов, жидкостей, расплавов в пространственных структурах с учетом охлаждения и нагрева, структурообразования сплавов. В частности, в основе ядра лежат уравнения движения Навье–Стокса, уравнение неразрывности, уравнение энергии или уравнение теплопроводности в трехмерной форме [1]–[9]. Эти уравнения дополняются начальными и граничными условиями, а также клеточно-автоматными уравнениями, которые построены на основе эмпирических уравнений и коэффициентов для привязки процесса к известным промышленным или экспериментальным данным, что позволяет моделировать динамику сложных процессов в любой пространственной конфигурации.

Научно-технический задел реализован в базовых версиях САЕ-систем (ПроЛит-і, ПроТерм-і, ПроНРС-і, ПроХим-і), которые имеют в настоящее время различный уровень завершенности. Отдельные модели математического ядра апробировались в течение последних 15 лет в ходе выполнения научных работ на промышленных предприятиях Республики Беларусь (ОАО «МЗОО», РУП «БМЗ», РУПП «Гранит», ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «Атлант» и др.).

Разработка отечественных САЕ-систем на рынке позволит предложить белорусским предприятиям специальные САЕ-системы под конкретные задачи, что позволит снизить уровень импортозамещения в Республике Беларусь, повысить конкурентоспособность разрабатываемой техники. Это IT-направление является стратегически важным, так как позволит развивать в республике CALS-инструменты для совершенствования отечественных промышленных технологий. Эти инструменты в дальнейшем можно гибко изменять и совершенствовать под новые технологии и проблемы предприятий, внедряя передовые IT-технологии на белорусских предприятиях. Внедрение САЕ-систем в технологическую цепочку процесса изготовления изделий позволит:

- снизить уровень издержек, временные затраты на подготовку производства изделия;
- повысить качество принимаемых конструкторских и технологических решений;
- получить эффективный инструмент для принятия принципиально новых конструкторских решений.

Литература

1. Чичко, А. Н. Комплекс программных средств «ПРОЛИТ» для моделирования процессов течения и охлаждения расплавов / А. Н. Чичко, В. Ф. Соболев, С. Г. Лихоузов // Програм. продукты и системы (Россия). – 2002. – № 4. – С. 47–48.
2. Чичко, А. Н. Клеточно-автоматное моделирование процесса течения расплава в форме / А. Н. Чичко, С. Г. Лихоузов // Докл. НАН Беларуси. – 2001. – Т. 45, № 4. – С. 110–114.
3. Программное обеспечение «Пронейролит» для прототипирования литейных технологий / А. Н. Чичко [и др.] // Литье и металлургия. – 2010. – № 1. – С. 76–82.
4. «ПроЛит-1с» программное обеспечение на основе мультипроцессорных технологий для решения задач литейного производства / А. Н. Чичко [и др.] // Информационные технологии программы Союзного государства «Триада»: основные результаты и перспективы : сб. науч. тр. – Минск, 2010. – С. 169–176.
5. Математическое моделирование усадочных процессов стали на основе уравнений Навье–Стокса и Фурье–Кирхгофа / А. Н. Чичко [и др.] // Литье и металлургия. – 2013. – № 1. – С. 70–78.

70 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

6. Чичко, А. Н. Трехмерное моделирование напряженного состояния движущегося слитка при изменении граничных условий по температуре / А. Н. Чичко, А. С. Бороздин // Изв. вузов. Энергетика. – 2005. – № 4. – С. 61–67.
7. Чичко, А. Н. Компьютерная система «ПроТерм-1н» для моделирования процессов ступенчатого нагрева стальных слитков / А. Н. Чичко, Н. В. Андрианов, А. С. Бороздин // Сталь. – 2005. – № 11. – С. 66–71.
8. Моделирование процессов нагрева и охлаждения деталей на основе трехмерного уравнения теплопроводности в САЕ «ПроТерм-1» / А. Н. Чичко // Литье и металлургия. – 2012. – № 1. – С. 65–70.
9. Свидетельство о регистрации компьютерной программы «ПроЛит»: 037 / А. Н. Чичко, С. Г. Лихоузов, В. Ф. Соболев, Ю. В. Яцкевич, О. И. Чичко. – № С20080028 ; заявл. 01.10.2008 ; зарег. 03.10.2008.