

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

Крот А.М.¹, д.т.н., профессор, **Авраменко П.В.**², к.т.н., доцент,

Вабищевич А.Г.², к.т.н., доцент, **Вырский Н.Н.**³, **Попов В.Б.**⁴, к.т.н., доцент

¹ОИПИ НАН Беларуси, ²БГАТУ, г. Минск, ³НТЦ ОАО «Гомсельмаш», ⁴ГГТУ, г. Гомель,
Республика Беларусь

В настоящее время в основе разработки высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции лежит использование перспективных компьютерных технологий, обеспечивающих информационную интеграцию и системную поддержку жизненного цикла продукции, так называемых CALS технологий. Ядро CALS-технологий составляют CAD/CAE/CAM/PDM – технологии, в которых традиционный последовательный подход к разработке новых изделий заменен принципиально новым интегрированным подходом, получившим название «параллельное проектирование». В основе этой технологии лежит идея совмещенного во времени компьютерного проектирования изделия (CAD), выполнения многовариантных инженерных расчетов (CAE, компьютерный инжиниринг – наукоемкая составляющая CALS-технологий) и технологической подготовки производства (CAM), что позволяет использовать проектные данные, начиная с самых ранних стадий проектирования и инженерного анализа одновременно различными группами специалистов (PDM).

Актуальность применения CAE-технологий в отечественной промышленности predetermined тем, что ведущие фирмы мира три последних десятилетия в своих приоритетных разработках эффективно используют наукоемкие CAE-технологии инженерного анализа. В ОАО «Гомсельмаш» активно внедряются современные компьютерные CAE-технологии: для решения пространственных задач механики деформируемого тела и задач теплопередачи и теплообмена используется интегрированная система прочностного анализа (FEM-система) ИСПА; для решения задач кинематического и динамического моделирования сложных меха-

нических систем внедрена система ADAMS; для решения нелинейных и быстропротекающих процессов в деформируемых средах со сложными реологическими свойствами, задач контактного динамического взаимодействия, а также задач механики конструкций, содержащих жидкость, используются системы MARC и LS-DYNA и др.

Одной из важнейших областей, где не в полной мере были задействованы CAE-технологии, является исследование аэрогидродинамических процессов в рабочих органах сельскохозяйственных машин, проектируемых в ОАО «Гомсельмаш». Это моделирование работы системы очистки в зерноуборочных комбайнах на основе программных комплексов CFD-анализа, а также исследование процесса транспортировки технологической массы в кормоуборочных комбайнах.

При создании 3D-моделей в системе автоматизированного проектирования (CAD) конструкторами в первую очередь преследуется цель наиболее точно отразить реальную геометрию проектируемых узлов и деталей для проверки их собираемости и подготовки документации. Однако немаловажным является создание 3D-модели с учетом ее пригодности для систем инженерных расчетов (CAE). Зачастую модель, созданная в CAD-системе, отличается от модели для CAE-системы. Поэтому при подготовке расчетов с помощью CAE-систем много времени отводится на трансляцию CAD-модели в CAE-модель. Для проведения аэрогидродинамического анализа необходимо создавать новую 3D-модель, отвечающей проточной части рабочих органов, так как в конструкторской модели проточной части вообще не существует. Действительно, при подготовке моделей для аэрогидродинамического анализа существует ряд особенностей. Исходной 3D-моделью для CFD-системы является расчетная область, отвечающая исследуемому проточному пространству рабочих органов. При этом 3D-модель должна быть «сшитой и гладкой», в которой отсутствуют острые углы, соединения между частями по ребру или вершине, самопересекающиеся поверхностные линии и т.п.

В процессе проведения конструкторских разработок неотъемлемой частью является получение достоверной информации о результатах испытаний опытных образцов рабочих органов кормоуборочных комбайнов (ускорителя выброса, силосопровода и т.д.) соотнесение их с параметрами, закладываемыми на стадии проектирования, введение в конструкцию проточных частей изменений, необходимых для достижения требуемых параметров. Учитывая, что проточные части сельхозмашины представляют сложные пространственные поверхности, их доводка без наличия специальных математических моделей и прикладных программных систем инженерного анализа (для проведения газодинамического анализа с помощью CFD-системы необходимы твердотельные электронные модели проточных полостей исследуемого изделия) является весьма трудоемкой и требует значительных временных и материальных ресурсов.

Поэтому проведение газодинамического анализа (описание аэродинамики движения технологической массы неоднородной структуры в воздушном потоке, протекающего в рабочих органах кормоуборочного комбайна) наиболее перспективно с помощью систем вычислительной газодинамики (CFD-систем типа STAR-CD, STAR-Design, STAR-CCM+, CFX, Fluent) с применением высокопроизводительных кластерных систем семейства «СКИФ».

Литература

1. Крот А.М., Вырский А.Н., Минервина Е.Б., Пигенко В.А., Ткачева П.П. Компьютерное моделирование аэродинамических процессов в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов // Информатика. – 2006. – №3 (11). – С. 80-90.
2. Крот А.М., Ткачева П.П., Спагар И.Н. Компьютерное моделирование пароводяных потоков внутри рабочей камеры микротурбины и оценивание коэффициента полезного действия для усовершенствования конструкции турбоагрегата // Информатика. – 2017. – № 2. – С. 24-36.