

решения, зависит не только состояние природы на планете, но и здоровье людей, в конечном итоге – судьба человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Турзин П.С., Ушаков И.Б. Общественное и профессиональное здоровье и промышленная экология // Медицина труда и пром. экология. – №1, 1999.
2. Барсуков В.И. Патологическая физиология. Конспект лекций. – М.: Экспо, 2007.
3. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблема анализа безопасности человека, общества и природы. – СПб.: Наука, 1997.
4. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек / Ю. В. Новиков – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.
5. Общий курс физиологии человека и животных / Под ред. А.Д. Ноздрачева. – Т. 2. – М.: Высш. шк., 1991.

Н.П. СОЛНЫШКИН, С.И. ДМИТРИЕВ, А.В. САМАРКИН, А.В. КУЗНЕЦОВ

СТРУКТУРНЫЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИЯ В РАМКАХ ПОДСИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ САПР ЭМ

В статье рассматривается методика автоматизированного проектирования электрических машин на основе структурного многокритериального анализа их конструкции путем оптимизации процесса моделирования деталей и сборок в трехмерной параметрической САПР на основании декомпозиционных матриц.

Современное электромашиностроительное производство характеризуется малой серийностью, а зачастую и работой «под заказ». Для обеспечения высокого качества продукции, сокращения издержек на проектирование и снижения стоимости технологической подготовки производства применяются универсальные системы автоматизированного проектирования (САПР) и специализированные системы автоматизированного проектирования электромашин (САР ЭМ). Современная САПР ЭМ – это организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, в частности – подсистемы конструкторского проектирования, которая обеспечивает автоматизацию разработки изделия в целом, включая совокупную связь узлов и деталей. В настоящее время основной функционал конструкторских подсистем САПР ЭМ строится на базе 2D геометрии, не используя современных достижений САД систем в области 3D моделирования.

Таким образом, создание и внедрение в производство подсистемы конструкторской подготовки на базе 3D моделирования с развитием идеи декомпозиции составляющих элементов и их взаимосвязи в сборках является актуальной научно-практической задачей.

По мнению автора, наиболее перспективным направлением является структурный многокритериальный синтез электродвигателей с точки зрения особенностей их моделирования в среде трехмерных твердотельных САПР. Для анализа взяты три разные группы электродвигателей, производимых на ОАО ПЭМЗ: асинхронные, машины постоянного тока, вентильные двигатели. В качестве рабочей САД системы принята система SolidEdge, приобретенная предприятием.

В рамках выполняемого исследования поставлены и разрешаются следующие задачи:

1. Выполнен анализ конструкции электромашин (ЭМ).
2. Проведено изучение технологической информации о сложности деталей, перспективах их унификации и порядке сборки.
3. Проведена классификация входящих деталей по степени унификации и входимости в различные конструкции ЭМ.
4. Определен порядок моделирования и построены цепочки взаимосвязей компонентов на уровне подборок иборок с точки зрения перестроения моделей.

5. Созданы взаимосвязанной перестраиваемой 3D структуры электродвигателя с максимальным сохранением и использованием унифицированных компонентов.
6. Выявлены элементы, моделирование которых в трехмерном виде затруднено (проводка, кабели и т.д.).
7. Создана «прозрачная» структура общей декомпозиционной системы деталей и сборок, отражающая процесс 3D моделирования.
8. Созданы структурные таблицы (матрицы) электродвигателей с точки зрения их моделирования средствами трехмерной САПР.
9. Выявлены обобщенные 3D модели в пределах групп ЭМ (например, в группе асинхронных электродвигателей) и обобщенные модели ЭМ над отдельными группами, построены соответствующие матрицы.
10. Построение начальных структурных таблиц позволяет, в дальнейшем, создать двухмерные и трехмерные матрицы строения ЭМ, которые позволяют значительно (от нескольких месяцев до нескольких дней) сократить сроки проектирования новых ЭМ.

Научная новизна работы заключается в том, что вопрос декомпозиции впервые рассмотрен с точки зрения логики работы конструктора и особенностей и порядка моделирования сборок в трехмерных САПР.

В качестве примера приведем структурную схему асинхронного двигателя АТД-5У1. Так как детали и узлы связаны значительным количеством зависимостей, в матрице использовано цветовое кодирование.

| АТД-5У1 асинхронный двигатель | | Статор | | | | Немоделируемые компоненты | Ротор | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|--------------|---------|----------|-------------------------------------|-------|---------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|
| Уровень 7 | Статор обмотанный | | | | | | | | Ротор (сборка+мехо обработка) | | | | | | |
| Уровень 6 | Статор необмотанный | катушка (секция) | клин | | | изоляция, коммутация и ее крепления | узел | шпонка пакета | Пакет ротора (сварка) | шпонка ступенчатая | кольцо токопроводящее | стержень токопроводящий | пруж. узел | винт. пружа | винт. пружа |
| Уровень 5/2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 5/1 | Статор (мехобработка) | | | | | | | | | лист якоря (пакет) | лист крайний | кольцо нажимное | | | |
| Уровень 4/4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 4/3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 4/2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 4/1 | Статор (сварка) | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 3/3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 3/2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень 3/1 | Пакет статора (сварка) | основания | косынка | лапа | накладка | | | | | | | | | | |
| Уровень 2/1 | | лист статора (пакет) | лист крайний | шпилька | обечайка | | | | | | | | | | |

Рис. 1. Декомпозиционная структурная схема электродвигателя (пример)

По горизонтали матрица составлена из узлов (подборок) ЭМ, по вертикали представлены уровни проектирования. Последовательность проектирования новой ЭМ по структурной матрице соответствует проектированию снизу вверх – от отдельных деталей – к подборкам и узлам и слева направо – от базового узла к окончательной сборке ЭМ.

Анализ представленной матрицы позволяет сделать следующие выводы: общее количество уровней – 7, что говорит о количестве подборок и может служить условным критерием сложности проектирования конструкции ЭМ. Максимальное количество подуровней в отдельном уровне – четыре, что является оценкой степени сложности проектирования подборок. Применяя структурные матрицы в проектировании, конструктор формирует с помощью САПР трехмерную сборку ЭМ:

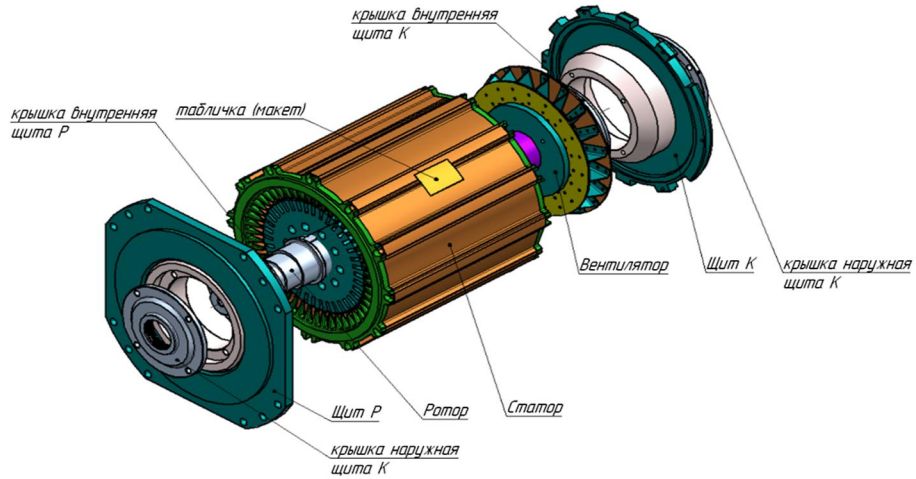


Рис. 2. Обобщенная 3D модель электрической машины

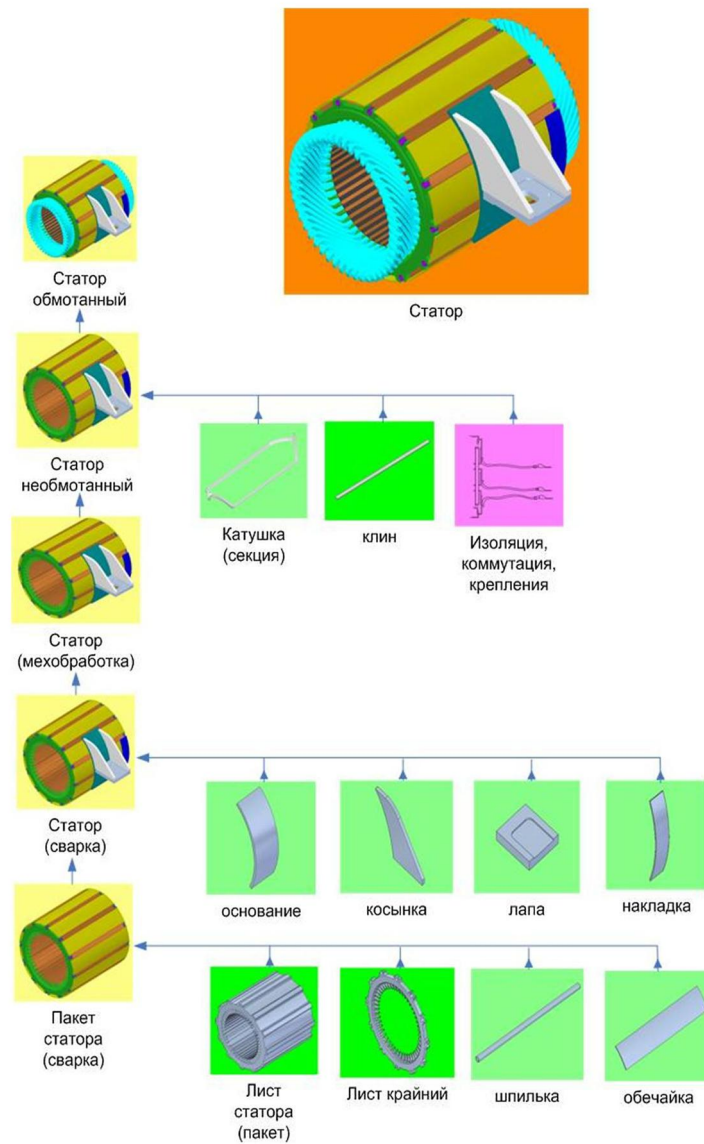


Рис. 3. Матрица моделирования узла ЭМ (пример)

Схематично соответствие кодов и обозначений в матрице трехмерным моделям и узлам сборки представлено на рисунке, на примере моделирования узла «статор обмотанный».

Применение декомпозиционных матриц в практике конструирования ЭМ на ОАО ПЭМЗ показало, что они значительно интенсифицируют труд конструктора и формализовано отражают оптимальный процесс моделирования ЭМ. Анализ структуры матриц позволяет выявить обобщенные конструкции ЭМ и сформулировать обобщенную методику их моделирования. Анализ применимости деталей и узлов в сборках открывает широкие возможности для унификации их конструкции и дальнейшего повышения эффективности, как моделирования, так и технологии изготовления ЭМ.

Н.П. СОЛНЫШКИН, А.И. САМАРКИН, О.В. НЕГИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИКА ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОВОЛОЧНОЙ РЕЗКЕ

В статье приводятся результаты моделирования течения диэлектрика при электроэрозионной обработке, и выполнен анализ влияния указанного течения на продольный профиль обрабатываемого изделия.

Электроэрозионная обработка с применением непрофилированного электрода-провода позволяет получить высокоточные вырезанные контуры в закаленном металле. Ориентировочные значения допуска взаимного расположения контуров составляют 0,01-0,03 мм, а отклонение формы профиля – около 0,01 мм.

Дальнейшее повышение точности обработки существующими методами (повышение точности исполнения узлов станка, повышение жесткости элементов динамической системы станка, внедрение систем сверхточного позиционирования путем использования линейных электродвигателей) является, во-первых, высокочрезвычайно затратным, а, во-вторых – малоэффективным, так как основную роль в балансе точности обработки играет лимитирующее звено – электрод-провода диаметром 0,1 – 0,3 мм (далее принимается часто используемое на практике значение диаметра 0,2 мм), при расстоянии между направляющими (фильерами) 20-60 мм.

Таким образом, электрод можно рассматривать как нить (растяжимую или нерастяжимую), обладающую пренебрежимо малой собственной жесткостью.

Перспективным методом повышения точности обработки является коррекция управляющей программы станка на расчетную величину погрешности обработки, что требует провести научно обоснованный расчет ожидаемой погрешности с учетом, по крайней мере, ее основных источников. Результаты исследований авторов позволяют выделить следующие основные источники статической погрешности обработки, воздействующие на нежесткий электрод:

1. Давление потока диэлектрика.
 2. Сопротивление резанию со стороны материала заготовки.
- Определение силовых нагрузок от потока диэлектрика представляет собой достаточно сложную и интересную в научном отношении задачу, поскольку:
1. Течение жидкости определяется дифференциальными уравнениями Навье-Стокса, общее решение которых отсутствует и существует в явном виде лишь для относительно простых случаев (например, поток крови по капилляру).
 2. Решение с помощью численных методов вручную затруднительно, так как задача является плохо обусловленной (поскольку длина электрода – 20-60 мм в 100-600 раз больше его же диаметра) и доступные схемы (методы Рунге-Кутты или вариации метода Адамса) или не сходятся, или сходятся неприемлемо долго.