

# Внедрение элементов CALS-технологий в процесс проектирования наукоемкой продукции ОАО «Электропривод»

// Implementation of the cals-technology elements in engineering process of science intensive production at JSC «Electroprivod» //

**Новоселова А.В.,  
ОАО «Электропривод», г. Киров**

*В статье описан процесс внедрения CALS-технологий на предприятии, приведено программное обеспечение, применяемое при проектировании новых изделий.*

*Ключевые слова: САПР, сквозное проектирование, программное обеспечение.*

*In the article the process of CALS technology implementation at the enterprise and software applied for new product development is described.*

*Keywords: CAD, end-to-end design, software.*

Процесс технического перевооружения предприятия неизбежно приводит к необходимости своевременного повышения уровня конструкторско-технологической подготовки производства, поскольку в условиях динамично растущей конкуренции только альянс техники и технологий позволяет разрабатывать и внедрять в производство современную высокоинтеллектуальную продукцию в максимально короткие сроки.

CALS-технологии призваны служить средством, интегрирующим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную систему. Целью интеграции автоматизированных систем проектирования и управления является повышение эффективности создания и использования сложной техники. Повышение эффективности выражается в следующем:

- повышается качество изделий за счет более полного учета имеющейся информации при проектировании и принятии управленческих решений;

- сокращаются материальные и временные затраты на проектирование и изготовление продукции;

- существенно снижаются затраты на эксплуатацию благодаря реализации функций интегрированной логической поддержки.

Чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем, требуется создание единого информационного пространства предприятия. Единое информационное пространство обеспечивается благодаря унификации как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

До недавнего времени при проектировании авиационного электро-технического оборудования на ОАО «Электропривод» одновременно достаточно рационально использовалась САПР среднего уровня, позволяющая проводить поверхностное и твердотельное моделирование в трехмерном пространстве, и нижнего уровня, используемая при выпуске конструкторской документации.

Приобретение нового высокотехнологического оборудования обусловило необходимость внедрения на предприятии системы сквозного автоматизированного проектирования верх-

него уровня. В качестве CAD/CAM платформы была выбрана система Pro/ENGINEER. На этапе внедрения программных средств и технологического оборудования предприятие воспользовалось услугами инженерно-консалтинговой компании «СОЛВЕР», имеющей богатый опыт автоматизации систем проектирования и производства на передовых отечественных предприятиях машиностроения.

Рабочие места инженеров-конструкторов, технологов, разработчиков управляющих программ для станков с ЧПУ были оснащены современным программным обеспечением. Для решения задач повышения эффективности производства, увеличения его производственных мощностей на начальном этапе из всей номенклатуры выпускаемых деталей были выбраны те, освоение производства которых на новом оборудовании позволило бы разгрузить механосборочный цех предприятия. Для этого средствами Pro/ENGINEER были построены электронные 3D-модели, разработаны технологические процессы и управляющие программы в Pro/ENGINEER Prismatic and Multi-surface Milling для горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра KITAMURA и в Part Maker для токарно-фрезерного NAKAMURA. Процесс отладки и оптимизации программ осуществлялся в PartMaker и в интегрированном в Pro/ENGINEER программном комплексе VERICUT (рис. 1). При выборе необходимого инструмента, оптимальных режимов резания, расчета времени обработки использовался программный

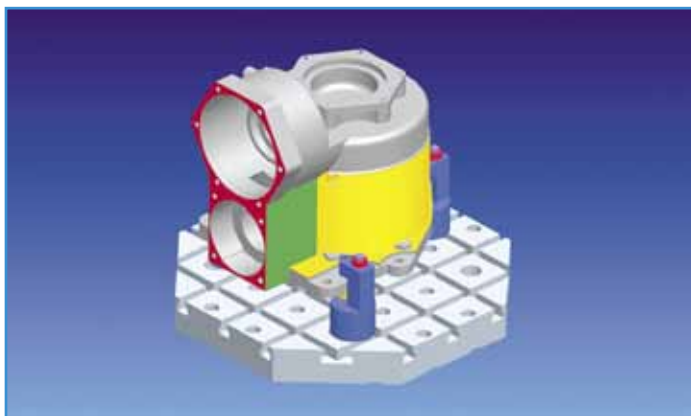


Рис. 1. Моделирование процесса обработки в VERICUT:  
а) корпус электромеханизма МПАО-100;



б) щит электродвигателя ДАТВ 300-120Т-9000.

комплекс SECOCUT. Применение специального программного продукта, обеспечивающего автоматизированную проверку программ и визуализацию процесса обработки, позволило исключить риск вывода дорогостоящего оборудования и инструмента из строя, максимально использовать возможности многофункциональных обрабатывающих центров, а также значительно сократить процесс внедрения управляющих программ на станке.

В настоящее время ОАО «Электропривод» по отлаженным программам освоило производство порядка 50-деталей для электромеханизмов, электродвигателей и блоков управления, применяющихся в авиационной, нефтегазовой, атомной отраслях.

Для разработки блоков управления автоматизированных электроприводов на предприятии используется система сквозного иерархического проектирования Altium Designer WINTER 09. Принципы сквозного проектирования позволяют разработчику вносить изме-

нения на любом этапе проекта, сохраняя при этом его целостность. При создании сложных электронных устройств наиболее трудоемким этапом является процесс отладки. Процедуры цифро-аналогового моделирования и средства анализа, входящие в состав программы Altium Designer, помогают избежать ошибок и внести необходимые изменения еще до воплощения электрической схемы в «железо».

Трассировка печатных плат с высокой плотностью компоновки элементов, трассировка нескольких параллельно идущих проводников и разводка дифференциальных пар значительно ускоряют работу конструктора при создании точной и надежной техники. Возможности параллельной работы программы в системах ECAD-MCAD, разработка печатной платы в трёх-

мерном виде с двунаправленной передачей информации в механические САПР (Pro/ENGINEER), сопряжения платы с механическими деталями являются предпочтительными при про-



Рис. 2. 3D-модель трехфазного выпрямителя VT-5.

ектировании блоков управления каскадной конструкции с разделением электрической схемы на конструктивно-функциональные модули (рис.2).

Достижением ОАО «Электропривод» является автоматизирован-

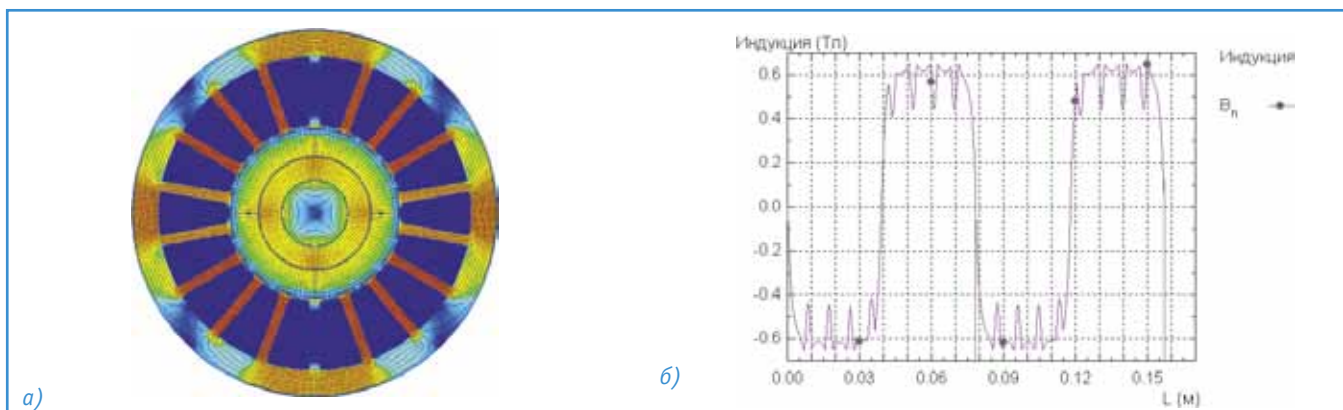


Рис. 3. Моделирование поля электродвигателя ДБ120-22000-12 в ELCUT:  
а) картина магнитного поля; б) магнитная индукция в воздушном зазоре.

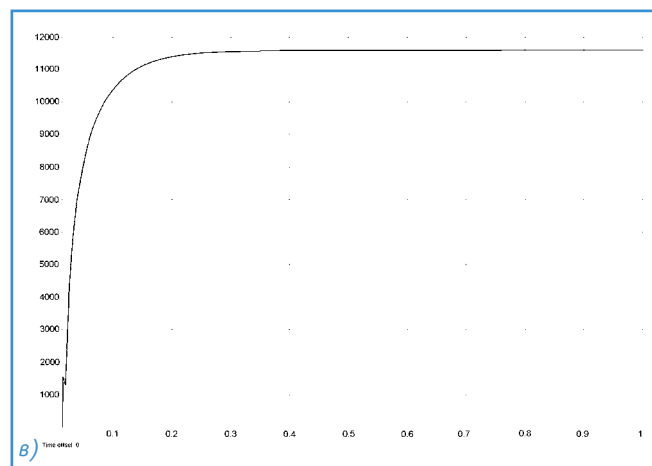
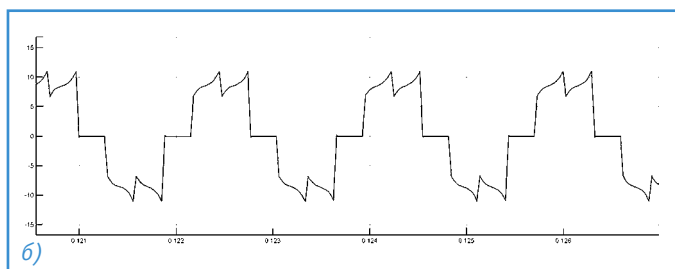
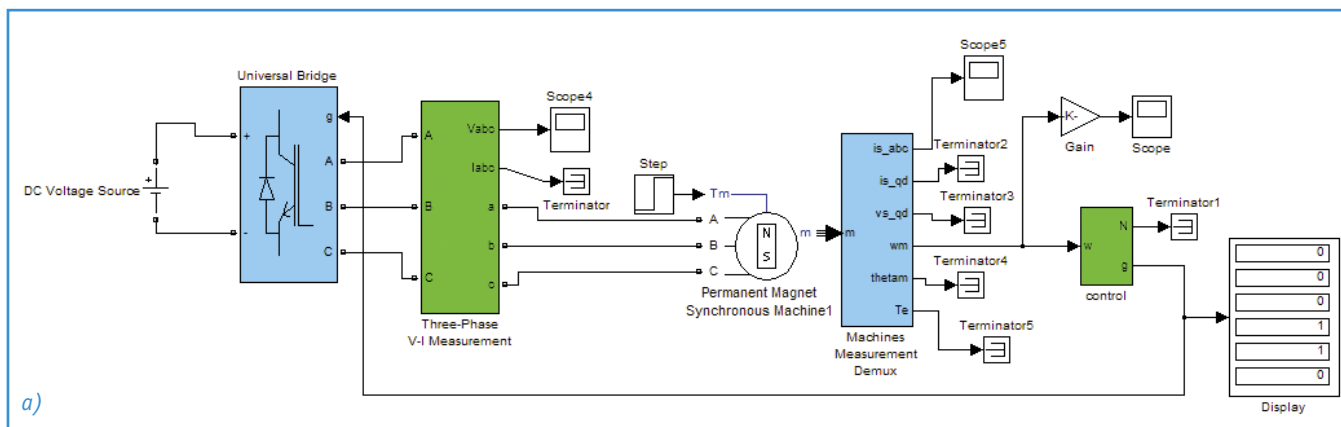


Рис. 4. Моделирование электропривода с вентиляльным электродвигателем в Matlab Simulink:

а) математическая модель электропривода;

б) ток в фазе вентиляльного электродвигателя;

в) кривая разгона вентиляльного электродвигателя до частоты вращения 12000 об/мин.

ная система аналитических расчетов, основанная на базе специализированных программ собственной разработки: программа расчета вентиляльных электродвигателей с постоянными магнитами, магнитоэлектрических генераторов, бесконтактных генераторов с вращающимися выпрямителями, электродвигателей постоянного тока с электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением, асинхронных электродвигателей, электромагнитных тормозов, зубчатых передач, шариково-роликовинтовых пар и др.

Для оптимизации проектирования электрических машин используется численное моделирование электромагнитных и тепловых полей на основе метода конечных элементов с использованием программных пакетов Maxwell, ELCUT, FEMM и др. (рис. 3).

Для анализа динамических режимов работы электромеханических систем используется метод структурного имитационного моделирования в среде Matlab Simulink (рис. 4). Иссле-

дование объекта на его имитационной модели сводится к изучению характеристик процесса, протекающего в ходе эксперимента.

Следующей после внедрения на предприятии CAD/CAE/CAM задачей является выбор интегрирующей системы управления проектными данными PDM и объединение с системой хозяйственной деятельности предприятия с целью управления данными в едином информационном пространстве на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий. В качестве ERP-системы планирования и управления предприятием в настоящее время применяется «1С:Управление производственным предприятием».

Процесс внедрения CALS-технологий в полном объеме функциональных возможностей достаточно сложный и длительный, но его актуальность является первостепенной при решении задач создания высокорентабельного и высокоэффективного производства. Существующая на пред-

приятии отлаженная система работы отдела информационных технологий и вычислительной техники, квалификация специалистов САПР, высокий уровень подготовки конструкторов служат гарантией внедрения CALS-технологий в ОАО «Электропривод» как средства повышения качества, надежности и конкурентоспособности наукоемкой продукции.

**Новоселова Алла Владимировна** – родилась в 1978 году. В 2002 году окончила ВятГУ по специальности «Электропривод». Опыт работы в области авиационного электропривода – 8 лет. В настоящее время работает инженером-маркетологом I категории ОАО «Электропривод».

**Novoselova Anna** – was born in 1978. In 2002 she graduated from VyatGU, speciality is «Electric Drive». Work experience in the sphere of aviation electric drive is 8 years. At present she is working as an Engineer – Specialist in marketing methodology of the 1<sup>st</sup> category in JSC «Electroprivod».