

Опыт организации системы сквозного проектирования на ОАО “Завод “Компонент”

Сначавшимся в текущем десятилетии выходом российской экономики из тяжелого кризиса отечественные предприятия получили надежду на стабилизацию и рост производства. Если еще вчера основной задачей было сохранение родного завода и его коллектива, то сегодня положение кардинально изменилось, и предприятия в условиях острой рыночной конкуренции ищут всевозможные способы повышения эффективности своей деятельности. Серьезные перспективы повышения конкурентоспособности в производственной сфере связываются с максимизацией отдачи от использования современных информационных технологий. В ряду наиболее актуальных задач в этой связи для многих предприятий является минимизация времени вывода новой продукции на рынок.

Основой сокращения времени изготовления продукции является автоматизация процесса подготовки производства. При этом наиболее дорогостоящим звеном в цикле изготовления продукции на настоящий момент остается технологическое оборудование. Именно с приобретения металлорежущих обрабатывающих центров с ЧПУ и началась модернизация процесса изготовления продукции на ОАО “Завод “Компонент”. Как и на многих предприятиях, связанных с металлообработкой, руководство завода в 2002 году приняло решение о закупке нескольких станков. В то время рынок станкостроительного оборудования только формировался и говорить о качественном послепродажном обслуживании не приходилось. Поэтому весь про-

Открытое акционерное общество “Завод “Компонент” (Зеленоград) ведет свою историю с 1964 года. Предприятие входит в состав Министерства электронной промышленности СССР и ориентировано на производство микроэлектронной аппаратуры, предназначенной для оснащения космических спутников специального назначения, а также комплексов технических средств связи для Министерства обороны, Федеральной службы безопасности и МВД России.

Процесс обслуживания станков осуществлялся силами специалистов завода.

На фоне универсального фрезерного оборудования производительность станков с ЧПУ была значительно выше, штучное время на отдельных деталях сократилось в восемь–десять раз, это был значительный шаг вперед. Но процесс подготовки производства оставлял желать лучшего. Количество управляющих программ (УП), разработанных в отделе главного технолога (ОГТ) и непосредственно операторами станков, было примерно равным.

Подготовка УП операторами (программирование станка на стойке) влечет за собой простой дорогостоящего оборудования. Да и правильность программ можно проверить только при непосредственной отработке, а это чревато аварийными ситуациями и, как следствие, поломкой оборудования стоимостью не менее 150–200 тысяч долларов.

В то же время УП, разработанные в ОГТ, вызывали много нареканий со стороны операторов станков с ЧПУ. Время разработки УП тоже было большим и занимало от пяти до двадцати рабочих дней. С помощью постпроцессора, разработанного силами специалистов завода, проблема преобразования файлов CLDATA в G-коды станка была решена лишь наполовину, и окончательная проверка УП выполнялась программистами с вводом части необходимой информации вручную, что также увеличивало время подготовки программ. Создание математических моделей (3D-модели) занимало до четырех рабочих дней и тоже входило в процесс разработки УП. Все вышеперечисленные проблемы имели под собой объективные причины:

- 1) отсутствовала профильная группа специалистов, занимающихся разработкой технологических процессов (ТП) и УП;
- 2) не оказывалась достаточная техническая поддержка фирмы-поставщика программного обеспечения;
- 3) специалисты, занимавшиеся разработкой ТП и УП, не прошли необходимых курсов обучения и не могли в полной мере использовать функциональные возможности системы подготовки УП;
- 4) не использовались специализированные программные продукты, с помощью которых можно автоматизировать разработку ТП и проводить проверку УП;
- 5) отсутствовала система архивации и резервного копирования всей информации (в том числе и баз данных), связанной с разработкой ТП и УП.

Основой подготовки производства любой детали или узла является, как известно, конструкторская документация (КД), на основании которой разрабатывает-

ся технология изготовления детали. Чтобы подготовка УП перестала быть неким загадочным и непонятным процессом, необходимо автоматизировать процедуры разработки КД и ТП.

Процесс подготовки КД на предприятии был традиционным и не менялся десятилетиями. Вся конструкторская документация разрабатывалась вручную, и только развитие техники немного изменило положение вещей. Сначала появилась множительная техника, принтеры, а затем и компьютерная техника, повлекшая за собой использование двумерных систем автоматизированного проектирования (САПР). Другими словами, принцип остался тот же, но достижения научного прогресса ускорили процесс (рис. 1).

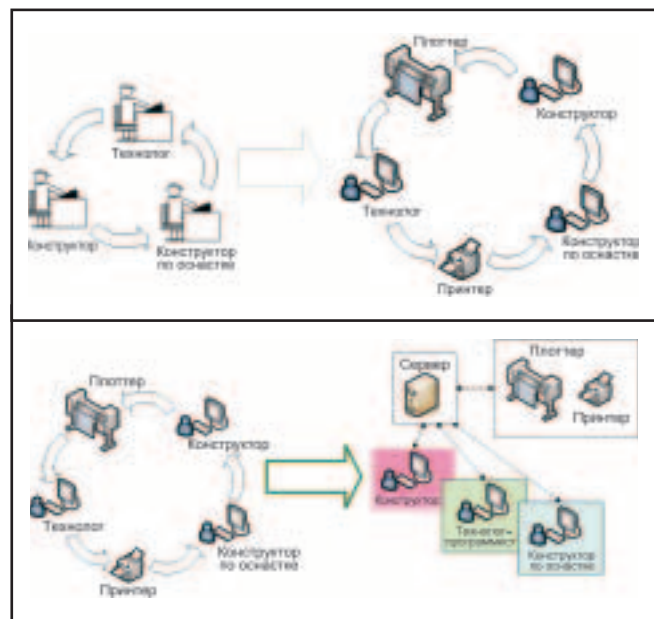


Рис. 1

Для кардинального решения всех накопившихся проблем в конце 2003 года было принято решение о внедрении на предприятии системы сквозного проектирования (ССП) для реализации задач подготовки производства. Основой такой системы является CAD/CAM/CAE-система, которая должна удовлетворять требованиям специалистов завода по функциональным возможностям и иметь модульную структуру для безболезненного наращивания возможностей в перспективе. После проработки рынка систем автоматизированного проектирования и с учетом предыдущего опыта использования САПР на предприятии выбор был остановлен на программном обеспечении американской компании PTC – Pro/ENGINEER Wildfire. Для принятия такого решения было несколько причин:

- ▶ тесное сотрудничество с основным разработчиком завода, который весь цикл разработки ведет в среде Pro/ENGINEER;
- ▶ наличие на предприятии специалистов, имеющих опыт работы с программными продуктами фирмы PTC;
- ▶ наличие в программном обеспечении компании PTC всего спектра функциональных модулей для организации эффективной совместной работы всех подразделений завода, занимающихся подготовкой производства;

■ надежность разработчика – компания PTC входит в группу мировых лидеров на рынке программного обеспечения в области CAD/CAM/CAE/PLM.

Говоря о полноте решений, стоит отметить, что PTC предлагает не набор программных инструментов, а систему разработки и оптимизации по различным критериям конечного изделия. Эта система позволяет, с одной стороны, полно и эффективно обеспечить процессы подготовки производства изделий, а с другой – достичь поставленных целей постепенно и поэтапно, решая на каждом этапе конкретные задачи. Такой подход вполне оправдан с точки зрения методологии: система не спускается сверху и не воспринимается как некое “инородное тело” для работающих с ней, а постепенно “выращивается” на предприятии, углубляя и оптимизируя процессы проектирования и подготовки производства.

После решения с выбором CAD/CAM/CAE-системы представлялось, что основной вопрос решен и далее все пойдет как по маслу. Но время показало, что следующий шаг, а именно выбор компании-поставщика программного продукта, также имеет большое значение. Ведь происходит выбор не просто поставщика в обычном понимании, а полноправного партнера на весь период внедрения ССП. Был организован конкурс, который состоял в реализации процесса внедрения предложенной детали на оборудовании завода. Таким образом, у специалистов предприятия была возможность не просто послушать и посмотреть красивые презентационные проекты компаний, а и воочию увидеть работу технических специалистов своих будущих партнеров. По результатам конкурса было принято решение о заключении договора на поставку Pro/ENGINEER с инженерно-консалтинговой фирмой “СОЛВЕР” (Воронеж).

С начала 2004 года начался этап обучения специалистов ОАО “Завод “Компонент”. Как и на большинстве предприятий, группа обучающихся специалистов имела большой возрастной разброс (25 – 55 лет). С одной стороны, это создавало проблемы, связанные с разным уровнем компьютерной подготовки “учеников”, а с другой – хорошая техническая подготовка специалистов старшего поколения позволяла сразу применять полученные знания к реальным проблемам при проектировании. Такой симбиоз молодости и опыта позволил первым быстрее осваивать технологические тонкости производства, а вторым – автоматизированные средства проектирования. Весь этап включал в себя три учебных курса по 5 учебных дней каждый. Для более глубокого усвоения материала между курсами были запланированы периоды самостоятельной работы. Это позволило не просто дать возможность специалистам поработать с новым программным продуктом, но и творчески подходить к процессу проектирования, опираясь на большие функциональные возможности Pro/ENGINEER.

В отделе главного технолога была создана группа автоматизированной подготовки ТП и УП (САПР) из 5 человек. На первых порах основной задачей группы была разработка УП для станков с ЧПУ. На этом этапе пришлось отрабатывать весь процесс подготовки УП, от ее разработки до передачи на стойку станка и сдачи в архив.

Для более рациональной работы технологической связки “группа САПР – станки с ЧПУ” была реоргани-

зована ЛВС, связавшая все станки и компьютеры группы САПР (рис. 2). Это позволило всем программистам оперативно обращаться к серверу с целью внесения изменений в управляющие программы, при этом станочникам была предоставлена только возможность считывать УП на стойки станков без права их изменения. Такой шаг четко разграничил полномочия обеих сторон и позволил контролировать весь процесс создания и отработки УП.

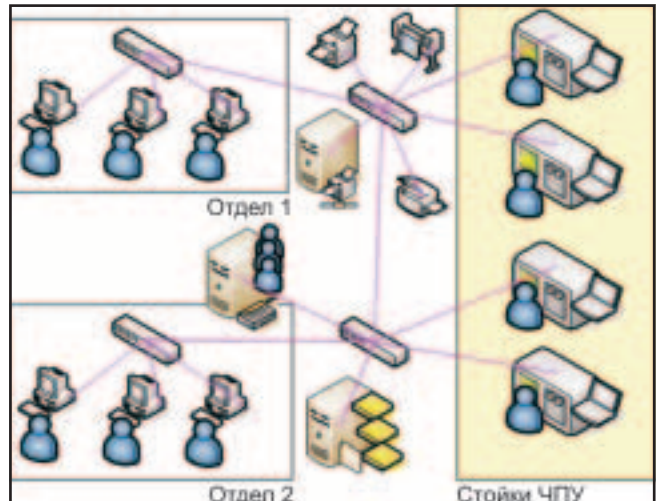


Рис. 2

Немаловажной проблемой, которая была решена при реорганизации ЛВС, было обеспечение достоверности текста УП. Стойки ЧПУ станков дают возможность операторам редактировать текст программы, и мы намеренно не стали блокировать эту функцию, так как редактирование таких параметров, как подача, обороты шпинделя, величина коррекции, необходимы. Но на тот случай, если операторы, увлекшись, отредактируют и сам текст программы, что могло привести к ошибкам и, следовательно, к браку, на сервере хранятся оригиналы программ, а сервер для станочников открыт только на чтение.

Pro/ENGINEER, как и любая САПР высокого уровня, основан на математической модели детали и позволяет программисту в процессе создания УП опираться на эту модель. Это упрощает сам процесс программирования, а встроенные средства проверки УП дают более точные результаты. Таким образом, на первом этапе внедрения ССП удалось:

- сократить время написания УП в среднем на 15 % за счет более широких возможностей Wildfire по сравнению со старыми версиями Pro/ENGINEER;
- систематизировать процесс разработки УП;
- реорганизовать процесс передачи УП на станок, отработки УП и резервного копирования отработанных УП.

Как гласит народная мудрость, не ошибается тот, кто ничего не делает. Так и в процессе разработки УП никто не застрахован от ошибок. Все допущенные просчеты, как правило, выявлялись только на стадии внедрения, то есть непосредственно на станке. Получался “двойной” простой: с одной стороны, программист был вынужден отрываться от текущей работы и в спешном порядке исправлять ошибки, а с другой – простаивал станок в ожидании устранения ошибок. Поэтому поначалу процесс

отработки был затянута. Для решения этой проблемы в конце 2005 года нами был приобретен программный комплекс VERICUT. Учитывая предыдущий успешный опыт сотрудничества, в качестве поставщика и партнера снова была выбрана компания "СОЛБЕР".

Применение VERICUT позволило нам выявлять и устранять до выхода на станок ошибки не только в CLDATA-файле (т.е. в файле выходных данных траектории перемещения режущего инструмента), но и в файле G-кодов, или, другими словами, в формате ISO (файл, получаемый путем обработки CLDATA файла типовыми или специальными постпроцессорами). Такая связка программных продуктов позволила сократить время разработки УП с 15–25 дней до внедрения ССП до 5–10 дней (в редких случаях 15 дней) после внедрения ССП.

Следующим этапом работы группы САПР стала разработка ТП для станков с ЧПУ. В силу специфики предприятия (выпуск средств связи, в том числе и для оборонного комплекса) на нем требования к качеству и надежности более высокие, чем при производстве изделий бытового назначения. Все детали, с одной стороны, должны иметь высокую жесткость и точность исполнения, а с другой – параметры минимизации массы изделия никто не отменял. Поэтому практически все корпусные детали крайне нетехнологичны и насыщены различными выборками, пазами, отверстиями и т.д. Все эти факторы влияли на порядок обработки. ТП становился довольно громоздким, требовал большого количества режущего инструмента, для более досконального объяснения схемы крепления детали оформлялись карты эскизов. Все эти сложности и тонкости привели к тому, что ТП писал только один специалист и к тому же вручную. Естественно, что время написания ТП растягивалось на 15–18 дней.

Для решения этой проблемы после тщательной проработки рынка программного обеспечения для технологической подготовки было принято решение о приобретении программного продукта TechCARD ("Техкард"), разработчиком которого является белорусская компания "Интермех".

Во время эксплуатации демо-версии с помощью специалистов "Интермех" был разработан полный пакет бланков документации, настроена база данных, решена масса организационных вопросов. Благодаря этому после заключения договора и обучения специалистов практически сразу сотрудники группы САПР стали выполнять разработку ТП в электронном виде.

Грамотно организованный алгоритм создания ТП в TechCARD и поставляемые в стандартной комплектации базы данных позволяют очень быстро освоить продукт и приступить к созданию ТП. Предлагаемое готовое решение очень легко адаптируется под особенности конкретного предприятия. Например, на нашем заводе ТП имел нестандартную структуру. Стандартная двухуровневая структура ТП – это "операция – переход", у нас структура ТП трехуровневая – "операция – управляющая программа – переход" (рис. 3). TechCARD очень легко решил эту проблему с помощью вариантов операций.

Процесс создания ТП начинается с создания модели в Pro/ENGINEER. Это дает возможность еще в

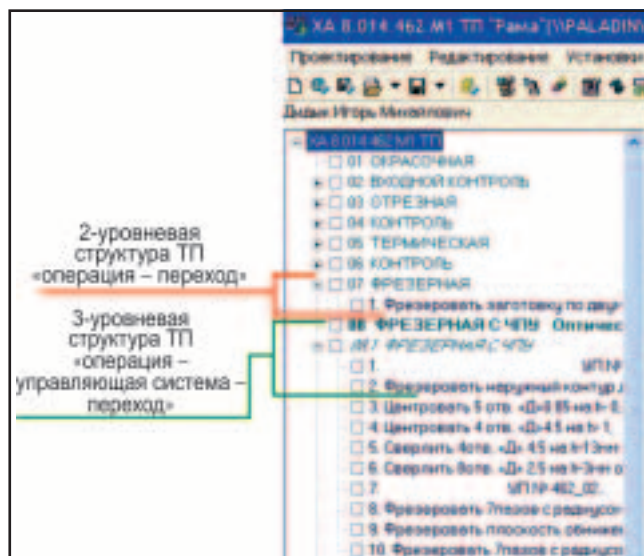


Рис. 3

процессе создания модели решить все конструктивные недочеты и более наглядно подходить к порядку операций обработки детали. На основе модели детали не составляет большого труда создать чертеж нужных для эскиза проекций, передать их в TechCARD и в редакторе эскизов "отсечь" все лишнее.

Таким образом, спустя полгода время написания ТП сократилось до 6–8 дней, а редактирование ТП, даже самое радикальное, занимает максимум 3–4 часа.

Еще одним положительным моментом внедрения системы сквозного проектирования является упорядочивание последовательности действий как программиста, так и оператора станка. Все нормативные документы по регламенту работы оборудования с ЧПУ давно устарели, и поэтому внедрение ССП подразумевает создание новых схем работы и передачи ТП и УП, организацию архива хранения УП, упорядочивание редактирования и резервного копирования.

Внедрение ССП – это серьезные материальные затраты для предприятия, от которых естественно ожидать конкретной экономической отдачи. По прошествии более двух лет можно с уверенностью сказать, что такая отдача налицо. Основной экономической эффект получен на этапе подготовки производства за счет:

- 1) создания системы подготовки производства с учетом особенностей ТП;
- 2) сокращения сроков разработки оснастки, ТП на деталь и оснастку, УП за счет использования трехмерной математической модели;
- 3) внедрения ССП на основе САПР высокого уровня, позволяющей осваивать новые изделия любой сложности без изменений в структуре подготовки производства.

Именно минимизация времени подготовки производства приводит к сокращению времени выпуска изделия на рынок. А при нынешней конкуренции на рынке приборостроения этот факт может стать решающим при заключении выгодных контрактов.

**И. М. Дидык, начальник группы САПР ОГТ,
ОАО "Завод "Компонент"**