

Опыт внедрения PLM-системы на промышленном предприятии

Часть III

(Окончание. Начало в ## 4, 5/2005)

Воскресенская Е.А., Воскресенский И.Д., Степанов А.В. (Инженерный консалтинг), Рева В.Н. (Завод им.В.А. Дегтярева)

Система *Techwind*

В предыдущем выпуске журнала мы подробно рассмотрели две стадии КТПП – эскизное моделирование и совмещенное техническое и рабочее проектирование. Прежде чем перейти к третьей стадии – технологической подготовке производства – мы более подробно расскажем об опыте *кастомизации* системы *Windchill*.

“Этап технологической подготовки производства является одним из ключевых этапов стратегии управления жизненным циклом изделия (ЖЦИ), так как он определяет зависимость конструкции изделия от производственных возможностей и ограничений”, – утверждает Эд Миллер, президент компании *CIMdata*.

Для реализации этапа технологической подготовки производства потребовалось разработать соответствующий инструментарий – систему автоматизации технологической подготовки производства (ТПП) – для создания комплекта технологической документации, минимально достаточного для изготовления изделия. К системе предъявлялись следующие требования:

- обеспечение работы в едином информационном пространстве (ЕИП) всех специалистов, задействованных в процессе ТПП;
- обеспечение информационного обмена с унаследованными системами ТПП;
- обеспечение информационного обмена с системами планирования и управления производством (MES, ERP);
- открытость для модернизации и дополнения новыми решениями в целях дальнейшего развития.

Для создания системы ТПП необходимо было разработать информационную модель, минимально достаточную и максимально гибкую для того, чтобы обеспечить хранение всей технологической информации об изделии, как созданной в самой системе, так и полученной из унаследованной системы ТПП предприятия, с возможностью передачи необходимых данных в систему MES или ERP (рис. 14).

Для решения задач ТПП на ОАО “Завод им. В.А. Дегтярева” была предложена система управления технологическими данными *Techwind*, разработанная специалистами ООО “Инженерный консалтинг” в соответствии с вышеуказанными требованиями.

Одним из основных принципов реализации этой системы было применение максимального количества унифицированных, типовых и стандартных решений.

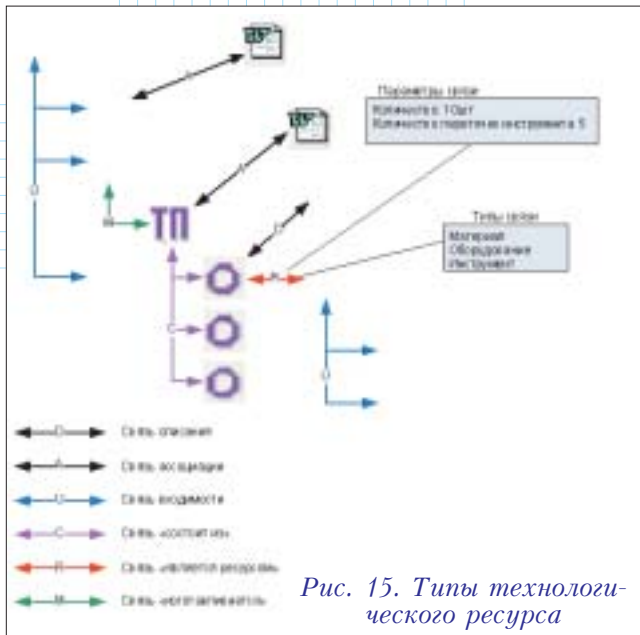


Рис. 14. Информационные объекты *Techwind*

Такой подход позволяет уменьшить затраты на разработку и повысить надежность ПО. Поэтому при создании системы *Techwind* собственные разработки программных средств, служащих для автоматизации задач проектирования и управления, были сведены до минимума. В основном использовалась и дорабатывалась сама PLM-система *Windchill*, которая, с одной стороны, отвечает необходимым функциональным требованиям, а с другой – уже показала свою надежность.

Конечно, решать задачи ТПП можно и с помощью одной из множества готовых локальных САПР ТП, представленных на российском рынке (ТехноКад, ТехноПро, КОМПАС-Автопроект и пр.). Однако основное ограничение здесь состоит в том, что большинство из них (за исключением, может быть, модуля *T-FLEX Технология*) не интегрировано в единое информационное пространство ТПП предприятия. Вследствие этого, использование локальных систем при комплексной автоматизации крайне затруднено. Решение проблемы, на наш взгляд, в том, что система ТПП должна быть одним из модулей PLM-системы – это обеспечит интеграцию результатов технологического проектирования в ЕИП. Таким образом, идея заключалась в максимальном использовании наиболее важных функциональных возможностей *Windchill*:

- управление версиями и итерациями объектов;
- управление жизненным циклом объектов;
- управление классификацией;
- управление конфигурациями для возможности конфигурирования техпроцесса;
- использование функций *workflow* для автоматизации документооборота, процессов согласования и утверждения данных, представленных в структурированном виде.



- инструментарий модуля проектного управления;
- поиск и повторное использование имеющихся данных;
- совместная работа над изделием (функции *checkin/checkout*);
- управление изменениями.

На рис. 15 показаны основные объекты и отношения между ними, используемые для представления технологических данных. Так, для описания структуры техпроцесса были разработаны объекты “Техпроцесс”, “Техоперация” и “Техпереход”, связанные между собой отношением “Состоит из”. С изделием техпроцесс был связан отношением “Изготавливается”.

С объектами “Техпроцесс”, “Техоперация” и “Техпереход” могут быть связаны ресурсными отношениями (через объект “Технологический ресурс”) другие изделия: оснастка, инструмент, материал. Интересно заметить, что оснастка, являющаяся одним из ресурсов для выполнения технологического процесса, рассматривается и описывается как изделие (в системе *Windchill* – это объект *Part*, т.е. “Часть”). Оснастка может иметь свою

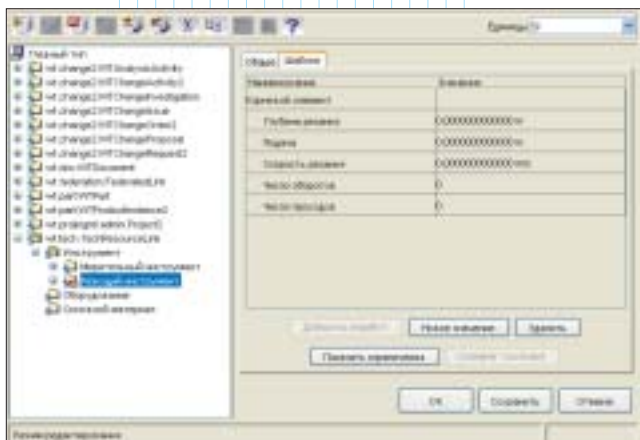


Рис. 16. Набор атрибутов

технологии изготовления, с которой, в свою очередь, может быть связана оснастка второго уровня и т.д.

Для того чтобы разделять изделия, играющие роль оснастки, оборудования и пр., объект “Технологический ресурс” может иметь производные типы. Эта возможность реализована с помощью стандартного механизма системы *Windchill* – так называемых “мягких” типов (*soft types*), с помощью которых можно создавать производные типы объектов без дополнительного кодирования на языке Java. Каждый тип может содержать особый, характерный только для него, набор атрибутов (рис. 16). При создании производного типа атрибуты копируются, после чего можно отредактировать их значения.

С объектами “Техпроцесс”, “Техоперация” и “Техпереход” отношениями ассоциации могут быть связаны объекты “Документ” и “CAD-документ” (специальный тип документа, предназначенный для хранения CAD-данных). В свою очередь, с объектом “Техоперация” может быть связан узел классификации. При этом каждый такой узел также может содержать набор атрибутов, который копируется в объект при выполнении классификации, аналогично тому, как это реализовано в случае *soft types*. Пример представления данных об изделии, техпроцессах, ресурсах и документах в *PLM*-системе *Windchill* показан на рис. 17.

Спроектированная таким образом информационная модель системы получилась достаточно универсальной для решения различных производственных задач.

В ходе выполнения контрольного примера большое внимание уделялось отработке процедур создания и сопровождения средств технологического оснащения в СУИД, что обеспечивает возможность ввода информации по оборудованию, оснастке, инструменту и пр. Данная информация также необходима корпоративной системе управления на основе *ERP*-системы *BAAN*, внедряемой на предприятии. Для хранения информационных баз оборудования, материалов и средств технологического оснащения

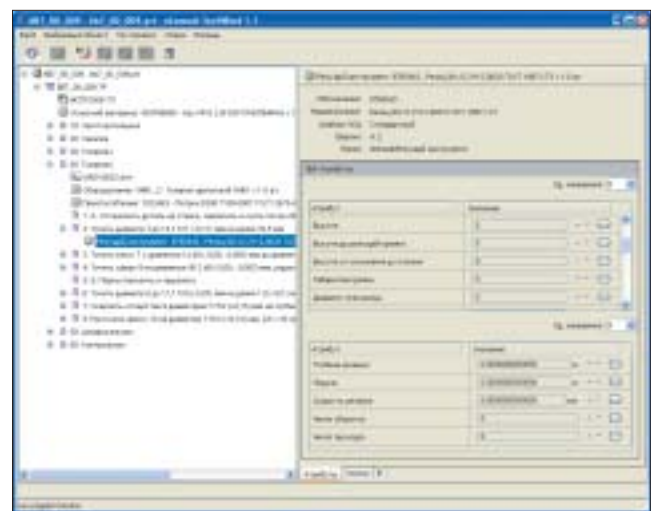


Рис. 17. Пример представления техпроцесса



Рис. 18. Библиотеки в системе Windchill

(СТО) в системе Windchill были созданы соответствующие библиотеки (рис. 18).

Для описания оборудования, СТО, материалов и их технологических возможностей был применен объект Part с дополнительными атрибутами. В системе Windchill есть возможность описывать объекты с помощью дополнительных атрибутов, называемых еще **IBA**-атрибутами (*Instance Based Attribute*). Перечень используемых атрибутов определяется на этапе бизнес-администрирования системы. Каждый такой атрибут может иметь тип и значение. Существует специальный тип для работы с единицами измерений. Для работы с заранее определенным набором атрибутов оборудования, СТО и материалов применялся классификатор (рис. 19), позволяющий также выполнять поиск ресурсов по атрибутам (типичный запрос представлен на рис. 20).

Существует возможность ограничить поиск только объектами, находящимися в определенных узлах классификации для конкретных типов операций. Например, можно указать, что операция, принадлежащая узлу классификации “Токарная”, может быть выполнена только на оборудовании, относящемся к узлу классификации “Токарное оборудование” или “Универсальные обрабатывающие

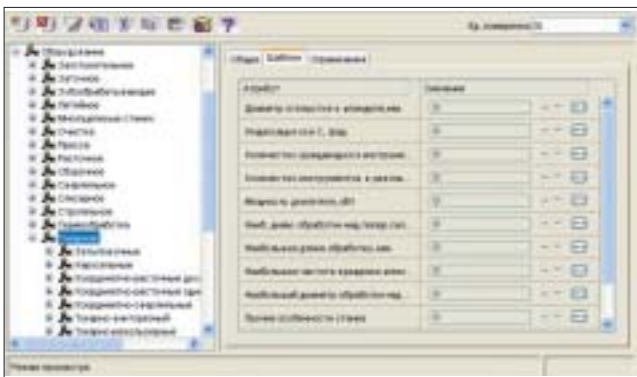


Рис. 19. Пример классификации оборудования

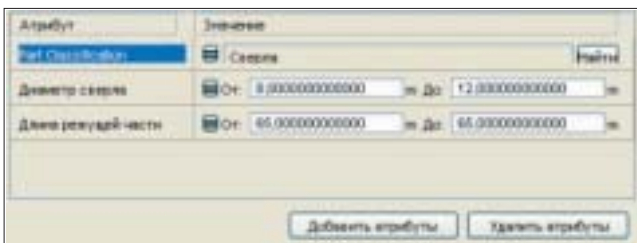


Рис. 20. Пример поиска по атрибутам

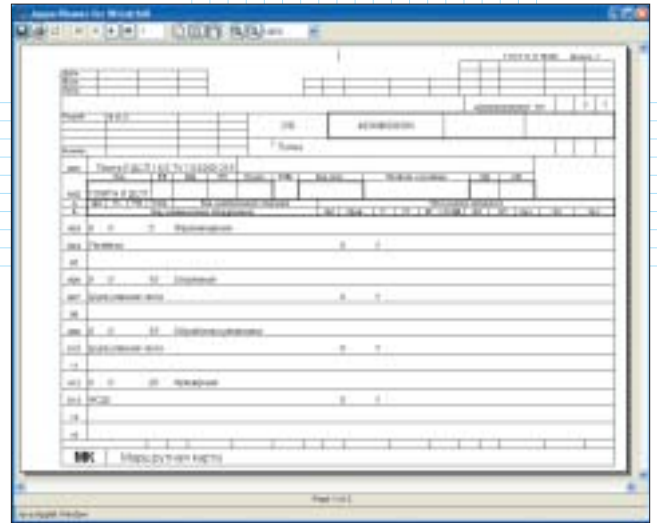


Рис. 21. Пример отчета

центры”. Таким образом, в системе могут быть настроены ассоциативные связи. Эта возможность была реализована с помощью небольшой доработки стандартного механизма системы Windchill – “Навигационные структуры”.

Для получения отчетной документации в соответствии с ЕСТД (маршрутные карты, операционные карты и пр.) в системе Techwind применяется свободно распространяемый генератор отчетов **JasperReports** (рис. 21). Это удобное и универсальное средство, которое может быть использовано для формирования не только технологической, но и некоторой конструкторской документации – например, групповых спецификаций. Получаемые отчеты можно сохранить в одном из следующих форматов: **XLS, PDF, XML, HTML**.

В результате работы по ТПП, в системе Windchill формируется **полный набор достоверной и актуальной** конструкторско-технологической информации, готовой для передачи в систему управления предприятием (ERP). Эта информация включает в себя состав изделия, структуру техпроцесса и используемые ресурсы (оборудование, материал, оснастка и пр.). Понятно, что если эта информация будет недостоверной, то ERP будет генерировать неправильные данные.

Самое важное здесь то, что система Techwind является частью ЕИП, в полной мере обеспечивая **принцип сквозной КТПП**. К примеру, операционные эскизы, созданные в Pro/ENGINEER и вставленные в технологическую документацию, сохраняют ассоциативные связи с электронной моделью изделия, поэтому все изменения исходной CAD-модели после регенерации будут безошибочно отражены в комплекте ТД. Это же относится ко всем данным, связанным параметрами. С помощью Techwind искусственный технолог сможет (в зависимости от размаха фантазии) максимально автоматизировать рабочий процесс. Например, он может связать геометрические параметры изделия с технологическими – например, ширину канавки с типом резца. Тогда при изменении размера канавки в модели изделия

будут не только автоматически изменены конструкторские данные (КД) и операционный эскиз, но и выполнена соответствующая замена режущего инструмента в техпроцессе, в спецификации на инструмент и далее – в файле УП для механообработки.

Технологическая подготовка производства

На данном этапе использовалось следующее программное обеспечение – *Windchill ProjectLink*, *Windchill PDMLink*, *Microsoft Project*, *Microsoft Office* и система *Techwind*.

Целью этапа являлась разработка комплекта технологической документации, достаточного для изготовления изделия.

Основное внимание было уделено технике создания технологических процессов и отработке процедур создания и сопровождения средств технологического оснащения в СУИД, обеспечивающих возможность ввода информации об оборудовании, оснастке и инструменте.

Укрупненный перечень работ данного этапа выглядит так:

1. Анализ конструкторской документации.
2. Формирование технологического представления структуры изделия.
3. Определение норм расхода основных материалов.
4. Разработка маршрутных техпроцессов (рис. 22).

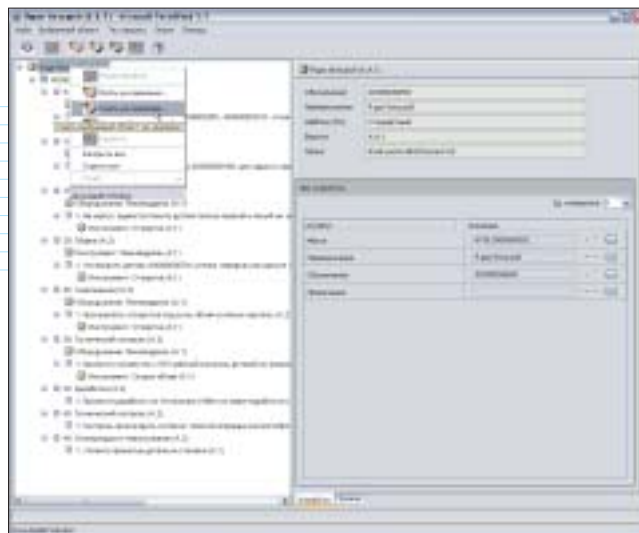


Рис. 22. Разработка маршрутных техпроцессов

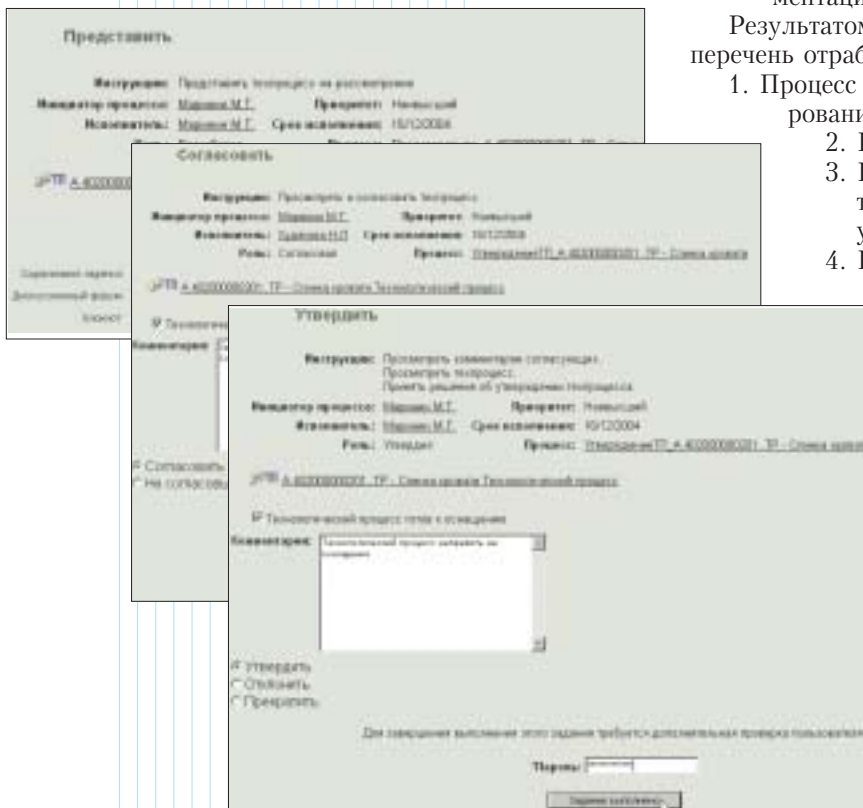


Рис. 23. Согласование и утверждение комплекта технологической документации

5. Разработка операционных техпроцессов (в соответствии с потребностями).
 6. Оснащение техпроцессов.
 7. Формирование норм расходов вспомогательных материалов.
 8. Расчет и нормирование трудоемкости изготовления.
 9. Согласование и утверждение комплекта технологической документации (рис. 23).
 10. Передача комплекта технологической документации по извещению в производство.
- Результатом выполнения этапа стал следующий перечень отработанных процессов и процедур:

1. Процесс нисходящего планирования и проектирования.
2. Процесс проектного управления.
3. Процесс обеспечения организационно-технического взаимодействия между участниками проекта.
4. Процесс поиска и повторного использования информации.
5. Процедура создания и модификации структуры технологической документации средствами АСПП.
6. Процедура передачи комплекта технологической документации через извещение об изменении.
7. Процедура согласования и утверждения отчетных документов.
8. Процедура неформального и формального взаимодействия участников проекта при выполнении работ.

Для каждого из этапов выполнения контрольного примера были разработаны модели бизнес-процессов в нотации ARIS и подробные сценарии выполнения работ.

Табл. 1. Результаты приемки проекта

Подразделения	Оценка СУИД		Количество замечаний			Предложения
	Положит.	Отрицат.	Всего	Существ.	Несуществ.	
ОГТ	+		4	2	2	Техническая поддержка
ОГТмет	+		–			Техническая поддержка
ЦСР	+		–			Техническая поддержка
КТОПП	+					
ООТиЗ	+					
Альфа интеграто	+					Интеграция с ВАА ERP
ТО пр-ва №21	+		5		5	Техническая поддержка
ИП	+		–			Техническая поддержка
ПКЦ	+		–			Техническая поддержка Опытная эксплуатация
УИТ	+		–			Организационно-техническая поддержка

По завершении отработки контрольного примера конструкторско-технологической подготовки производства в СУИД были проведены приемо-сдаточные работы основным подразделениям и руководству заводу. В итоге были получены отзывы с оценкой СУИД и предложениями по её развитию (табл. 1).

В результате проведенных работ были сделаны следующие выводы:

- предлагаемое решение удовлетворяет требованиям и ожиданиям заказчика;
- эффективность предлагаемых подходов и методик управления инженерными данными на этапе ТПП подтверждена на реальном примере;
- отработанный сценарий продемонстрировал преимущества применения методологии проектного управления и использованных решений по его автоматизации применительно к проектам технической подготовки производства с учетом специфики ОАО “Завод им В.А. Дегтярева”;
- проведенные мероприятия по демонстрации результатов проекта техническим специалистам конструкторско-технологических служб завода выявили их высокую заинтересованность и готовность принять активное участие в развертывании и совершенствовании системы;
- СУИД обеспечивает переход организационно-технического взаимодействия на более высокий качественный уровень;
- функциональность *PLM*-системы *Windchill* и наработанные методики существенно сокращают время доступа к информации всем службам завода, что повышает общую эффективность работы через повышение эффективности работы каждого сотрудника.
- выбранное направление и состав используемых программных компонентов являются верными.

Заметим, что проектной группе приходилось решать самые разные проблемы, связанные, например,

с недостаточным уровнем внимания руководства завода к проекту, а также преодолевать препятствия, вызванные нехваткой материально-технических ресурсов. Однако заинтересованность технических специалистов и их стремление добиться результата позволили выполнить проект действительно успешно. На момент опубликования данной статьи, на ОАО “Завод им В.А. Дегтярева” переданы под управление *PLM*-системы *Windchill* несколько изделий основной номенклатуры, то есть, осуществляется планомерное развертывание системы и начинается её промышленное использование.

Заключение

Описанная в данной статье методология выполнения работ служит достижению следующей цели – созданию на предприятии единой информационной среды (системы), обеспечивающей тесную интеграцию всех данных о ЖЦИ.

Особо отметим выполненную работу по кастомизации *PLM*-системы *Windchill* с разработкой системы ТПП *Techwind* – универсального инструмента, используемого для создания, хранения технологических данных и управления ими с сохранением ассоциативных связей в общем информационном пространстве, с обеспечением условий для использования технологических данных, созданных в локальных системах ТПП.

Совместная плодотворная работа внешних консультантов (ООО “Инженерный консалтинг”) с сотрудниками предприятия позволила сформировать команду, способную развернуть и сопровождать информационную систему на ОАО “Завод им. В.А. Дегтярева”. Накопленный в процессе проб и ошибок методологический, технический и организационный опыт позволит в более сжатые сроки развернуть информационную систему на любом другом предприятии машиностроения. 