

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ решения для технологической подготовки производства

Евгений Сinyaков, Алексей Коптев

Требования к современному производству постоянно меняются, растет доля используемого высокопроизводительного оборудования, оптимизируются процессы управления производством, учета трудовых и материальных ресурсов, повышаются требования к технологической проработке изготовления изделия. Техпроцесс теперь необходим не только как инструкция для исполнителя, но и всё больше как поставщик данных для учетных систем. Эти требования находят отражение в новом функционале системы автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ.

Автоматизация производственных процессов, процессов контроля, создания и учета документации и просто повышение удобства работы технолога — вот основные особенности новой версии популярной САПР ТП.

Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ

Как было замечено, термины «обрабатывающий центр», «ЧПУ», «САМ-система» прочно вошли в жизнь производителей. Сейчас сложно найти такое предприятие, где бы не применялись современные технологии высокопроизводительной обработки. Отдавая этому должное, мы создали инструменты для проектирования операций с ЧПУ, взаимодействия САПР ТП с САМ-системой и работы с инструментом. Рассмотрим подробнее каждую новинку.

Если условно считать, что САПР ТП и САМ-системы имеют конечной целью описание последовательности действий, необходимых для изготовления изделия, то можно сказать, что они выполняют одну и ту же функцию. Хотя детализация этих описаний отличается, они в обоих случаях должны

быть учтены системой управления производством. В данном свете САПР техпроцессов находятся в выигрышном положении, поскольку имеют интеграцию с системами верхнего уровня. При выборе САМ-системы данной проблеме зачастую не уделяют должного внимания на предприятии. Кроме того, слабым местом САМ-систем является недостаточное развитие библиотек инструмента: они обеспечивают работу самой САМ-системы, но в качестве единого корпоративного справочника оснастки выступать не могут. Именно поэтому в ВЕРТИКАЛЬ была реализована концепция интеграции с САМ-системами. Взаимодействие данных систем состоит из следующих частей:

- передача заявки на разработку управляющей программы (УП);
- передача операции на разработку другому исполнителю;
- использование САМ-системой Универсального технологического

справочника для хранения оснастки, в том числе сборного инструмента;

- передача разработанной операции из САМ-системы в ВЕРТИКАЛЬ;
- передача штатными механизмами интеграции описания операции (трудовые и материальные ресурсы) из ВЕРТИКАЛЬ в PDM-систему.

Последовательность разработки технологического процесса с использованием оборудования ЧПУ будет выглядеть следующим образом. Когда технолог определяет, что в технологическом процессе необходима операция, выполняемая на оборудовании с ЧПУ, он создает эту операцию и при необходимости описывает ее: указывает оборудование, оснастку, разрабатывает эскизы и тексты переходов, рассчитывает режимы резания. Данное описание в последующем носит для технолога-программиста рекомендательный характер, и сте-

Евгений Сinyaков

Продакт-менеджер по технологической подготовке производства АСКОН.

Алексей Коптев

Ведущий аналитик АСКОН.

пень его детализации зависит от организации подготовки производства предприятия. На следующем шаге технолог передает операцию технологу-программисту или руководителю соответствующего бюро, при необходимости может также создать заявку на разработку УП. В результате технолог-программист получает сообщение, в котором содержится ссылка на переданную операцию. Сам технологический процесс при этом может находиться в системе управления инженерными данными ЛОЦМАН:PLM, электронном архиве ВЕРТИКАЛЬ или на диске файл-сервера. При нажатии на ссылку в сообщении технолога-программист открывает техпроцесс в ВЕРТИКАЛЬ

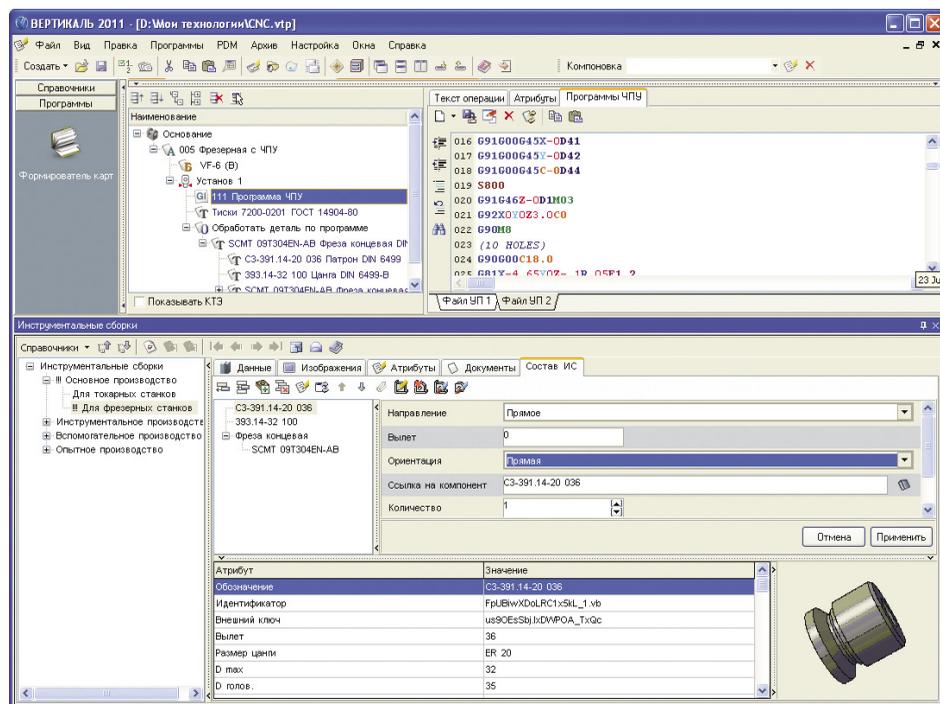


Рис. 1. Проектирование операций для станков с ЧПУ

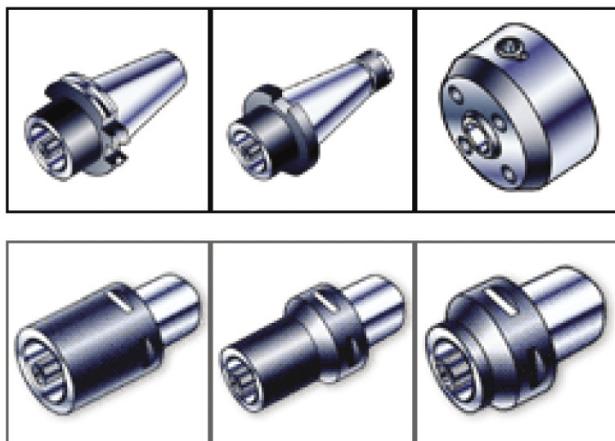


Рис. 2. Базовые держатели Coromant Capto (вверху) и адаптеры (внизу)

и знакомится с содержанием операции. На следующем этапе технолог-программист запускает САМ-систему и работает с ней в обычном режиме с одним лишь отличием: при выборе оснастки он пользуется не встроенной в САМ-систему библиотекой инструментов, а Универсальным технологическим справочником. После этого проект САМ-системы экспортируется в XML-файл, который, в свою очередь, импортируется в технологический процесс, открытый в ВЕРТИКАЛЬ. Поскольку при разработке управляющей программы был использован Универсальный технологический справочник, то добавленная из него оснастка легко распознается в ВЕРТИКАЛЬ. Кроме оснастки в ТП могут передаваться тексты переходов и машинное время обработки. В заключение технолог-программист оформляет эскиз, необходимый для наладки станка. Эскиз может быть создан с использованием функционала САД-системы или с помощью снимка рабочего пространства САМ-системы (о данной опции см. в разделе «Эскизы» данной статьи). На этом работа технолога-программиста в ВЕРТИКАЛЬ заканчивается. Сохранение проекта САМ-системы и постпроцессированной управляющей программы осуществляется в PDM-системе или на файл-сервере. Впрочем, программу в G-кодах можно подключить и к технологическому процессу, если есть необходимость в ее ручном редактировании или выводе ее текста в карту кодирования информации (ККИ). Для редактирования применяется вкладка *Программы ЧПУ*

(рис. 1), а в карту ККИ ее текст выводится стандартным механизмом формователя карт. По окончании работы технолог-программист возвращает операцию обратно технологу. Тот, в свою очередь, производит ее контроль, при необходимости нормирует или передает нормировщику. На этапе нормирования машинное время дополняется вспомогательным и подготовительно-заключительным временем, что окончательно формирует норму времени на операцию.

Интеграция такого уровня сделана для САМ-модуля системы Prgo/ENGINEER, однако архитектура интеграции позволяет легко расширять ее для САМ-систем других вендоров. Организация такого взаимодействия САД-, САМ-, PDM- и САРР-систем позволяет достичь синергетического эффекта за счет сокращения времени сквозного проектирования и повышения качества разработки технологических процессов для оборудования с ЧПУ.

Инструментальные сборки

Фактически технологическая оснастка для станков с программным управлением подразумевает не столько сам инструмент, сколько целую сборку, состоящую из режущего инструмента (фрезы или сверла), вспомогательного приспособления для его крепления (патрона, оправки или адаптера) и базового держателя (например, Coromant Capto — рис. 2).

Вся эта конструкция хранится в магазине инструментов станка под определенным номером.

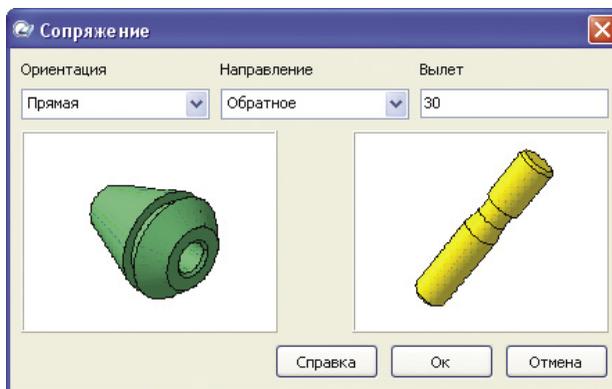


Рис. 3. Задание сопряжений между компонентами

В Универсальном технологическом справочнике создать подобную модель не составляет особого труда, для этого имеется специализированный справочник «Инструментальные сборки». Он решает две задачи: хранение состава сборки для последующего учета и генерация 3D-модели для верификации ЧПУ-программы. Для решения первой задачи необходимо лишь зарегистрировать инструментальную сборку и определить ее состав. В результате инструментальная сборка будет доступна для использования как в САПР ТП, так и в САМ-системе и будет учтена в системе класса ERP. Для успешного решения второй задачи дополнительно необходимо добавить предварительно созданные 3D-модели компонентов и описать сопряжение между ними (рис. 3).

Рассмотрим пример создания инструментальной сборки, состоящей из цангового патрона, цанги и

фрезы. Для этого в справочнике «Инструментальные сборки» необходимо создать новую запись для инструментальной сборки, задать обозначение, комментарий, подключить растровое изображение. На вкладке *Состав инструментальной сборки* создаем три записи, которые будут описывать последовательность сборки: *Патрон — Цанга — Фреза*. Для каждой записи из справочника выбирается нужная оснастка: патрон, цанга и фреза (см. рис. 1). Также для каждого компонента выбираем его сопряжение относительно предыдущего компонента. Теперь, нажав кнопку *Создать новую сборку*, мы автоматически получаем 3D-модель инструментальной сборки. Отметим, что нет необходимости строить 3D-модель для каждого типоразмера фрезы каждого ГОСТа. Достаточно построить общую параметризованную модель для всех концевых фрез. По такому алгоритму строятся осевые инструменталь-

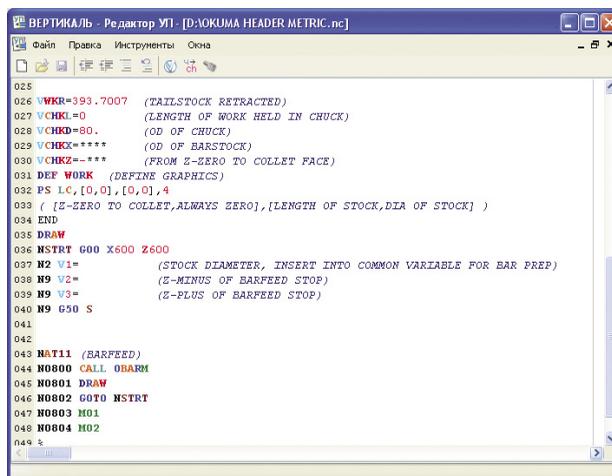


Рис. 4. Редактор управляющих программ

ные сборки. Важно отметить, что взаимное расположение компонентов может быть отредактировано в ручном режиме уже после формирования 3D-сборки. Более сложно формализуемые сборки, например борштанга с расточными резцами, строятся вручную в КОМПАС-3D и подключаются к инструментальной сборке.

Получив таким образом 3D-модель инструментальной сборки, мы можем передать ее в САМ-систему и использовать для верификации процесса обработки.

Выше было сказано, что при регистрации инструментальной сборки необходимо подключить растровый слайд для визуального поиска в справочнике. Но если у данной сборки подключена 3D-модель, созданная автоматически или вручную, то мы можем одним нажатием кнопки сохранить растровый слайд из имеющейся 3D-модели. Данная функция актуальна как для самой инструментальной сборки, так и для ее составных частей.

Редактор управляющих программ

Как уже упоминалось, в системе ВЕРТИКАЛЬ есть возможность просмотра и редактирования управляющей программы на специализированной вкладке. Также это можно сделать в отдельном окне с помощью Редактора управляющих программ (рис. 4).

Помимо стандартных для таких редакторов опций цветовой подсветки синтаксиса G- и M-кодов, координат, кадров и других операндов, доступны функции транслитерации текста, вставки инструмента из Универсального технологического справочника в код программы строкой «M06 T...», а также передачи данных в ВЕРТИКАЛЬ.

Добавленный инструмент со всеми параметрами можно в любой момент увидеть в *Таблице инструментов*. Каждая позиция инструмента связана со справочником.

Обладая таким расширенным специализированным функционалом, Редактор управляющих программ может оказаться полезным при создании простых управляющих программ и при небольшой коррекции уже созданных.

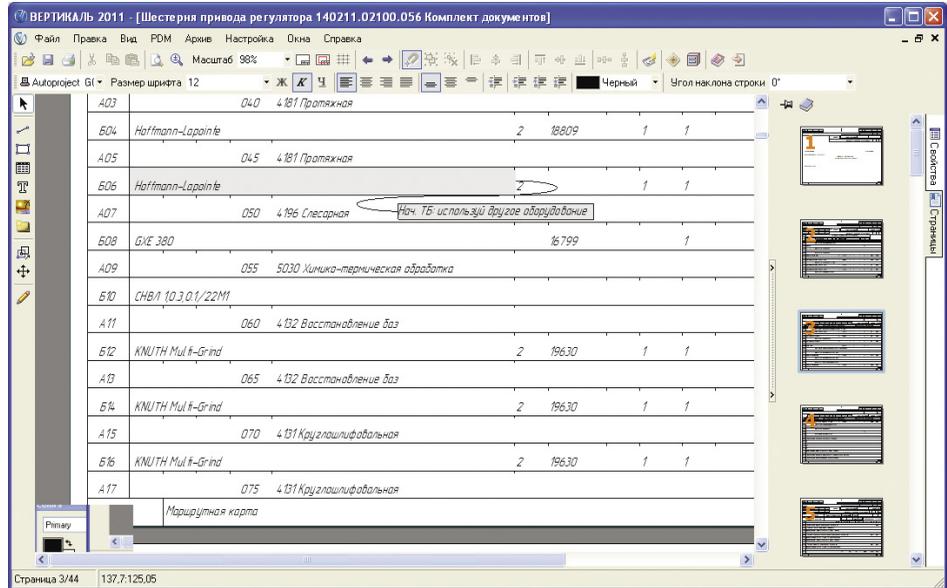


Рис. 5. Аннотирование комплекта карт

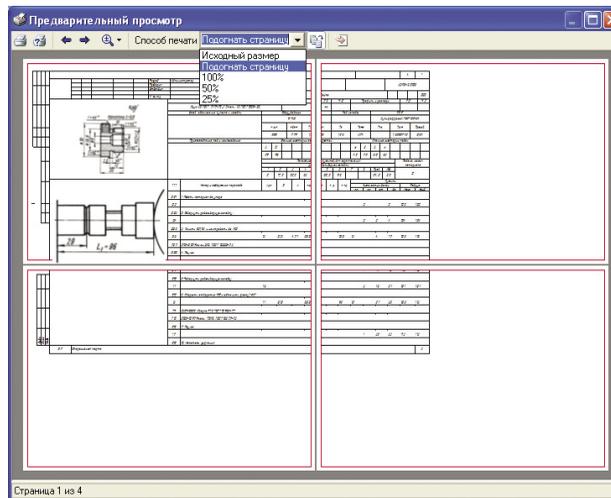


Рис. 6. Размещение карты формата А3 на страницах формата А4

Технологическая документация

Новая версия подпрограммы ВЕРТИКАЛЬ-Отчеты позволяет производить аннотирование сформированных технологических карт. Аннотации могут делаться в виде *Заметок* к каждому листу и *Примечаний* к каждой ячейке (в последнем случае они имеют вид выносок — рис. 5). Аннотации сохраняются в файл заметок (*.app). При работе в комплексе решений АСКОН аннотирование также может производиться на вкладке *Вторичное представление* системы ЛОЦМАН:PLM. Быстрому позиционированию на страницах при просмотре карт способствует

ет *Панель навигации*, как в Adobe Reader.

Улучшена работа ВЕРТИКАЛЬ-Отчеты с печатью карт большого формата. Например, карта формата А3 может быть размещена на нескольких листах формата А4 за счет уменьшения масштаба.

В связи с развитием функционала системы по работе с операциями с ЧПУ также были настроены карты: ККИ и КН (карты наладки) по ГОСТ 3.1404-86. В КН выводятся инструменты, а в ККИ — код управляющей программы.

Обозначение документации

Говоря о документации, нельзя не упомянуть о важной доработке, за-

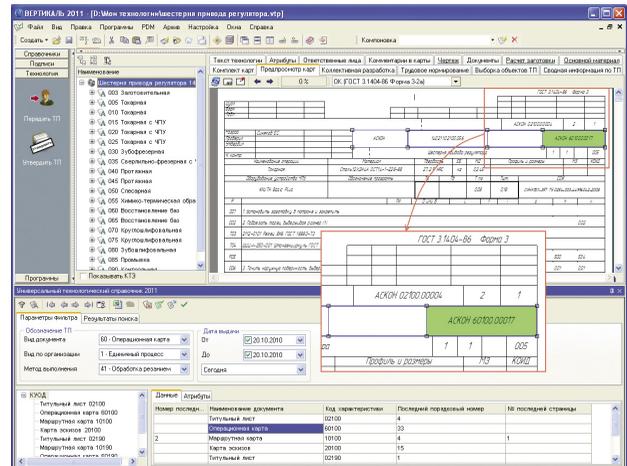


Рис. 7. Заполнение поля *Обозначения документа* в ВЕРТИКАЛЬ

ключающей в автоматизированном заполнении поля *Обозначение документа* основной надписи карты (по ГОСТ 3.1103-82) — рис. 7.

Во время утверждения технологического процесса система автоматически создает обозначения всех технологических видов технологических карт, формируемых для данного ТП. Обозначения присваиваются согласно алгоритму, регламентированному ГОСТ 3.1201-85. Формируемые обозначения попадают в технологические карты и в Карточку учета обозначений технологической документации (КУОД), которую можно просмотреть и вывести на печать в специализированном справочнике КУОД, расположенном в Универсальном технологическом справочнике.

Модуль расчета операционного размера

Технологи уже привыкли при создании текста техпроцесса пользоваться вставкой размера как параметра технологического перехода. Использование технологических параметров в тексте переходов снижает вероятность ошибки и позволяет устанавливать связь с геометрическими параметрами на операционных эскизах. В предыдущей версии ВЕРТИКАЛЬ технологический (промежуточный) параметр можно было получить только для допуска формы и расположения по связанному линейному размеру согласно алгоритму, изложенному в ГОСТ 24643-81.

В ВЕРТИКАЛЬ 2011 реализован расчет значения промежуточного параметра типа *Размер*. Суть его заключается в определении размера поверхности на текущей операции по значению размера этой же поверхности на последующей операции (рис. 8). Указав системе этот последующий размер, технолог выбирает из таблиц рекомендованных для данных условий обработки припуск. Имея последующий размер и значение припуска, модуль рассчитывает необходимый технологический размер. Значения припусков занесены в ВЕРТИКАЛЬ из эмпирических таблиц справочной литературы технолога и актуальны для большинства случаев. Модуль открыт для занесения собственных данных по рекомендуемым припускам. Для более ответственных деталей или для деталей, выпускаемых в условиях массового производства, рекомендуется проводить полноценный размерный анализ.

КОМПАС-3D: обратная связь

Говоря о параметрах текстового перехода, нельзя не упомянуть об одной новой существенной особенности. С самого начала своего развития ВЕРТИКАЛЬ может импортировать размеры из КОМПАС-3D. От версии к версии возможности импорта пополнялись другими параметрами текста перехода. А в версии 2011 интеграция с КОМПАС-3D стала двусторонней! Теперь можно импортировать такие технологические параметры, как размеры, включая

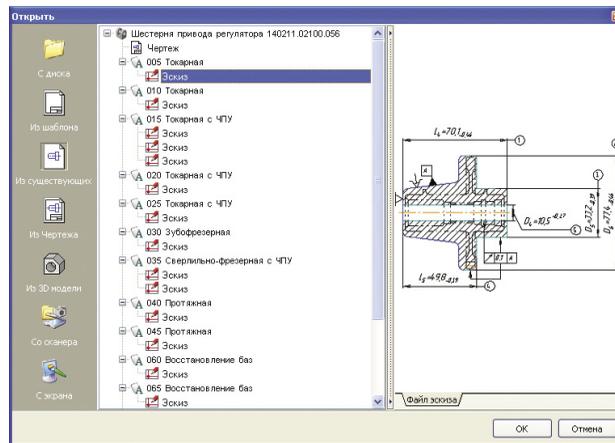


Рис. 9. Опции добавления эскиза

параметризованные с 3D-модели, обозначения шероховатости, допуски формы и расположения, и другие — из техпроцесса в графический документ КОМПАС-3D и обратно.

Эскизы

ВЕРТИКАЛЬ в качестве эскизов может использовать документы КОМПАС, OLE-объекты и графические файлы, причем одновременно. А переключение режима с КОМПАС на OLE высвобождает лицензию КОМПАС-График — таким

образом, графический редактор используется только тогда, когда это необходимо.

Обновились и способы создания эскизов: из чертежа, другого эскиза, 3D-модели, на основе шаблона, со сканера и с экрана (рис. 9). Последний способ особенно актуален для UNIX CAD-систем, не поддерживающих OLE-технологии, и для САМ-систем, когда создание эскиза трудоемко, а поясняющее графическое изображение необходимо для карт наладки.

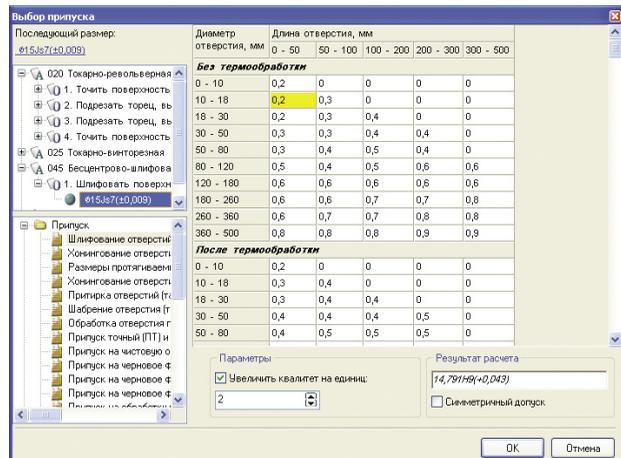


Рис. 8. Расчет операционного размера

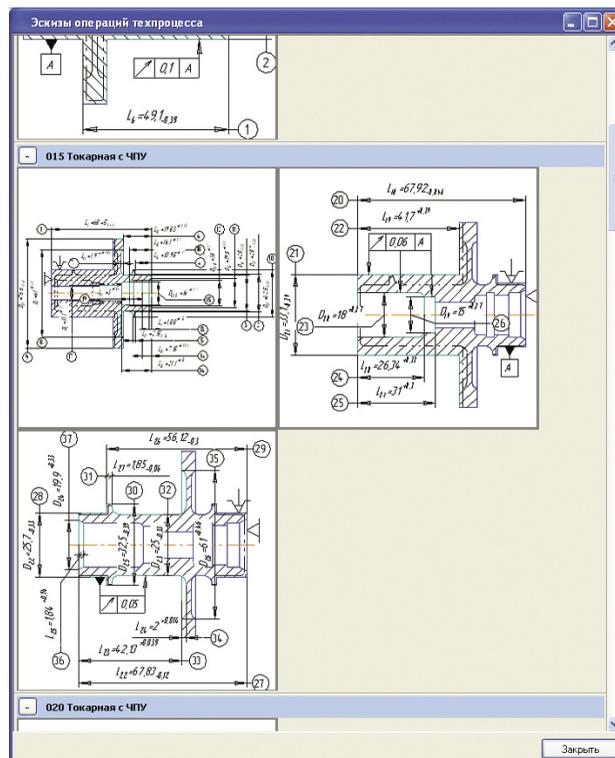


Рис. 10. Навигация по эскизам техпроцесса

Кроме того, появилась возможность просмотра в отдельном окне эскизов со всех операций техпроцесса. Опция называется *Навигация по эскизам* и запускается из *Панели вызова справочников и программ* (рис. 10).

Система расчета режимов резания

Система расчета режимов резания предназначена для расчета режимов обработки, основного (машинного) и вспомогательного времени на основной переход.

В этой версии система претерпела ряд изменений. Самое главное усовершенствование заключается в изменении идеологии работы системы при недостаточных входных данных: она предлагает пользователю выбрать наиболее близкие значения из таблицы.

Второе изменение касается даже не самой системы, а порядка ее лицензирования. Теперь Система расчета режимов включена в состав ВЕРТИКАЛЬ.

Среди прикладных наработок можно отметить появление новых блоков расчетов по шлифованию:

- плоское шлифование периферией (торцом) круга на станках с круглым (прямоугольным) столом;
- круглое шлифование (продольное и врезанием);
- внутреннее шлифование отверстий;
- бесцентровое шлифование (с

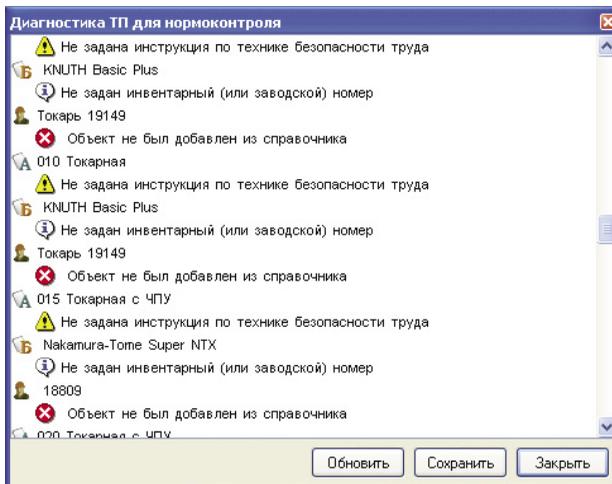


Рис. 11. Результаты проверки для нормоконтроля

продольной и радиальной подачей).

А также двух блоков расчетов по разрезке:

- на ленточно-отрезных станках;
- на ножовочных станках.

В основе алгоритмов уже традиционно лежат только наиболее полные методики расчета режимов резания из справочников:

- Общемашиностроительные нормативы режимов резания: В 2-х т./ А.Д. Локтев, И.Ф. Гушин, В.А. Батуев и др. М.: Машиностроение, 1991;
- Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справ. шлифовщика. М.: Машиностроение, 1988. 477 с.;
- Веселовский С.И. Разрезка материалов. М.: Машиностроение, 1973. 360 с.

- Барановский Ю.В. Режимы резания металлов: Справ. М.: Машиностроение, 1972.

При необходимости система может быть настроена на работу по любой методике. А реализованная методика может легко транслироваться на филиалы предприятия с помощью механизма импорта/экспорта настроек через XML-файл.

Создание операций по шаблонам

Каждому технологу от техпроцесса к техпроцессу приходится использовать собственные наработанные данные. В этом ему успешно помогают модули: *Библиотека пользователя*, *Сравнение технологий*, *Фрагменты ТП* и т.д. А теперь одним из таких средств стала функция автоматизированного создания операций. Суть ее в том, что при добавлении операций *Контроля*, *Комплектования* или *Промывки* в техпроцесс, помимо самих операций, добавляются *Контролируемые параметры* для размеров с признаком «окончательный», объекты комплектования, а также переходы и позиции вспомогательных материалов.

Персональная компоновка

Опытные пользователи всегда стремятся настроить «под себя» программу, которой постоянно пользуются. Важно, чтобы интерфейс не мешал, а способствовал быстрой и продуктивной деятельности. ВЕРТИКАЛЬ старается соответствовать этому требованию: в новой версии появилась настройка *Компоновки*.

Технолог может назначить отображение лишь необходимых полей, окон и вкладок — одним словом, создать необходимую ему компоновку. Она может быть применена для текущего пользователя в рамках данного техпроцесса или «без рамок» — для всех создаваемых техпроцессов.

Проверка техпроцесса

По завершении проектирования техпроцесса возникает задача проверки данных. Она может быть осуществлена самим технологом, руководителем технологического бюро, нормоконтролером и другими лицами, согласующими или утверждающими техпроцесс.

ВЕРТИКАЛЬ предоставляет три варианта проверки. Первый вариант — это проверка соответствия маршрута в техпроцессе ВЕРТИКАЛЬ расцеховочному маршруту, заданному в системе управления инженерными данными ЛОЦМАН:PLM.

Второй вариант — проверка использованных в текущем техпроцессе справочных данных на актуальность, то есть на соответствие данных из техпроцесса данным, хранящимся в справочниках. Проверка может сослужить добрую службу в тех случаях, когда вновь запускается в производство ранее созданный техпроцесс и необходимо в короткий срок провести ревизию: определить, все ли позиции технологического оснащения в данный момент применяются на производстве.

Последний вариант проверки, по сути, представляет собой автоматизированный нормоконтроль. В его идеологии заложена проверка на соответствие пунктам ГОСТ 3.1116-79 «Нормоконтроль» (рис. 11).

Важно сказать, что большинство пунктов этого ГОСТа, применимого к техпроцессам в целом, реализуются автоматически, за счет использования САПР ТП, а другие пункты, поддающиеся автоматизации, выполняются в рамках данной опции.

Все три варианта проверок завершаются выводом списка замечаний и отклонений от нормы, подобно тому, как показано на рис. 11. ■

НОВОСТИ

MyArchiCAD.com — теперь на русском языке!

Компания GRAPHISOFT обновила сайт MyArchiCAD.com (МойАрхикад), раздающий учебные, академические и пробные версии программного продукта. Теперь сайт общается на русском языке — значит, получить персональную бесплатную лицензию ArchiCAD стало намного проще!

MyArchiCAD.com — это официальный сайт компании GRAPHISOFT, на котором после небольшой и несложной регистрации можно получить бесплатные персональные лицензии ArchiCAD. На сайте раздаются три типа лицензий ArchiCAD:

- Испытательная версия. Полнофункциональная испытательная версия ArchiCAD на 30 дней открывает для начинающих пользователей возможности BIM-технологии. Кроме пробной версии вам будут предложены учебные материалы, которые помогут самостоятельно изучить современные методы проектирования. В первую очередь эта версия рекомендуется пользователям, работающим в системах двумерного (2D) проектирования.
- Учебная версия. Студенты и преподаватели архитектурных и других профильных направлений имеют право оборудовать учебную полнофункциональную версию ArchiCAD. Загрузите испытательную версию на 30 дней прямо сейчас и оставьте заявку на получение годовой лицензии.
- Академическая версия. Архитектурные, строительные и другие профильные учебные заведения имеют право оборудовать свои компьютерные классы бесплатной академической версией ArchiCAD. Вариант сетевой установки позволяет легко и быстро развернуть ArchiCAD на нескольких компьютерах.