

УДК 658.512:004

Интеллектуальная среда технолога при автоматизированной подготовке производства

А. Г. Лютов¹, Ю. В. Рябов²

¹lutov1@mail.ru, ²ryabov_yuri@mail.ru

^{1,2} ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступило в редакцию 22.12.2013

Аннотация. Рассмотрены вопросы построения интеллектуальной программной среды технологической подготовки, включающей CAPP, CAM и PDM системы и осуществляющей поддержку качества технологического процесса. Предлагается схема управления технологическим процессом на основе контроля его параметров и данных наблюдения процесса в соответствии с требованиями аналитической обработки данных.

Ключевые слова. Технологический процесс; среда технологической подготовки; CAD; CAPP; CAM; PDM

ВВЕДЕНИЕ

Современная модернизация производства связана с применением многофункционального автоматизированного оборудования и интеллектуальных программных средств автоматизированной технологической подготовки производства на базе такого оборудования. При этом успех автоматизированной подготовки во многом зависит от профессионализма технолога и наличия у него хороших навыков использования компьютерных технологий. Автоматизация технологической подготовки производства осуществляется с помощью CAD, CAPP, CAM-систем.

Основное время технологи тратят на создание операционной документации, при этом до 70 % времени уходит на плоское вычерчивание операционных эскизов в той или иной CAD-системе. Далеко не каждый технолог пользуется 3-мерной моделью разработчика детали, преобразуя ее в операционную модель и построением на ее основе эскиза. В результате мы наблюдаем, что повышение производительности работы технолога можно достичь в основном при формировании текстовой части технологического процесса. К тому же технологи практически не участвуют в формировании операционных переходов, ссылаясь на управляющие программы, которые разрабатывают другие специалисты. При таком подходе трудно получить оптимальный вариант технологического процесса (ТП).

В то же время главной задачей технолога является анализ разных вариантов ТП с целью получения необходимого качества изделия и приемлемой себестоимости. Сравнение вариантов ТП лучше всего осуществлять через моделирование обработки, когда технолог наглядно получает информацию о процессе при заданных условиях обработки и о результатах обработки.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

В настоящее время уже существуют системы моделирования таких процессов, как литье, штамповка и механообработка. Последний процесс реализуется через САМ-систему, позволяющую производить анимацию съема металла различным режущим инструментом, выбирать параметры инструмента, стратегию обработки и показывать возможные столкновения инструмента с объектами станка и приспособления. Данный процесс стал возможным в связи с применением 3-мерных моделей металло-режущего станка, инструмента и применяемого зажимного приспособления [1]. Технолог может моделировать процесс обработки детали на любом станке, предварительно созданном на основе его кинематической схемы и твердотельной модели. Возможность моделирования обработки позволяет оптимизировать технологию обработки по критериям трудоемкости, ресурса инструмента, сохранности оборудования и пр. В процессе симуляции технолог визуально контролирует весь процесс обработки

детали с учетом перемещений всех исполнительных и вспомогательных органов станка. Кроме того, система автоматически помечает кадры программы, в которых обнаруживаются столкновения или недопустимые режимы резания.

При моделировании процесса штамповки программный комплекс, состоящий из виртуального штампа, прессы и печи, позволяет также проверить разработанный технологом процесс не экспериментально, на реальном производстве, а виртуально – сидя за компьютером. При этом производится моделирование сложных трехмерных процессов пластического деформирования металлов. С помощью такого мощного инструмента технолог может быстро провести численный эксперимент и, исходя из его результатов, внести изменения в параметры технологического процесса. При этом можно изменить не один-два параметра, как это обычно бывает в цехе, а попробовать десятки вариантов и получить действительно оптимальный технологический процесс – как по качеству, так и по затратам на его производство [2].

Аналогично можно моделировать и литейные процессы с помощью специальных программных средств (например, SOLIDCast, WinCast). При этом возможно моделирование таких процессов, как литье в землю, в кокиль, по выплавляемым моделям. Можно использовать любые элементы, как то: утеплители, холодильники, доливка в прибыли, каналы охлаждения, нагревательные элементы, а также все, что используется в литейном производстве. Технолог наблюдает процесс кристаллизации отливки до производства оснастки, обнаруживает и исправляет ошибки [3]. В результате технолог также анализирует различные варианты технологического процесса литья.

Необходимость использования трехмерных моделей деталей в моделировании требует от технолога наличие хороших навыков в работе с CAD-системой. В таком случае технолог может выполнять и задачу, связанную с созданием операционных эскизов из трехмерных моделей, что позволит ему значительно сократить время на создание ТП. Все виды операционного эскиза и размеры автоматически формируются по данным внутримашинного представления трехмерного изображения детали. При таком подходе резко повышается эффективность автоматизированной технологической подготовки производства, которая в свою очередь предъявляет и соответствующие требования к совре-

менному технологу. Он должен хорошо владеть инструментарием CAD, CAPP, CAM-систем.

При автоматизации технологической подготовки производства является также актуальным применение единой информационной среды для всех технологов. На роль такой среды претендует любая PDM-система, так как технологи могут в этом случае видеть структуру данных об изделии, о технологической оснастке и о сквозном технологическом процессе. В этой среде они могут и осуществлять технический документооборот, согласовывая и утверждая созданные ими технологические документы в электронном виде с дальнейшей передачей их в электронный архив.

Использование CAPP, CAM, PDM-систем в том виде, как они существуют, не удовлетворяет требованиям современного производства и необходимой высокопроизводительной работы технолога с применением инструментов автоматизированной разработки ТП. Во-первых, ТП на изделие создается группой технологов, специализирующихся по различным видам обработки и сборки. Для согласованных действий всех участников такой группы необходима единая интеллектуальная среда технологической подготовки, а простая интеграция CAPP, CAM, PDM-систем результатов по формированию такой среды не даст.

Во-вторых, должна использоваться единая база данных технологических ресурсов и база знаний по всем видам обработки, контроля, сборки и испытаний.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОДХОД

На рис. 1 предлагается схема взаимодействия интеллектуальной программной среды технологической подготовки с производственным процессом. Интеллектуальная среда технологической подготовки (ИСТП) должна позволить технологу осуществлять контроль качества технологического процесса и проводить его анализ, применяя аналитическую обработку данных. Результатом работы технолога в среде ИСТП должен быть управляемый технологический процесс с оптимальной настройкой его параметров. Одним из главных условий функционирования ИСТП является ее интеграция с CAPP, CAM, PDM-системами. Такая технологическая среда должна организовывать различные потоки данных, связанные с технологическими ресурсами (оборудование, оснастка, материалы), документами, управляющими программами, контролем параметров технологического процесса, а также иметь возможность

подключения программных модулей для решения технологами различных задач и моделирования рассматриваемых видов обработки. В среде технологической подготовки должны быть организованы архивы технологической документации и конструкторской документа-

ции на оснастку, удовлетворяющие требованиям построения электронных архивов.

Формирование оптимального технологического процесса осуществляется на основе результатов его моделирования по всем видам обработки.



Рис.1. Схема взаимодействия интеллектуальной программной среды технологической подготовки с производственным процессом

Целью моделирования любой обработки является нахождение таких значений параметров объектов и действий, которые позволяют получить качественную высокопроизводительную обработку. В этой связи технолог должен провести анализ различных вариантов ТП, определяемых разными схемами применяемых параметров технологических переходов, инструментов и базирования деталей в рабочей зоне обоработки.

Такой подход особенно важен при разработке операционной технологии механообработки. Настраиваемыми параметрами технологических переходов для механообработки являются параметры инструмента, в том числе его подвод и отвод относительно обрабатываемых поверхностей, режимы обработки, параметры области обработки, определяющих последовательность снятия металла и параметры стратегии обработки.

Перечисленные параметры во многом влияют на производительность и качество обработки. Поэтому результаты моделирования обработки определяют в итоге оптимальное решение в выборе ТП. Дальнейшая работа технолога связана с оформлением комплекта технологической документации.

Важным этапом технологической подготовки является создание управляющих программ обработки детали. Интеллектуальная среда позволяет технологу создавать и управляющие программы, в том числе для многофункциональных обрабатывающих центров, обеспечивая токарную и фрезерную обработку за одну установку и одновременную обработку детали в основном и противошпинделе.

Для эффективного управления технологическим процессом в ИСТП необходимо применять систему контроля качества производственного процесса. Система должна контролировать параметры технологического оборудования, оснастки, инструмента и процесса обработки. Для повышения качества изделий необходим контроль соблюдения технологического процесса. Решение обеих задач требует организации обратных связей между ИСТП и производственным процессом (рис. 1).

В ходе выполнения технологических процессов технолог должен проверять их параметры на основании информации, которая поступает с контрольных точек производственного процесса. Таким образом, технолог должен активно участвовать в оперативном управлении технологическим процессом, вмешиваясь в ход

его выполнения, и принимать решения по его изменению.

Обработка результатов контроля параметров и данных соблюдения технологического процесса в ИСТП должна осуществляться в соответствии с требованиями аналитической обработки данных. С ее помощью технолог может проводить анализ отклонений параметров технологического процесса и прогнозировать качество изделия на основании статистической обработки технологических данных, визуализация которых осуществляется в виде графиков, диаграмм, таблиц и других графических изображений, формируемых инструментами бизнес-аналитики [4].

Система аналитической обработки данных предоставляет технологу инструмент анализа данных и позволяет тем самым принимать решения по доработке и изменению технологического процесса.

Эффективность принятия решения во многом зависит от развитой базы технологических знаний, постоянно используемой технологом. Для определения структуры знаний необходимо выделить понятия элементов знаний и структурировать понятия путем задания взаимосвязей между ними. Одним из наиболее разработанных в настоящее время способов описания знаний в виде множества понятий и взаимоотношений между ними являются онтологии [5].

Онтологию можно определить как знаковую систему $O = \{C, A, T, R, F, P\}$, где C – множество понятий рассматриваемой предметной области, A – множество атрибутов, описывающих свойства понятий, T – множество типов значений атрибутов, R – множество отношений между атрибутами, F – множество ограничений на значения атрибутов, P – множество процедур, описывающих выполняемые работы. Онтологическое описание знаний в ИСТП должно касаться изделий, всех объектов, входящих в базу данных технологических ресурсов, архивных документов и параметров качества технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективное управление технологическим процессом в ИСТП во многом зависит от профессионализма технолога и его навыков работы с разными компьютерными системами. Оперативность и эффективность решений по изменению технологического процесса определяют мобильность технологической подготовки при

освоении новых изделий. Использование технологической базы знаний позволит выполнять семантическую обработку информации в ИСТП и осуществлять контекстные поисковые запросы к базе данных и отбирать те из них, которые удовлетворяют запросу технолога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СПРУТ-технология [Электронный ресурс] (<http://www.sprutc.ru>).
2. **Сидоров А. Н.** Настоящее и будущее моделирования процессов обработки металлов давлением // САПР и графика. 2007. №10. С. 78–79.
3. **Вольнов И. Н.** Системы автоматизированного моделирования литейных процессов – состояние, проблемы, перспективы // Литейщик России. 2007. № 6. С. 14–17.
4. **Рябов Ю. В., Зарипов И. Г., Чепайкина Е. А.** Информационное обеспечение автоматизированной технологической подготовкой производства // Автоматизация и управление технологическими и производственными процессами: матер. Всероссийск. науч.-практ. конф. Уфа: УГАТУ, 2011. С. 294–299.
5. **Тузовский А. Ф.** Разработка систем управления знаниями на основе единой онтологической базы знаний // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 310, № 2. С. 182–185.

ОБ АВТОРАХ

Лютов Алексей Германович, проф. каф. автоматизации технологических процессов. Дипл. инженер-электроник (УГАТУ, 1985). Д-р техн. наук по системному анализу, управлению и обработке информации (УГАТУ, 2005). Иссл. в области автоматизации и управления сложными технологическими и производственными процессами.

Рябов Юрий Васильевич, доц. той же каф. Дипл. инженер-механик (УГАТУ, 1970). Канд. техн. наук по технологии автоматизированного производства (Куйбышевск. политехн. ин-т, 1977). Иссл. в обл. повышения точности обработки на станках с ЧПУ.

METADATA

Title: Intellectual environment technologist when the automated preparation of production

Authors: A. G. Lutov¹, Y. V. Ryabov²

Affiliation: Ufa State Aviation Technical University, Russia.

Email: ¹lutov1@mail.ru, ²ryabov_yuri@mail.ru

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (Scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), 2013, Vol 17 No 2 (55), pp. 29–33. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: Questions are considered of construction of intellectual software environment of techno-logical preparation, executing the functions of CAPP, CAM and PDM of the systems and carrying out support of quality of technological process and making decision. A management chart is offered by a technological process on the basis of control of his parameters and data of observance of process in accordance with the requirements of the system of support of making decision.

Key words: Technological process; Wednesday technological preparation; CAD; CAPP; CAM; PDM

References (English Transliteration):

1. <http://www.sprutc.ru>
2. Sidorov A. N. The present and the future of simulation of processes of processing IU-metals by pressure // CAD and graphics. 2007. № 10. P. 78–79.
3. Volnov I. N. The system of automated-furnace casting process modeling - state, problems, prospects // Expert of Russia. 2007. № 6. P. 14–17.
4. Ryabov Yu. In., Zaripov. G., Chepaykina E. A. Information support automated focused technological preparation of production // automation and management of technological and production processes: materials of scientifically conference. Nauch.-practical. Proc. Ufa: USATU, 2011. P. 294–299.
5. Tuzovsky I. F. Development of knowledge management systems based on a common onto-logical base of knowledge // proceedings of the Tomsk Polytechnic University. 2007. Vol. 310, № 2. P. 182–185.

About authors:

1. Lyutov, Alexey Germanovich, Professor of the Department. Automation of technological processes. Dipl. - ing. Electronics engineer (USATU, 1985). Dr. of technical Sciences on the system analysis, management and processing of information (USATU, 2005). Research in the field of automation and control of complex technological and production processes.
2. Ryabov, Yury Vasilyevich, associate Professor of the Department. Automation of technological processes. Dipl. - ing. Engineer-mechanic (USATU, 1970). Candidate of technical Sciences on Technology-aided manufacturing (KPU), 1977. Research in the sphere of improving the accuracy of processing on CNC machines.