

Список использованных источников

1. Пуш В.Э., Пигерт Р., Сосонкин В.Л. Автоматические станочные системы. – М.: Машиностроение, 1982. – с. 7.
2. Свирский Д.Н., Угольников А.А., Чупилин А.В. Устройство для обработки деталей сложной пространственной формы. Заявка на выдачу патента Республики Беларусь № u 20060721 от 03.11.2006 г.
3. Свирский Д.Н. Автоматизированное формокопирование на станках параллельной кинематической структуры // Вестник ВГТУ, 2006, вып. 11, с. 69-73.
4. Свирский Д.Н., Ким Ф.А. Новое поколение компактных мехатронных обрабатывающих систем с параллельной кинематикой // Вестник ВГТУ, 2005, вып. 7, с. 64-68.
5. Свирский Д.Н. Компьютеризированные манипуляционные станки параллельной кинематической структуры для компактных систем машиностроительного производства // Вестник ПГУ, 2005, 10, с. 158-161.

SUMMARY

Structural synthesis of the multi-purpose metal-cutting machine tool for the complex form details manufacturing is carried out. The original algorithm for a combinatorial optimization of the design decisions is developed. The computer aided technology for design decisions making support is created on its basis as well as a type of the mechatronic device for the cutting tool driving is chosen.

УДК 658.51

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

А.Л. Климентьев

На современных предприятиях значительное количество времени и средств тратится на проектирование в целом и на разработку (проектирование) технологических процессов в частности. Основным путем решения этой проблемы является проведение комплексной автоматизации как проектирования собственно изделий, так и проектирования технологических процессов, т. е. автоматизация технологической подготовки производства.

Общими целями автоматизации технологической подготовки производства являются:

- 1) сокращение трудоемкости технологической подготовки производства и, как следствие, сокращение числа технологов;
- 2) сокращение сроков технологической подготовки производства;
- 3) повышение качества разрабатываемых технологических процессов.

Подготовка любого производства состоит из ряда этапов: научного, организационного, конструкторского и технологических. При этом сам процесс создания объектов в машиностроении также содержит ряд последовательных этапов:

- 1) обоснование необходимости создания объекта;
- 2) предпроектные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- 3) проектирование объекта;
- 4) технологическая подготовка производства;
- 5) изготовление;
- 6) наладка;

7) передача в эксплуатацию (внедрение).

Технологическая подготовка производства является проектным этапом, связующим завершённый этап проектирования объекта с началом этапа его изготовления. Общей целью технологической подготовки производства является достижение в процессе изготовления объекта оптимального соотношения между затратами и получаемыми результатами.

В общем случае *технологическая подготовка производства (ТПП)* представляет собой комплекс работ по обеспечению технологичности конструкции запускаемого в производство изделия, проектированию технологических процессов и средств технологического обеспечения, расчету технически обоснованных материальных и трудовых нормативов, необходимого количества технологического оборудования и производственных площадей, внедрению технологических процессов и управлению ими в производствах, обеспечивающих возможность выпуска нового изделия в заданных объемах. [2]

В процессе ТПП применяются как эвристические, так и формализованные методы. При этом первые вследствие недостаточной степени формализации не могут быть автоматизированы и реализуются квалифицированными проектантами, а вторые основываются на определенных физико-математических закономерностях и широко применяются при автоматизации ТПП.

Состав ТПП на предприятии, организация и управление процессом ТПП регламентируются рядом стандартов, входящих в единую систему технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая тесным образом связана с единой системой конструкторской документации (ЕСКД), единой системой технологической документации (ЕСТП) и предусматривает максимально возможное применение типовых проектных решений, типовых технологических процессов, стандартной технологической оснастки, переналаживаемого оборудования и средств автоматизации.

Утрированно процесс технологической подготовки производства можно представить как преобразование описания детали, узла или изделия в целом, представленного в виде чертежей, в совокупность технологической документации. Этот процесс обычно включает в себя решение следующих задач [1]:

- разработку оптимального технологического плана (маршрута) как последовательности операций;
- проектирование технологических операций с выбором станочного оборудования, приспособлений и инструмента, а также назначением оптимальных параметров технологических режимов;
- расчет технико-экономических показателей технических процессов: затрат труда, вспомогательных и основных материалов, а также (при необходимости) себестоимости изготовления;
- разработку совокупности необходимой технологической документации.

В рамках интеграции процессов проектирования и обеспечения принципа сквозного проектирования процесс ТПП как один из этапов проектирования должен быть автоматизирован. При этом различные задачи ТПП могут быть автоматизированы в различной степени, в зависимости от степени формализации и целесообразности.

Для автоматизации процесса сквозного проектирования используется ряд средств компьютерной поддержки проектирования. В зависимости от решаемых задач эти средства могут быть достаточно условно разбиты на:

- системы автоматизации конструкторского проектирования — *CAD*;
- системы автоматизации подготовки управляющих программ для программно управляемого оборудования — *CAM*;
- системы автоматизации инженерных расчетов — *CAE*;
- системы автоматизации технологической подготовки производства — *CAPP*;

- системы поддержки ведения проектов и документооборота — *PDM*;
- системы информационного сопровождения изделий на различных стадиях жизненного цикла — *PLM*.

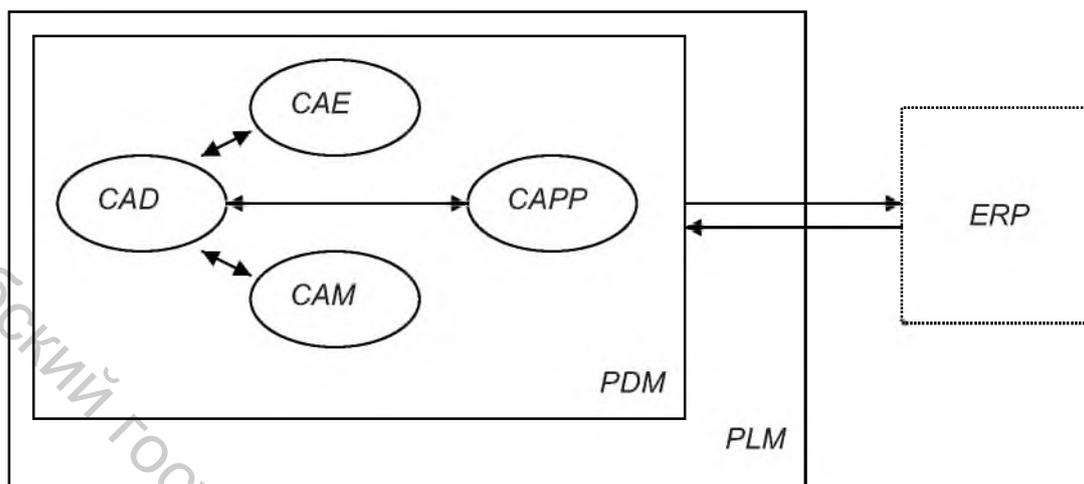


Рисунок 1 — Структура систем комплексной автоматизации проектирования

CAD, Computer-Aided Design — Автоматизированное проектирование. Термин используется для обозначения широкого спектра компьютерных инструментов, которые помогают инженерам, архитекторам и другим профессионалам в осуществлении проектирования. [3]

CAM, Computer-Aided Manufacturing — Автоматизированное производство. Термин используется для обозначения программного обеспечения, основной целью которого является создание программ для управления станками с ЧПУ. Входными данными *CAM*-системы является геометрическая модель изделия, разработанная в системе автоматизированного проектирования (*CAD*). В процессе интерактивной работы с трехмерной моделью в *CAM*-системе инженер определяет траектории движения режущего инструмента по заготовке изделия (так называемые *CL*-данные, от *cutter location* — положение резца), которые затем автоматически верифицируются, визуализируются (для визуальной проверки корректности) и обрабатываются постпроцессором для получения программы управления конкретным станком (называемой также *G*-кодом). [3]

CAE, Computer-Aided Engineering — Автоматизированное конструирование. Использование специального программного обеспечения для проведения инженерного анализа прочности и других технических характеристик компонент и сборок, выполненных в системах автоматизированного проектирования (*CAD*). Программы автоматизированного конструирования позволяют осуществлять динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий и средств их производства. Традиционные области анализа включают в себя: анализ напряжений деталей и сборок методом конечных элементов, анализ тепловых и жидкостных потоков методами вычислительной гидродинамики, анализ кинематики, моделирование динамических механических взаимодействий, моделирование производственных операций (литье, прессование и пр.). [3]

CAPP, Computer-Aided Process Planning — Автоматизированное технологическая подготовка производства (планирование технологических процессов). Используется для обозначения программных инструментов, применяемых на стыке систем автоматизированного проектирования (*CAD*) и производства (*CAM*). Задача технологической подготовки — по заданной *CAD*-модели изделия составить план его производства, называемый операционной или маршрутной картой. Данный план содержит указания о последовательности технологических и сборочных

операций, используемых станках и инструментах и проч. Технологическая подготовка производства осуществляется по имеющейся базе данных типовых техпроцессов, применяемых на конкретном предприятии. [3]

PDM, Product Data Management — Управление данными об изделии. Категория программного обеспечения, позволяющая сохранять данные об изделии в базах данных. К данным об изделии, прежде всего, относят инженерные данные, такие, как CAD-модели и чертежи (CAD), цифровые макеты (DMU), спецификации материалов (BOM). Метаданные содержат информацию о создателе файла и текущем статусе соответствующей компоненты. Система PDM позволяет организовать совместный доступ к этим данным, обеспечивая их постоянную целостность, обеспечивает внесение необходимых изменений во все версии изделия, модифицировать спецификацию материалов, помогать конфигурировать варианты изделия. Однако самым важным преимуществом системы PDM является ее использование на протяжении всего жизненного цикла изделия в рамках концепции управления этим циклом (см. *PLM*). Большинство PDM-систем позволяют одновременно работать с инженерными данными, полученными от разных CAD-систем. [3]

PLM, Product Lifecycle Management — Управление жизненным циклом изделия. Данный термин используется для обозначения процесса управления полным циклом изделия — от его концепции, через проектирование и производство до продаж, послепродажного обслуживания и утилизации. PLM — это набор возможностей, которые позволяют предприятию эффективно обновлять свои продукты и релевантные услуги на протяжении полного бизнес-цикла. PLM — это один из четырех краеугольных камней в ИТ-структуре любого производственного предприятия. Ключевые компоненты PLM — это управление данными об изделии (PDM), совместное проектирование изделия (CPD, CAD, CAE), управление производственными процессами (MPM, CAPP, CAM). [3]

Требование соблюдения принципа сквозного проектирования обеспечивается за счет интеграции перечисленных средств в единое информационное пространство (*Workflow*).

Следует отметить, что основным препятствием к внедрению автоматизированных средств проектирования является непонимание того факта, что автоматизация отдельных этапов не принесет значительного эффекта, так как это приведет к так называемой *лоскутной автоматизации*, при этом сохранится большой объем работ по вводу данных и других действий. Только интеграция и организация сквозной автоматизации процесса проектирования позволяет существенно улучшить качество проектирования, сократить сроки проектирования и снизить затраты.

В этой связи следует отметить, что при разработке и выборе средств автоматизации проектирования следует обязательно учитывать необходимость передачи данных в системы автоматизированного планирования и управления предприятием (*MRP, ERP* и др.), что также оказывает существенное влияние на эффективность производства.

На рынке комплексных решений по технологической подготовке производства в странах СНГ можно выделить несколько крупных представителей: решения линейки SWR от компании SolidWorks Russia (российское представительство компании SolidWorks — Dassault Systems), решения от компании АСКОН (Россия), решения от компании ТопСистемы (Россия), решения от НПП «Интермех» (Беларусь).

Компания SolidWorks Russia предлагает комплексные решения класса CAD/CAM/CAE/PDM/PLM. Основой построения решений является система трехмерного гибридного моделирования SolidWorks (CAD), которая широко известна и стала своеобразным стандартом в области трехмерных решений. В зависимости от класса решаемых задач SolidWorks предлагается в трех базовых конфигурациях, охватывающих гибридное параметрическое моделирование,

проектирование деталей, сборок и изделий с учетом специфики изготовления, проведение экспресс-анализа и оформления чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД. Функциональность SolidWorks расширяется за счет специализированных модулей, обеспечивающих решение прикладных задач в областях CAD/CAM/CAE/PDM, в том числе с 2006 года предлагается модуль класса CAPP — SWR-Технология.

Основу решений от компании АСКОН составляют система трехмерного проектирования и конструирования КОМПАС 3D, система технологической подготовки производства ВЕРТИКАЛЬ и система управления инженерными данными ЛОЦМАН:PLM. В качестве САМ-решения предлагается ГЕММА-3D.

Решения от компании ТопСистемы основаны на программном комплексе T-FLEX, включающем решения класса CAD, CAM, CAE, CAPP, PDM: системы конструкторского и технологического проектирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и инженерных расчетов, а также систему управления инженерными данными.

Решения от НПП «Интермех» отличаются тем, что могут быть развернуты на базе различных CAD-систем. Основной системой является система автоматизированного конструкторского проектирования сборочных единиц и деталей, которая может базироваться на Autodesk Inventor, SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, Pro/Engineer, Cadmech Desktop. Функциональность системы расширяется за счет специализированных модулей расчета и проектирования, разработки текстовой конструкторской документации, проектирования технологических процессов, разработки планировок производственных цехов и участков проектирования электрооборудования для систем управления и системы управления данными об изделиях.

Наиболее комплексные решения предлагаются компаниями SolidWorks Russia и ТопСистемы, при этом конструкторские решения обеих компаний построены на одном ядре, но большим функционалом обладают решения от SolidWorks Russia. Существенным недостатком последних (при наличии прочих мелких недостатков с точки зрения конечного потребителя) является существенно более высокая цена как самих решений от SolidWorks Russia, так и высокая стоимость внедрения этих решений.

Следует также отметить, что модуль технологического проектирования SWR-Технология основан на российской разработке СПРУТ-Технология.

Все перечисленные решения истоками уходят в системы проектирования (CAD), что в итоге приводит к необходимости использования процедур экспорта для передачи данных в ERP-системы. Таким образом, перечисленные решения являются самостоятельными и с точки зрения комплексной автоматизации управления предприятием предполагают дополнительные работы по адаптации и внедрению.

В последнее время появилась интересная разработка компании АППИУС (Россия), которая является решением на платформе 1С: Предприятие 8.0 и предназначена для интеграции специализированных производственных систем класса CAD/CAM/CAPP с ERP-системой. Основой решений компании АППИУС является система управления проектом и электронным архивом Appius-PDM, которая обеспечивает ведение состава изделия, управление документацией и разработку технологических процессов. Данное решение представляет собой специализированную надстройку на платформе 1С: Предприятие 8.0, за счет чего реализуется информационная прозрачность данных и организация единого информационного пространства на базе ERP-системы.

Список использованных источников

1. *Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства в машиностроении*. Т. 1./ под общ. ред. О. И. Семенкова. — Минск: Вышэйшая школа, 1976. — 352 с.

2. *Автоматизация* технологической подготовки производства: учебное пособие. — Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002. — 33 с.
3. *Isicad: Портал PLM и ERP* [Электронный ресурс] / Leda3, Sib3. — Электрон. дан. — 2006. — Режим доступа: <http://isicad.ru>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
4. *Справка КОМПАС 3D* [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. и прогр. — Москва: АСКОН, 2005. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Систем. требования: ПК от 486; Windows 95; дисковод CD-ROM. — Загл. с экрана.

SUMMARY

The analysis of structure and main procedures of technological preparation of production, and also review of state-of-the-art CAPP systems is given.

УДК 685.34.005.44

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ОБУВИ

Е.Ф. Макаренко

Проблема интенсификации технологических процессов в обувной промышленности в настоящее время является актуальной, так как она тесно связана с проблемой энергосбережения, технологическим обеспечением процессов влажно-тепловой обработки и сушки обуви, а также с повышением качества и формоустойчивости обуви.

В настоящее время в обувной промышленности Беларуси применяется сушильное оборудование как отечественных, так и зарубежных производителей. Сушильные установки отечественного производства времен СССР [1] устарели. Они занимают до 30% производственных площадей и потребляют до 25% электрической энергии, при этом ухудшается экологическая обстановка в производственном помещении, а необратимые потери энергии составляют до 20%. Ведущие же предприятия республики используют современное зарубежное оборудование [2-4], к основному недостатку которого следует отнести его дорогую стоимость, поэтому многие предприятия не в состоянии оснастить свое производство такими сушилками.

В связи с этим актуальной научно-технической задачей в Республике Беларусь является разработка нового технологического оборудования, направленного в первую очередь на импортозамещение, что позволит сократить затраты на производство обуви и расходы на содержание сушильного оборудования. Также необходимо интенсифицировать процессы сушки и влажно-тепловой обработки обуви, поскольку эти процессы занимают до 30 % времени, затрачиваемого на производство обуви, и в то же время новое оборудование должно обеспечивать повышение качества производимой продукции.

К основным техническим характеристикам сушильных установок относятся: производительность, установленная мощность, время сушки одной пары обуви, температура сушки и габариты. Из указанных показателей определяющими являются температура сушки и время сушки. Время и температура сушки, как показывает анализ установок, выпускаемых различными фирмами [1-4], являются регулируемыми техническими характеристиками, так как они определяют режим сушки и зависят от свойств обрабатываемых материалов. Для определения диапазона регулирования времени и температуры сушки выполнен анализ технических характеристик 18 установок для сушки и термофиксации обуви (таблица 1).