

УДК 658.512.4

В.Е. ЗАЙЦЕВ, В.Г. ДАНЧЕНКО, М.С. МЕЛЬНИКОВ*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА
В ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Рассмотрен вопрос автоматизации технологической подготовки производства на авиационном предприятии. Проведен анализ существующей системы технологической подготовки производства, выявлены ее сильные и слабые стороны.

технологический процесс, технологическая подготовка производства, автоматизация, САПР, классификатор, заготовительно-штамповочное производство

Введение

В своем историческом развитии САПР технологических процессов (ТП) постепенно расширяли арсенал своих средств. На первом этапе эти системы часто представляли собой специализированные текстовые редакторы, некоторые из которых были документоориентированными. С появлением баз данных появилась возможность поддерживать процесс ручного формирования ТП в таких редакторах в части поиска необходимых средств технологического оснащения. Однако подавляющее большинство САПР ТП не способны поддерживать автоматизацию принятия решений в процессе проектирования на основе технологических знаний. Существует два подхода к компьютеризации знаний: алгоритмический и применяющий методы искусственного интеллекта. История развития САПР ТП показала бесперспективность алгоритмического подхода, так как необходимо, чтобы накопленный положительный опыт находил отражение в базе знаний системы и был доступен для всех, в том числе и для новых сотрудников. Для достижения этой цели нужно предоставить непрограммирующим носителям технологического опыта возможность сохранять его в системе, которую могут обеспечить методы искусственного интеллекта [1].

Цели и принципы автоматизации проектирования технологических процессов и средства их достижения

При автоматизированном проектировании технологических процессов изготовления деталей возникает необходимость преобразования исходной информации, заданной в различных формах в единообразную, упорядоченную, удобную для использования в компьютере. Сущность преобразования исходной информации заключается в том, что разнообразные сведения, необходимые для решения задачи и возникающие в процессе ее решения, представляются в виде расположенных в определенном порядке групп слов и цифр в выбранной системе счисления. Разработаны таблицы с постоянной информацией: характеристикой применяемых материалов, граничными условиями по выбору оборудования, кодовым описанием вида поставки и цены материалов, применяемых на предприятии, и т.п.

Система классификации и кодирования технологических операций создает основы для разработки бестекстовой технологии выполнения работ, а также автоматизированной разработки технологических процессов. В действующие технологические классификаторы входят перспективные технологические операции, что позволяет сократить сроки проектирования технологических процессов и стандартизировать технологические операции. Наличие

кодов технологических операций позволяет создать основы технологического машинного языка.

Классификатор позволяет группировать детали по видам соединений и технологическому подобию; специализировать производственные участки; выбирать технологическое оборудование и технологические режимы; привязывать типовые детали, узлы к ранее разработанным типовым технологическим операциям; рационально выбирать производственную структуру участка, цеха; упорядочить текстовую часть технологических процессов благодаря применению стандартных терминов; применять средства вычислительной техники при проектировании технологических процессов, состоящих из взаимосвязанных типовых технологических операций.

Система классификации призвана обеспечить единый для всех предприятий системный подход к выбору и применению методов и средств ТПП; организацию производства высокой степени гибкости, допускающей непрерывное его совершенствование и быструю переналадку на выпуск новых изделий; рациональную организацию механизированного и автоматизированного выполнения комплекса инженерно-технических и управленческих работ; взаимосвязи ТПП и системы управления ею с другими системами управления.

Кроме того, необходима постоянная информация о технологических операциях, вариантах оснащения оборудованием, инструментом и оснасткой, а также математические зависимости по расчету трудоемкости работ. Математические зависимости обычно представляются степенной функцией.

На ряде предприятий внедрены методы автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов обработки деталей класса «тела вращения», плоских и несложных корпусных деталей. Для разработки этих методов потребовалось:

– формализовать технологический язык, чтобы всю исходную и справочно-нормативную информа-

цию можно было записать в удобном для ввода в ЭВМ виде;

– разработать универсальный метод моделирования и алгоритмизации процессов проектирования технологии обработки деталей различных классов;

– на основе принятого формализованного языка создать алгоритмы проектирования технологических процессов;

– создать комплекс технических средств, соединяемых с ЭВМ и предназначенных для механизации кодирования и подготовки исходной информации к вводу в ЭВМ, отображения хода проектирования на экранах и оперативной связи технолога с ЭВМ, а также устройства для выдачи результатов проектирования на чертежные автоматы.

Сложность внедрения перечисленных задач на предприятиях отрасли заключается в том, что методы типизации, технологические правила и характер работы технологов разные. Поэтому, как правило, алгоритмы и программы, построенные на базе методов автоматизации, проектирования и нормирования, носят частный характер. Они пригодны лишь для одного предприятия и не могут без значительной переделки применяться на других предприятиях с другим оборудованием и оснасткой и с другой организационной структурой технических служб.

Главным в решении задачи проектирования технологических процессов изготовления деталей с помощью ЭВМ является создание математической модели и алгоритма. В основу алгоритмов проектирования технологических процессов изготовления детали положена система кодирования геометрической и качественной информации о деталях, таблицы с постоянной информацией, а также логические зависимости, определяющие структуру и параметры технологического процесса с учетом граничных условий применимости.

Цели автоматизации:

1. Основная цель создания САПР ТП заключается в экономии труда технологов.

Для достижения этой цели необходимо располагать:

- средствами автоматизации оформления технической документации;
- средствами информационной поддержки проектирования;
- средствами автоматизации принятия решений.

2. Подавляющее большинство САПР ТП, в том числе и ныне существующих, не способны поддерживать автоматизацию принятия решений в процессе проектирования на основе технологических знаний.

Технологи, проработавшие много лет на одном предприятии, получив чертеж детали, быстро находят в памяти компьютера описание процесса на аналогичную деталь и могут отредактировать его, получив новый. Возникает вопрос о том, что будет, если работать с этой САПР придется специалистам, которые не обладают подобным опытом.

Немаловажное значение среди целей внедрения САПР имеет повышение качества проектных решений. Необходимо, чтобы накопленный положительный опыт находил отражение в базе знаний системы и был доступен для всех, в том числе и для новых сотрудников. Для достижения этой цели нужно предоставить непрограммирующим носителям технологического опыта возможность сохранять его в системе. Такую возможность и обеспечивают методы искусственного интеллекта [1].

3. К числу вспомогательных целей автоматизации проектирования относятся: уменьшение трудоемкости разработки программных средств, адаптации их к условиям эксплуатации при внедрении, а также их сопровождения, т.е. модификации, обусловленной необходимостью устранения выявленных ошибок и (или) изменения функциональных возможностей.

Сокращение трудоемкости разработки программных средств:

- использование инструментальной среды;
- мобильность инструментальной среды.

Сокращение трудоемкости адаптации программных средств к условиям эксплуатации:

- использование баз данных и баз знаний, ориентированных на пользователя.

Сокращение трудоемкости сопровождения программных средств:

- модульность баз данных и баз знаний;
- открытость баз данных и баз знаний;
- модернизируемость баз данных и баз знаний.

Анализ уровня автоматизации ТПП в заготовительно-штамповочном производстве на авиационных предприятиях Украины

За последние годы в промышленности кроме методов автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов обработки деталей класса «тел вращения», плоских и несложных деталей внедрены другие системы. Так, автоматизировано проектирование технологических процессов изготовления деталей (плоских, гнутых) холодной штамповкой. Если о системах автоматизированного проектирования процессов обработки деталей класса «тела вращения» в механообработке, плоских и несложных деталей имеется достаточное число научных трудов, то в разработке систем автоматизированного проектирования процессов холодной штамповки сделаны первые шаги, в то время как объем этих работ в промышленности составляет 15 ... 18% [2, 3].

Одной из актуальных проблем ТПП является применение компьютерных технологий в авиационной промышленности, характеризующейся частой сменяемостью сложных объектов производства. Эти объекты состоят из десятков тысяч деталей самой различной конфигурации. При начале производства изделий важнейшим требованием является сокращение до минимума сроков ТПП, которое при су-

существующих способах «ручного» проектирования ТП трудно выполнимо, даже если увеличивается число работников технологических служб. Сложность проблемы обуславливается большим объемом исходных данных, многообразием вариантов изготовления деталей, каждый из которых может быть разработан только в результате решения комплекса логических и вычислительных задач [4].

В большей степени эта проблема не решена в заготовительно-штамповочном производстве (ЗШП). В настоящее время на авиационных предприятиях Украины не используются специализированные программы САПР ТП в ЗШП, так как их стоимость высока и разработаны они под общие требования технологической подготовки производства. Как правило, на заводах стоят самостоятельно написанные модули редактирования технологических процессов, поддерживающие БД.

Например, на одном предприятии в цехе сборки трубопроводов используют программу, которая была разработана в конце 80-х годов совместно с НИАТом и Горьковским авиационным заводом (СОКОЛ). Эта автоматизированная система технологической подготовки производства трубопроводов, а также деталей и конструкций из труб, предназначена для комплексной автоматизации решения задач подготовки и организации производства и представляет собой комплекс подсистем, объединенных единым математическим и информационным обеспечением:

- автоматизированный анализ технологических и конструктивных параметров;
- автоматизированный расчет вспомогательных материалов;
- автоматизированное проектирование технологических процессов;
- информационно-поисковая система нормативно-технической документации и др.

Фундаментом АСТПП является банк данных для хранения исходной информации. Для его функцио-

нирования была создана система управления, обеспечивающая работу с базами данных и связь между ними.

Характерная особенность параметров трубопроводов заключается в том, что многие из них можно классифицировать по тем или иным признакам. Поэтому большинство таблиц в базах данных основаны на конструкторских и технологических классификаторах, что позволяет упорядочить информацию о параметре, обеспечить единство терминов и определений и т.д.

Программа рассчитана на компьютер IBM 286 и в связи с этим имеет много недостатков. Программа не дорабатывалась под новые требования производства и компьютерную технику. Так, например, программа имеет сложный интерфейс, отсутствует возможность работы с графическими файлами и электронными чертежами, что в настоящее время является обязательным условием. Также имеется ограничения по использованию памяти компьютера.

Для проектирования технологических процессов изготовления деталей из листа и профилей специальных программ нет. На большинстве предприятий в этих целях используют обычный текстовый редактор Word или редактор Excel. Создается файл типового технологического процесса, а при написании нового технолог в ручную копирует необходимые операции.

Подобное ведение технологической подготовки производства в современных рыночных условиях не может быть конкурентно способным. Система САПР ТП должна быть частью мощного комплекса автоматизированных систем PLM/CAD/CAM/CAE, призванного интегрировать разрозненные рабочие места в единую систему подготовки производства. Используя комплекс систем, конструкторы, технологи, специалисты и руководители плановых отделов организуют коллективную работу над проектами, что позволяет значительно сократить сроки подготовки производства.

Такой комплекс систем должен иметь в своем составе следующие компоненты:

- ядро – система управления инженерными данными (PDM – Product Data Management), содержащая всю информацию об изделиях, обеспечивающая прозрачный информационный обмен документацией;

- набор единых баз данных (справочников), к которым обращаются остальные компоненты комплекса;

- системы автоматизации конструкторской подготовки производства (CAD – Computer Aided Design);

- системы автоматизации технологической подготовки производства, инженерные расчетные пакеты, системы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и т.д. (CAM/CAE – Computer Aided Manufacturing/Engineering).

В настоящее время производители систем автоматизации ТПП стараются предоставить пользователю готовый комплекс программ.

Путем построения такого комплекса идут более мощные и богатые предприятия. Ядром информационного пространства могут использоваться Лоцман PLM, Winchill и т.д., конструкторская система – CADS5, Catia, КОМПАС.

Выбор технологической системы стоит в основном между программным обеспечением фирмы ИНТЕРМЕХ (Минск, Белоруссия) – TechCard и АСКОН (Москва, Россия). Подобные программы универсальны для разных типов производств, имеют удобный интерфейс, богатую справочную систему.

Универсальность систем является одновременно и их недостатком. Недостаток заключается в том, что разные производства (авиационное, машиностроительное, приборостроительное и т.д.) имеют свою специфику в технологической подготовке производства и предусмотреть все специфические требования очень сложно.

Одной из особенностей авиационного производства является частая сменяемость объектов производства. Это влечет за собой частую повторяемость работ по ТПП, доля которых в полном цикле создания, освоения и серийного производства самолетов непрерывно возрастает [2]. В связи с этим встает вопрос об унификации ТП. Как раз он и слабо отражен в крупных автоматизированных системах ТПП.

Технологическая унификация – одно из основных направлений, позволяющих в значительной мере сократить сроки ТПП и выполнить ее на высоком организационно-техническом уровне при меньших затратах труда, времени, материалов и денежных средств.

Основными направлениями технологической унификации, нашедшими широкое применение, являются типизация технологических процессов и групповой метод обработки. Технологическая унификация – основа рациональной организации производства. Она обеспечивает резкое сокращение различного рода вспомогательных работ, связанных с оформлением технологической, плановой, учетной и других видов документации, необходимой для подготовки производственного процесса и управления им. Она открывает широкие возможности в использовании вычислительной техники как для решения технологических задач (классификация деталей, выбор оптимальной конструкции оснастки, оптимального варианта технологического процесса и др.), так и задач в области нормирования, учета плановых и других работ, а также позволяет создать стандартные технологические процессы [2].

Заключение

Опыт развития автоматизированных систем показывает, что экономичной может быть только комплексная автоматизация. Частичная автоматизация может быть лишь этапом. Более того, всякая частичная автоматизация на предприятии должна вписываться в концепцию комплексной автоматизации.

Автоматизация ТПП осуществляется путем создания автоматизированных информационно-поисковых систем, механизации и автоматизации оформления документов, автоматизации логических и расчетных задач, а также путем создания автоматизированных информационно-справочных систем для решения задач регулирования процесса подготовки производства.

Для получения максимального эффекта от автоматизации процессов подготовки производства вначале должны быть выполнены работы по стандартизации ее элементов. Практика показывает, что автоматизация без предварительной подготовки объекта, выявления типичности и повторяемости тех или иных задач приводит к тому, что в условиях современного динамичного производства от автоматизации часто не получают того эффекта, которого ожидали. Поэтому, чтобы алгоритмы автоматизации ТПП имели универсальный характер, они должны быть построены на основе применения принципов стандартизации и типизации используемой при решении задач информации, а также стандартизации методов ее обработки.

Применение автоматизированных методов проектирования технологических процессов позволяет практически решить проблему их оптимизации [5].

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что разработанная в 70-80-х годах Единая Система Технологической Подготовки Производства не удовлетворяет современным требованиям к ТПП. Поэтому существует проблема по созданию новой интегрированной системы технологической подготовки ЗШП, представляющей собой соединение разных компонентов (оборудование, технология, организационные условия производства, работники разной профессии и квалификации).

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

– провести анализ существующей информации по автоматизации ЗШП;

– исследовать факторы, обеспечивающие снижение сроков ТП ЗШП и возможности существующих систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП);

– особое внимание следует уделить вопросам типизации элементов ТПП ЗШП и алгоритмов представления технологических процессов в электронном виде;

– по результатам анализа разработать более современные алгоритмы представления ТП в электронном виде и алгоритмы поиска ТП с целью снижения сроков ТПП.

Литература

1. Евгенийев Г., Кузьмин Б., Лебедев С., Тагиев Д. Проектирование технологических процессов // САПР и графика. – 2000. – № 4. – С. 22-27.
2. Крысин В.Н. Технологическая подготовка авиационного производства. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
3. Шпур Г., Ф.-Л. Краузе. Автоматизированное проектирование в машиностроении / Пер. с нем. Г.Д. Волковой и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева и В.П. Диденко. – М.: Машиностроение, 1988. – 648 с.
4. Грошиков А.И., Малафеев В.А. Заготовительно-штамповочные работы в самолетостроении. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.
5. Компьютерные интегрированные технологии авиационного производства. Ч. 6. Автоматизированные системы технологической подготовки производства: Учеб. пособие / В.С. Кривцов, Ю.В. Дьяченко, В.Е. Зайцев, В.В. Коллеров, А.А. Павленко. – Х.: Нац. аэрокосмический ун-т «ХАИ», 2003. – 92 с.

Поступила в редакцию 8.06.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Е. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.