СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (АТП) И ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Н. С. Макурин
Харьков

Стремление к широкому использованию электронной вычислительной техники в практике проектирования технологии и технико-экономических расчетов предполагает специальную предварительную подготовку всей информационной системы, учитывающей характер и особенности функционирования системы АТП.

Цель создания системы АТП в условиях приборостроения — внесение элементов автоматизации с помощью ЭЦВМ в разработку и написание с учетом технического нормирования технологических процессов изготовления холодноштампованных деталей, в подготовку всех необходимых данных для вычисления себестоимости изготовления деталей и т. д.

Основой информационной совокупности в системе АТП является состав и содержание информации по технологии, техническому нормированию, технологической оснастке, материалам и оборудованию с учетом определенных требований и ограничений. Эти требования можно сформулировать следующим образом:

1) в технологическом процессе должны быть учтены современные достижения науки и практики в области технологического проектирования деталей холодной штамповки;

2) разработанный технологический процесс должен удовлетворять конкретным условиям цеха, производящим детали;

3) содержание технологического процесса должно быть таким, чтобы обеспечить простейшую алгоритмизацию процесса технологического проектирования с учетом его оптимальности;

4) информация для формирования технологического процесса должна иметь минимальную избыточность и обеспечивать достаточную достоверность.

5) библиотека информационных массивов должна содержать такое количество информации, которое укладывалось бы в оперативную память ЭЦВМ;

6) расчет параметров технологических процессов желательно осуществлять по единым унифицированным формулам и зависимостям, что также упрощает алгоритмизацию расчетов в системе АТП.

Все технико-экономические расчеты характеризуются обилием используемой информации, это относится и к проектированию технологических карт и к нормированию. Поэтому прежде всего возникают особые требования к оптимальному формированию информационного массива по минимуму времени обращения. Вся исходная информация должна быть упорядочена таким образом, чтобы обеспечить быстрый поиск необходимой информации. Для этого массив исходной информации $X_0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \in M$ разбивается на

X_0 — подмножество, элементами которого являются номера стандартных подпрограмм;

X_1 — подмножество справочных значений по применяемым для изготовления деталей материалам, на основании которых определяется стоимость израсходованного материала, номера карты и чертежа, индекс изделия, код детали, размер партии деталей, код материала, ГОСТы, технические характеристики применяемых листов;

X_2 — подмножество кодов технологической оснастки, оборудования и их характеристики;

X_3 — подмножество, содержащее перечень технологических операций и переходов;

X_4 — подмножество, содержащее разряды работ и расценки;

X_5 — подмножество констант.

Выходная информация Y состоит из

Y_0 — подмножества, основным содержанием которого является марка обрабатываемого материала, ГОСТ, технологическая характеристика;

Y_1 — подмножество словесного и цифрового содержания технологического процесса: номер цеха, шифр и модель оборудования и технологической оснастки;

Y_2 — подмножества нормативных данных: разряд работы, нормы времени, расценки на единицу изделия, справки для отдела технического контроля;

Y_3 — подмножества словесного и цифрового содержания постоянной части (шапки) технологических карт.

$$Y_0Y_1Y_2Y_3 \in M.$$

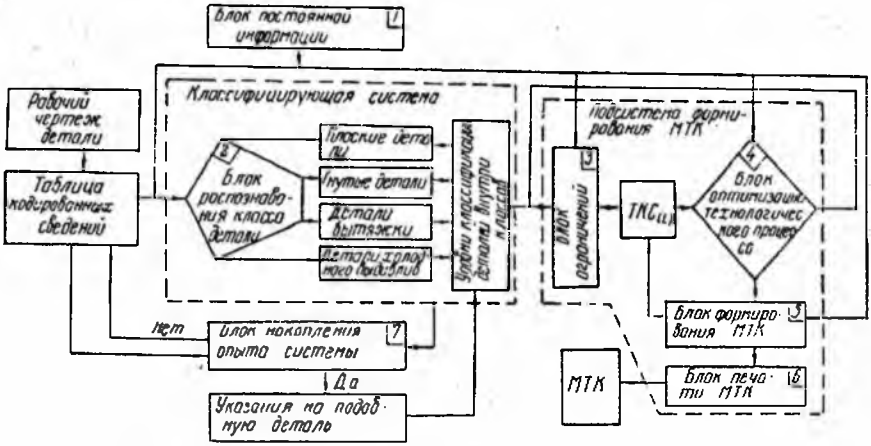

Рис. 1. Структурная схема системы АТП.

Для удобства восприятия полученных данных после проведенных расчетов и формирования технологического процесса они выводятся на широкую печать в виде карт технологического процесса с буквенной и цифровой информацией. В технологической карте приводится краткое содержание каждой операции, а также весь соответствующий ей цифровой материал.

Основным методом АТП в настоящее время является создание информационно-логических систем, алгоритмы работы которых моделируют труд технолога на основе сложившегося технологического опыта. Возможности ЭЦВМ позволяют в широком масштабе решать вопросы оптимизации технологических процессов благодаря применению современных математических методов и современных достижений технологии. Очевидно, что практический интерес представляют именно оптимизируемые системы АТП, позволяющие значительно сократить время проектирования и получить оптимальные технологические карты процессов.

На рис. 1 представлена структурная схема оптимизируемой системы АТП процессов холодной штамповки в приборостроении. Технологический алгоритм проектирования, который реализует система, составлен по методу последовательного многоступенчатого синтеза технологического процесса [1] и содержит множество частных алгоритмов, позволяющих решать более простые технологические задачи.

Рассмотрим подробно работу системы по общему алгоритму проектирования и дадим краткую характеристику ее основных функциональных звеньев. Первичным носителем входной информации служит рабочий чертеж детали. Его данные кодируются и переносятся в таблицу кодированных сведений (ТКС) о детали [2]. ТКС вводится в ЭЦВМ с помощью перфоленты. После ввода ТКС некоторые сведения из нее передаются в классифицирующую систему. Так, например, в ячейки третьего и четвертого уровней классифицирующей системы вносятся данные о количестве элементов наружного и внутреннего контура соответственно. Собственно проектирование начинается с работы блока ограничений. Здесь учитываются все ограничения технологического характера и предварительно решается вопрос о степени совмещенности операций штамповки. Вначале проверяется, есть ли ограничения на применение совмещенного штампа (близость отверстий, диаметры отверстий и т. п.). При наличии ограничений эти элементы исключаются из входной информации ТКС и записываются в отдельные операционные таблицы — $ТКС_i$. Если ограничений нет, то вопрос совмещенности операций окончательно решается с помощью технико-экономических расчетов (ТЭР-ов) — блок оптимизации. Блок оптимизации имеет обратную связь с блоком ограничений для формирования всех операционных таблиц процесса, необходимых для выбора пресса, штампа инструмента, формулировки технологических операций и переходов.

Формирование всех реквизитов маршрутно-технологической карты (МТК) производится в блоке *5*. Блоком *6* осуществляется печать МТК по установленной форме. Маршрутно-технологическая карта, разрабатываемая с помощью данной системы, имеет некоторую особенность: для цеха холодной штамповки она печатается в виде операционной карты, а для остальных цехов (термообработки, лакокрасочных покрытий и т. п.) — в виде маршрутной. Такое упрощение сделано с целью облегчения разработки алгоритмов и программы.

Особый интерес представляет блок *7* (блок накопления опыта системы), служащий своеобразным справочником. Первоначально его назначение состоит в том, чтобы дать ответ на вопрос: проходила ли данная деталь в производстве и в каком месте архива находится соответствующая ей техдокументация. По мере развития и совершенствования системы задачи блока будут усложняться. Предполагается получать ответы и на такие вопросы: какой из ранее освоенных деталей подобна исходная? в какой степени? Иными словами, возможен такой вариант: ранее был спроектирован технологический процесс на пластину размером $A \times B \times \Delta$ с тремя отверстиями диаметром d_1, d_2, d_3; затем поступила новая деталь — пластина размером $A \times B \times \Delta$, но с одним квадратным отверстием. Необходимо на эту деталь

спроектировать технологический процесс. Блок опыта системы должен выдать ответ, что деталь эта подобна имеющейся в памяти ЭЦВМ ранее спроектированной детали, и скорректировать технологический процесс на данную деталь.

Описанная система АТП сформирована применительно к ЭЦВМ, снабженных АЦПУ. Блок-схема алгоритма формирования системы представлена на рис. 2. Работа алгоритма начинается с ввода алгоритмов эксплуатации и постоянной информации. Последняя, как правило, сведена в таблицы или формализована с помощью математических и логических зависимостей и записана на магнитную ленту. При этом в оперативной памяти машины формируется массив, позволяющий оперативно вызывать таблицы или формулы из НМЛ. После организации хранения постоянной информации алгоритм переходит к формированию классифицирующей системы и МТК.

Разработанная система АТП предназначена для решения технологических задач в общей системе автоматизации технологической подготовки производства, в частности, автоматизация процесса разработки и написания технологических процессов холодноштампованных деталей в приборостроении. Данная система с небольшими коррективами может быть применена и в других отраслях промышленности.

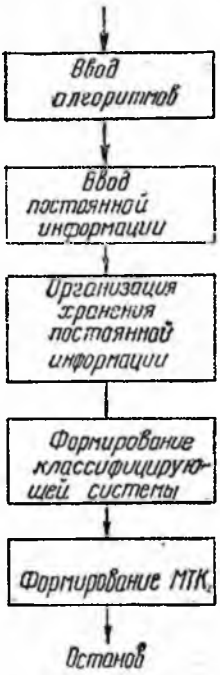

Рис. 2. Блок-схема алгоритма формирования системы АТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Цветков. Принципы автоматизации проектирования оптимальных технологических процессов в машиностроении. «Машиностроение», 1965, № 6.

2. П. Д. Дудко, Н. С. Макурин, М. И. Варсак. Вопросы автоматизации проектирования технологических процессов холодной штамповки. ХЦТИ, 1970.

3. Б. А. Трахтенброт. Алгоритмы и машинное решение задач. Физматгиз, 1960.