

УДК 681.3

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Усанов Алексей Сергеевич

Магистрант 2 года,  
кафедра «Автоматизированные станочные системы»,  
Тульский государственный университет

Научный руководитель: Ямникова О.А.,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные станочные системы»

Предложено применение интеллектуального модуля для повышения качества и сокращения сроков при проектировании штампа холодной листовой штамповки. Для решения поставленной задачи было разработано программное обеспечение, которое включает в себя: базу данных (которая содержит ранее разработанные образцы основных узлов и деталей штампа в виде чертежей и 3D моделей), блок расчета степени стандартизации штампа холодной листовой штамповки и блок логического вывода, отвечающий за поиск необходимой конструкции штампа в базе данных.

Применение интеллектуального модуля при проектировании технологической оснастки является эффективным средством снижения сроков разработки конструкторской документации технологической оснастки, а, следовательно, и повышения экономичности производства за счет использования субъективных знаний и опыта, накопленных на предприятии с применением стандартизации и унификации проектирования штампа. Таким образом, является целесообразным применение модуля при проектировании технологической оснастки, разработанная структура которого представлена на рис. 1.

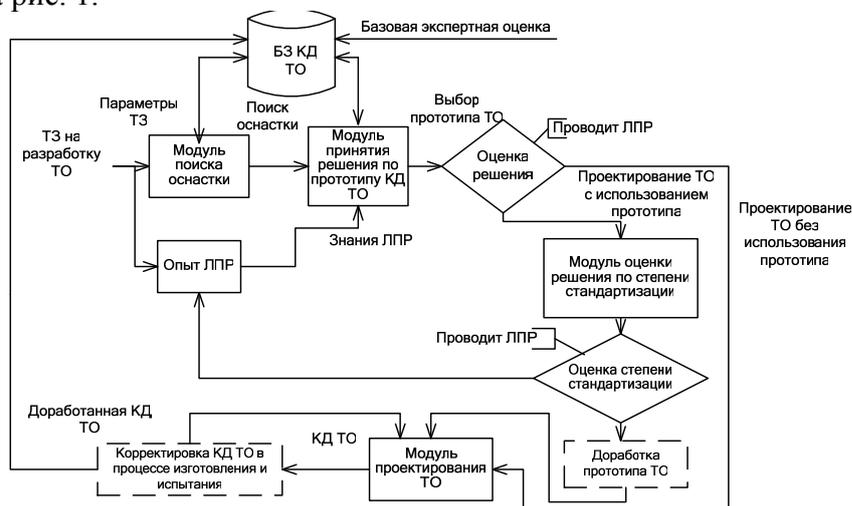


Рис. 1. Структура интеллектуального модуля при проектировании штампа холодной листовой штамповки

Как видно из структуры, для работы модуля необходимо перевести субъективные знания разработчиков штампов (экспертов) в объективную форму в виде распределенной базы данных штампов. Выявить структуру штампов позволило проведение морфологического анализа. Морфологический анализ включает совокупность приемов изучения морфологического описания технологической оснастки, состава и структурной композиции штампов. Основной идеей

морфологического анализа является упорядочение процесса рассмотрения различных вариантов решения задачи разработки технологической оснастки с применением унифицированных деталей и узлов.

Для разрешения проблемной ситуации по выбору прототипа технологической оснастки на стадии поиска, в процессе разработки оснастки используем логическую модель представления знаний на основе исчисления предикатов, в таких случаях, знания представляются с помощью перевода утверждений об объектах некоторой предметной области в формулы логики предикатов и добавления их как аксиом в систему. Целевое состояние также выражается формулой и рассматривается как теорема, которая должна быть выведена из аксиом с помощью активного механизма вывода. Для описания правил поиска штампа в базе данных введем обозначения, представленные в табл. 1. Каждой переменной соответствуют значения, представленные в табл. 2.

Таблица 1. Описание переменных выбора штампа в базе данных

Параметр поиска	Переменные
Модель используемого пресса	$x_1$
Назначение штампа	$x_2$
Комбинированность штампа	$x_3$
Тип блока штампа	$x_4$
Форма хвостовика	$x_5$

Таблица 2. Значения переменных выбора штампа в базе данных

Переменные	Параметры поиска	Значения
$x_1$	Модель пресса	$A_i$
$x_2$	для разделительных операций	$B_1$
	для гибки	$B_2$
	для вытяжки	$B_3$
	для формовки	$B_4$
$x_3$	Совмещенного действия	$C_1$
	Последовательного действия	$C_2$
	Однооперационный	$C_3$
$x_4$	диагональное расположение направляющих	$D_1$
	осевое расположение направляющих	$D_2$
	заднее расположение направляющих	$D_3$
$x_5$	вильчатые	$E_1$
	с буртиком	$E_2$
	с резьбой	$E_3$

На основе правил выбора штампа ХЛШ из базы данных и введенных переменных и их значений, представленных в таблицах 1 и 2, система правил поиска штампа может быть представлена следующим образом:

1.  $B_1 \vee B_4 \vee \neg E_2$ ;
2.  $\neg B_1 \vee D_1$ ;

3.  $\neg B_1 \vee \neg B_4 \vee D_2$ ;
4.  $\neg B_2 \vee \neg B_3 \vee D_3$ ;
5.  $\neg B_3 \vee E_3$ ;
6.  $\neg B_2 \vee E_1$ .

Семантическая сеть поиска штампа ХШЛ в базе данных представлена на рис. 2.

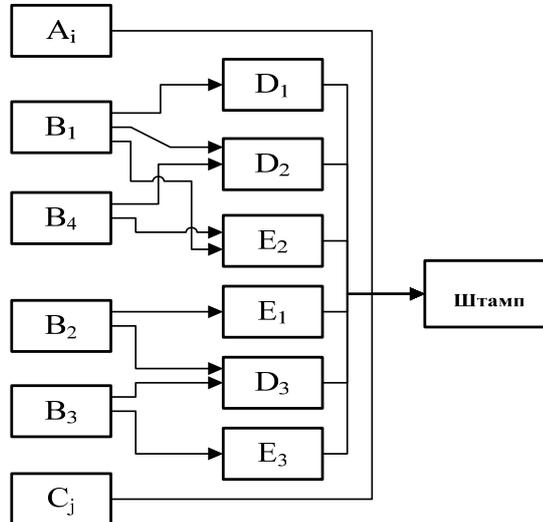


Рис. 2. Семантическая сеть поиска штампа ХШЛ в базе данных

Показатели качества технологической оснастки характеризуются коэффициентами агрегирования, блочно-модульного проектирования и унификации:

- Коэффициент агрегирования:

$$k_a = \frac{M'}{M} = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^J (M_{a_j} - 1), \quad (1)$$

где  $M$  – число элементов в технологической оснастке до агрегирования;  $M' = M - M_{a_j} + 1$  – число элементов конструкции после агрегирования;  $M_{a_j}$  – число агрегированных элементов;  $J$  – ряд агрегированных подмножеств.

- Коэффициент блочно-модульного проектирования технологической оснастки:

$$k_M = 1 - \frac{J_M}{L}, \quad (2)$$

где  $J_M$  – количество образовавшихся модулей;  $L$  – связи между элементами, образовавшиеся в результате модулирования компонентов технологической оснастки.

- Коэффициент унификации технологической оснастки:

$$k_y = \frac{\log_2 E - \log_2 J_y}{\log_2 E} = \frac{\log_2 \bar{E}_y}{\log_2 E}, \quad (3)$$

где  $\bar{E}_y = E/J_y$  – среднее число (удельное содержание) компонентов в группе;  $E$  – количество деталей в технологической оснастке;  $J_y$  – количество унифицированных деталей в оснастке.

Для оценки качества разработанной технологической оснастки вводим комплексный коэффициент качества оснастки, который учитывает степени значимости каждого показателя качества, получаемые методом попарного сравнения:

$$k_{нач} = w_a \cdot k_a + w_M \cdot k_M + w_y \cdot k_y. \quad (4)$$

Определение комплексного коэффициента качества технологической оснастки осуществляют по разработанной методике оценки на основе применения знаний и опыта производства.

На производстве варианты возможных типизированных решений по всей номенклатуре изделий оформляются в виде руководящих материалов, на основе которого может быть выбрано конкретное исполнение изделия. Эти материалы обычно оформляются как стандарт предприятия (СтП), включающий набор типовых деталей для решения часто повторяемой конструкторской разработки на уровне блочно-модульного проектирования. Список всех деталей, включенных в СтП, перечислен в оглавлении и образует обзорный каталог по СтП. В оглавлении каждая деталь имеет уникальное обозначение, наименование, эскиз, ссылку на страницу, где расположена подробная информация о ней.

Кроме сведений, которые присутствуют в оглавлении, описание каждой детали в СтП содержит следующую информацию:

- параметрическая 2D модель детали. Параметрическая модель отличается от чертежа использованием в качестве размеров символьных обозначений. Область действия этих параметров ограничена параметрической моделью детали. Данная модель не соответствует физическим размерам конкретной детали, в нем только закреплены наиболее существенные взаимосвязи между основными составляющими детали. Реальные чертежи детали получают после ручного перечерчивания параметрической модели с подстановкой конкретных параметров;

- таблицу допустимых значений параметров, имена которых использованы на параметрической 2D модели. Отдельная строка таблицы содержит список допустимых значений параметров и соответствует конкретному исполнению детали, получаемой из параметрической модели;

- текст, содержащий дополнительные условия на изготовление (при необходимости выводится на итоговый чертеж). Этот текст находится на параметрической модели;

- условия применения детали в сборочной единице.

При традиционном проектировании ТО конструктору необходимо чертить детали заново, содержащиеся в СтП. Это не нужно при переносе параметрической 2D модели деталей из СтП в базу данных САПР с использованием 3D моделирования в системе Компас-3D. В этом случае конструктору необходимо только выбрать эти детали из базы и скомпоновать сборку.

Фактическая реализация ИМ была выполнена в среде программирования Delphi, которая благодаря технологии ADO способна подключать базу данных, разработанную в системе Microsoft Access, для получения полной структуры штампа. Применение API-технологии позволило подключить систему Компас-3D для работы с параметрической 2D и 3D моделями штампов.

Модуль программы поиска штампа в базе данных реализует алгоритм, укрупненная блок-схема которого представлена на рис. 3.

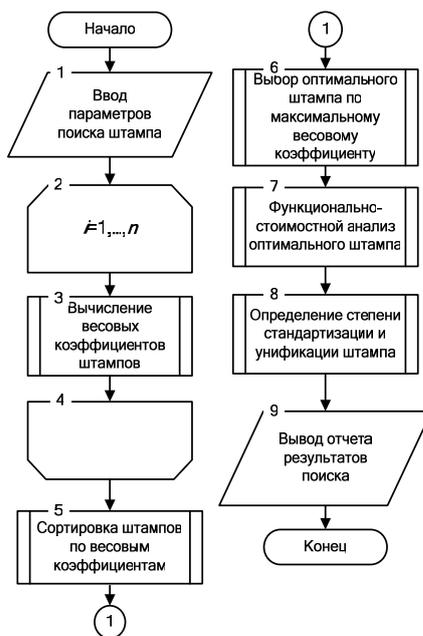


Рис. 3. Блок-схема поиска штампа в базе данных по указанным параметрам

Поиск штампа заданной конструкции происходит по установленным условиям выбора и при совпадении хотя бы одного из параметра с характеристиками штампа поиск считается успешным. Далее для каждого штампа ИМ формирует весовой коэффициент, зависящий от типа параметра (значимость параметра) и количества совпавших параметров. После этого в блоке 6 происходит формирование таблицы сортировки штампов по весовым коэффициентам, согласно найденным в базе данных. В блоке 7 ИМ осуществляет функционально-стоимостной анализ штампа, который наиболее соответствует ТЗ. Определение степени стандартизации штампа ХЛШ происходит в блоке 8. Блок 9 необходим для вывода отчета содержащий информацию о параметрах штампа, а также о размещении файлов его конструкторской документации.

### Литература

1. *Амиров Ю.Д.* Научно-техническая подготовка производства / Ю.Д. Амиров // – М.: «Экономика», 1989. – 230 с.
2. *Атре Ш.* Структурный подход к организации баз данных / Ш. Атре. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 817 с.
3. *Бойцов В.В.* Механизация и автоматизация в мелкосерийном производстве / В.В. Бойцов. – М.: МАШГИЗ, 1962. – 436 с.