

*Мокрозуб В. Г., Чуксин А. П.*

## **ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС**

*Работа выполнена под руководством к. т. н., доц., Мокрозуба В. Г.*

*ТГТУ, Кафедра «Автоматизированное проектирование  
технологического оборудования»*

Технология обработки цилиндрических зубчатых колёс зависит от большого числа факторов, основными из которых являются следующие.

1) Форма цилиндрического колеса, влияющая на выбор оборудования и построение технологического процесса обработки заготовки (до обработки зубьев), а также на выбор технологических баз.

2) Форма и расположение зубчатого венца влияют на выбор метода обработки зубьев и установление баз на этих операциях. Вследствие значительного объёма обработки зубьев в общей трудоёмкости обработки колеса форма зубчатого венца является одним из основных показателей технологичности детали.

3) Количество зубчатых венцов на колесе влияет на характер операций обработки заготовок, а также на построение и число операций обработки зубьев. Взаимное расположение отдельных венцов определяет варианты обработки зубьев и типы используемого инструмента.

4) Форма зубьев колеса (прямые или косые) не влияет на построение технологии обработки детали, а только определяет выбор станка для обработки зубьев, а иногда и тип инструмента.

5) Материал колеса и характер его термической обработки при отсутствии отделки зубьев после термической обработки определяет достижимую точность зубчатого венца.

6) Точность зубчатого венца, с учётом материала и характера термической обработки колеса, является основным показателем технологичности детали. Изготовление колёс, точность которых может быть обеспечена только зубошлифованием, целесообразно лишь при невозможности другого конструктивного решения передачи.

7) Габаритные размеры зубчатых колёс влияют на выбор размеров оборудования, на выбор типа станков для обработки зубьев и инструментов, на достижимую точность обработки венца и на способы установки колёс на станках, особенно при обработке зубьев.

8) Вид производства влияет на выбор типа оборудования и на содержание отдельных операций и оснащение, что определяет построение технологии обработки колеса, особенно на этапе изготовления заготовки. Тип исходной заготовки (поковка, штамповка,

Тип исходной заготовки (поковка, штамповка, пруток, отливка), зависящий от вида производства и размеров колеса, влияет на построение и трудоёмкость первых операций изготовления заготовки.

Технологии изготовления цилиндрических зубчатых колёс, применяемые на заводах, отличаются друг от друга. Большое количество факторов может быть этому причиной, например, состав оборудования, зуборезных инструментов имеющихся на заводе.

На данный момент существует множество различных информационных автоматизированных систем расчёта и проектирования зубчатых колёс, например, пакет КОМПАС-ГРАФИК, T-FLEX и др. Но не существует интеллектуальной информационной системы способной позволять пользователям (инженерам) использовать для проектирования зубчатых колёс ту технологию, которая используется на данном заводе.

Цель работы:

- 1) разработать информационную систему автоматизированного выбора технологии изготовления цилиндрических зубчатых колёс;
- 2) разработать информационно-логические модели отдельных деталей (долбяков, червячных фрез и т.д.)
- 3) разработать информационно-логическую модель выбора технологии изготовления цилиндрических зубчатых колёс;
- 4) разработать библиотеку параметрических 3D моделей зуборезных инструментов;

На рис. 1 представлена структура разрабатываемой системы.

*Управляющая программа* – предназначена для определения последовательности вызова отдельных модулей системы и управления их взаимодействием.

*Модуль выбора технологий изготовления зубчатых колёс* на основании разработанной информационно-логической модели построения технологий обработки колёс подберёт оптимальную технологию для изготовления заданного колеса. Данный модуль является экспертной системой.

Информационно-логическая модель (ИЛМ) построения технологий обработки колёс включает в себя следующие составляющие:

- реестр элементов;
- реестр признаков отдельных элементов;
- набор правил, связывающий значения признаков одних элементов, со значениями признаков других элементов;

- набор условий позволяющих выбрать оптимальную технологию изготовления.

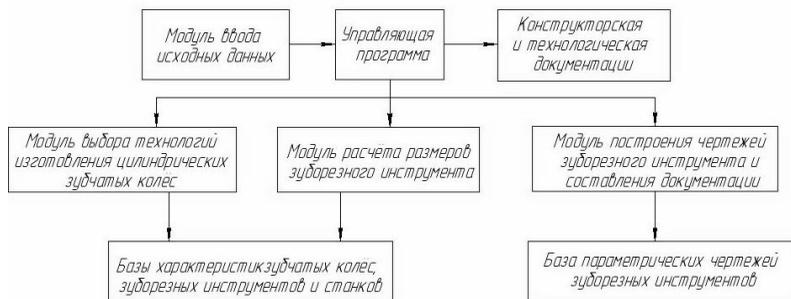


Рис. 1. Структура информационной системы

Рассмотрим некоторые компоненты ИЛИМ.

$E = \{e_j\}$  - множество элементов зубчатых передач и зуборезных инструментов (реестр элементов).

$e_0$  - ведущее цилиндрическое колесо,  $e_1$  - ведомое цилиндрическое колесо,  $e_2$  - червячная фреза,  $e_3$  - долбяк,  $e_4$  - модульная фреза,  $e_5$  - гребёнка,  $e_6$  - многорезцовая головка,  $e_7$  - дисковая фреза,  $e_8$  - зубострогальный резец,  $e_9$  - пальцевая фреза и т.д.

$P = \{p_i\}$  - множество признаков элементов зубчатых передач и зуборезных инструментов (реестр признаков отдельных элементов).

Признаки ведущего цилиндрического колеса:

$e_0. p_0$  - тип колеса,  $e_0. p_1$  - форма зубчатого венца,  $e_0. p_2$  - материал,  $e_0. p_3$  - точность изготовления,  $e_0. p_4$  - масштабность выпуска,  $e_0. p_5$  - форма зуба,  $e_0. p_6$  - тип зацепления,  $e_0. p_7$  - характер зацепления,  $e_0. p_8$  - характер термической обработки,  $e_0. p_9$  - передаточное отношение,

$e_0. p_{10}$  - число зубьев,  $e_0. p_{11}$  - модуль нормальный,  $e_0. p_{12}$  - делительный диаметр,  $e_0. p_{13}$  - основной диаметр,  $e_0. p_{14}$  - диаметр вершин зубьев,  $e_0. p_{15}$  - диаметр впадин зубьев,  $e_0. p_{16}$  - модуль торцевой,  $e_0. p_{17}$  - делительное межосевое расстояние,  $e_0. p_{18}$  - межосевое расстояние,

$e_0. p_{19}$  - коэффициент смещения,  $e_0. p_{20}$  - начальный диаметр,  $e_0. p_{21}$  - угол профиля зуба в точке на окружности вершин,  $e_0. p_{22}$  - делительный угол наклона,  $e_0. p_{23}$  - угол профиля в нормальном сечении,  $e_0. p_{24}$  - высо-

та зуба,  $e_0. p_{25}$  – коэффициент высоты головки,  $e_0. p_{26}$  – шаг зацепления в нормальном сечении.

Признаки долбяка:

$e_3. p_0$  – тип долбяка,  $e_3. p_1$  – форма зуба,  $e_3. p_2$  – материал,  $e_3. p_3$  – класс точности,  $e_3. p_4$  – модуль,

$e_3. p_5$  – номинальный угол наклона линии зубьев,  $e_3. p_6$  – делительный диаметр,  $e_3. p_7$  – основной диаметр,  $e_3. p_8$  – диаметр вершин зубьев,  $e_3. p_9$  – диаметр впадин зубьев,  $e_3. p_{10}$  – число зубьев,

$e_3. p_{11}$  – номинальная нормальная толщина зуба,  $e_3. p_{12}$  – высота долбяка,  $e_3. p_{13}$  – длина зубьев,

$e_3. p_{14}$  – минимальный радиус кривизны профиля зубьев,  $e_3. p_{15}$  – толщина зуба на делительной окружности и т.д.

Выбор типа долбяка для нарезания зубьев цилиндрического колеса:

Правило 1.

Если ( $e_0. p_5 =$  прямозубое) и ( $e_0. p_6 =$  внутреннее или внешнее), то ( $g_2. p_0 =$  дисковый) и ( $g_2. p_1 =$  прямозубый).

Правило 2.

Если ( $e_0. p_5 =$  косозубое) и ( $e_0. p_6 =$  внутреннее или внешнее), то ( $g_2. p_0 =$  дисковый) и ( $g_2. p_1 =$  косозубый).

Правило 3.

Если ( $e_0. p_5 =$  прямозубое) и ( $e_0. p_6 =$  внутреннее), то ( $g_2. p_0 =$  хвостовой) и ( $g_2. p_1 =$  прямозубый).

Правило 4.

Если ( $e_0. p_5 =$  косозубое) и ( $e_0. p_6 =$  внутреннее), то ( $g_2. p_0 =$  хвостовой) и ( $g_2. p_1 =$  косозубый).

Таким образом составляются правила для выбора оптимальной технологии изготовления колеса.