Энгельсский технологический институт

ЭТИ СГТУ имени ГАГАРИНА Ю.А.

М.Г. Шнайдер

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ГРУППОВОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Энгельс 2026 г.

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ГРУППОВОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Электронное издание локального распространения

Методические указания к практической работе
по дисциплине «Управление системами и процессами» для студентов
направлений подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Технология машиностроения»;

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2023 г.

Ц е л ь р а б о т ы – приобретение навыков в кодировании деталей, формировании машинного архива данных, сортировка деталей на технологические группы с применением вычислительной техники.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

С одним из наиболее трудоемких и сложных этапов в технологической подготовке производства, требующей высокой квалификации, специальных технических знаний и навыков, является формирование технологических групп деталей для их совместной обработки на металлорежущих станках.

Технологическая группа – совокупность деталей, характеризуемая при обработке общностью оборудования, оснастки, наладки технологического процесса или отдельной операции. При ее создании учитывают общность геометрической формы детали, точность и шероховатость поверхностей, однородность заготовок, серийность производства и др.

Процесс формирования технологических групп можно существенно усовершенствовать, если применить для этого вычислительную технику. Однако для этого необходимо графическую и текстовую информацию, заложенную в чертеже, представить в виде совокупности конструкторских и технологических признаков

$$D=\{P_1; P_2; \dots P_i; \dots P_n\},$$

где P_n – признак детали.

Сравнение закодированных признаков детали ЭВМ выполняет намного быстрее, чем визуальное сравнение делает технолог.

В основе машинных методов группирования деталей лежит классификация и кодирование деталей по конструкторско-технологическим признакам.

1.1. Классификация и кодирование деталей

Для описания конструкторских особенностей детали служит классификатор ЕСКД [1]. Классы 71 – 75 этого классификатора предназначены для определения кодов деталей машиностроения и приборостроения. Они учитывают геометрическую форму, функциональное назначение, конструктивные особенности и т.д.

Структура конструктивного кода имеет вид:

Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения построен как логическое продолжение конструкторского классификатора ЕСКД [2].

В технологическом классификаторе устанавливается 14-значная структура технологического кода, составленного из двух частей: кода классификационных группировок основных признаков (постоянная часть кода) и кода классификационных группировок признаков, определяющих вид детали по технологическому процессу (переменная часть).

X X X X X X X X X X X X X X

Код группировок основных признаков.

Код группировок признаков, определяющих вид детали по технологическому процессу.

В качестве основных признаков приняты: размерная характеристика; группа материала; вид детали по технологическому процессу.

Структура кода основных признаков следующая:

X X X X X X

Размерные характеристики

Группа материала

Вид детали по технологическому процессу

В качестве признаков детали, характеризующих вид детали по технологическому процессу (переменная часть кода), приняты следующие признаки:

- вид исходной заготовки;
- квалитет точности наружной поверхности;
- квалитет точности внутренней поверхности;
- шероховатость наружной поверхности;
- характеристика элементов зубчатого зацепления;
- характеристика термической обработки;
- весовая характеристика.

Структура и значимость переменной части технологического кода следующая:

X X X X X X X X

Вид исходной заготовки

Квалитет точности наружней и внутренней поверхностей

Шероховатость наружной поверхности

Характеристика зубчатого зацепления

Характеристика термической обработки _____

Весовая характеристика _____

Кодовые значения технологических признаков приведены в приложениях 1-7.

Применительно к различным условиям и задачам технологической подготовки производства полнота описания детали может быть различной. Так, например, для формирования технологических групп деталей, у которых должен быть одинаковый производственный процесс их изготовления, достаточно иметь конструкторско-технологическую информацию о детали на уровне их общих признаков.

При формировании группового маршрута обработки детали в механическом цехе на металлообрабатывающих станках информация о детали должна быть представлена общими признаками и характеристиками отдельных поверхностей.

При разработке групповой операционной технологии механообработки в дополнение к указанной информации необходимо знать: какие поверхности используются в качестве технологических баз; инструментальный набор, необходимый для групповой обработки поверхностей.

1.2. Формирование машинного архива данных детали на ЭВМ

Информация о детали может быть записана на внешние носители периферийных устройств ЭВМ и, таким образом, храниться в машинном архиве [3]. На ЭВМ IBM-586 таким носителем является жесткий или гибкий диски.

Для решения технологических задач на уровне разработки маршрутной технологии механообработки и решения большинства вопросов операционной технологии совокупность данных о детали должна включать: общую характеристику детали по конструкторско-технологическим признакам (конструкторско-технологический код); характеристику поверхности детали, наименование детали, номер детали по чертежу.

Кроме этого, каждой детали необходимо присвоить порядковой номер записи, по которому при необходимости можно разыскать и вызвать деталь из архива.

Запись данных о детали на гибкий диск производится по специальной программе.

1.3. Сортировка деталей на технологические группы с применением ЭВМ

Принцип группирования деталей на ЭВМ заключается в последовательном сравнении кодировочных значений конструкторско-технологических признаков детали с заданными критериями сортировки. В случае соответствия всех сравниваемых признаков детали с выбранными критериями отбора деталь отбирается в группу и на экране дисплея печатаются все данные о детали. В противном случае вызывается для сравнения следующая деталь.

Критерии сортировки задаются в зависимости от вида решаемой технологической задачи. Так, для решения вопроса о выборе технологического оборудования для операции механообработки критерии сортировки могут быть следующие:

- геометрические размеры детали;
- точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- вес детали.

При разработке групповой инструментальной наладки можно использовать такие критерии сортировки: размерная характеристика детали; вид заготовки; точность и шероховатость поверхностей; материал деталей.

Сортировка деталей на технологические группы выполняется с помощью СУБД “Access”.

1.4. Программное обеспечение практической работы

Программное обеспечение включает ряд прикладных программ, таких как:

- программы формирования машинного архива данных детали;
- программы сортировки детали на технологические группы и др.

Программы разработаны на алгоритмическом языке VISUAL BASIK и предназначены для использования на ПК IBM 586.

1.4.1. Программа формирования данных детали

Для каждой детали, записанной на диск, формируется запись, которая представляет файл данных об общих сведениях (одномерный массив), файла данных о поверхностях детали (двумерный массив), программный файл с указанием наименования детали, № детали по чертежу, № детали по порядку в кодировочной ведомости.

Требуемые данные о детали необходимо взять из кодировочных таблиц приложения 1 – 7.

В программе, вводятся последовательно конструкторско-технологические признаки детали в закодированном виде. Формируется одномерный массив. Затем массиву присваивается имя «А» и данные записываются на диск.

Затем формируется двумерный массив, у которого каждая строка содержит сведения об элементарной поверхности. Требуемые данные о поверхности детали необходимо взять из табл.1 приложения 9 в закодированном виде, а численные значения параметров поверхности из чертежа в соответствии с табл. 1.2 (приложение 8).

1.4.2. Программа сортировки деталей на технологические группы

Программа сортировки выполняет сравнение критериев сортировки – элементов массива К и массива L , с кодировочными значениями детали, массивы А и В . Массив К – одномерный массив данных конструкторско-технологических

признаков детали. Массив L – двумерный массив данных поверхностей с задаваемыми характеристиками точности и шероховатости. Кодировочные значения признаков массивов К и L задаются в зависимости от вида решаемой технологической задачи.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1

Формирование машинного архива данных детали

1. Получить задание на выполнение работы у преподавателя в виде чертежей деталей (4 – 5 чертежей).
2. Произвести кодирование деталей по общим конструкторско-технологическим признакам и характеристикам поверхностей. Данные кодирования внести в табл. 1, 2 (приложение 8).
3. Сформировать блок данных о детали в виде отдельных записей на диск, в соответствии с программой записи.

Задание 2

Сортировка деталей на технологические группы

1. Получить у преподавателя задание на целевое формирование технологической группы.
2. Определить критерии сортировки деталей в зависимости от полученного задания.
3. Произвести сортировку деталей на ЭВМ, используя программу сортировки, и составить список технологической группы.
4. Произвести технологический анализ машинной сортировки на соответствие критериям сортировки.
5. Оформить отчет по работе.

3. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по работе должен содержать:

- название лабораторной работы;
- развернутую формулировку цели;
- некоторые основные понятия;
- кодировочную ведомость деталей с характеристикой общих признаков детали;
- таблицы сведений о характеристике поверхностей детали;
- анализ результатов сортировки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое технологическая группа деталей? Чем она характеризуется?
2. Структура конструкторско-технологического кода.

3. Чем отличается информационная модель детали при различных видах технологического проектирования?
4. Как формируется машинный архив данных о детали на ЭВМ ?
5. Как определяются критерии сортировки?
6. Принцип сортировки детали на технологические группы.
7. В чем заключается анализ результатов машинной сортировки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Липунцов, Ю. П. Управление процессами. Методы управления предприятием с использованием информационных технологий / Ю. П. Липунцов. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-4488-0133-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/88011.html
2. Гаврилов, А. Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы): учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. П. Барметов, А. А. Хвостов; под редакцией С. Г. Тихомиров. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 244 с. — ISBN 978-5-00032-176-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/50645.html
3. Сергеев, А. И. Программирование оборудования с числовым программным управлением: учебное пособие / А. И. Сергеев, А. С. Русяев, А. А. Корнипаева. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 118 с. — ISBN 978-5-7410-1539-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/61398.html
4. Классификация ЕСКД. – М. : Машиностроение, 1982. – 285 с.
5. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. – М. : Машиностроение, 1974. – 197 с.
6. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. – Л. : Машиностроение, 1983. – 375 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.1

Размерная характеристика деталей тел вращения

Код	Наибольший наружный диаметр	Код	Длина	Код	Диаметр центрального отверстия
0	До 2,5	0	До 6	0	Без центр. отв
1	2,5 – 5	1	6 – 20	1	До 2,5
2	5 – 10	2	20 – 45	2	2,5 – 10
3	10 – 16	3	45 – 75	3	10 – 20
4	16 – 22	4	75 – 95	4	20 – 50
5	22 – 28	5	95 – 120	5	50 – 100
6	28 – 36	6	120 – 150	6	100 – 125
7	36 – 45	7	150 – 190	7	125 – 200
8	45 – 71	8	190 – 240	8	200 – 400
9	71 – 95	9	240 – 350	9	400 – 500
А	95 – 120	А	350 – 500	А	
Б	120 – 150	Б	500 – 710		
В	150 – 190	В	710 – 1000		
Г	190 – 240	Г	1000 – 1400		
Д	240 – 320				
Е	320 – 420				
Ж	420 – 560				
И	560 – 750				

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2.1

Размерная характеристика деталей коробчатой формы

Код	Ширина	Код	Длина	Код	Высота
0	До 20	0	До 20	0	До 6
1	20 – 45	1	20 – 45	1	6 – 20
2	45 – 71	2	45 – 75	2	20 – 50
3	71 – 95	3	75 – 120	3	50 – 71
4	95 – 120	4	120 – 150	4	71 – 95
5	120 – 150	5	150 – 200	5	95 – 120
6	150 – 190	6	200 – 240	6	120 – 150
7	190 – 240	7	240 – 350	7	150 – 190
8	240 – 320	8	350 – 500	8	190 – 240
9	320 – 400	9	500 – 710	9	240 – 320
А	400 – 500	А	710 – 850	А	320 – 400
Б	500 – 630	Б	850 – 1250	Б	400 – 500
В	630 – 800	В	1250 – 1600	В	500 – 630
Г	800 – 1250				
Д	1250 – 1600				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Таблица 3.1

Группа материала

Код	Группа материала
00	Стали углеродистые
01	Стали углеродистые с содержанием углерода до 0,25 %
02	Стали углеродистые с содержанием углерода 0,25 – 0,6 %
03	Стали углеродистые с содержанием углерода более 0,6 %
08	Стали инструментальные углеродистые
10	Стали легированные, кроме сталей с особыми физическими свойствами
11	Стали конструкционные низколегированные
12	Стали конструкционные легированные
18	Стали инструментальные легированные
19	Стали инструментальные быстрорежущие
Код	Группа материала
20	Стали и сплавы легированные с особыми физическими свойствами
21	Стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаропрочные, жаростойкие, жароустойчивые
23	Сплавы с высоким омическим сопротивлением
25	Стали и сплавы прецизионные, кроме сплавов со специальными магнитными свойствами
27	Стали и сплавы электротехнические, в том числе со специальными магнитными свойствами
31	Чугуны серые простые
32	Чугуны серые модифицированные
33	Чугуны ковкие
34	Чугуны высокопрочные
35	Чугуны с особыми свойствами, кроме соответствующих кодам 31 – 34
41	Медь
42	Сплавы на основе меди
43	Бронзы
44	Медно – никелевые сплавы
45	Алюминий
46	Сплавы на основе алюминия
48	Сплавы на основе магния
51	Титан и сплавы на его основе
52	Хром и сплавы на его основе
53	Никель и сплавы на его основе
54	Тугоплавкие металлы и сплавы
56	Цинк и сплавы на его основе
57	Свинец, олово и сплавы на их основе

58	Благородные металлы и сплавы
59	Биметаллы

Продолжение таблицы 3.1

61	Минералокерамические материалы конструкционные
62	Минералокерамические материалы инструментальные
95	Графит и углеграфитовые материалы
96	Алмазы

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 4.1

Вид детали по технологическому процессу

Код	Вид детали по техпроцессу
1	Литая
2	Изготовляемая ковкой и горячей штамповкой
3	Изготовляемая холодной штамповкой
4	Обрабатываемая резанием
5	Термические обрабатываемые
6	Изготовляется путем переработки полимерных материалов
7	С поверхностным покрытием
8	Изготовляемая методами электрофизическими и электрохимическими

Таблица 4.2

Вид исходной заготовки

Код	Вид исходной заготовки
11	Отливка в песчано-глинистую земляную форму
12	Отливка в форму из самотвердеющих смесей
13	Отливка в песчано-глинистые смеси, изготовленные под высоким давлением
14	Отливка в металлическую форму
15	Отливка, полученная центробежным методом
16	Отливка в оболочковую форму
17	Отливка по выплавляемым моделям
18	Отливка штамповкой жидкого металла
19	Отливка под давлением
21	Свободная ковка на молоте
22	Свободная ковка на прессе
23	Поковка, полученная ротационным методом
24	Горячая штамповка некалиброванная
25	Горячая штамповка калиброванная
26	Холодная листовая штамповка
27	Холодная объемная штамповка
31	Пруток круглый некалиброванный
32	Пруток круглый калиброванный

33	Пруток шестигранный некалиброванный
34	Пруток шестигранный калиброванный
35	Проволока круглого поперечного сечения

Продолжение табл. 4.2

Код	Вид исходной заготовки
36	Проволока фасонного поперечного сечения
51	Труба постоянного сечения, круглая, некалиброванная
51	Труба постоянного сечения, круглая, калиброванная
55	Труба переменного сечения

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 5.1

Точность наружных и внутренних поверхностей

Код	Класс точности	Квалитет точности	
		Отверстие	Вал
0	Необрабатываемые поверхности		
1	1	6	5
2	2, 2а	7 – 8	6 – 7
3	3, 3а	9 – 10	8 – 10
4	4, 5	11 – 13	11 – 13
5	7	14	14
6	8, 9, 10	15 – 17	15 – 17

Таблица 5.2

Шероховатость наружной поверхности

Код	Класс чистоты	Шероховатость	
		R_z	R_a
0	Необработанные поверхности		
1	1, 2, 3	320, 160, 80	
2	4, 5	40, 20	
3	6, 7		2,5 – 1,25
4	8, 9, 10		0,63 – 0,16
5	11, 12, 13, 14	0,4 – 0,05	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 6.1

Характеристика зубчатого зацепления

Код	Модуль	Степень точности зацепления
0	Без элементов зубчатого зацепления	
1	До 1	2 – 6
2	До 1	7 – 10
3	1 – 4	3 – 6
4	1 – 4	7 – 11
5	4 – 10	3 – 6
6	4 – 10	7 – 11
7	10 – 16	3 – 6
8	10 – 16	7 – 11
9	Свыше 16	Все степени точности

Таблица 6.2

Характеристика термической обработки

Код	Характеристика Т.О.
0	Без термической обработки
1	С термической обработкой до или между операциями механической обработки HRC > 38
2	С термической обработкой до или между операциями механической обработки HRC > 38, $H_{RC} < 52$
3	С термической обработкой до или между операциями механической обработки HRC > 52 отдельных поверхностей
4	С термической обработкой до или между операциями механической обработки HRC > 52 всех поверхностей
5	С термической обработкой после операции механической обработки

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица 7.1

Весовая характеристика детали

Код	Масса, кг
00	До 0,003
1	0,003 – 0,006
2	0,006 – 0,012
3	0,012 – 0,025
4	0,025 – 0,05
5	0,05 – 0,1
6	0,1 – 0,2
7	0,2 – 0,5
8	0,5 – 1,0
9	1,0 – 1,6
А	1,6 – 2,5
Б	2,5 – 4,0
В	4,0 – 10
Г	10 – 16
Д	16 – 25
Е	25 – 40
Ж	40 – 63
И	63 – 100
К	100 – 160

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица 8.1

Общие конструкторско-технологические признаки детали

Наимено-вание детали	№ детали по чертежу	Конструкторско-технологические признаки детали					
		1	2		i		n

Таблица 8.2

Характеристика поверхностей детали

Наименование поверхностей	Код	Размеры, мм	Допуск, мкм	Шероховатость		База при обработке
				Rz	Ra	

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Таблица 9.1

Классификация поверхностей вращения

Наименование поверхности	Наружная код	Внутренняя код	Торцевая код
ОСНОВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ			
Цилиндр	1	11	-
Конус	2	12	-
Сфера	3	13	-
Эллипсоид	4	14	-
Параболоид	5	15	-
Гиперболоид	6	16	-
Фасонная	7	17	-
Торец	8	18	-
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ			
Резьба	51	71	
Канавка прямоугольная	52	72	32
Канавка трапецеидальная	53	73	33
Канавка угловая	54	74	34
Канавка радиусная	55	75	35
Канавка «ласточкин хвост»	56	76	36
Канавка Т-образная	57	77	37
Центровые отверстия			38
Канавка шпоночная прямоугольная	58	78	
Канавка шпоночная сегментная	59	79	
Канавка шпоночная шлицевая	60	80	

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

Шнайдер Марина Геннадьевна

Формирование технологических групп деталей для групповой механической обработки

Методические указания

Ответственный за выпуск Шнайдер М.Г.
Оригинал-макет Шнайдер М.Г.

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Регистрационный номер __26__