

2. Метод обката (производящая линия получается как огибающая несколько положений режущей кромки инструмента при ее обкате по начальной окружности).

3. Метод следа (производящая линия получается в результате движения режущей точки вдоль заданной траектории, т е является следом от движения режущей точки).

4. Метод касания (производящая линия образуется как огибающая совокупность траекторий движения режущей точки). Отметим, что при методе следа контакт режущей кромки инструмента постоянный, а при методе касания – прерывистый.

## **Практическое занятие 2**

### **ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ СЕТОК И ГРАФИКОВ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ**

*Задание.* По заданным исходным данным составить структурную формулу, изобразить кинематическую схему, построить структурную сетку, график частот вращения и проанализировать их с точки зрения оптимальности структуры коробки по заданным показателям: число передач в группе, их расположение, диапазон регулирования, пределы передаточных отношений.

*Исходные данные:*

$Z$  – число ступеней частот вращения шпинделя;  $n_{\min}$  – минимальная частота вращения шпинделя, об/мин;  $\varphi$  – знаменатель стандартного геометрического ряда частот вращения шпинделя.

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для построения структурной сетки  
и структурного графика

Вариант	Z	$\phi$	Структура
1	7	1,41	Простая
2	8	1,41	Простая
3	9	1,58	Сложенная
4	10	1,26	Простая
5	11	1,26	Простая
6	12	1,41	Простая
7	14	1,26	Простая
8	15	1,26	Простая
9	16	1,26	Простая
10	7	1,41	Простая
11	8	1,58	Сложенная
12	9	1,58	Сложенная
13	10	1,41	Простая
14	11	1,26	Простая
15	12	1,41	Простая
16	14	1,26	Простая
17	15	1,26	Простая
18	16	1,26	Простая
19	7	1,41	Простая
20	9	1,58	Сложенная
21	11	1,41	Простая
22	12	1,41	Простая
23	15	1,26	Простая
24	8	1,41	Простая

*Теоретические сведения.* Кинематическая схема станка представляет собой условное изображение взаимосвязанных отдельных механизмов, участвующих в передаче движений различным исполнительным органам. Передачи, связывающие вращение двух соседних валов, образуют группу (элементарную коробку) передач. Порядок чередования групп в передаче выражает структурная формула

$$Z_{\text{гр}} = Z_{x_1} \times Z_{x_2} \times \dots \times Z_{x_n},$$

где  $Z$  – число передач в группе;  $i$  – их передаточное отношение;  $x_1, x_2, x_n$  – кинематические характеристики групп передач.

Для кинематических расчетов коробок скоростей применяется графоаналитический метод.

Сущность графоаналитического метода состоит в условном изображении валов, их частот вращения, передач и их передаточных отношений в виде структурных сеток и графиков частот вращения.

Структурная сетка дает представление о количестве передач между валами, знаменателе и диапазоне регулирования элементарных коробок, последовательности включения передач для обеспечения ряда частот вращения шпинделя. Структурная сетка характеризует закономерности изменения передаточных отношений в групповых передачах при изменении частот вращения шпинделя по геометрическому ряду.

Показатели для анализа структурной сетки:

1) Симметричность и веерообразность расположения лучей. Симметричность структурной сетки может быть обеспечена в том случае, если произведение максимального и минимального передаточного отношения равно 1, т. е.

$$i_{\min} \cdot i_{\max} = 1.$$

2) Количество передач в группах, равное 2, 3 или 4:

$$Z_{гр} = 2, 3, 4.$$

3) Уменьшение количества передач в группах при приближении к шпинделю:

$$Z_{x0} > Z_{x1} > Z_{x2} \dots > Z_{xm}.$$

4) Увеличение характеристик переборных групп от основной к последней переборной:

$$X_0 < X_1 < \dots < X_m.$$

б) Диапазон регулирования

$$R = \varphi^{X_{пп} (Z_{пп} - 1)} \leq [R],$$

где  $X_{пп}$  – кинематическая характеристика последней переборной группы;  $Z_{пп}$  – число передач в последней переборной группе;  $[R] = 8$ .

График частот вращения является видоизмененной структурной сеткой и показывает действительные значения частных передаточных отношений передач и частот вращения валов. График частот вращения строится в соответствии с кинематической схемой привода и структурной сеткой. Анализ графика частот вращения производится по следующим условиям:

1) Наибольшая возможная частота вращения первичного вала.

2) Уменьшение передаточного отношения в группах по мере приближения к шпинделю.

3) Для ограничения размеров зубчатых колес и радиальных габаритов коробок скоростей нормами станкостроения установлены пределы передаточных отношений:

$$i_{\min} \geq 0,25, i_{\max} \leq 2,$$

что соответствует значению диапазона регулирования

$$[R] = \frac{i_{\max}}{i_{\min}} = \frac{2}{0,25} = 8.$$

Передаточные отношения, удовлетворяющие этому условию, возможны в том случае, если число полей между линиями, условно обозначающими передачи, при выбранном  $\varphi$  не превышает указанное в табл. 3

Таблица 3

Максимальное число полей, допускаемое для пересечения линиями передач на структурном графике

Передачи	Число интервалов (показатель степени $\varphi$ )				
	$\varphi = 1,12$	$\varphi = 1,26$	$\varphi = 1,41$	$\varphi = 1,58$	$\varphi = 1,76$
Понижающая	12	6	4	3	2
Повышающая	6	3	2	1	1

### Практическое занятие 3

#### РАСЧЕТ ЧИСЕЛ ЗУБЬЕВ КОЛЕС

#### КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ ПРЯМЫМ СПОСОБОМ

*Задание.* По заданным исходным данным рассчитать числа зубьев колес коробки скоростей прямым способом.

*Исходные данные:*

$\varphi$  – знаменатель стандартного геометрического ряда частот вращения шпинделя;  $n_1$  – число оборотов первого вала коробки скоростей, об/мин;  $n_{\min}$  – минимальная частота вращения шпинделя, об/мин; структурная сетка и график частот вращения.

Знаменатель стандартного геометрического ряда частот вращения