



# **Институт судостроения и морской арктической техники**

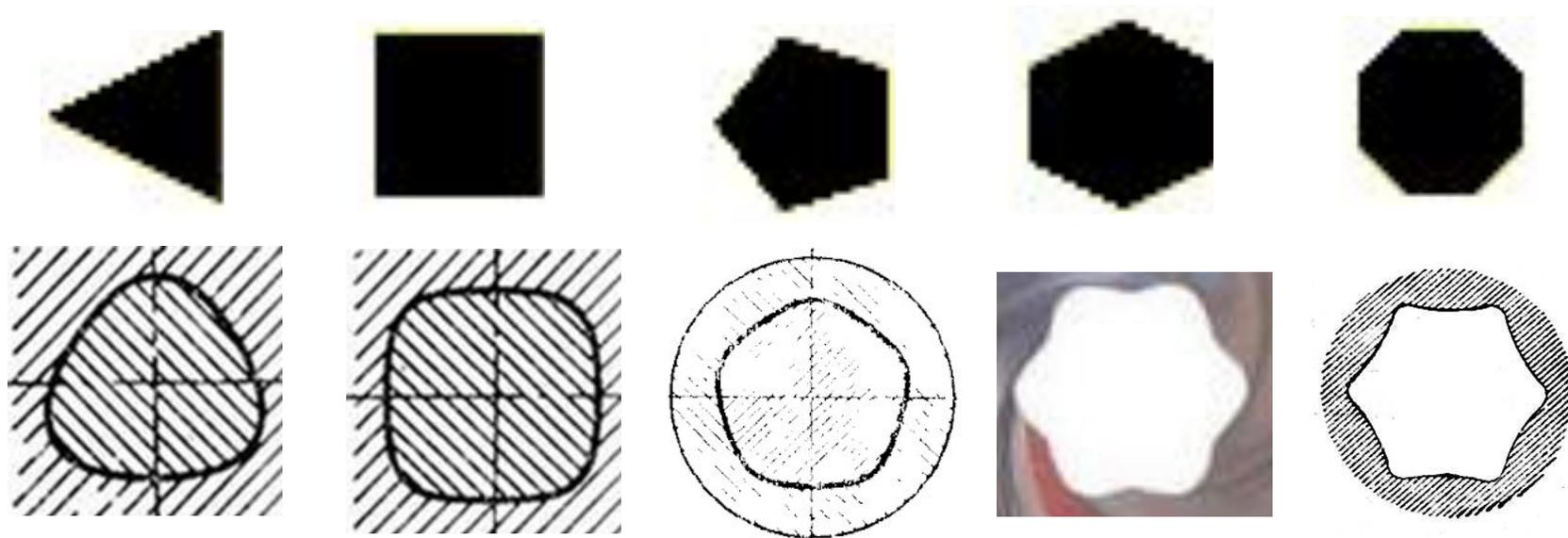
## **Исследование формообразования при фрезоточении многогранных профильных поверхностей**

**Исполнитель: А. С. Тюмина, студент 2 курса, гр. 521727**

**Научный руководитель: М. П. Худяков, к.т.н., доцент**



## Объект исследования:



## Предмет исследования:





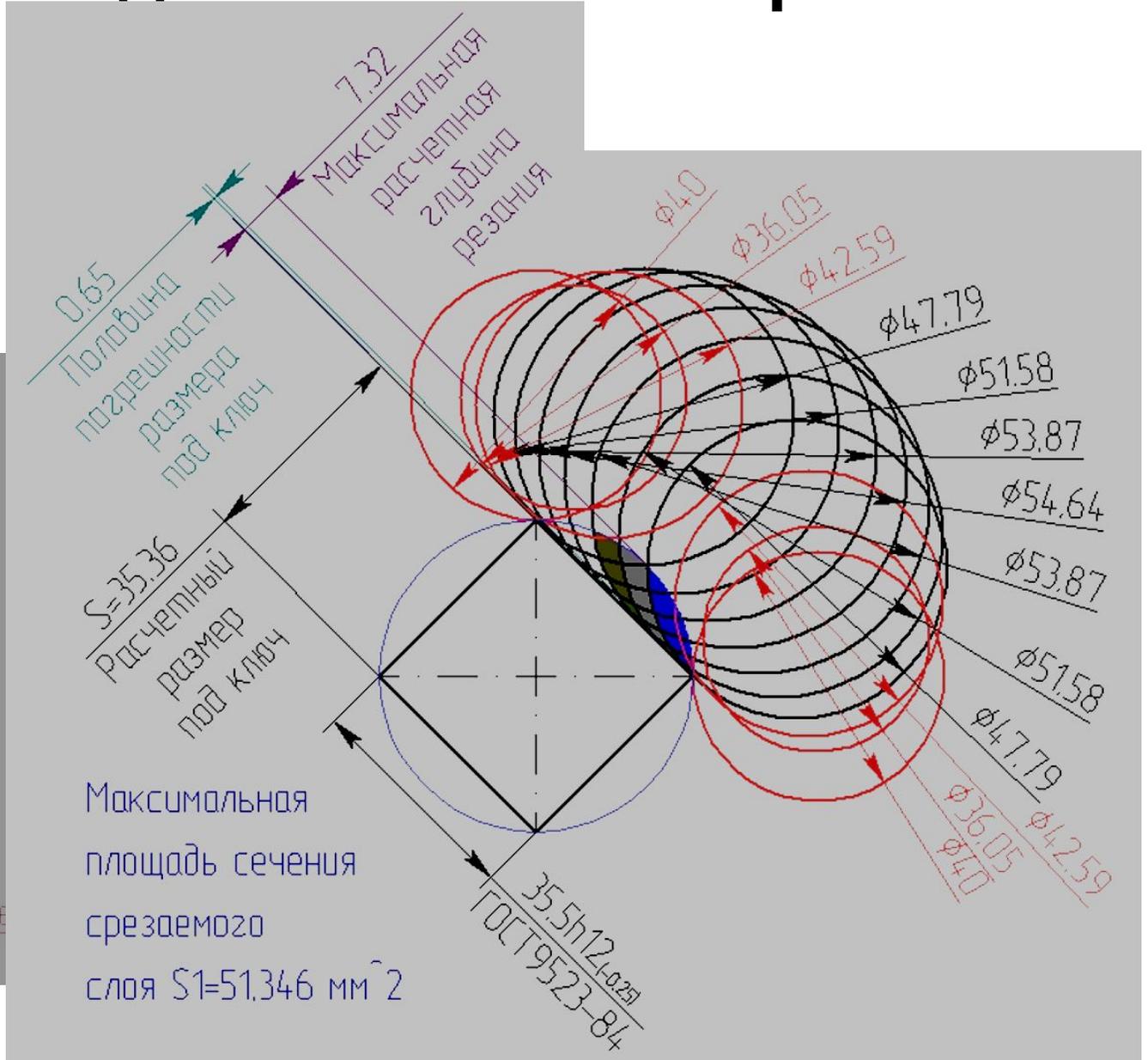
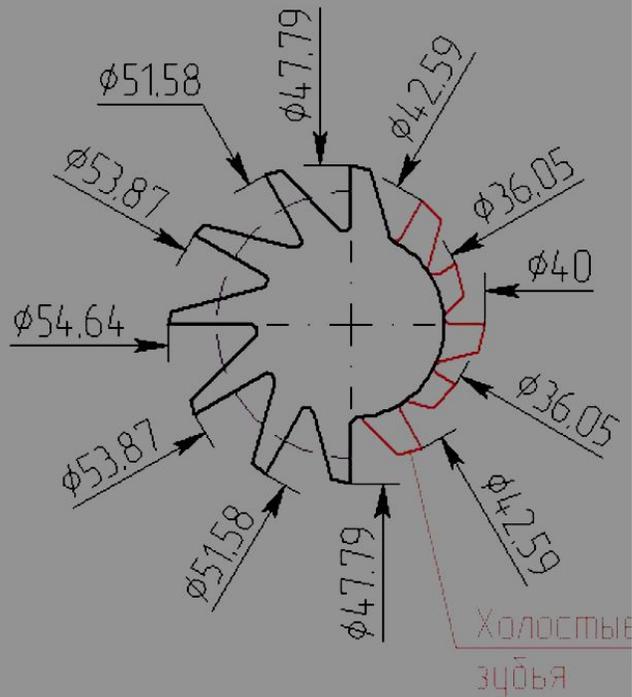
## Задачи исследования:

- Изучить существующие способы обработки многогранных (полигональных) поверхностей фрезоточением
- Проработать методы графического и аналитического описания процесса полигонального фрезоточения
- Рассмотреть применение различных типов фрез для указанных способов обработки
- Исследовать возможность фрезоточения многогранников с полными и неполными гранями



# Схема графического моделирования фрезоточения идеального многогранника:

Фрезоточение 4-гранника  
12-зубой фрезой  
диаметр заготовки D=50

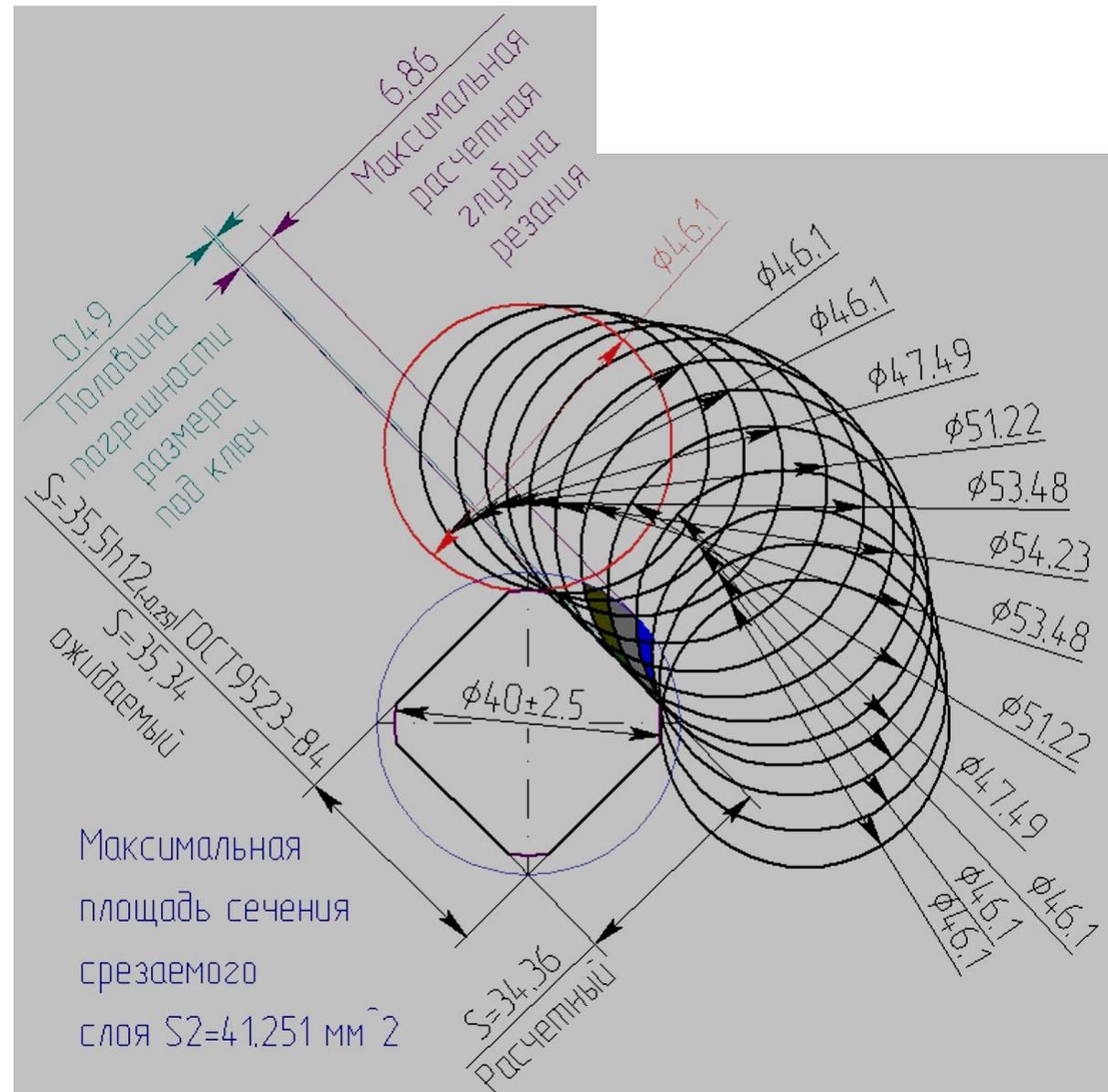
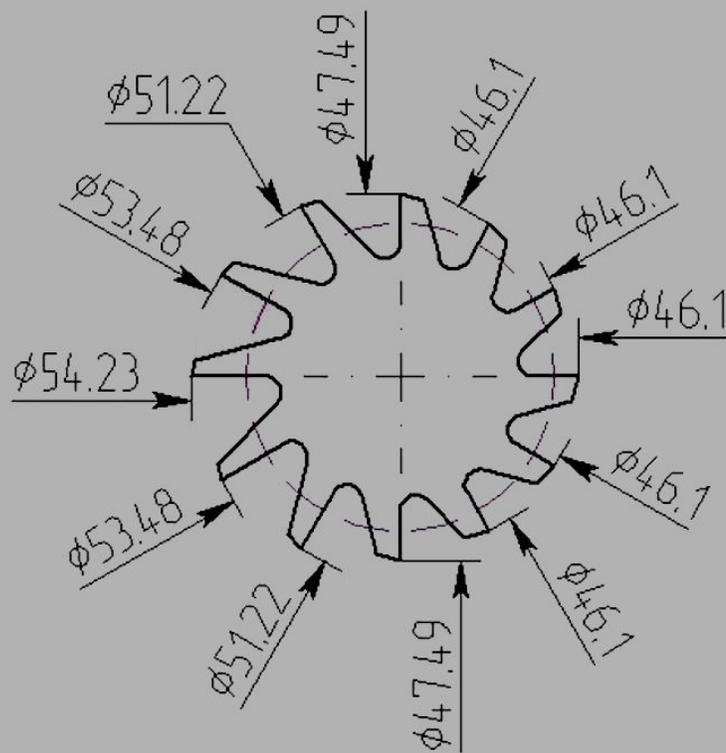




# Схема графического моделирования фрезоточения многогранника с неполными гранями

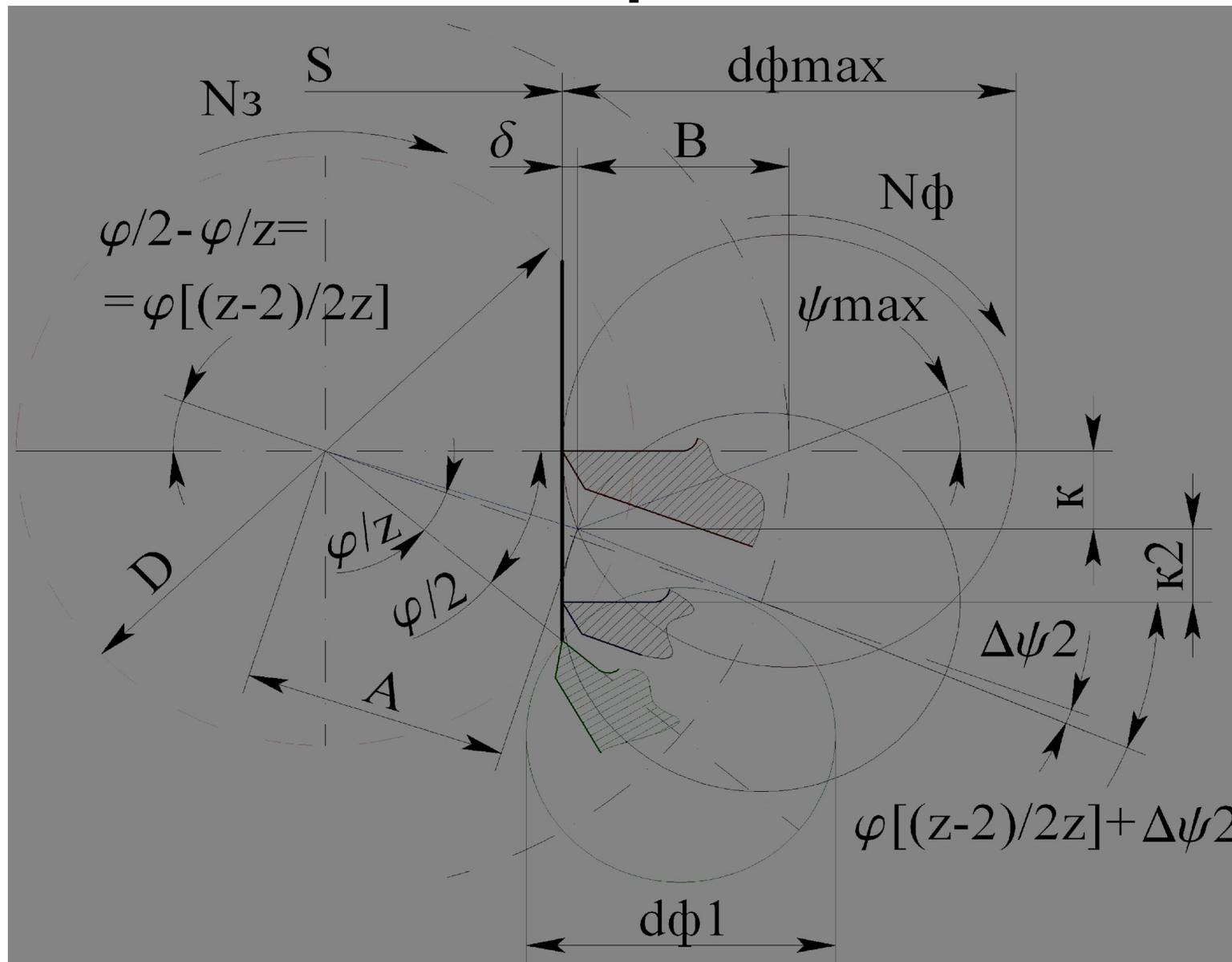
Фрезоточение 4-гранника  
12-зубой фрезой  
диаметр заготовки  $D=48.6$

Площадь сечения  
стружечной канавки  
 $S_{скф} = 84.176 \text{ мм}^2$





# Расчетная схема фрезоточения обобщенного многогранника





# Расчет погрешности формообразования

Угол между вершинами многогранника:

$$\phi = 2\pi/n,$$

где  $n$  – число граней фрезеруемой детали.

$$S/2 = D \cdot \cos(\pi/n)/2,$$

где  $S$  – размер "под ключ",

$D$  – диаметр описанной окружности детали.

Диаметр второго (по размеру и положению – вдоль обрабатываемой грани) зуба фрезы:

$$d\Phi_2 = 2[((D + d\Phi_1)/2) \cdot \cos(\pi(z - 2)/(nz)) - (D/2) \cdot \cos(\pi/n)],$$

где  $z$  – число зубьев фрезы,

$d\Phi_1$  – диаметр первого (по размеру и положению – вдоль обрабатываемой грани) зуба фрезы, начального при проектировании.

Аналогично для последующих зубьев фрезы:

$$d\Phi_3 = 2[((D + d\Phi_1)/2) \cdot \cos(\pi(z - 4)/(nz)) - (D/2) \cdot \cos(\pi/n)],$$

$$d\Phi_4 = 2[((D + d\Phi_1)/2) \cdot \cos(\pi(z - 6)/(nz)) - (D/2) \cdot \cos(\pi/n)], \text{ и т.д.}$$

Для зуба максимального диаметра:

$$d\Phi_{\max} = D(1 - \cos(\pi/n)) + d\Phi_1.$$

Погрешность обработки – величина "гребешка" (рис. 3):

$$\delta = d\Phi_{\max} - B,$$

$$B = [d^2\Phi_{\max} - \kappa^2]^{0,5},$$

$$\kappa = \kappa_2 - (D - d\Phi_{\max})\text{tg}(\phi/z),$$

$$\kappa_2 = d\Phi_2 \cdot \sin\psi_2 = d\Phi_2 \cdot \sin[\phi((z - 2)/2z) + \arccos((d^2\Phi_2) + (D + d\Phi_1)^2)/(2(D + d\Phi_1) d\Phi_2)].$$

# Выводы:



- Рассмотрен и проанализирован вариант внешнего полигонального фрезоточения для поверхности с произвольным числом плоских граней (схема встречного фрезерования)
- Разработан графический метод формообразования полигональным фрезоточением плоских многогранников
- Исследовано полигональное фрезоточение фрезами с постоянной и переменной высотой зуба для полных и неполных плоских многогранников
- Получены зависимости погрешности формообразования (высоты остаточной макронеровности) от параметров настройки технологической системы



# Список литературы

- Дружинский И.А. Сложные поверхности: математическое описание и технологическое обеспечение. Справочник. -Л. Машиностроение, Ленинград. отделение, 1985. -263 с.
- ДАНИЛОВ\_Управление топологией некруглых поверхностей (РК)\_Вестник Полоцкого универа - 2015-3\_с 2-8
- <http://met-all.org/obrabotka/prochie/freza-po-metallu.html>
- [http://tepka.ru/frezernoe\\_delo/48.html](http://tepka.ru/frezernoe_delo/48.html)
- [http://tehinfor.ru/s\\_4/par45.html](http://tehinfor.ru/s_4/par45.html)
- <https://docplayer.ru/46314129-Obespechenie-kachestva-obrabotki-valov-iz-titanovyh-splavov-metodom-vysokoskorostnogo-frezerovaniya-i-frezotocheniya.html>
- Ковтун Д.А. Нахождение высокопроизводительного процесса формообразования РК- профильных отверстий, основанного на одном движении по окружности. Автореферат дисс. К.т.н. – 1999 / Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/nakhozhdenie-vysokoproizvoditelnogo-protsessa-formoobrazovaniya-rk-profilnykh-otverstii-osno>
- А.С. 1291373 (СССР) Способ обработки заготовок с многоугольной формой с равноосным контуром./ Терехин Е.П., Скоморохов Г.Я. В24В 19/08, 1985. Заявка 3941113/40-08, Б.И. 7, 1987.
- Гулмутдинов Р.Г. Совершенствование процесса формообразования РК-профильных отверстий в закаленных втулках: диссерк. Канд. техн. наук,- Пермь: Пермский политехнический институт, 1987. 207 с.
- Тимченко А.И. Обработка профильных поверхностей с равноосным контуром// Станки и инструменты, 1991, № 11, с. 27-33.
- Тимченко А.И., Лапин С.Н., Шухарев Е.А. Фрезерование РК- профильных отверстий на станках с числовым программным управлением: -М. Вестник машиностроения, 1990. № 6, с. 37- 40.