

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель управляющего  
директора - директор  
опытного завода

Н.Н. Черкашнева

документ подписан  
электронной подписью  
10.02.2025 07:32:02

Первый заместитель директора опытного завода  
- начальник производства ОВЧИННИКОВ Д.А.

Сертификат

130000954718655B498CD0F781000700009547

Действителен с 01.04.2024 по 01.04.2025

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ РАСЧЕТА СЪЕМА МАТЕРИАЛА С ДСЕ

Техническое задание № ТЗ-0067-2025

На 7 листах

## Содержание

	Лист
1 Введение	3
2 Цель	3
3 Назначение	3
4 Требования к системе	3
5 Приложения	6

---

Настоящий документ не может быть размножен, использован и/или  
передан третьим лицам без согласия АО «ОДК-Авиадвигатель»

---

## 1 Введение

Настоящее техническое задание (ТЗ) разработано на основании пункта 6 протокола ОГТ-04 совещания у главного технолога.

## 2 Цель

Снижение величины остаточного дисбаланса ротора КВД и снижение величины вибраций двигателя ПД-14.

## 3 Назначение

Программный продукт предназначен для расчета геометрических характеристик удаляемой поверхности в зависимости от необходимой удаляемой массы дисбаланса.

## 4 Требования к системе

4.1 Необходимо разработать программу для расчета геометрических характеристик удаляемой поверхности в зависимости от дисбаланса.

4.2 В программу заложить возможность выбора из двух вариантов расчета удаление дисбаланса:

- с выступов диска;
- с балансировочного бурта.

4.3 В программу заложить возможность выбора из двух вариантов материала обработки:

- титан (плотность  $(\rho) = 0,0045 \text{ г/мм}^3$ );
- сталь (плотность  $(\rho) = 0,0082 \text{ г/мм}^3$ ).

Данные по материалам брать из файла настроек.

4.4 Для расчета длины дуги при съёме металла с балансировочного бурта предусмотреть ввод данных в окна:

- ширина обработки (h);
- глубина врезания (с);
- удаляемая масса (m).

4.5 Для расчета количества выступов при удалении металла с выступов диска предусмотреть ввод данных в окна:

- ширина обработки (h);

- глубина врезания (с);
- удаляемая масса (m).

4.6 Расчет длины дуги при съёме металла с балансировочного бурта выполняется по формуле:

$$L = \frac{m}{\rho * h * c}, \text{ где}$$

L – значение длины обработки в мм;

m – удаляемая масса в граммах;

h – ширина бурта в мм;

c – глубина врезания в мм;

$\rho$  – плотность материала в г/мм<sup>3</sup>.

На экран выводится значение длины L. Программа выполняет вывод исходных данных и результат расчета в файл Excel.

4.7 Расчет количества выступов при удалении металла с выступов диска выполняется по ряду формул. Угол сектора окружности приближенной к профилю выступа диска вычисляется по формуле:

$$\alpha = 2 * \arccos\left(\frac{R - c}{R}\right), \text{ где}$$

$\alpha$  – угол сектора в градусах;

c – глубина врезания в мм;

R = 12.6 мм – радиус окружности приближенной к профилю выступа диска (единый для всех дисков).

Площадь сектора окружности приближенной к профилю выступа диска определяется по формуле:

$$S = \frac{1}{2} * R^2 * \left(\frac{\pi * \alpha}{180} - \sin\alpha\right), \text{ где}$$

S – площадь сектора в мм<sup>2</sup>;

$\pi = 3.14$

Масса удаляемого материала с одного выступа вычисляется по формуле:

$$m_1 = S * h * \rho, \text{ где}$$

m<sub>1</sub> – масса удаляемого материала с одного выступа в граммах;

h – ширина обработки в мм;

$\rho$  – плотность материала в г/мм<sup>3</sup>.

Количество выступов под механическую обработку определяется по формуле:

$$N = \frac{m}{m_1}, \text{ где}$$

$N$  – количество выступов, которые необходимо обработать для удаления массы дисбаланса;

$m$  – удаляемая масса в граммах.

На экран выводится значение количества выступов  $N$ . Программа выполняет вывод исходных данных и результат расчета в файл Excel.

## 5 Приложения

### Порядок работы с окном программы

5.1 Расчет параметров обработки при удалении дисбаланса в 5 грамм с балансировочного бурта на примере лабиринта 8 ступени 100-01-2367.

- оператор выбирает в выпадающем окне «место съема» значение «с балансировочного бурта»

- в выпадающем окне «материал ДСЕ» выбирает «сталь»

- вводит в окно «удаляемая масса» значение с балансировочной карты. В данном примере  $m = 5$  грамм.

- в окно «ширина обработки» вводит половину разницы между наружным и внутренним диаметрами бурта с чертежа детали. В рассматриваемом примере  $h = 0.5 * (350.89 - 331) = 9.945$  мм.

- в окно «глубина врезания» вводит значение с чертежа детали. В рассматриваемом примере это 0.7 мм. Для примера,  $c = 0.7$  мм.

Программа выполняет расчет по формуле:

$$L = L = \frac{m}{\rho * h * c} = \frac{5}{0,0082 * 9.945 * 0,7} = 87,6 \text{ мм}$$

- на экран выводится значение длины L согласно рисунка 1.

Параметры указанные пользователем:		
Параметр	Значение	Единица измерения
ширина обработки (h) =	9,945	мм
глубина врезания (c) =	0,7	мм
удаляемая масса (m) =	5	грамм
Результаты расчетов:		
длины дуги (L) =	87,6	мм

Рисунок 1 – Пример вывода исходных данных и результата расчета в файл

Excel для съема металла с балансировочного бурта

5.2 Расчет параметров обработки при удалении дисбаланса в 5 грамм с выступов диска на примере диска 1 ступени 100-04-2310.

- оператор выбирает в выпадающем окне «место съема» значение «с выступов диска»

- в выпадающем окне «материал ДСЕ» выбирает «сталь»

- вводит в окно «удаляемая масса» значение с балансировочной карты. В данном случае  $m = 5$  грамм.

- в окно «ширина обработки» вводится значение с чертежа детали. В рассматриваемом примере  $h = 20$  мм.

- в окно «глубина врезания» вводит значение с чертежа детали. В рассматриваемом примере это 1 мм. Для примера,  $c = 1$  мм.

Программа выполняет расчеты:

определяется угол сектора окружности приближенной к профилю выступа диска по формуле:

$$\alpha = 2 * \arccos\left(\frac{R - c}{R}\right) = 2 * \arccos\left(\frac{12,6 - 1}{12,6}\right) = 46^\circ$$

рассчитывается площадь сектора окружности приближенной к профилю выступа диска по формуле:

$$S = \frac{1}{2} * R^2 * \left(\frac{\pi * \alpha}{180} - \sin\alpha\right) = \frac{1}{2} * 12,6^2 * \left(\frac{\pi * 46}{180} - \sin 46\right) = 6,5885 \text{ мм}^2$$

определяется масса удаляемого материала с одного выступа по формуле:

$$m_1 = S * h * \rho = 6,5885 * 20 * 0,0082 = 1,08$$

рассчитывается количество выступов под механическую обработку по формуле:

$$N = \frac{m}{m_1} = \frac{5}{1,08} = 5$$

- на экран выводится значение количества выступов N согласно рисунка

2.

Параметры указанные пользователем:		
Параметр	Значение	Единица измерения
ширина обработки (h) =	20	мм
глубина врезания (c) =	1	мм
удаляемая масса (m) =	5	грамм
Результаты расчетов:		
количество выступов (N) =	5	

Рисунок 2 – Пример вывода исходных данных и результата расчета в файл Excel для съема металла с выступов диска.