

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)

Институт авиационной и ракетно-космической техники
Кафедра космического машиностроения

Отчет о практическом занятии № 7
по дисциплине
«Методы экспериментальных исследований в аэрокосмической технике»
СИЛОВЫЕ ФАКТОРЫ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ
ВАРИАНТ № 3

Выполнила:

магистрант группы 1232-240401D

Радько А.В.

Руководитель: профессор, ведущий

научный сотрудник кафедры

космического машиностроения

Куренков В.И

Исходные данные для расчёта приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта

H	$m_R, МПа$	v_R	$m_N, МПа$	v_N
0,992	650	0,032	550	0,053

Определим коэффициент безопасности, необходимый для обеспечения надёжности $H=0,992$.

По таблице нормального закона распределения определим аргумент для заданного уровня надёжности:

$$H = \Phi(2,41) = 0,992 \rightarrow \arg \Phi = 2,41$$

Подсчитаем среднеквадратические отклонения:

$$v_N = \frac{D_N}{m_N} = i D_N = v_N m_N = 0,053 * 550 = 29,15$$

$$v_R = \frac{D_R}{m_R} = i D_R = v_R m_R = 0,032 * 650 = 20,8$$

Составим уравнение:

$$2,41 = \frac{\bar{\eta} - 1}{\sqrt{v_R^2 \bar{\eta}^2 + v_N^2}} = i \frac{\bar{\eta} - 1}{\sqrt{0,032^2 \bar{\eta}^2 + 0,053^2}}$$

Решение данного уравнения выполним с помощью программы Excel. Результаты расчёта коэффициента безопасности в программе Excel представлены на рисунке 1.

1,1	1,57
1,15	2,32
1,155	2,40
1,156	2,41
1,157	2,43
1,16	2,47
1,17	2,62
1,21	3,19

Рисунок 1 – Результаты расчётов в программе Excel

Таким образом, если проектирование осуществляется традиционным методом, то коэффициент безопасности необходимо брать $\bar{\eta}=1,156$ для того, чтобы обеспечить заданную надёжность $H=0,992$.

Произведём расчёт коэффициента η :

$$\eta = \bar{\eta} \frac{1 - 3v_R}{1 + 3v_N}$$

$$\eta = \frac{1,156 * 1 - 3 * 0,032}{1 + 3 * 0,053} = 0,90166$$

Таким образом, для обеспечения заданного показателя надёжности $H = 0,992$ достаточно назначить коэффициент безопасности $\eta = 0,90166$, рассчитанный из наихудшего сочетания нагрузки и прочности.

Примем коэффициент безопасности $\eta = 1$ и определим действительную надёжность.

Определим коэффициент безопасности:

$$\bar{\eta} = \eta \frac{1 + 3v_N}{1 - 3v_R}$$

$$\bar{\eta} = \frac{1 * 1 + 3 * 0,053}{1 - 3 * 0,032} = 1,282$$

Рассчитаем соответствующие аргумент функции нормального распределения и показатель надёжности:

$$\arg\Phi = \frac{(\bar{\eta} - 1)}{\sqrt{v_R^2 \bar{\eta}^2 + v_N^2}}$$

$$\arg\Phi = \frac{(1,282 - 1)}{\sqrt{0,032^2 * 1,282^2 + 0,053^2}} = 4,20756$$

$$H = \Phi(4,20756) = 0,99998723$$

Таким образом, даже с коэффициентом безопасности $\eta = 1$, рассчитанным из худшего сочетания нагрузки и прочности, показатель надёжности в действительности будет равен $H = 0,99998723$.

Определим действительную надёжность, приняв коэффициент безопасности $\eta = 1,156$.

Определим коэффициент безопасности:

$$\bar{\eta} = \frac{1,156 * 1 + 3 * 0,053}{1 - 3 * 0,032} = 1,482$$

Рассчитаем соответствующие аргумент функции нормального распределения и показатель надёжности:

$$\arg\Phi = \frac{(1,482 - 1)}{\sqrt{0,032^2 * 1,482^2 + 0,053^2}} = 6,777$$

$$H = \Phi(6,777) \approx 1$$

Таким образом, если коэффициент безопасности η выбирать из худшего сочетания нагрузки и прочности, то показатель надёжности в действительности будет более высоким, чем требуется, и конструкция будет перетяжелена (масса конструкции считается пропорциональной коэффициенту безопасности).