



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Основы конструирования машин»

Учебное пособие

по дисциплинам

**«Детали машин и основы
конструирования»,
«Конструкторская подготов-
ка производства»,
«Теория и практика кон-
струирования ТО»**

Авторы
Кушнарев В.И.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов очной, заочной форм обучения направлений 15.03.05 «Конструкторская подготовка производства», 15.04.05 «Конструирование машин и оборудования», 23.03.03 «Авиастроение», 24.03.04 «Автосервис и техническое обслуживание автомобилей»

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Основы конструирования машин»
Кушнарев В.И.





Оглавление

Программа для расчета вала на выносливость A_TVAL.BAS.	4
--	----------

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ВАЛА НА ВЫНОСЛИВОСТЬ A_TVAL.BAS.

1.1 Теоретическая часть.

Проверочный расчет вала на выносливость

Расчеты на выносливость отражают влияние циклов напряжений, статических и усталостных характеристик материалов, размеров, формы и состояния поверхности на прочность вала.

Для расчетов на выносливость выбирают предположительно опасные сечения вала с учетом концентраторов напряжений, эпюр нагружения и состояния поверхности вала.

Проверку проводят после прочностного расчета и конструирования вала. Опасные сечения вала, подлежащие расчету на усталость, определяются сочетаниями формы концентраторов напряжений на поверхности вала и величинами изгибающих и крутящих моментов (смотри эпюры изгибающих и крутящих моментов в рассматриваемом сечении).

В расчетах принимают, что нормальные напряжения изменяются по симметричному циклу

$$\sigma_a = \sigma_i = \frac{M_i}{W} \quad \text{и} \quad \sigma_m = 0,$$

а касательные напряжения по отнулевому циклу

$$\tau_a = \tau_m = 0,5 \cdot \tau_{кр} = 0,5 \cdot \frac{T}{W}.$$

Целесообразно подвергать расчету сечения, в которых теоретический профиль вала с минимальным запасом приближается к реальному живому сечению вала из которого исключены размеры концентратора.

Для каждого из установленных сечений определяют расчетный коэффициент запаса прочности и сравнивают его с допускаемым значением $[n]$.

Значение $[n]$ находится в зависимости от ответственности конструкции и последствий разрушения вала, от принятой точности определения нагрузок и напряжений, от технологии изготовления и уровня контроля, от однородности и стабильности свойств материала и других факторов

Расчет вала на выносливость (A_TVAL.BAS.)

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}},$$

где n_{σ} и n_{τ} - коэффициенты запаса по нормальным и касательным напряжениям соответственно.

В каждом сечении расчетный коэффициент запаса прочности - n сравнивают с допускаемым значением $[n]$, обычно $[n] \geq 1,3 \dots 2,1$.

Указанные коэффициенты n_{σ} и n_{τ} определяют по формулам:

Коэффициент запаса усталостной прочности по нормальным напряжениям для опасных сечений.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{k_d \cdot k_v \cdot \frac{k_{\sigma}}{\sigma_a} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m};$$

где σ_{-1} - предел выносливости материала при симметричном изгибе;

k_{σ} - эффективный коэффициент концентрации напряжений;

k_d - влияние абсолютных размеров поперечного сечения (масштабный фактор);

k_v - коэффициент, учитывающий упрочнение материала;

σ_m - среднее напряжение цикла при изгибе.

Коэффициент запаса усталостной прочности по касательным напряжениям;

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{k_d \cdot k_v \cdot \frac{k_{\tau}}{\tau_a} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m};$$

где τ_{-1} - предел выносливости материала при кручении;

k_{τ} - эффективный коэффициент концентрации напряжений при кручении;

Амплитуды: σ_a - нормального и τ_m - касательных напряжений;

Ψ_{σ} , ψ_{τ} - коэффициенты чувствительности материала к асимметрии цикла напряжений при изгибе и кручении;

τ_m - среднее напряжение цикла при кручении.

Работа с программой.

1.2 Из таблицы назначаем марку материала, соответствующую рассчитываемому валу по критериям прочности.

Расчет вала на выносливость (A_TVAL.BAS.)

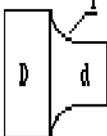
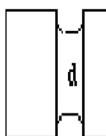
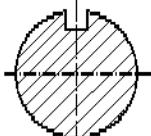
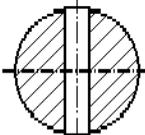
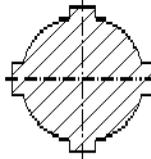
* Для возврата на 1 вопрос введите-1, выход на начало программы-10 *

N	сталь	D не более	твѳра. HB	сигма-B	сигма-t	сигма-l	тау -l
1	5	$\begin{matrix} \\ F \\ \end{matrix} \begin{matrix} \mu \\ P. \end{matrix}$	190	520	280	220	130
2	45	$\begin{matrix} \\ F \\ \end{matrix} \begin{matrix} \mu \\ P. \end{matrix}$	200	560	280	250	150
3	45	120	240	800	550	350	210
4	45	80	270	900	650	380	230
5	40+	$\begin{matrix} \\ F \\ \end{matrix} \begin{matrix} \mu \\ P. \end{matrix}$	200	730	500	320	200
6	40+	200	240	800	650	360	210
7	40+	120	270	900	750	410	240
8	40XH	$\begin{matrix} \\ F \\ \end{matrix} \begin{matrix} \mu \\ P. \end{matrix}$	240	820	650	360	210
9	40XH	200	270	920	750	420	250
10	20	60	145	400	240	170	100
11	20X	120	197	650	400	300	160
12	12XH $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	120	260	950	700	420	210
13	12X2H4 $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	120	300	1100	850	500	250
14	18X $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	60	330	1150	950	520	280
15	30X $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \\ F \\ \end{matrix} \begin{matrix} \mu \\ P. \end{matrix}$	270	950	750	450	260
16	30X $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	120	320	1150	930	520	310
17	30X $\begin{matrix} \text{т} \\ \text{т} \end{matrix}$	60	415	1500	1200	650	330

Введите порядковый номер выбранного материала 4

1.3 На экране представлены для выбора н типовые наиболее часто встречающиеся концентраторы напряжений, применяемые при конструировании валов.

* Для возврата на 1 вопрос введите-1, выход на начало программы-10 *

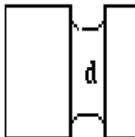
1. Галтель 	2. Выточка 	3. Шпоночный паз 
4. Резьба 	5. Поперечное отверстие 	6. Шлицы 
7. Посадка с напрессовкой $R \geq 20$ МПа		

Введите номер концентратора напряжений 2

Введите предлагаемые исходные данные для расчета влияния концентратора

* Для возврата на 1 вопрос введите-1, на начало программы-10 *

2. Выточка



Введите меньший диаметр d(мм)? 45

Введите радиус закругления r(мм) ? 1

r = 1.0 мм

Введите изгибающий момент M (Н*м)? 150

Введите крутящий момент в данном сечении T (Н*м)? 300

1.4 На экране представлены для анализа результаты расчета и рекомендации. Ваша задача состоит в оценке результатов и принятии решения по конструированию вала.

Полученное значение запаса прочности $S = 7.4$

Запас прочности по нормальным напряжениям
Сигма = 8.6

Запас прочности по касательным напряжениям
 $S_t = 14.7$

Для справки : Валы используемые в редукторе должны
иметь запас прочности $[S] \geq 2.5$
Для остальных валов – не менее 1.7

<< ЗАКЛЮЧЕНИЕ >>

Данный вал можно использовать в редукторе !

Для продолжения нажмите Перевод Строки

1.5 Методическое обеспечение работы с программой

1.5.1 [Электронный ресурс ДГТУ] (практикум) Алгоритмы расчетов деталей машин Ростов н/Д, 2014, Режим доступа : <http://skif.donstu.ru>.

Авторы: Кушнарев В.И.,
Маньшина Е.Ю., Савостина Т.П.

1.5.2 Проектирование валов с применением компьютерных программ.