

**МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Э.Р. ТОНЭ, Н.Н. ВОРОНИН

УТВЕРЖДЕНО
редакционно-издательским
советом университета

**ВЫБОР МАРКИ СТАЛИ И СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ
ДЛЯ ВАЛОВ И ОСЕЙ**

Методические указания к лабораторной работе

Москва - 2002

УДК 621.785.47.539

Т-50

Тонэ Э.Р., Воронин Н.Н. Выбор марки стали и способа упрочнения для валов и осей: Методические указания к лабораторной работе. - М.: МИИТ, 2002. - 8 с.

В методических указаниях приведено описание работы с компьютерной программой «Steel», позволяющей в диалоговом режиме решать задачу выбора марки стали и способа ее упрочнения для валов и осей.

Библиография 3 назв.

**© Московский государственный
университет путей сообщения
(МИИТ), 2002**

Выбор марки стали и способа упрочнения для валов и осей

Цель работы: изучить критерии конструкционной прочности осей и валов, а также технологические требования, предъявляемые к осям и валам. На основании этих критериев выбрать марку стали и метод упрочнения для конкретных условий работы вала.

1. Порядок выполнения работы

Ознакомившись с теоретическими вопросами, относящимися к данной работе, по методическим указаниям к курсовой работе «Выбор марки стали и способа упрочнения для валов и осей» и получив задание, студент должен выбрать марку стали и метод упрочнения с помощью ЭВМ.

*Пример выбора марки стали для вала
в зависимости от его размеров и условий работы.*

Выбрать сталь и способ упрочнения для вала, у которого: $d = 10$ мм; $L = 60$ мм; $\sigma_a = 30$ МПа; $\tau_a = 30$ МПа; $K = 5$; $K' = 3$; $n_s = 2$, где K и K' – коэффициенты концентрации напряжений для σ_a и τ_a соответственно, n_s – требуемый запас прочности. Вал вращается в подшипниках качения.

Технологические требования: критический диаметр должен быть не менее 10 мм, чтобы обеспечить прокаливаемость по всему сечению, сталь должна хорошо обрабатываться резанием и подвергаться какому-либо поверхностному упрочнению с целью повышения износостойкости вала, рассчитанного на длительный срок службы.

Работа с программой осуществляется в диалоговом режиме путем выбора пунктов меню нажатием соответствующих им цифр и введения исходных данных.

Для начала работы с программой необходимо запустить файл **steel.exe**. После запуска программы появляется заставка с названием данного программного продукта. После нажатия любой клавиши происходит переход в главное меню программы:

—< ГЛАВНОЕ МЕНЮ >—

1 Выбор марки стали и способа упрочнения.

2 Конец работы.

P.S. Для выбора пункта меню нажмите соответствующую цифру.

Для перехода в режим ввода данных необходимо на клавиатуре нажать клавишу с цифрой «1», для выхода из программы – клавишу с цифрой «2».

В режиме ввода данных программа запрашивает исходные данные:

Введите исходные данные:

Нормальные напряжения σ_a

Касательные напряжения τ_a

Коеф. концентрации напряжений σ_a K

Коеф. концентрации напряжений τ_a K'

Требуемый запас прочности n_s

Ввиду невозможности отображения в текстовом режиме монитора символов греческого алфавита, индексов и др., обозначения переменных в программе были заменены:

$\sigma_a \rightarrow Sa$;

$\tau_a \rightarrow Ta$;

$K' \rightarrow K1$;

$n_s \rightarrow Nb$;

$\sigma_{\perp} \rightarrow S1$;

$\tau_{\perp} \rightarrow T1$;

$\sigma_B \rightarrow Sb$;

$\delta \rightarrow b$.

В нашем примере вводим: $\sigma_a = 30$ МПа; $\tau_a = 30$ МПа; $K = 5$; $K' = 3$; $n_s = 2$, завершая ввод значения каждой переменной нажатием клавиши Enter.

После ввода значения n_s программа, произведя расчеты, предлагает несколько методов упрочнения, а также демонстрирует результаты предварительного расчета (значения $\sigma_{\perp} = 424$ и $\tau_{\perp} = 254$ показывают ориентировочные требования по пределам выносливости):

Выберите метод упрочнения:

1 Закалка ТВЧ.

2 Цементация.

3 Азотирование.

4 Дробеструйная обработка.

5 Накатка роликом.

6 Упрочнять не надо. Переход в табличное меню.

$\sigma_{\perp} = 424$

$\tau_{\perp} = 254$

В нашем примере выбираем пункт «6» (без упрочнения). После этого на экране появляется меню выбора варианта сталей:

Возможные варианты сталей:

- 1 Обычные
- 2 Регламентируемой прокаливаемости
- 3 С высокой обрабатываемостью резанием
- 4 Применяемые для азотируемых деталей
- 5 Применяемые для цементуемых деталей
- 6 Применяемые для литых деталей
- 7 Чугуны
- 8 Выход в главное меню

Выбираем обычные стали (пункт «1») и получаем соответствующую справочную таблицу, а также результаты расчетов в нижней части экрана:

Обычные стали

Марка стали или чугуна	Критический диаметр (охл. среда)	Обработка	Механические свойства					
			σ_B , МПа	σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	δ , %	KCU, МДж/м ²	НВ, МПа
Ст5	—	Горячий прокат	540	220	130	13	—	1600
45	20 (вода)	Нормализация	610	300	170	16	0,5	1900
45	20 (вода)	Закалка + высокий отпуск	700	350	220	20	1,2	2100
45Г	30 (вода)	То же	900	350	240	12	0,7	3000
40Х	30 (масло)	-«-	1000	360	230	10	0,6	2800
40ХН	50 (масло)	-«-	1100	450	250	13	0,7	3000
40ХМФА	80 (масло)	-«-	1050	440	250	13	0,9	3000
36Х2Н2МФА	100 (масло)	-«-	1200	550	300	12	0,8	3300
45Х2Н2МФА	120 (масло)	-«-	1450	650	350	7	0,4	3500

$\sigma_{-1} = 424,2$ $\tau_{-1} = 254,52$

Можно заметить, что без упрочняющей поверхностной обработки такие свойства обеспечиваются сталью 40ХМФА или еще более дорогими легированными сталями. Эта сталь (40ХМФА) имеет критический диаметр $d = 80$ мм и применяется, в основном, для крупных деталей.

Применим к нашему примеру способ упрочнения – цементация. Для этого выходим в главное меню (пункт «8»), переходим к вводу исходных данных (пункт «1»), вводим те же исходные данные и выбираем способ упрочнения – цементация (пункт «2»). После этого на экране появляются результаты расчета:

После цементации:

$\sigma_{-1} = 212$

$\tau_{-1} = 127$

$n_b = 1,997182$

После нажатия любой клавиши на экране появляется меню выбора варианта сталей:

Возможные варианты сталей:

- 1 Обычные
- 2 Регламентируемой прокаливаемости
- 3 С высокой обрабатываемостью резанием
- 4 Применяемые для азотируемых деталей
- 5 Применяемые для цементуемых деталей
- 6 Применяемые для литых деталей
- 7 Чугуны
- 8 Выход в главное меню

Выбираем цементуемые стали (пункт «5») и получаем соответствующую справочную таблицу, а также результаты расчетов в нижней части экрана:

Стали для цементуемых деталей

Марка стали или чугуна	Критический диаметр (охл. среда)	Обработка	Механические свойства					
			σ_B , МПа	σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	δ , %	KCU, МДж/м ²	HRC ¹
20	10 (вода)	Цементация + закалка + низкий отпуск	700	270	150	20	0,8	60
20X	15 (масло)	То же	800	300	160	11	0,6	61
20XH	25 (масло)	-«-	850	390	220	14	1,0	63
18ХГТ	30 (масло)	-«-	1100	520	280	9	0,8	63
30ХГТ	30 (масло)	-«-	1500	600	340	8	0,6	63
12Х2Н4А	90 (масло)	-«-	1150	530	300	12	1,0	63
18Х3Н4МА	100 (масло)	-«-	1150	560	320	12	1,0	61

$\sigma_{-1} = 212$ $\tau_{-1} = 127$

После этого остается произвести окончательный выбор марки стали. В нашем случае это сталь 20X. По вышеописанным шагам необходимо решать все задачи, приведенные в методическом пособии.

¹ Твердость указана для цементованной поверхности

Остановившись на одном варианте упрочнения необходимо описать его сущность и представить технологические параметры процесса (температуру, время выдержки, вид насыщающей среды), а также способы предварительной или последующей термообработки.

2. Содержание отчета

1. Кратко описать основные критерии конструкционной прочности осей валов.

2. Описать технологические требования, предъявляемые к сталям для изготовления осей и валов.

3. С помощью ЭВМ выбрать марку стали и способ упрочнения для конкретной детали.

4. Описать сущность выбранного способа упрочнения и указать его технологические параметры.

3. Контрольные вопросы

1. Перечислите критерии конструкционной прочности деталей.

2. Какие факторы влияют на предел прочности?

3. Какие способы поверхностного упрочнения повышают предел усталости стали?

4. Что является критерием долговечности деталей?

5. Какие способы повышения износостойкости Вы знаете?

6. Какая характеристика технологических свойств учитывается при выборе марки стали для вала конкретного диаметра?

Список литературы

1. Методические указания к курсовой работе «Выбор марки стали и способа упрочнения для валов и осей» М., 1991 г.

2. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М., Металлургия, 1985 г.

3. Тонз Э.Р. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технологические методы повышения износостойкости деталей машин». М., 1999 г.



Учебно-методическое издание

Элла Робертовна Тоня
Николай Николаевич Воронин

**ВЫБОР МАРКИ СТАЛИ И СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ
ДЛЯ ВАЛОВ И ОСЕЙ**

Методические указания к лабораторной работе

		Подписано к печати - 05.03.02.	
Формат 60×84 ¹ / ₁₆	Печ. л.-0,5.	Зак. 399.	Тир. 100.
Изд. № 282-02.	Цена (по себестоимости) - 3 руб. 00 коп.		

127994. Типография МИИТа, Москва, ул. Образцова, 15