

Проектировочным расчетом определяется диаметр вала в опасном сечении из условия прочности на изгиб с кручением. Расчетные схемы валов представляют в виде балок на шарнирных опорах. Подшипники, воспринимающие одновременно осевые и радиальные нагрузки, заменяют шарнирно-неподвижными опорами, а подшипники, воспринимающие только радиальные нагрузки - шарнирно-подвижными опорами. Положение опоры принимается посередине ширины подшипника, а в случае сдвоенной опоры – посередине внутреннего подшипника. Т.к. в основном, реакции воспринимаются подшипниками, расположенными со стороны нагруженного пролета.

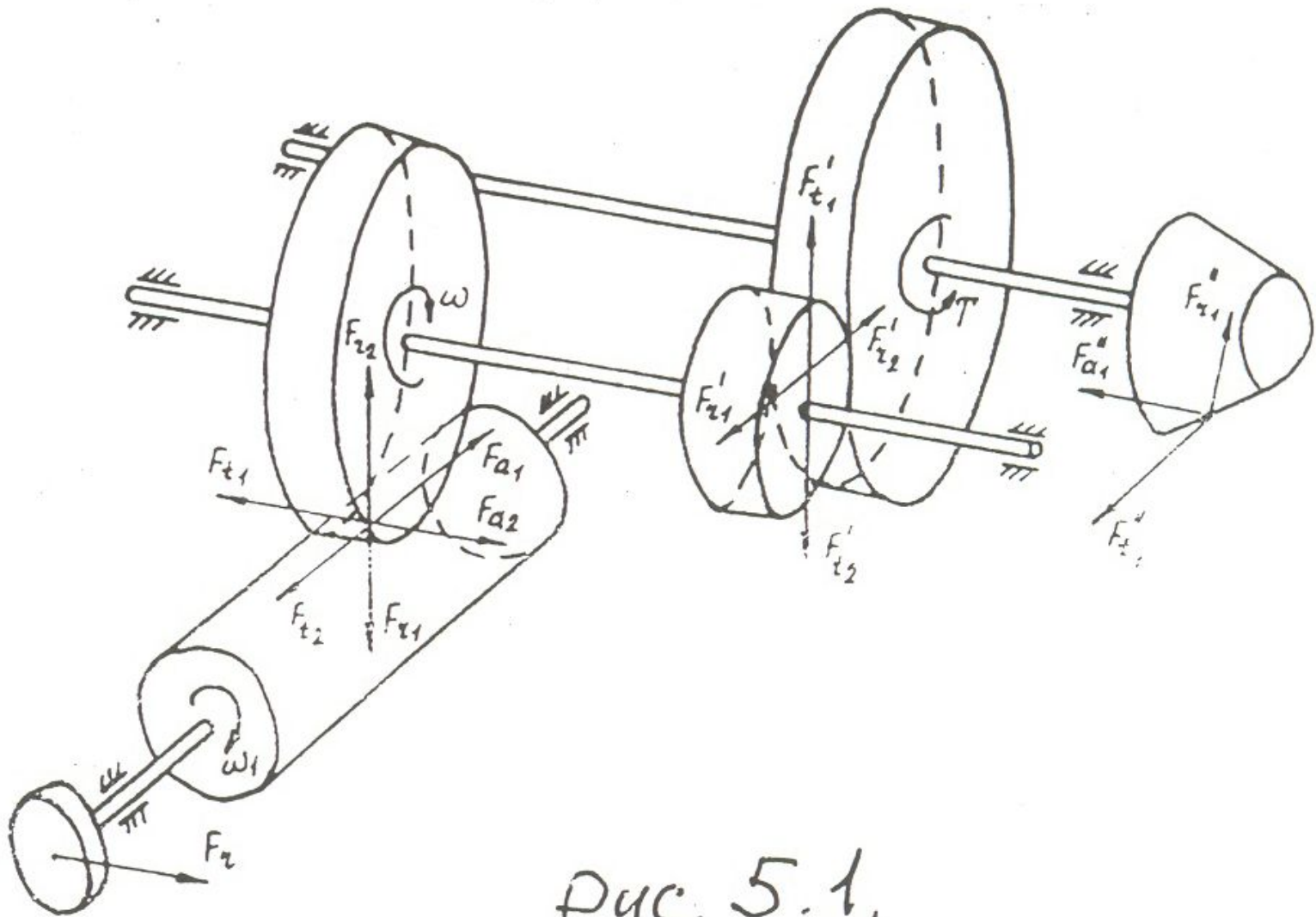


Рис. 5.1.

Все действующие силы приводятся к оси вала : 1) радиальные силы переносятся в центр вала по линии действия; окружные силы переносятся в центр вала с добавлением крутящего момента; осевые силы переносятся в центр вала с добавлением сосредоточенных изгибающих моментов. Как показывают расчеты, осевыми силами можно пренебречь в силу их малости, учитывая только сосредоточенный изгибающий момент от них.

На первом этапе необходимо определить величины сил и моментов, действующих в передачах привода (что уже сделано в расчете передач).

Очень важно правильно направить усилия, действующие на вал, ибо, как известно, направление действия сил влияет на значение и направление опорных реакций. Для этого необходимо представить в аксонометрии (можно без точного соблюдения правил образования аксонометрических проекций, т.е. в виде эскиза) кинематическую схему привода и редуктора с указанием направления вращения валов и действующих усилий. Следует учитывать, что , как правило, вал электродвигателя вращается по часовой стрелке.

Методика расчета валов приводов.

После составления эскизной компоновки для всех валов привода выполняется проектировочный расчет на прочность (на совместное действие изгиба и кручения). Затем разрабатывается конструкция валов. Все остальные расчеты выполняются как проверочные. В общем случае расчет на жесткость выполняется для вала, имеющего нагрузки на консольном участке (быстроходный вал- на консоли расположен шкив ременной передачи, тихоходный вал- на консоли расположена шестерня открытой передачи или звездочка, промежуточный вал зубчато-червячного редуктора, где на консоли расположено колесо цилиндрической передачи).

Уточненный расчет на усталостную прочность, расчет на статическую прочность и на надежность выполняется, как правило, для тихоходного вала редуктора в нескольких сечениях по длине вала.

Расчет валов с применением ЭВМ.

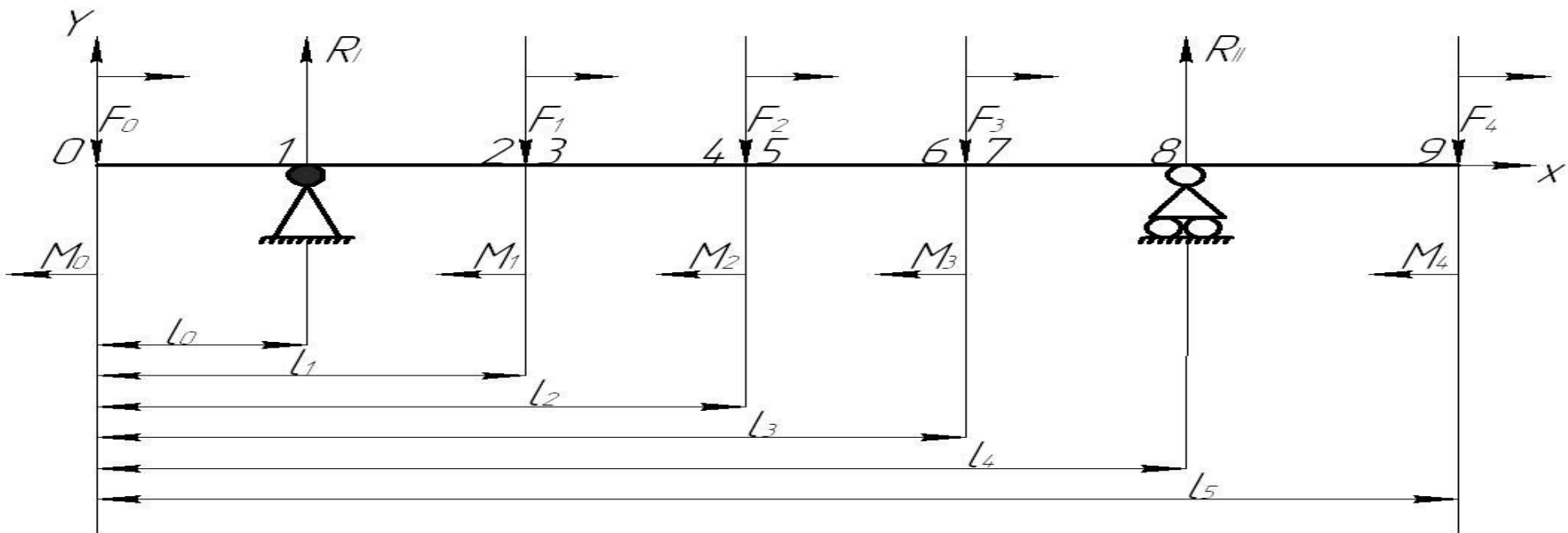
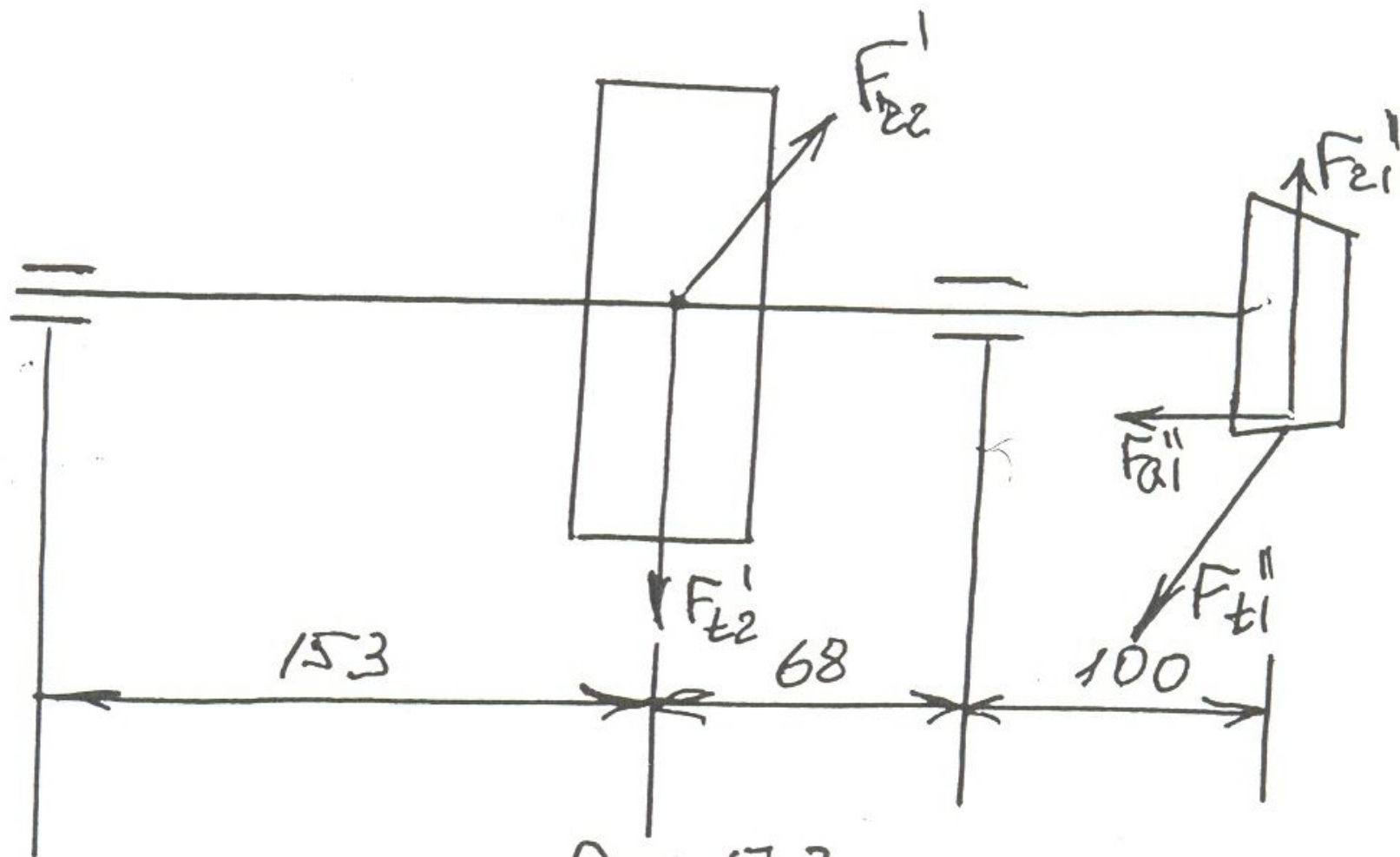


Рис. 5.2.

Ф.И.О. студента		номер группы			Ф.И.О. консультанта			
T	σ_B	$\acute{\alpha}$	$T(3)$	$T(4)$	σ_T	m	$d_{эл}$	
l_0		l_1		l_2	l_3		l_4	l_5
F^B_0		F^B_1		F^B_2		F^B_3	F^B_4	
F^Γ_0		F^Γ_1		F^Γ_2		F^Γ_3	F^Γ_4	
M^B_0		M^B_1		M^B_2		M^B_3	M^B_4	
M^Γ_0		M^Γ_1		M^Γ_2		M^Γ_3	M^Γ_4	

В этой таблице:

- 1) T – крутящий момент на рассматриваемом валу, Нмм, получен в лабораторной работе № 1 и представлен в табл. 5 или табл. 6;
- 2) σ_b – предел прочности материала вала (для стали 45 $\sigma_b = 600 \dots 800$ Н/мм²);
- 3) α – поправочный коэффициент, $\alpha = 1$ - для реверсивных валов, $\alpha = 0,6$ для нереверсивных валов (реверсивность привода выбирали ранее в лабораторной работе №2 при задании коэффициента KFC);
- 4) $T(3)=1$ - выполняются расчеты на усталостную прочность, статическую прочность и надежность, $T(3)=0$ - вышеназванные расчеты не выполняются;
- 5) $T(4)=1$ – выполняется расчет на жесткость, $T(4)=0$ - расчет на жесткость не выполняется;
- 6) σ_t –предел текучести материала вала(для стали 45 $\sigma_t = 400 \dots 600$ Н/мм²);
- 7) m - модуль зубчатого или червячного колеса(шестерни), расположенного на рассчитываемом валу;
- 8) $d_{эл}$ –диаметр вала электродвигателя, задается только для быстроходного вала(для остальных валов $d_{эл}=0$);
- 9) 10...15- линейные длины участков вала по схеме Рис. 5.2 берутся с эскизной компоновки;
- 10) $F_{0B} \dots F_{4B}$, $M_{0B} \dots M_{4B}$, $F_{0Г} \dots F_{4Г}$, $M_{0Г} \dots M_{4Г}$ –нагрузки (в Н) и сосредоточенные моменты (Н*мм), действующие соответственно в вертикальной и горизонтальной плоскостях (Рис. 5.2).



Puc. 5.3.

Ф.И.О. студента	номер группы			Ф.И.О. консультанта			
1694000	800	1	1	1	550	7	0
0	153	153		153	221		321
0	10300		0		0		-6200
0	-3700		0		0		17700
0	0		0		0		145600
0	0		0		0		0

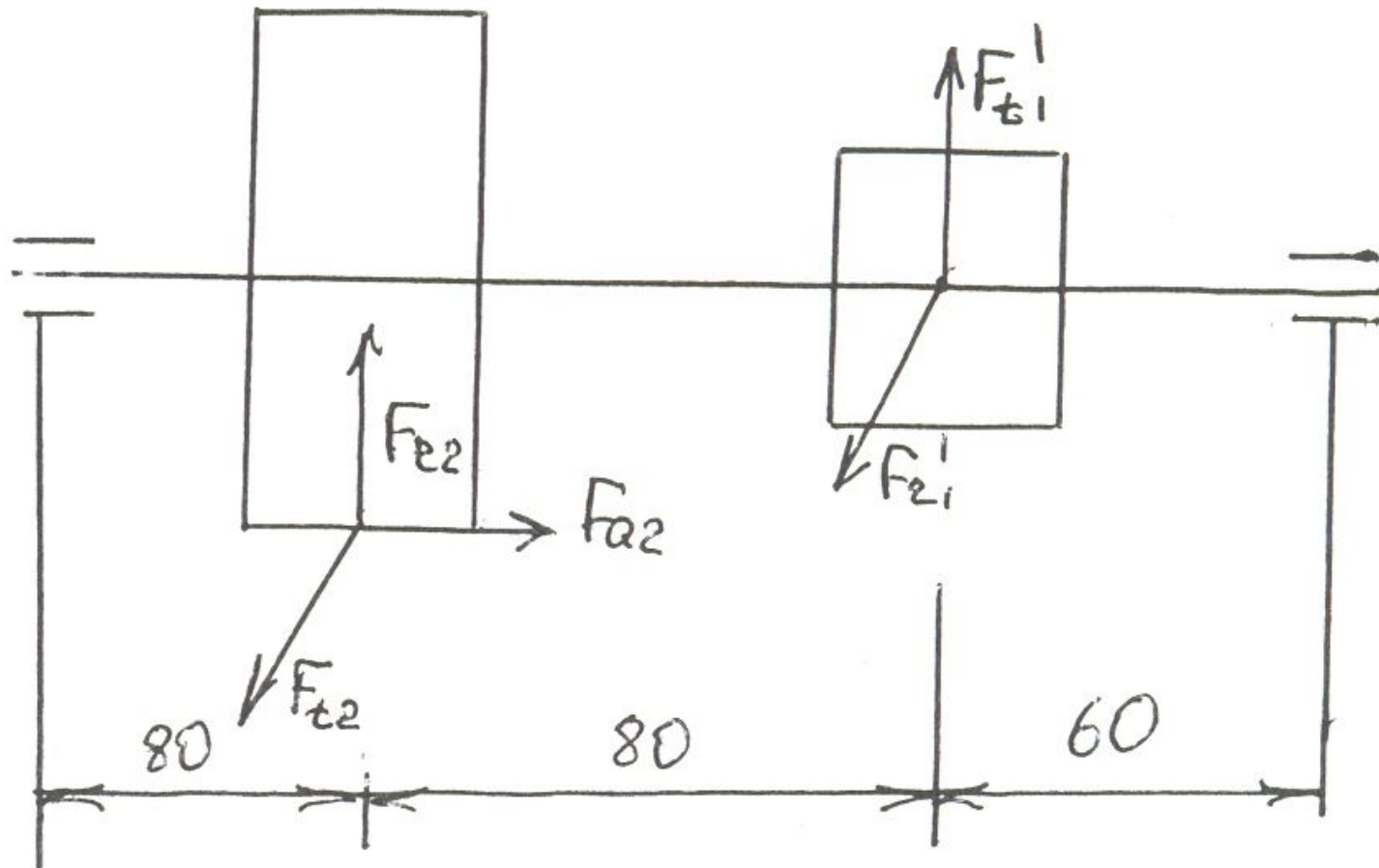
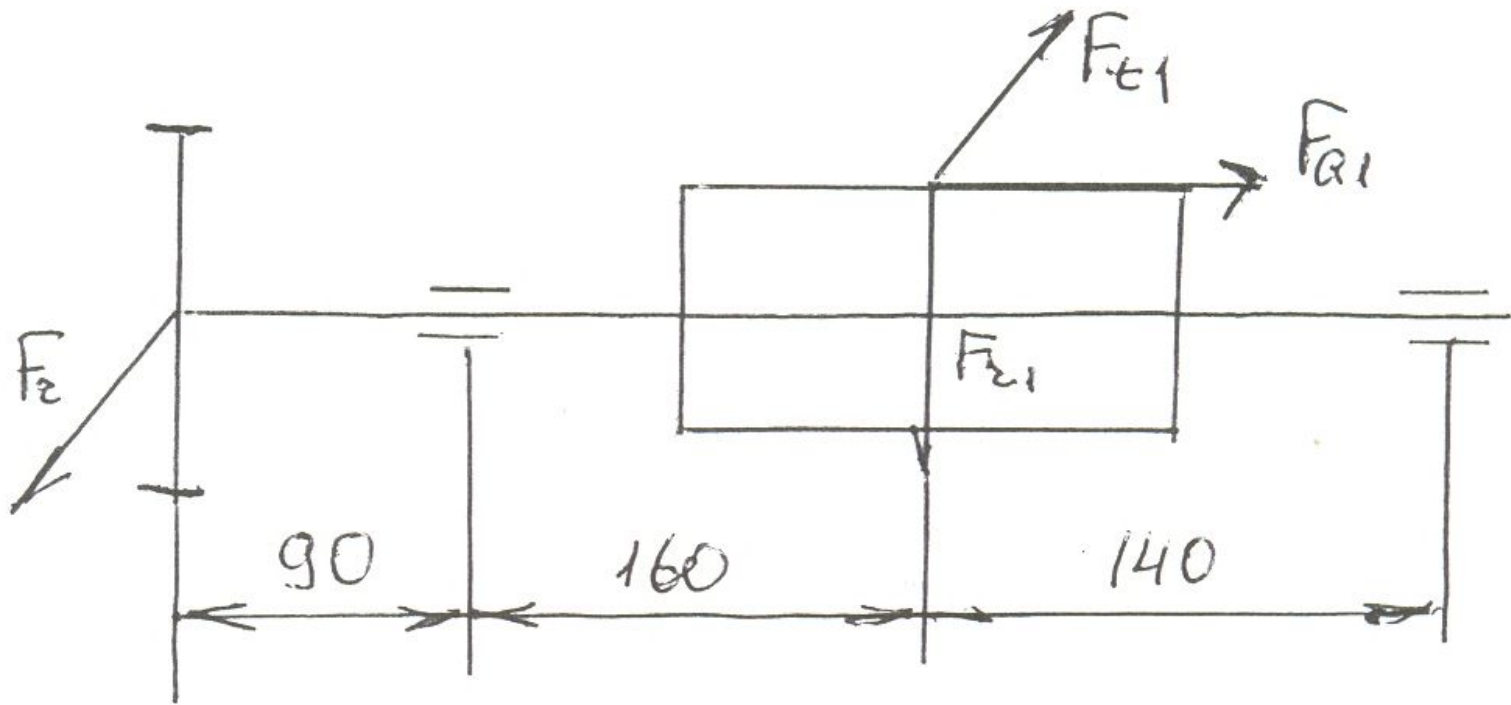


Рис. 5.4.

Ф.И.О. студента	номер группы		Ф.И.О. консультанта				
560000	800	1	0	0	0	0	0
0	80	160		160	220		220
0	-1575		-10300		0		0
0	6000		3700		0		0
0	-200000		0		0		0
0	0		0		0		0



Prac. 5.5.

Ф.И.О. студента	номер группы			Ф.И.О. консультанта			
30000	800	1	0	1	0	3	38
90	250	250		250	390		390
0	1800	0		0		0	
1900	-1575	0		0		0	
0	201600	0		0		0	
0	0	0		0		0	

Результаты расчетов(распечатка).

1694000	700	1	1	1
550	7	0		
0	153	153	153	221

БЛОК 0 321

10300	0	0	-6200	
0		-3700	0	0
0		0	0	0
0		0	0	0
				17700
				145600
				0

$E(0)=0$ $E(1)=0$ $E(2)=1618731$ $E(3)=1618731$
 $E(4)=1618731$ $E(5)=1618731$ $E(6)=1618731$ $E(7)=1618731$

БЛОК 1 $E(8)=1832473$ $E(9)=145600$ $R(0)=5315$ $R(1)=-1215$
 $R(2)=-9147$ $R(3)=23147$ $R(4)=10579$ $R(5)=23179$
 $M0=1832473$ $N0=2495514$ $K0=69,5$ $D(0)=79,55$

БЛОК 2 $M(10)=145600$ $M(11)=1832473$ $M(12)=1618731$
 $D(41)=85$ $F(1)=80$ $D(44)=75$

БЛОК 3 СЕЧЕНИЕ ПОД КОЛЕСОМ, КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-
ШПОНОЧНЫЙ ПАЗ

$D(46)=85$ $P1=344$ $P2=206,4$ $P3=0,93$ $C1=2,01$

$C2=1,88$ $P4=0,628$ $P5=0,15$ $P6=0,5$ $W1=52437$

$W2=104874$ $W3=30,9$ $W4=0$ $W5=16.2$ $W6=0$

$W7=3,97$ $W8=3,24$ $W9=2,51$ $S1=1$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=16,15$ $A0=83,32$ $A1=6,66$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА
УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99986$

СЕЧЕНИЕ НА ВЫХОДЕ- КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-
ШПОНОЧНЫЙ ПАЗ

$D(46)=75$ $P1=344$ $P2=206,4$ $P3=0,93$ $C1=2,01$

$C2=1,88$ $P4=0,65$ $P5=0,15$ $P6=0,05$ $W1=35720,9$

$W2=71441,98$ $W3=4.07$ $W4=0$ $W5=23.71$ $W6=0$

$W7=2.80$ $W8=25.40$ $W9=2.78$ $S1=2$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=23.71$ $A0=82,54$ $A1=6,66$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99996$

СЕЧЕНИЕ ПОД ПОДШП., КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-
ПОСАДКА С НАТЯГОМ

$D(46)=80$ $P1=344$ $P2=206,4$ $P3=0,93$ $C1=2,4$

$C2=1,8$ $P4=0,64$ $P5=0,15$ $P6=0,5$ $W1=50240$

$W2=100480$ $W3=36.47$ $W4=0$ $W5=16.86$ $W6=0$

$W7=4.04$ $W8=2.33$ $W9=2.02$ $S1=3$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=16.86$ $A0=93,44$ $A1=5,88$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,9982$

СЕЧЕНИЕ ПОД КОЛЕСОМ, КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ
ГАЛТЕЛЬ

$D(46)=85$ $P1=344$ $P2=206,4$ $P3=0,93$ $C1=2,03$

$C2=1,64$ $P4=0,62$ $P5=0,15$ $P6=0,5$ $W1=60261$

$W2=120522$ $W3=6.86$ $W4=0$ $W5=14.05$ $W6=0$

$W7=3.01$ $W8=0$ $W9=3.01$ $S1=4$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=14.05$ $A0=72,50$ $A1=7,58$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99999$

БЛОК 4

РАСЧЕТ ВАЛА НА ЖЕСТКОСТЬ

$$Z0=-9.44E-05 \quad Z1=1.70E-04 \quad Z2=1.51E-04$$

$$Z3=-3.27E-04 \quad S3=2009600$$

$$V0=-4.08E+07 \quad Y0=0 \quad V1=7.36E+07 \quad Y1=0$$

ПРОГИБ НА ПРАВОЙ КОНСОЛИ

$$Y2=2.37E-02 \quad Y3=-6.03E-02 \quad Y4=6.47E-02 \quad Y5=0.066$$

$$C3=1552368$$

ПРОГИБ ПОД КОЛЕСОМ(ШЕСТЕРНЕЙ)

$$Y2=5.57E-03 \quad Y3=1.05E-02 \quad Y4=1.19E-02 \quad Y5=0.07$$

$$C3=2561093$$

УГОЛ ЗАКРУЧИВАНИЯ

$$V3=1.74E-05 \quad S4=4019200 \quad V4=5.27E-06$$