

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**  
**ОБРАЗОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО**  
**КОМИТЕТА**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БУДА-КОШЕЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНО-**  
**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

«Утверждаю»  
Зам. директора по учебной работе

\_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Методические указания выполнению домашней контрольной работы для учащихся  
отделения заочного обучения

*Специальность:* 2-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов  
сельскохозяйственного производства»

Автор:

Малявко Елена Юрьевна, преподаватель первой квалификационной категории

Рассмотрено

на заседании цикловой комиссии общетехнических дисциплин

протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г

председатель \_\_\_\_\_ В.Е.Азарушкин

Согласовано

методист отделения заочного обучения

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г \_\_\_\_\_

## ВВЕДЕНИЕ

Учебная программа предмета «Техническая механика» — одного из основных предметов общетехнического цикла — предусматривает изучение общих законов равновесия и движения материальных тел; основных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость деталей машин и строительных конструкций; изучение устройства, применения и основ проектирования деталей и сборочных единиц машин.

Все знания и навыки, полученные учащимися при изучении технической механики, найдут применение в процессе изучения специальных предметов, при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической работе на производстве.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Предмет «Техническая механика» состоит из трех разделов: теоретическая механика, сопротивление материалов и детали машин. Соответственно выполняется и задание на курсовое проектирование. Каждый раздел технической механики необходимо изучать в порядке, предусмотренном программой, систематически в течение установленного срока по учебному графику. Ведение конспекта обязательно. Только в этом случае можно получить прочные знания и навыки расчетов по всем разделам курса технической механики и успешно выполнить контрольные работы, курсовой проект и сдать экзамены.

Работать с учебником рекомендуется в такой последовательности:

1. Ознакомиться с содержанием данной темы по программе и по подобранному учебнику.

2. Изучить материал темы. Если тема имеет большой объем, надо разбить ее на отдельные части. Разобрать узловые вопросы темы, записать основные определения, доказательства, правила и формулы, сопровождая выписки схемами и рисунками. Выводы формул можно не записывать, следует только указывать, на каком принципе этот вывод основан.

В целях закрепления учебного материала и приобретения навыков в пользовании расчетными формулами, уравнениями законов и теорем необходимо разобрать примеры и задачи, помещенные в учебнике, и решить задачи из сборников задач по соответствующему разделу.

Выполнение контрольной работы. К выполнению контрольной работы можно приступить только после изучения соответствующей темы и получения навыка решения задач. Задачи контрольных работ даны в последовательности тем программы и должны решаться постепенно, по мере изучения материала. Все задачи и расчеты обязательно должны быть доведены до окончательного числового результата.

При затруднении в понимании какого-либо вопроса, нужно обратиться за разъяснениями к преподавателю.

В процессе изучения предмета каждый учащийся выполняет две контрольные работы. Для первой контрольной работы в данное пособие включено 60 задач, а для второй — 40. Каждый учащийся выполняет шесть задач первой и четыре задачи второй контрольной работы.

Вариант контрольных работ определяется по двум последним цифрам шифра учащегося. Задачи, которые должен решить учащийся в соответствии со своим вариантом, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ варианта	Номера задач									
	Контрольная работа №1						Контрольная работа №2			
00	1	11	21	31	41	51	64	76	81	94
01	2	12	22	32	42	52	67	77	88	99
02	3	13	23	33	43	53	66	78	81	94
03	4	14	24	34	44	54	70	79	87	98
04	5	15	25	35	46	56	68	72	90	92
05	6	16	27	36	45	55	65	80	82	96
06	7	17	26	37	48	58	62	75	85	95
07	8	19	28	38	47	57	64	73	83	91
08	9	18	29	39	50	60	69	71	89	100
09	10	20	30	40	49	59	61	72	86	97
10	10	18	27	31	49	57	63	74	84	93
11	1	19	28	32	48	56	63	75	81	98
12	2	20	29	33	50	58	69	72	86	95
13	3	11	30	34	41	59	68	71	82	91
14	4	12	21	35	43	51	65	76	84	96
15	5	13	22	36	42	60	61	73	88	100
16	6	14	23	37	45	53	67	78	90	94
17	7	15	24	38	44	52	62	77	87	99
18	8	16	25	39	47	55	66	80	83	93
19	9	17	26	40	46	54	70	79	89	92
20	9	15	23	31	46	55	64	80	85	97
21	10	19	24	32	45	54	66	79	85	98
22	1	17	25	33	48	57	64	75	87	100
23	2	18	26	34	47	56	69	71	83	96
24	3	16	27	35	50	59	62	72	89	94
25	4	20	28	36	49	58	70	73	81	91
26	5	11	29	37	42	51	68	76	84	97
27	6	12	30	38	41	60	67	74	82	93
28	7	13	21	39	44	53	63	78	88	92
29	8	14	22	40	43	52	61	77	90	95
30	8	19	28	31	48	58	65	74	86	99
31	9	20	29	32	49	56	64	75	89	95
32	10	11	30	33	42	60	66	72	87	92
33	1	12	21	34	41	59	67	71	84	98
34	2	13	23	35	44	52	62	77	81	93
35	3	14	22	36	43	51	70	76	83	97
36	4	15	24	37	46	54	63	79	90	91
37	5	16	25	38	45	53	65	78	88	94
38	6	17	26	39	47	55	69	80	85	99
39	7	18	27	40	50	57	68	73	86	100
40	6	11	21	31	44	56	61	75	82	96
41	7	12	22	32	41	59	68	74	88	95
42	8	14	23	33	42	58	61	72	84	99
43	9	15	27	34	46	51	66	76	89	91

№ варианта	Номера задач									
	Контрольная работа №1					Контрольная работа №2				
44	10	16	24	35	45	60	69	73	87	94
45	1	17	25	36	48	53	65	78	90	93
46	2	18	26	37	47	52	70	77	85	100
47	3	19	29	38	50	55	63	80	82	97
48	4	20	28	39	49	54	67	79	86	92
49	5	13	30	40	43	57	64	71	81	96
50	1	12	24	31	45	56	62	71	83	98
51	2	14	25	32	42	55	61	80	86	95
52	3	13	26	33	44	58	66	75	81	98
53	4	15	27	34	43	57	69	74	89	96
54	5	17	28	35	46	60	70	72	87	91
55	6	16	29	36	47	59	63	73	84	92
56	7	19	30	37	48	52	65	77	82	99
57	8	18	21	38	49	51	62	76	85	94
58	9	11	22	39	50	54	67	79	88	93
59	10	20	23	40	41	53	64	78	83	100
60	5	16	24	31	45	52	68	77	90	97
61	6	15	23	32	46	51	66	76	83	92
62	7	14	22	33	43	54	70	79	89	97
63	8	13	21	34	44	53	63	78	86	91
64	9	12	30	35	41	56	69	73	81	99
65	10	11	29	36	42	55	62	80	87	93
66	1	17	28	37	48	58	65	75	84	94
67	2	18	27	38	47	57	67	74	90	98
68	3	19	26	39	50	60	64	73	86	95
69	4	20	25	40	49	59	68	71	82	100
70	10	20	24	31	45	60	61	72	88	96
71	1	14	25	32	50	59	68	74	84	95
72	2	11	23	33	44	57	69	72	83	94
73	3	19	22	34	41	58	63	71	88	97
74	4	18	21	35	43	51	65	76	86	93
75	5	13	26	36	48	56	67	75	82	92
76	6	12	27	37	49	53	66	78	85	91
77	7	15	29	38	42	52	62	77	89	98
78	8	17	30	39	46	55	70	80	81	100
79	9	16	28	40	47	54	64	79	87	96
80	3	17	29	31	49	53	61	78	90	99
81	5	19	21	32	47	51	61	76	82	94
82	7	13	23	33	43	57	64	71	89	99
83	9	15	27	34	45	55	69	80	85	93
84	1	11	25	35	48	52	66	77	87	97
85	4	18	30	36	41	59	62	75	81	92
86	6	20	22	37	44	56	68	74	86	96
87	8	14	24	38	50	54	67	79	84	92

№ варианта	Номера задач									
	Контрольная работа №1					Контрольная работа №2				
88	2	16	28	39	42	60	65	73	88	98
89	2	12	26	40	46	58	63	72	90	100
90	2	14	25	31	45	57	70	74	83	95
91	3	15	26	32	44	56	63	73	82	95
92	4	16	27	33	47	59	61	75	85	96
93	5	17	28	34	46	58	68	74	83	91
94	6	18	29	35	49	51	70	76	86	97
95	7	19	30	36	48	60	65	71	90	92
96	8	20	21	37	41	53	66	78	89	100
97	9	11	22	38	50	52	62	77	84	93
98	10	12	23	39	43	55	69	80	88	99
99	1	13	24	40	42	54	67	79	87	98

**Требования к оформлению контрольных работ.** Все контрольные работы, сдаваемые или высылаемые учащимися на проверку, должны быть выполнены и оформлены в соответствии со следующими требованиями.

Каждая контрольная работа выполняется в отдельной школьной тетради (обычно в клетку).

На обложке тетради пишется: наименование колледжа, наименование учебной дисциплины, номер контрольной работы, номер курса и учебной группы, фамилия, имя и отчество учащегося, его шифр.

Работы надо выполнять аккуратным почерком, обязательно чернилами или шариковой ручкой, с интервалами между строчками (обычно через одну клеточку). Для замечаний преподавателя оставлять поля шириной не менее 40 мм, а в конце тетради две-три страницы для рецензии.

Тексты условий задач переписывать обязательно, рисунки к задачам должны быть выполнены четко в соответствии с требованиями инженерной графики и только карандашом.

Решение задачи делится на пункты. Каждый пункт должен иметь подзаголовок с указанием, что и как определяется, по каким формулам или на основе каких теорем, законов, правил, методов.

Преобразования формул, уравнений в ходе решения производить в общем виде, а уже затем подставлять исходные данные. Порядок подстановки числовых значений должен соответствовать порядку расположения в формуле буквенных обозначений этих величин. После подстановки исходных значений вычислить окончательный или промежуточный результат.

Вычисления производить с помощью электронного микрокалькулятора.

В соответствии с требованиями стандарт ГОСТ 8.417—81 при решении задач и курсовом проектировании необходимо применять только Международную систему единиц физических величин (СИ) и стандартные символы для обозначения этих величин.

Приводим перечень основных, дополнительных и производных физических величин в системе СИ (табл. 2).

Величина		Единица	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Длина, расстояние	$l, s$	метр	м
Масса	$m$	килограмм	кг
Время	$t$	секунда	с
Угловое перемещение и угол поворота	$\varphi$	радиан	рад
Площадь фигуры или площадь сечения	$A$	квадратный метр	$\text{м}^2$
Ширина сечения	$b$	метр	м
Высота сечения	$h$	»	м
Диаметр	$d$	»	м
Объем	$V$	кубический метр	$\text{м}^3$
Скорость линейная	$v$	метр в секунду	м/с
Ускорение линейное	$a$	метр на секунду в квадрате	$\text{м}/\text{с}^2$
Скорость угловая	$\omega$	радиан в секунду	рад/с
Ускорение угловое	$\varepsilon$	радиан на секунду в квадрате	$\text{рад}/\text{с}^2$
Ускорение свободного падения	$g$	метр на секунду в квадрате	$\text{м}/\text{с}^2$
Сила активная	$F$	ньютон	Н
Сила тяжести	$G$	»	Н
Сила реактивная	$R$	»	Н
Момент пары и момент силы	$M, T$	ньютон·метр	Н·м
Работа	$W$	джоуль	Дж
Энергия	$E$	джоуль	Дж
Мощность	$P$	ватт	Вт
Момент статический	$S$	кубический метр	$\text{м}^3$
Момент сопротивления сече- ния (полярный и осевой)	$W_p, W_{oc}$	»	$\text{м}^3$
Момент инерции сечения	$I$	метр в четвертой степени	$\text{м}^4$
Плотность	$\rho$	килограмм на кубический метр	$\text{кг}/\text{м}^3$
Давление	$p$	паскаль	Па
Нормальное напряжение	$\sigma$	»	Па
Касательное напряжение	$\tau$	»	Па

Рекомендуется применять десятичные кратные и дольные от выше указанных единиц в виде приставок, представляющих собой степень числа 10 с показателем (см. примеры решения задач в данном руководстве). Правильность всех вычислений надо тщательно проверить, обратить особое внимание на соблюдение единиц, подставляемых в формулу значений величин и оценить правдоподобность полученного ответа.

Выполненную контрольную работу нужно своевременно выслать (сдать) в колледж. После получения зачетной работы учащийся должен внимательно изучить все замечания и ошибки, отмеченные преподавателем на полях тетради и в рецензии, проанализировать свои ошибки и доработать материал.

Если работа не зачтена, то согласно указаниям преподавателя она выполняется заново полностью или частично.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 1

Задачи 1–10. Определить реакции опор двухопорной балки (рис. 1). Данные своего варианта взять из табл. 2.

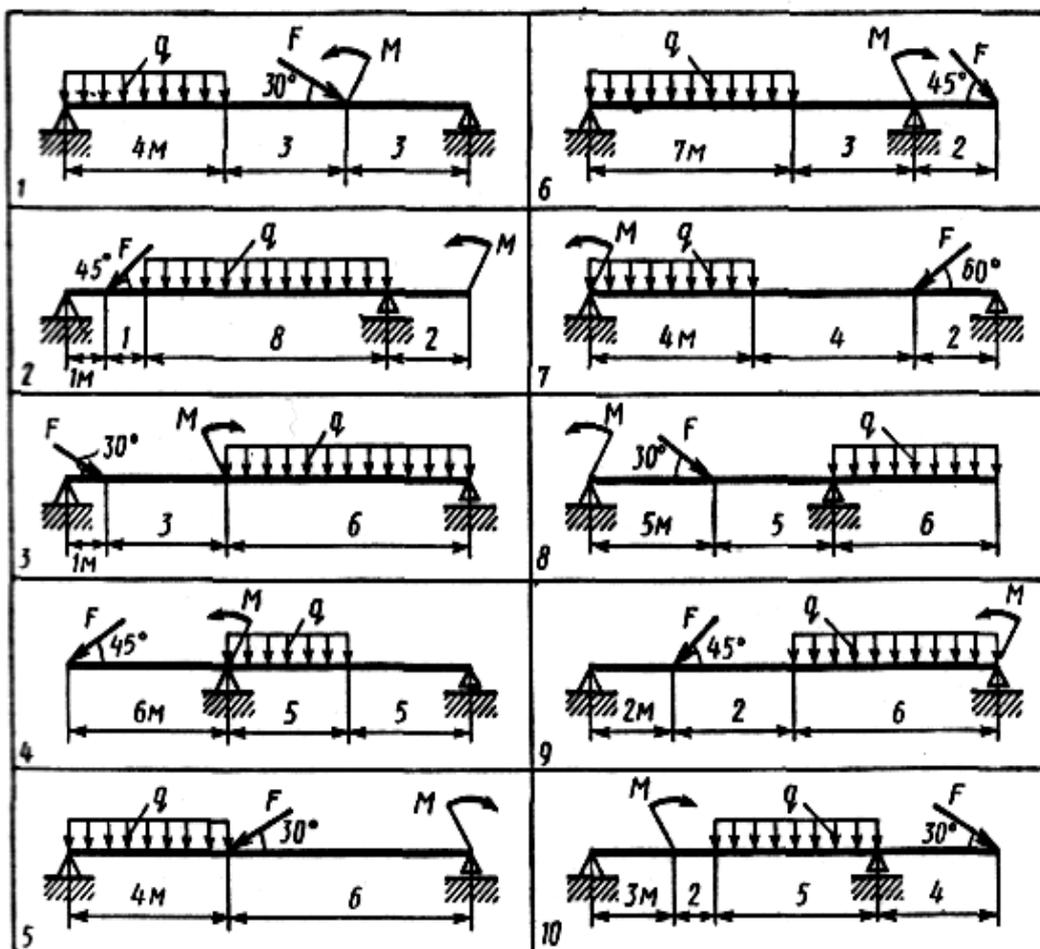


Рисунок 1

Таблица 2 (к задачам 1 – 10)

№ задачи; № схемы на рис.1	Вариант	$q$ , Н/м	$F$ , Н	$M$ , Н·м	№ задачи; № схемы на рис.1	Вариант	$q$ , Н/м	$F$ , Н	$M$ , Н·м
1;1	00	5	40	10	2;2	01	1	60	54
	11	2	25	20		12	4,5	20	85
	22	10	16	14		23	2	15	40
	33	1,5	50	30		34	5	2,5	100
	45	6	82	60		46	3,5	40	55
	50	3	15	25		51	6	35	60
	66	8	45	40		67	3	100	90
	71	4,5	18	10		72	1,5	80	20
	84	1	20	25		88	8	30	75
	99	12	54	35		90	10	50	30

№ задачи; № схемы на рис.1	Вариант	q, Н/м	F, Н	M, Н·м	№ задачи; № схемы на рис.1	Вариант	q, Н/м	F, Н	M, Н·м
3;3	02	5	80	25	4;4	03	4	10	8
	13	2,5	15	10		14	1	12	10
	24	4	30	20		25	12	16	15
	35	10	55	40		36	8	20	12
	47	12	10	15		48	2	5	3
	52	8	100	30		53	14	30	24
	68	4,5	65	45		69	6	25	20
	73	2	85	60		74	10	8	6
	80	6	90	18		185	16	4	12
	91	3,5	20	16		92	20	15	8
5;5	04	5	50	35	6;6	05	8	12	20
	15	4,5	35	30		16	3,5	10	45
	26	8	25	20		27	0,5	8	10
	37	1,5	10	8		38	10	15	50
	49	2,5	65	50		40	15	18	30
	54	10	8	25		55	4,5	20	15
	60	12	16	40		61	8	3	25
	75	15	30	28		76	12	5	18
	81	5,5	12	15		86	8,5	12	30
	93	6	55	45		94	6	4	45
7;7	06	2	50	35	8;8	07	4	18	15
	17	4	10	5		18	6,5	24	20
	28	6	12	8		29	10	16	12
	39	8	15	50		30	2,5	20	25
	41	12	80	15		42	12	40	50
	56	10	35	25		57	3	35	65
	62	20	40	30		63	8	10	25
	77	14	25	20		78	1,5	12	90
	82	16	14	65		87	1	60	35
	95	30	65	75		96	5	15	10
9;9	08	4	15	2	10;10	09	4	50	10
	19	1,5	40	15		10	6	65	8
	20	1	20	18		21	2	80	100
	31	10	16	25		32	18	10	15
	43	5	18	14		44	20	55	150
	58	8	10	35		59	10	30	45
	64	6	25	20		65	16	10	25
	79	12	40	30		70	8	2	40
	83	3	35	15		88	14	6	10
	97	7	12	10		98	30	50	60

**Задача 11.** Точка начала равноускоренное движение из состояния покоя по прямой и через 5 с приобрела скорость  $v = 10$  м/с. С этого момента точка начала двигаться по окружности радиуса  $r = 50$  м. Двигаясь по окружности, точка первые 15 с совершала равномерное движение, затем в течение 10 с двигалась равнозамедленно до остановки. Определить: 1) среднюю скорость движения точки на всем пути;

2) значение полного ускорения точки через 5 с после начала равнозамедленного движения.

**Задача 12.** Шкив диаметром  $d = 400$  мм в течение 10 с вращался с постоянной угловой скоростью  $\omega_0 = 8$  рад/с. Затем стал вращаться равноускоренно и через 12 с равноускоренного вращения его угловая скорость достигла  $\omega_1 = 14$  рад/с.

Определить: 1) число оборотов и среднюю угловую скорость за все время вращения; 2) окружную скорость точек, расположенных на ободе шкива, через 6 с после начала равноускоренного движения.

**Задача 13.** Точка начала двигаться равноускоренно из состояния покоя по окружности радиусом  $r = 100$  м и через 10 с приобрела скорость  $v = 20$  м/с. С этого момента точка 15 с двигалась одновременно по окружности, после чего стала двигаться по прямой и через 5 с равнозамедленного движения по прямой остановилась.

Определить: 1) среднюю скорость движения точки на всем пути; 2) значение полного ускорения точки через 5 с после начала движения.

**Задача 14.** Вал диаметром  $d = 500$  мм в течение 5 с вращался с постоянной угловой скоростью  $\omega_0 = 20$  рад/с, после чего стал замедлять свое вращение с постоянным угловым ускорением. Через 10 с после начала равнозамедленного вращения угловая скорость вала стала  $\omega_1 = 10$  рад/с.

Определить: 1) число оборотов и среднюю угловую скорость вала за все время вращения; 2) окружную скорость точек, расположенных на поверхности вала, через 4 с после начала равнозамедленного вращения.

**Задача 15.** Точка начала двигаться равноускоренно по дуге окружности радиусом  $r = 50$  м из состояния покоя и через 20 с приобрела скорость  $v = 20$  м/с. С этого момента точка стала двигаться прямолинейно, причем первые 5 с равномерно, а последующие 5 с – равнозамедленно до остановки.

Определить: 1) среднюю скорость движения точки на всем пути; 2) значение полного ускорения точки через 10 с после начала ее движения.

**Задача 16.** Тело, замедляя вращение с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 2$  рад/с<sup>2</sup> через 14 с снизило свою угловую скорость до величины  $\omega = 12$  рад/с, после чего вращалось равномерно с этой угловой скоростью в течение 10 с.

Определить: 1) число оборотов и среднюю угловую скорость за все время вращения; 2) окружную скорость точек тела, расположенных на расстоянии  $r = 1$  м от его оси вращения за 4 с до начала равномерного вращения.

**Задача 17.** Первые 5 с точка двигалась равномерно по окружности радиусом  $r = 50$  м со скоростью  $v = 20$  м/с. В последующие 10 с, двигаясь равнозамедленно по той же окружности, снизила свою скорость до 10 м/с и с этой скоростью точка начала равнозамедленно двигаться по прямой до полной остановки.

Определить: 1) среднюю скорость движения точки на всем пути; 2) полное ускорение точки после начала равнозамедленного движения.

**Задача 18.** Ротор диаметром  $d = 200$  мм начал вращение из состояния покоя с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 4$  рад/с<sup>2</sup> и через некоторое время достиг угловой скорости  $\omega = 40$  рад/с, после чего с этой угловой скоростью сделал 510 оборотов.

Определить: 1) число оборотов и среднюю угловую скорость за все время вращения; 2) окружную скорость точек, расположенных на поверхности ротора, через 8 с после начала вращения.

**Задача 19.** Точка, двигаясь прямолинейно и равноускоренно из состояния покоя, прошла путь в 100 м и приобрела скорость  $v=20$  м/с. С этой скоростью точка продолжала прямолинейное движение в течение 5 с. После этого точка начала двигаться по окружности радиусом  $r = 40$  м и 20 с двигалась равномерно до полной остановки.

Определить: 1) среднюю скорость движения точки на всем пути; 2) полное ускорение точки через 10 с после начала ее равнозамедленного движения по окружности.

**Задача 20.** Двигатель, ротор которого вращался с частотой 430 об/мин, был отключен от источника питания и через 40 с снова подключен к источнику тока. За это время при равнозамедленном вращении ротора его угловая скорость снизилась до 5 рад/с. После подачи электроэнергии ротор двигателя, вращаясь равноускоренно, через 10 с снова приобрел частоту вращения 430 об/мин.

Определить: 1) число оборотов и среднюю угловую скорость за все время равнозамедленного и равноускоренного вращения ротора двигателя; 2) окружную скорость точек, расположенных на поверхности ротора, через 30 с после отключения источника тока если диаметр ротора  $d = 200$  мм.

**Задача 21.** Груз А массой 200 кг с помощью наклонной плоскости с углом подъема  $\alpha = 30^\circ$  поднят на высоту  $h = 1,5$  м силой параллельной наклонной плоскости (рис. 2, схема I) с постоянной скоростью. При перемещении груза по наклонной плоскости коэффициент трения скольжения  $f = 0,4$ . Определить работу силы  $F$ .

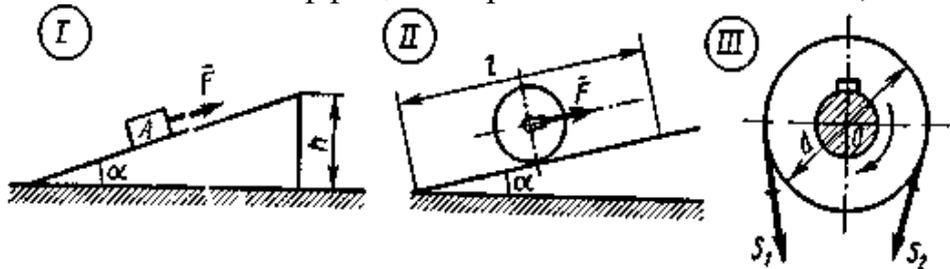


Рисунок 2

**Задача 22.** Поезд идет со скоростью 36 км/ч. Мощность тепловоза 300 кВт. Сила трения составляет 0,005 веса поезда. Определить вес всего состава.

**Задача 23.** По наклонной плоскости с углом подъема  $\alpha=30^\circ$  равномерно вкатывают каток массой 400 кг и диаметром 0,4 м (рис. 2, схема II). Определить высоту, на которую будет поднят каток, если затраченная работа силы тяги  $W=4000$  Дж, коэффициент трения качения  $f_k=0,08$  см. Сила тяги приложена к оси катка параллельно наклонной плоскости.

**Задача 24.** Посредством ременной передачи (рис. 2, схема III) передается мощность  $P=25$  кВт. Диаметр ременного шкива  $d=80$  см, частота вращения шкива составляет 390 об/мин. Определить натяжение  $S_1$  ведущей ветви и  $S_2$  – ведомой ветви, считая  $S_1 = 2S_2$ .

**Задача 25.** Динамометр, установленный между теплоходом и баржей, показывает силу тяги 30 кН, скорость буксировки 18 км/ч, мощность двигателя 550 кВт. Определить силу сопротивления воды корпусу буксира, если КПД силовой установки и винта равен 0,4.

**Задача 26.** Для подъема  $5000 \text{ м}^3$  воды на высоту 3 м поставлен насос с двигателем мощностью 2 кВт. Сколько времени потребуется для перекачки воды, если КПД насоса равен 0,8?

**Задача 27.** Транспортер поднимает груз массой 200 кг за время, равное одной секунде. Длина ленты транспортера 3 м, а угол наклона  $\alpha= 30^\circ$ . КПД транспортера

составляет 85%. Определить мощность, развиваемую электродвигателем транспортера.

**Задача 28.** Точильный камень диаметром  $d=0,5$  м делает 120 об/мин. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой  $F = 10$  Н. Какая мощность затрачивается на шлифовку, если коэффициент трения камня о деталь  $f = 0,2$ .

**Задача 29.** Какую работу необходимо совершить, чтобы поднять равноускоренно груз массой 50 кг на высоту 20 м в течение 10 с? Какой мощности двигатель необходимо поставить для этого подъема, если КПД установки 80 %?

**Задача 30.** Определить работу силы трения скольжения при торможении вращающегося диска диаметром  $d = 200$  мм, сделавшего до остановки два оборота, если тормозная колодка прижимается к диску с силой  $F = 400$  Н.

**Задачи 31 – 35.** Задана система двух стержней, составленных из двух равнобоких уголков (рис. 3, схемы 1 – 5).

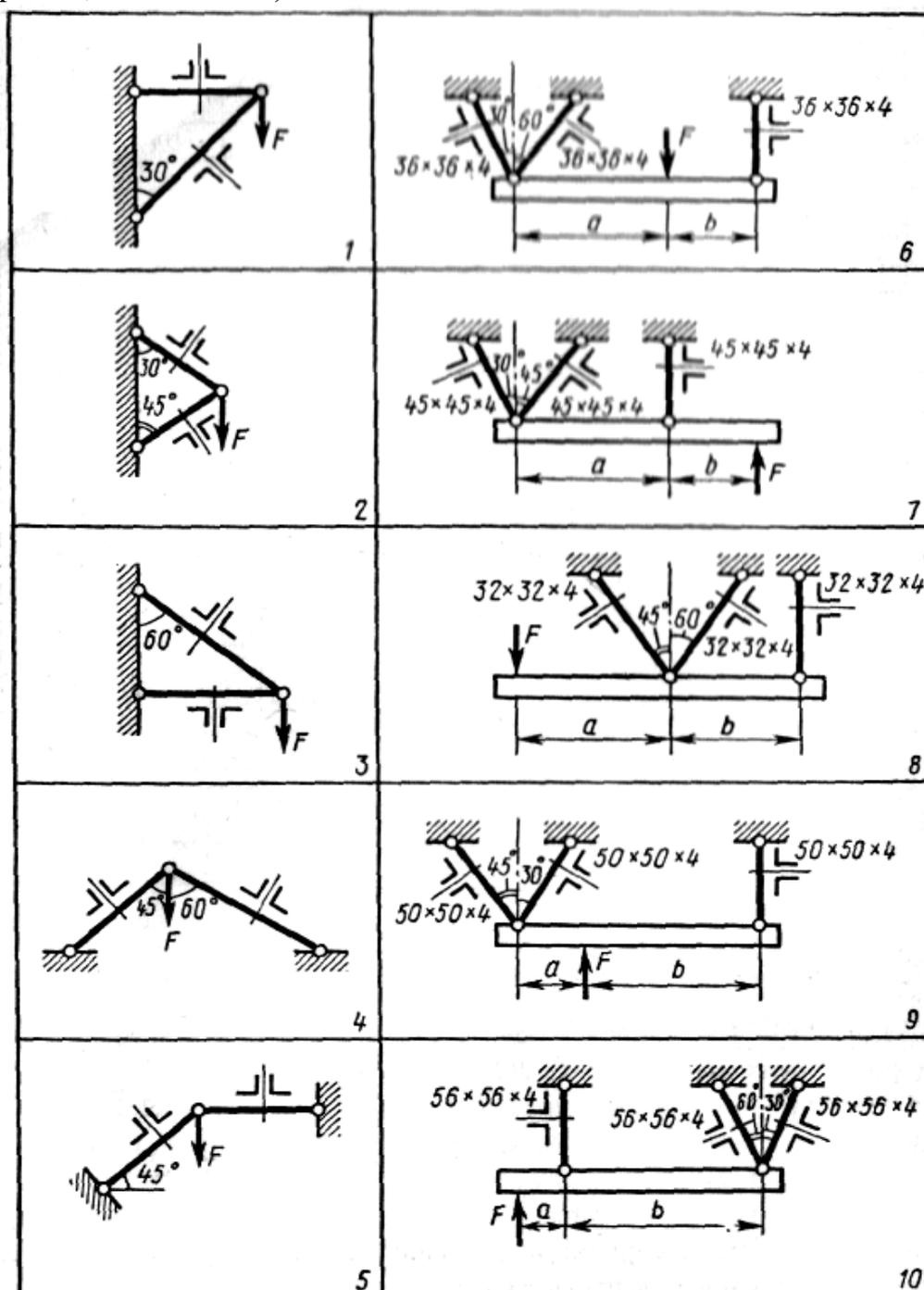


Рисунок 3

При заданном значении силы  $F$  определить: 1) требуемые площади поперечных сечений стержней и подобрать по ГОСТ 8509 – 72 (см. приложение 2) соответствующие номера профилей; 2) определить процент пере- или недогрузки наиболее нагруженного стержня при принятых стандартных размерах сечения. Принять  $[\sigma] = 160$  МПа. Данные своего варианта взять из табл. 3.

Таблица 3 (к задачам 31-40)

№ задачи; № схемы на рис. 3					F	№ задачи; № схемы на рис. 3					a	b
31;1	32;2	33;3	34;4	35;5		36;6	37;7	38;8	39;9	40;10		
Варианты					кН	Варианты					м	м
00	01	02	03	04		75	05	06	07	08		
10	11	12	13	14	200	15	16	17	18	19	1,2	1,8
20	21	22	23	24	150	25	26	27	28	29	0,6	2,4
30	31	32	33	34	90	35	36	37	38	39	0,8	2,2
40	41	42	43	44	100	45	46	47	48	49	1,5	2,0
50	51	52	53	54	85	55	56	57	58	59	0,4	2,1
60	61	62	63	64	130	65	66	67	68	69	0,5	2,0
70	71	72	73	74	180	75	76	77	78	79	1,4	1,6
80	81	82	83	84	160	85	86	87	88	89	1,0	2,3
90	91	92	93	94	110	95	96	97	98	99	0,7	1,8

**Задачи 36 – 40.** Задана система трех стержней, поддерживающих абсолютно жесткую балку (рис. 3, схемы 6 – 10). Стержни имеют одинаковое поперечное сечение, состоящее из двух равнобоких уголков заданных размеров.

Определить допускаемое значение силы  $F$ , приняв  $[\sigma] = 160$  МПа. Весом балки пренебречь. Данные своего варианта взять из табл. 3.

**Задачи 41 – 50.** Для стальной балки, жестко заземленной одним концом и нагруженной, как показано на рис. 4 (схемы 1 – 10), построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять из условия прочности необходимый размер двутавра, считая  $[\sigma] = 160$  МПа. Данные своего варианта взять из табл. 4.

Таблица 4 (к задачам 41-50)

№ задачи; № схемы на рис. 4	Вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	M	№ задачи; № схемы на рис. 4	Вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	M
		кН		кН·м			кН		кН·м
<b>41; 1</b>	00	20	10	12	<b>42; 2</b>	01	2	6	10
	13	12	8	20		15	14	5	8
	27	10	20	15		26	20	14	10
	33	8	12	10		32	5	12	6
	41	16	8	25		42	16	10	8
	59	12	20	40		51	4	10	2
	64	8	16	15		65	10	8	12
	73	15	4	8		77	2	5	10
	85	40	20	30		88	6	8	4
	96	30	20	18	99	1	5	3	

№ задачи; № схемы на рис. 4	Вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	M	№ задачи; № схемы на рис. 4	Вариант	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	M
		кН		кН·м			кН		кН·м
<b>43; 3</b>	02	5	20	4	<b>44; 4</b>	03	10	15	2
	14	12	16	5		17	1	6	8
	29	10	20	30		28	2	10	3
	35	15	9	6		34	12	8	10
	49	20	3	8		40	4	10	1
	53	4	18	3		52	8	5	4
	62	10	6	12		63	15	12	6
	74	8	12	4		72	3	5	8
	82	5	14	2		86	2	10	12
	98	15	10	6		91	6	4	1
<b>45; 5</b>	05	20	1	2	<b>46; 6</b>	04	3	2	10
	16	15	2	3		19	5	4	8
	21	30	4	1		20	12	16	5
	37	25	3	4		36	1	2	4
	44	10	1,5	0,6		43	8	5	2
	50	8	3,5	2,4		54	14	6	3
	60	12	2,5	1,6		61	4	7	1
	70	14	2	0,6		78	2	3	5
	83	18	1,5	2,6		89	10	15	6
	90	15	1	0,4		93	8	12	10
<b>47; 7</b>	07	5	2	6	<b>48; 8</b>	06	1	2,5	2
	18	8	1	4		11	4	3	10
	23	10	2	5		22	2	4,5	6
	38	12	3	8		30	5	8	10
	46	6	1	3		45	1	3,5	5
	55	4	3	10		56	5	2	7
	67	3	2	8		66	10	4,5	6
	79	8	4	12		75	20	8	2
	81	2	3	7		84	5	9,5	8
	92	9	5	11		95	8	6	1
<b>49; 9</b>	09	2	4	1	<b>50; 10</b>	08	6,5	1,4	2
	10	4	1,5	10		12	1	2	14
	25	6	2	12		24	3,5	8	5
	31	1	3,5	8		39	5	10	4
	48	2,5	10	4		47	1,5	6	16
	57	15	4	2		58	10	8,4	3
	69	3,5	8	5		68	9,5	1	25
	76	1,5	3	20		71	12	3	10
	80	0,5	1	3		87	6,5	5	2
	94	4	2,5	6		97	5,5	2	12

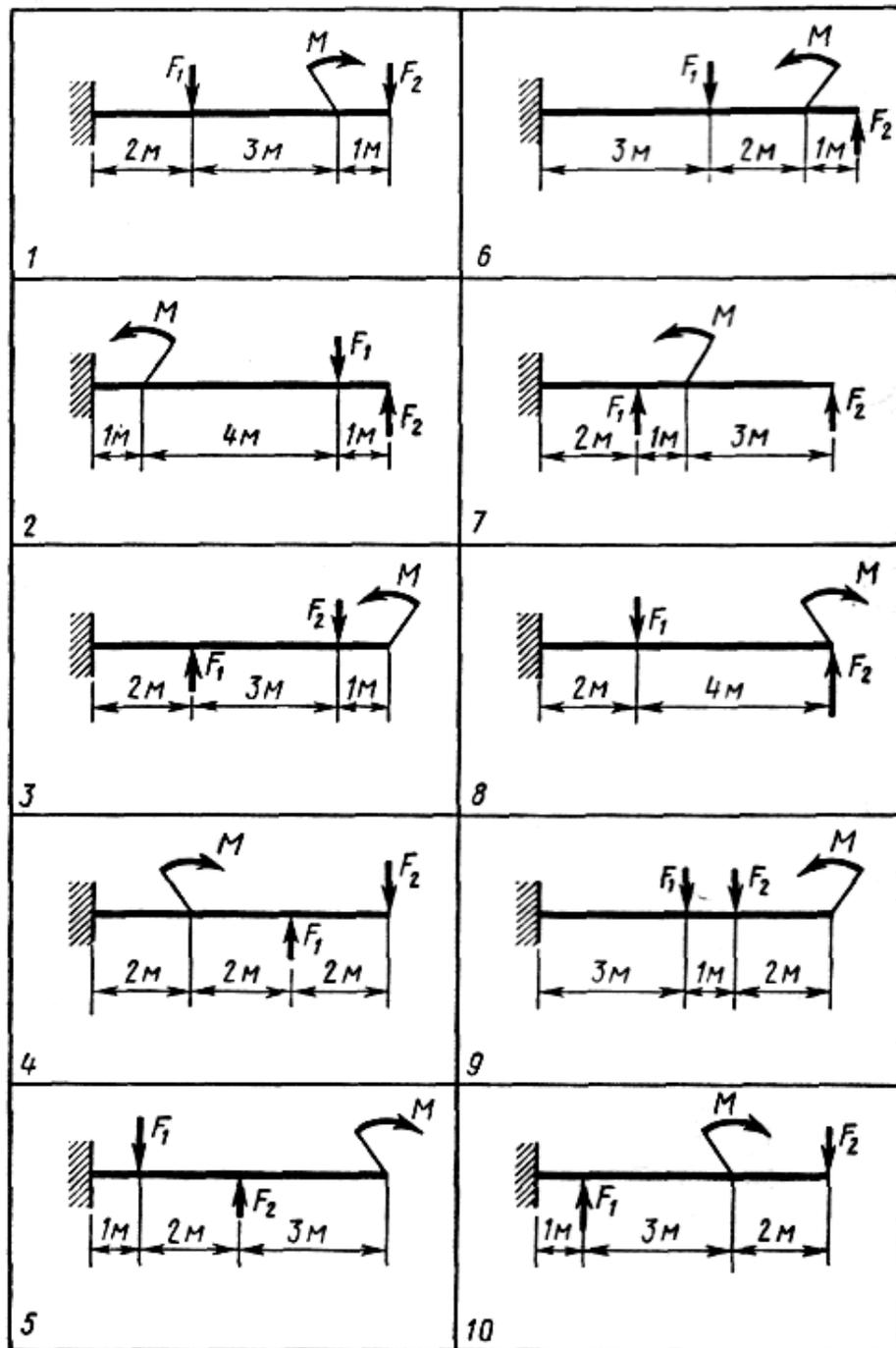


Рисунок 4

**Задачи 51 – 60.** Для стального вала постоянного поперечного сечения с двумя зубчатыми колесами (рис. 5, схемы 1 – 10), передающего мощность  $P$ , кВт, при угловой скорости  $\omega$ , рад/с (числовые значения этих величин для своего варианта взять из табл. 5), 1) определить вертикальные и горизонтальные составляющие реакций подшипников; 2) построить эпюру крутящих моментов; 3) построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях; 4) определить диаметр вала, приняв  $[\sigma] = 60$  МПа (в задачах 51, 53, 55, 57, 59) или  $[\sigma] = 70$  МПа (в задачах 52, 54, 56, 58, 60) и полагая  $F_{r1} = 0,4F_1$ ;  $F_{r2} = 0,4F_2$ .

В задачах 51 – 59 расчет производить по гипотезе потенциальной энергии формоизменения, а в задачах 52 – 60 – по гипотезе наибольших касательных напряжений. Все размеры на рис. 5 (схемы 1-10) даны в миллиметрах.

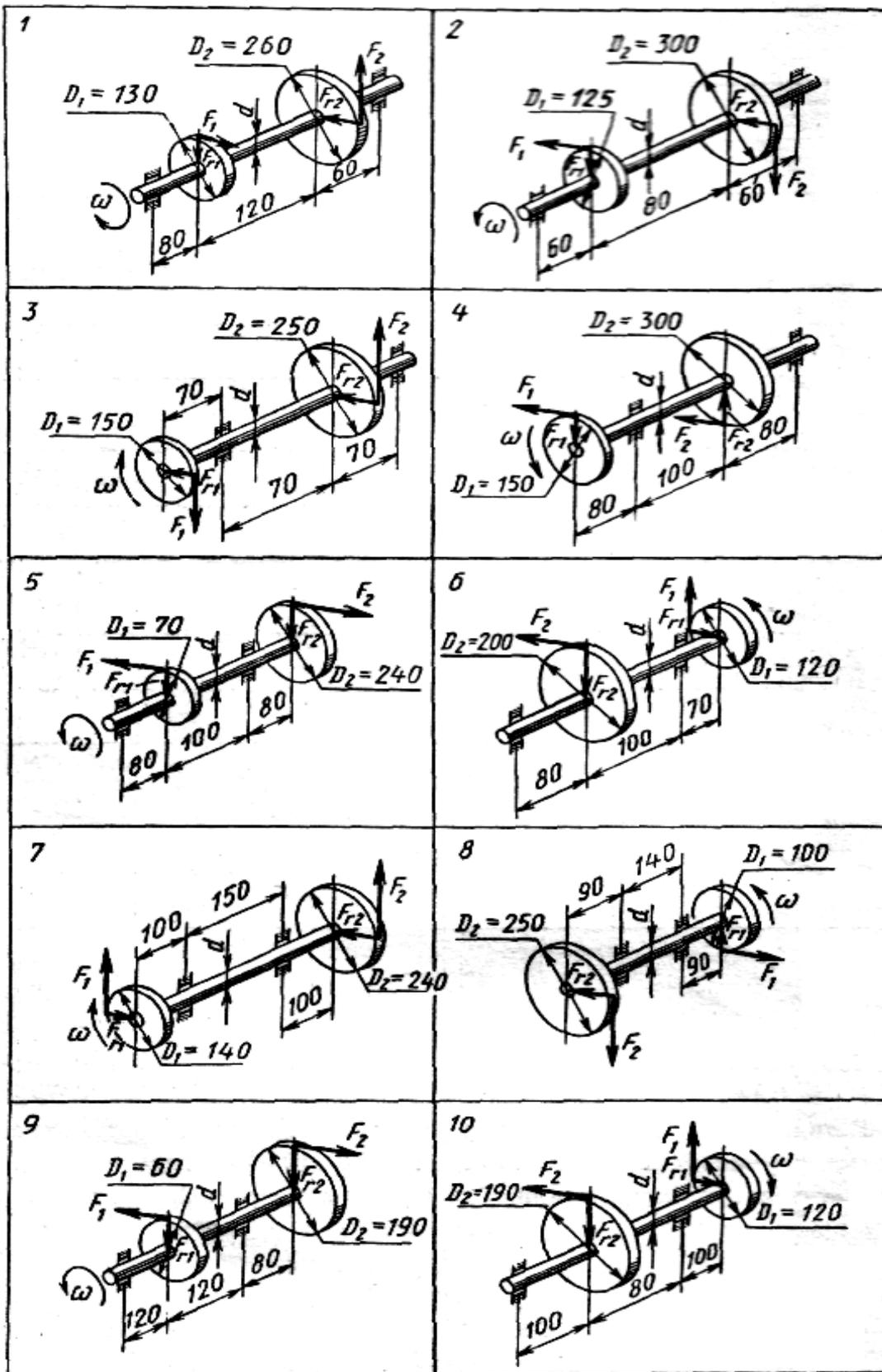


Рисунок 5

Таблица 5 (к задачам 51-60)

№ задачи; № схемы на рис. 5	Вариант	P, кВт	$\omega$ , рад/с	№ задачи; № схемы на рис. 5	Вариант	P, кВт	$\omega$ , рад/с
<b>51; 1</b>	00	6	22	<b>52; 2</b>	01	3	25
	14	8	36		17	8	48
	26	10	40		29	10	50
	35	9	30		34	12	40
	43	3	45		46	22	24
	57	20	50		56	20	60
	61	12	68		60	20	22
	76	5	20		77	9	36
	81	3	50		84	8	42
	94	12	48		97	15	35
<b>53; 3</b>	02	10	30	<b>54; 4</b>	03	5	40
	16	20	80		19	6	36
	28	15	45		21	7	35
	37	12	38		36	12	24
	45	14	18		48	15	15
	59	8	42		58	12	32
	63	10	45		62	9	42
	74	18	22		79	10	45
	80	25	40		87	7	21
96	5	42	99	20	36		
<b>55; 5</b>	05	5	18	<b>56; 6</b>	04	20	45
	18	20	18		11	19	38
	20	12	30		23	21	15
	38	34	30		31	18	26
	47	6	24		40	15	18
	51	12	52		50	16	50
	65	3	15		64	8	30
	78	15	45		75	7	20
	83	19	50		86	10	24
98	20	25	91	13	48		
<b>57; 7</b>	07	4	35	<b>58; 8</b>	06	16	40
	10	20	15		12	30	50
	22	18	20		25	28	42
	39	16	18		30	20	38
	49	30	24		42	15	20
	53	25	30		52	18	30
	67	22	28		66	22	30
	72	15	18		73	27	35
	82	8	42		89	24	28
90	10	12	93	4	20		

№ задачи; № схемы на рис. 5	Вариант	P, кВт	$\omega$ , рад/с	№ задачи; № схемы на рис. 5	Вариант	P, кВт	$\omega$ , рад/с
<b>59; 9</b>	09	12	38	<b>60; 10</b>	08	40	70
	13	15	42		15	30	50
	24	10	32		27	32	38
	33	20	50		32	25	42
	41	23	18		44	12	32
	55	14	24		54	28	34
	69	16	20		68	20	35
	71	24	15		70	10	20
	85	26	25		88	14	30
	92	6	48		95	35	40

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин Е. М. Теоретическая механика для техникумов. М., 1983.
2. Аркуша А. И., Фролов М. И. Техническая механика. М., 1983.
3. Файн А. М. Сборник задач по теоретической механике. М., 1987.
4. Аркуша А. И. Руководство к решению задач по теоретической механике. М., 1976.
5. Мовнин М. С., Израелит А. Б., Рубашкин А. Г. Руководство к решению задач по технической механике. М., 1977.
6. Ицкович Г. М. Сопротивление материалов. М., 1983.
7. Ицкович Г. М., Винокуров А. И., Барановский Н. В. Сборник задач по сопротивлению материалов. Л., 1972.
8. Дубейковский Е. Н., Саввушкин Е. С. Сопротивление материалов. М., 1985.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 2

**Задача 61.** Рассчитать прямозубую передачу одноступенчатого цилиндрического редуктора привода конвейера (рис. 6) и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Редуктор неререверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 6.

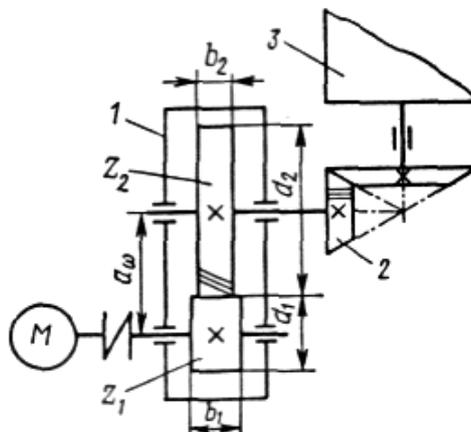
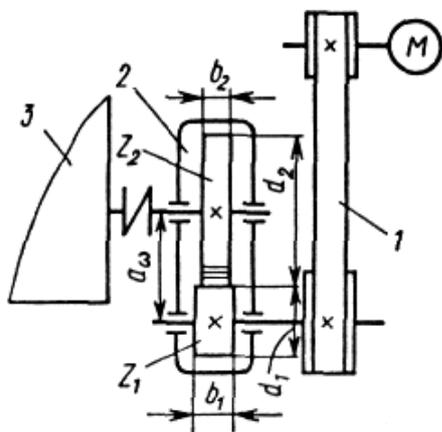


Рисунок 6 (к задачам 61, 71, 72):  
1 – ременная передача; 2 – редуктор;  
3 – конвейер

Рисунок 7 (к задачам 62, 70):  
1 – редуктор, 2 – открытая коническая  
передача; 3 – винтовой транспортёр

Таблица 6

Данные для рас- чета	Варианты									
	09	15	29	40	42	51	70	80	81	92
$P_1$ , кВт	5,5	3,5	6	4	4,8	6,5	7,5	7	6,8	6,2
$\omega_1$ , рад/с	105	87	90	70	80	95	110	100	96	92
$u$	2	2,5	3,15	4	5	4	2,5	3,15	2	5
Марка стали шестерни и колеса	45	40X	40XH	40X	45	40X	45XЦ	45	40X	45
Термообработка	Улучшение									

Примечание. Рекомендуется  $HV_1 \geq HV_2 + (20...30)$

**Задача 62.** Рассчитать косозубую передачу одноступенчатого цилиндрического редуктора привода винтового транспортера (рис. 7) и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Редуктор неререверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 7.

Таблица 7

Данные для расчета	Варианты									
	06	17	24	34	50	57	65	77	85	97
$P_1$ , кВт	8,8	11	10	12	9,6	12,5	7,2	8	11,5	9
$\omega$ , рад/с	130	150	140	148	115	152	100	112	138	110
$u$	5	4	3,15	2,5	2	3,15	2	5	2,5	4
Марка стали шестерни и ко- леса	40X	40XH	35XM	40XH	45XH	45XЦ	40XH	45X	45XЦ	35XM

**Задача 63.** Рассчитать шевровую передачу одноступенчатого цилиндрического редуктора привода конвейера (рис. 8) и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 8.

Термообработка шестерни – улучшение + закалка ТВЧ, колеса – улучшение.

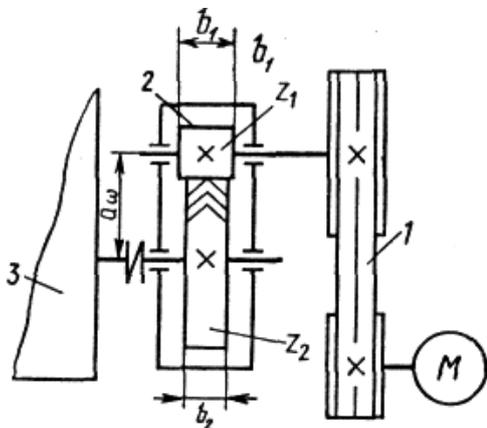


Рисунок 8 (к задачам 63, 73, 74):

1 – клиноременная передача; 2 – редуктор; 3 – конвейер.

Таблица 8

Данные для расчета	Варианты									
	10	11	28	36	47	55	63	73	89	91
$P_1$ , кВт	15	16	20	18	24	25	22	18	14	15
$\omega_1$ , рад/с	180	200	256	210	270	294	260	285	170	190
$u$	5	4	3,15	2,5	2	2,5	3,15	5	4	2
Марка стали шестерни и колеса	40X	40XH	35XH	40X	45XЦ	45XЦ	40XЦ	45XH	40X	40X

**Задача 64.** Рассчитать коническую прямозубую передачу редуктора привода ленточного транспортера (рис. 9) и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 9.

Таблица 9

Данные для расчета	Варианты									
	00	07	20	22	31	49	59	68	79	82
$P_1$ , кВт	5,5	5	6,5	4,8	6	7	5,4	5	5,8	4
$\omega_1$ , рад/с	100	85	115	80	105	110	95	90	100	96
$u$	2	2,5	1,6	1,6	2,0	2,5	2,5	2	2	1,6
Марка стали шестерни и колеса	40X	45	40XH	40X	45	40X	35XM	45	40X	45
Термообработка	Улучшение									

П р и м е ч а н и е. Рекомендуется  $HV_1 \geq HV_2 + (20...30)$

**Задача 65.** Рассчитать коническую передачу с круговыми зубьями для редуктора привода ленточного транспортера (рис. 10) и проверить передачу на контактную усталость рабочих поверхностей зубьев, если мощность на ведущем валу редуктора  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные

своего варианта принять по табл. 10.

Таблица 10

Данные для расчета	Варианты									
	05	14	30	37	45	56	66	74	88	95
$P_1$ , кВт	4	5,5	7,5	11	15,5	3	4	5	6	10
$\omega_1$ , рад/с	150	153	153	100	100	100	76	102	920	302
$u$	1,8	2	2,15	4,5	5	2,24	2,5	2,8	3,55	4
Марка стали шестерни и колеса	40X	40XH	35XM	45XЦ	40XH	40X	45XЦ	40X	40XH	35XM
Термообработка	Улучшение поковки и заковки ТВЧ									

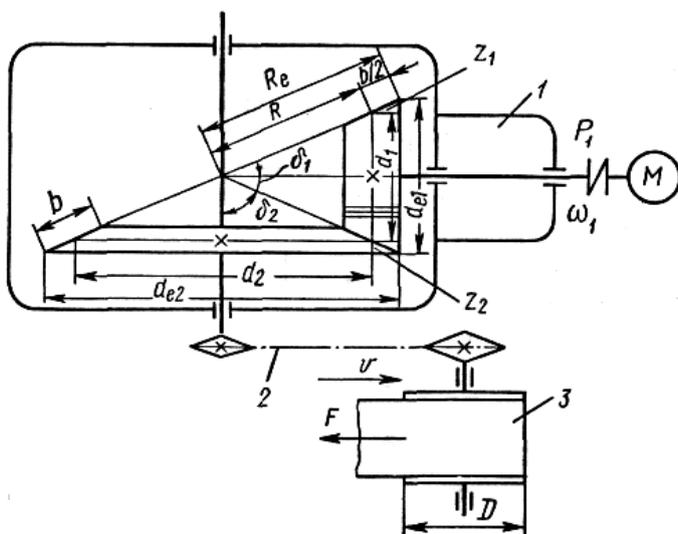


Рисунок 9. (к задачам 64, 78):  
1 – редуктор, 2 – цепная передача;  
3 – ленточный транспортер.

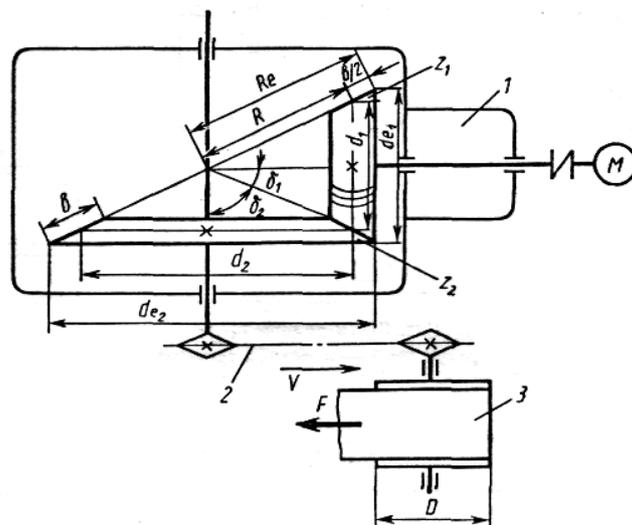


Рисунок 10. (к задачам 65, 79):  
1 – редуктор, 2 – цепная передача;  
3 – ленточный транспортер.

**Задача 66.** Рассчитать червячную передачу одноступенчатого редуктора с нижним расположением червяка (рис. 11) и проверить зубья червячного колеса на усталость по контактным напряжениям и напряжениям изгиба. Мощность на валу червяка  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Червяк выполнен из закаленной стали 40X с твердостью витков HRC > 45. Венец червячного колеса из бронзы. Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 11.

Таблица 11

Данные для расчета	Варианты									
	02	18	21	32	43	52	61	76	84	96
$P_1$ , кВт	2,1	1,8	1,6	2,2	3	2,5	3,2	3	3,2	4
$\omega_1$ , рад/с	152	144	138	150	96	110	148	136	100	120
$u$	20	25	20	16	25	16	20	16	16	20

**Задача 67.** Рассчитать червячную передачу одноступенчатого редуктора с верхним расположением червяка (рис. 12) и проверить зубья червячного колеса на усталость по контактным напряжениям и напряжениям изгиба. Мощность на валу червяка  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число редуктора  $u$ . Червяк выполнен из закаленной стали 40X с твердостью витков HRC > 45. Венец червячного колеса — из бронзы. Редуктор нереверсивный, предназначенный для длительной работы при постоянной нагрузке. Данные своего варианта принять по табл. 12.



Таблица 14

Данные для расчета	Варианты									
	08	12	23	38	44	53	64	72	83	98
$P_1$ , кВт	10,5	10	9	8,5	8	7,5	6,5	7	9,5	11
$\omega_1$ , рад/с	41	35	30	28	25	25	21	38	45	42
$u$	4	3,6	3,15	1,8	4,5	2,8	1,75	2,5	2	3,5
Марка стали шестерни и колеса	45ХЦ	40ХН	40ХН	40Х	40Х	40Х	45ХЦ	40ХЦ	40ХН	40ХН
Термообработка	Шестерни – улучшение и закалка ТВЧ, колеса – улучшение									

**Задача 70.** Рассчитать открытую коническую прямозубую передачу винтового транспортера (см. рис.7), если мощность на валу шестерни  $P_1$  и угловая скорость вала  $\omega_1$ . Передаточное число передачи  $u$ . Нагрузка нереверсивная, близкая к постоянной при длительной работе передачи. Данные своего варианта принять по табл. 15.

Таблица 15

Данные для расчета	Варианты									
	03	19	25	35	46	54	62	78	90	94
$P_1$ , кВт	3,8	4,5	4,2	3,5	2,8	2,5	5	5,2	4	5,5
$\omega_1$ , рад/с	36	40	30	25	22	34	45	50	42	35
$u$	2,2	2,5	3	2	2,6	1,8	2,8	3,5	2	2,4
Марка стали шестерни и колеса	45	40Х	40Х	35ХМ	35ХМ	45	40ХН	45	45	45ХН
Термообработка	Улучшение									

**Задача 71.** Рассчитать плоскоремennую передачу от электродвигателя к редуктору привода конвейера (см. рис.6). Мощность электродвигателя  $P_1$ , угловая скорость вала электродвигателя  $\omega_1$  и ведомого шкива  $\omega_2$ . Ремень кордошнуровой прорезиненный. Работа двухсменная. Угол наклона линии центров шкивов к горизонту  $60^\circ$ . Данные своего варианта принять по табл. 16.

Таблица 16

Данные для расчета	Варианты									
	08	13	23	33	49	50	69	73	82	95
$P_1$ , кВт	4	3	7,5	3	1,5	11	5,5	4	2,2	7,5
$\omega_1$ , рад/с	150	100	105	158	80	105	75	100	75	100
$\omega_2$ , рад/с	50	40	35	50	20	34	34	25	27	40
Характер нагрузки	Спокойная			Умеренные колебания			Значительные колебания			

**Задача 72.** Определить, какую наибольшую мощность  $P_1$  можно передать плоским кордошнуровым прорезиненным ремнем открытой передачи (см. рис.6), если диаметр малого шкива  $d_1 = 200$  мм, угловая скорость его  $\omega_1$ , передаточное число  $u$ , ширина ремня  $b$ . Работа двухсменная. Данные своего варианта принять по табл. 17.

Таблица 17

Данные для расчета	Варианты									
	04	09	12	24	32	42	54	70	72	89
$\omega$ , рад/с	150	105	100	80	108	75	158	90	120	96
$u$	5	3	4	2	4	3	3,5	2,5	4	3
$b$ , мм	30	40	50	30	20	40	64	30	40	50
Характер нагрузки	Умеренные колебания			Значительные колебания			Спокойная			

**Задача 73.** Рассчитать клиноременную передачу от электродвигателя к редуктору привода конвейера (см рис. 8). Мощность электродвигателя  $P_1$ , угловая скорость  $\omega_1$ . Передаточное число  $u$ . Работа двухсменная. Данные своего варианта принять по табл. 18.

Таблица 18

Данные для расчета	Варианты										
	0,7	15	25	39	44	55	64	68	88	91	
$P_1$ , кВт	10	5,5	4	2,2	7,5	13	3	10	7,5	11	
$\omega_1$ , рад/с	152	155	100	75	105	152	75	102	153	105	
$u$	4	5	4	3	3	4	4	2,5	5	3	
Характер нагрузки	Спокойная			Значительные колебания				Умеренные колебания			
Тип ремня	Клиновой ремень нормального сечения										

**Задача 74.** Определить, какую наибольшую мощность  $P_1$  можно передать клиноременной передачей заданного типа ремня нормального сечения (см. рис. 8), если угловая скорость ведущего шкива  $\omega_1$ , а ведомого  $\omega_2$ . Число ремней  $z$ . Работа односменная. Данные своего варианта принять по табл. 19.

Таблица 19

Данные для расчета	Варианты										
	10	27	30	41	53	67	71	86	90	93	
$\omega_1$ , рад/с	150	120	105	160	75	100	84	150	90	120	
$\omega_2$ , рад/с	50	40	35	45	25	50	28	30	30	48	
$z$	3	3	2	3	4	3	4	3	2	2	
Сечение ремня	A	O	B	A	O	B	B	A	B	B	
Характер нагрузки	Значительные колебания				Спокойная			Умеренные колебания			

**Задача 75.** Рассчитать ременную передачу узкими клиновыми ремнями от электродвигателя к редуктору привода ленточного транспортера (см. рис. 14). Передаваемая мощность  $P_1$ , частота вращения малого шкива  $n_1$ . Передаточное число передачи  $u$ . Работа двухсменная. Данные своего варианта принять по табл. 20.

Таблица 20

Данные для расчета	Варианты										
	0,6	11	22	31	40	52	66	75	85	92	
$P_1$ , кВт	2,5	3	4	15	18,5	22	5,5	7,5	11	30	
$n_1$ , об/мин	1425	1435	2880	975	1465	1470	965	1455	1480	2945	
$u$	3	4	5	2,5	3,5	4,5	4	5,5	4,5	8	
Характер нагрузки	Спокойная			Умеренные колебания				Значительные колебания			

**Задача 76.** Рассчитать ременную передачу поликлиновым ремнем от электродвигателя к редуктору привода конвейера (см. рис. 13). Передаваемая мощность  $P_1$ , частота вращения малого шкива  $n_1$ . Передаточное число передачи  $u$ . Работа двухсменная. Данные своего варианта принять по табл. 21.

Таблица 21

Данные для расчета	Варианты										
	00	14	26	35	43	57	61	74	81	94	
$P_1$ , кВт	4	5,5	7,5	11	3	15	18,5	22	30	10	
$n_1$ , об/мин	720	965	1455	1460	955	975	1465	1470	2945	2900	
$u$	2	2,5	3	4	3,5	4,5	3,8	5	5,5	6	
Характер нагрузки	Значительные колебания			Умеренные колебания				Спокойная			

**Задача 77.** Рассчитать ременную передачу зубчатым ремнем от электродвигателя к редуктору привода конвейера (см. рис.13). Передаваемая мощность  $P_1$ , частота вращения малого шкива  $n_1$ . Передаточное число передачи  $u$ . Работа двухсменная. Данные своего варианта принять по табл. 22.

Таблица 22

Данные для расчета	Варианты									
	01	17	29	34	46	56	60	77	84	97
$P_1$ , кВт	3,5	4	5,5	3	7,5	11	7	3	10,5	4,2
$n_1$ , об/мин	2880	1430	1455	2840	1455	2900	1455	700	1460	950
$u$	5	4	2,8	6	3	5	4,5	2,5	4,8	3,2
Характер нагрузки	Умеренные колебания			Значительные колебания				Спокойная		

**Задача 78.** Рассчитать передачу однорядной роликовой цепью от редуктора к ленточному транспортеру (см. рис. 9). Тяговая сила ленты  $F$ , скорость ленты  $v$ , диаметр барабанов  $D$ . Передаточное число  $u$ . Межосевое расстояние  $a = 40r$ . Нагрузка с небольшими толчками. Смазка цепи непрерывная. Передача горизонтальная. Регулирование натяжения цепи нажимным роликом. Данные своего варианта принять по табл. 23.

Таблица 23

Данные для расчета	Варианты									
	02	16	28	37	45	59	63	76	80	96
$F$ , кН	2,5	3,6	4,0	4,5	3,8	5	5,55	3,8	4,2	5,2
$v$ , м/сек	1,6	1,1	1,3	1,2	1	0,9	1	1	1	0,8
$D$ , мм	360	400	280	300	250	350	420	420	300	400
$u$	2,5	2	3	4	5	2	2,5	4	5	2,5

**Задача 79.** Определить, какую наибольшую мощность  $P_1$  можно передать приводной роликовой однорядной цепью с шагом  $p$ . Угловая скорость ведущей звездочки  $\omega_1$ . Передаточное число  $u$ . Межосевое расстояние  $a = 40r$ . Нагрузка спокойная. Смазка цепи периодическая. Передача горизонтальная. Натяжение цепи оттяжной звездочкой. Данные своего варианта принять по табл. 24 (см. рис. 10).

Таблица 24

Данные для расчета	Варианты									
	03	19	21	36	48	58	62	79	87	99
$P_1$ , мм	19,05	12,7	15,875	25,4	31,75	38,1	12,7	19,05	15,875	25,4
$\omega_1$ , рад/сек	42	63	84	38	48	50	55	100	90	30
$u$	2,5	3	3,15	3,5	4	4,2	4,5	5	3	2

**Задача 80.** Рассчитать цепную передачу зубчатой цепью от электродвигателя к станку. Передаваемая мощность  $P_1$ , частота вращения малой звездочки  $n_1$ . Передаточное число передачи  $u$ . Нагрузка с умеренными колебаниями. Передача с углом наклона центров звездочки к горизонту  $\theta = 40^\circ$ . Данные своего варианта принять по табл. 25.

Таблица 25

Данные для расчета	Варианты									
	05	18	20	38	47	51	65	78	83	98
$P_1$ , кВт	5,5	7,5	11	15	18,5	3	4	22	30	10
$n_1$ , об/мин	965	970	975	1465	1465	2840	2880	1470	2945	2900
$u$	2,5	3	3,5	4	4	4,5	4,2	3,8	5	5

**Задача 81.** Для ведущего вала прямозубой цилиндрической передачи редуктора подобрать по ГОСТу шарикоподшипники 1, 2 радиальные (рис. 15). На зубья шестерни действуют силы: окружная  $F_t$  и радиальная  $F_r = 0,364F_t$ . Диаметр цапф вала  $d$ , частота вращения  $n = 950$  об/мин. Расстояние  $a = 1,6d$ . Требуемая долговечность подшипников  $L_{\text{нтр}}$ . Рабочая температура их  $t < 100$  °С. Данные своего варианта принять по табл. 26.

Таблица 26

Данные для расчета	Варианты									
	00	02	11	25	34	49	52	64	78	85
$F_t$ , кН	2	1,5	2,5	1,1	2	1,6	1,8	1,6	2,1	2,4
$d$ , мм	45	30	35	25	40	30	35	40	45	50
$L_{\text{нтр}}$ , ч	$12 \cdot 10^3$				$20 \cdot 10^3$			$10 \cdot 10^3$		$15 \cdot 10^3$
Характер нагрузки	Умеренные толчки						Значительные толчки			

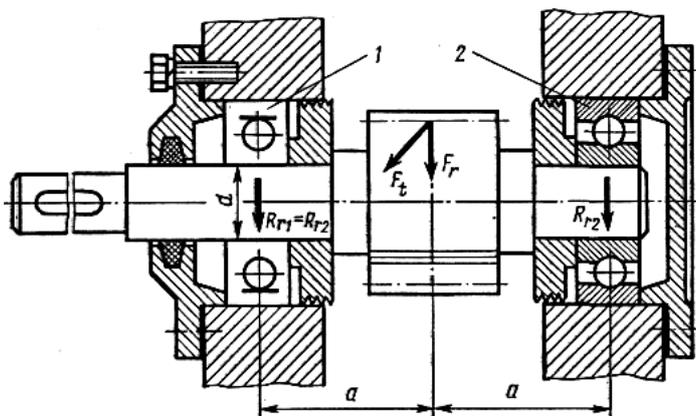


Рисунок 15. (к задачам 81, 82)

**Задача 82.** Ведущий вал цилиндрического прямозубого редуктора установлен на шарикоподшипниках 1, 2 радиальных однорядных (рис. 15). Определить расчетную долговечность подшипников  $L_{10\text{h}}$ , если радиальная нагрузка на них  $R_{r1} = R_{r2} = R_r$ , а частота вращения вала  $n$ . Рабочая температура подшипника  $t < 100$ °С. Данные своего варианта принять по табл. 27.

Таблица 27

Данные для расчета	Варианты									
	05	13	27	40	47	56	69	75	81	91
$R_r$ , кН	2,5	3	4,5	4,8	2,8	4,6	5	5,4	4,1	7
$n$ , об/мин	880	1000	1100	900	960	1000	800	1000	960	760
Условные обозначения подшипника	207	208	308	309	210	209	310	311	209	311
Характер нагрузки	Значительные толчки					Умеренные толчки				

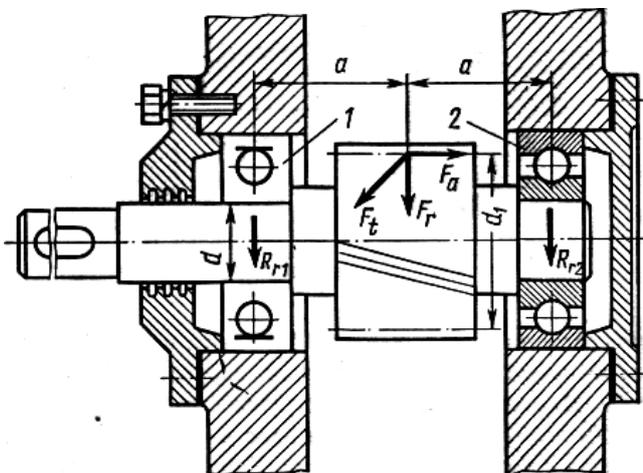


Рисунок 16. (к задаче 83)

**Задача 83.** Для ведущего вала косозубой цилиндрической передачи редуктора подобрать по ГОСТу шарикоподшипники 1, 2 однорядные при диаметре цапф  $d$  (рис. 16). На зубья шестерни действуют силы: окружная  $F_t$ , радиальная  $F_r$  и осевая  $F_a$ . Силы  $F_r$  и  $F_a$  вычислит, приняв  $\alpha_w = 20^\circ$  и  $\beta$  по таблице. Частота вращения вала  $n = 950$  об/мин. Диаметр делительной окружности шестерни  $d_1 = 60$  мм. Расстояние  $a = 1,8d$ . Требуемая долговечность подшипников

$L_{\text{нтр}}$ . Рабочая температура подшипников  $t < 100$ °С. Данные своего варианта принять по табл. 28.

Данные для расчета	Варианты										
	07	18	23	35	50	59	61	72	90	93	
$F_1$ , кН	2,5	2	3	1,6	2,5	2,1	3	3,2	2,4	2,6	
$d$ , мм	35	30	45	25	40	35	50	55	40	45	
$\beta$ , град	10	10	10	12	12	12	18	10	12	12	
$L_{\text{нтр}}$ , ч	$15 \cdot 10^3$					$10 \cdot 10^3$			$20 \cdot 10^3$		$12 \cdot 10^3$
Характер нагрузки	Значительные колебания						Умеренные колебания				

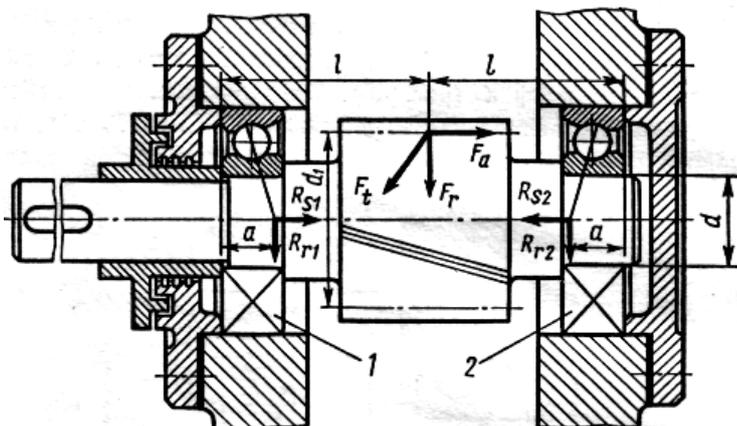


Рисунок 17. (к задаче 84)

**Задача 84.** Ведущий вал цилиндрического косозубого редуктора установлен на шарикоподшипниках радиально-упорных 1, 2 (рис. 17). Определить расчетную долговечность  $L_{10h}$  более нагруженного подшипника, если на шестерню действуют силы: окружная  $F_t$ , радиальная  $F_r$  и осевая  $F_a$ . Диаметр делительной окружности шестерни  $d_1 = 50$  мм, размер  $l = 70$  мм. Частота вращения вала  $n = 1430$

об/мин. Нагрузка на подшипники с умеренными толчками. Рабочая температура подшипников  $t < 100$  °С. Данные своего варианта принять по табл. 29.

Таблица 29

Данные для расчета	Варианты									
	10	14	26	33	42	55	66	71	87	97
$F_t$ , кН	2,5	2,7	3	2	2,7	3,1	2,9	2,6	3	3,2
$F_r$ , кН	1	1,1	1,4	0,8	1	1,4	1,5	1	1,3	1,4
$F_a$ , кН	0,8	0,9	1	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9
Условное обозначение подшипника	36308	36307	36309	36306	36211	36311	36309	36212	36310	36312

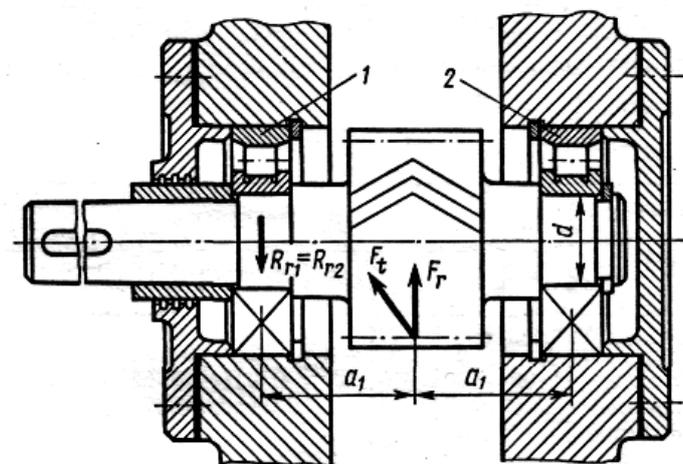


Рисунок 18. (к задачам 85, 86)

подшипников  $t < 100$ °С. Данные своего варианта принять по табл. 30.

**Задача 85.** Для ведущего вала шевронной передачи цилиндрического редуктора подобрать по ГОСТу роликоподшипники 1, 2 радиальные с короткими цилиндрическими роликами (рис. 18). На зубья шестерни действуют силы: окружная  $F_t$  и радиальная  $F_r$ . Вычислить силу  $F_r$ , приняв  $\alpha_w = 20^\circ$ ;  $\beta = 30^\circ$ . Диаметр цапф вала  $d$ , а частота вращения  $n = 980$  об/мин. Требуемая долговечность подшипников  $L_{\text{нтр}}$ . Расстояние  $a_1 = 1,7d$ . Рабочая температура

Таблица 30

Данные для расчета	Варианты									
	06	20	21	38	46	57	68	76	83	92
$F_1$ , кН	3,5	3,8	4,1	3	3,7	4	3,8	6,4	6	9,4
$d$ , кН	35	40	45	30	30	40	35	50	45	60
$L_{\text{нтр}}$ , ч	$20 \cdot 10^3$		$30 \cdot 10^3$				$20 \cdot 10^3$			
Характер нагрузки	Умеренные толчки						Лёгкие толчки			

**Задача 86.** Ведущий вал шевронной передачи цилиндрического редуктора установлен на роликоподшипниках 1, 2 радиальных с короткими цилиндрическими роликами (см. рис. 18). Определить расчетную долговечность подшипников  $L_{10h}$ , если на зубья шестерни действуют окружная  $F_t$  и радиальная  $F_r$  силы, а частота вращения вала  $n$ , об/мин. Вычислить силу  $F_r$ , приняв  $\alpha_w = 20^\circ$ ,  $\beta = 35^\circ$ . Рабочая температура подшипников  $t < 100^\circ\text{C}$ . Данные своего варианта принять по табл. 31.

Таблица 31

Данные для расчета	Варианты									
	09	12	30	39	48	51	63	74	86	94
$F_t$ , кН	2,6	3,6	5,6	6,6	12	9	5,2	5	5,4	9
$n$ , об/мин	1400	1440	955	955	970	1440	950	960	970	730
Условное обозначение подшипников	2206	2207	2208	2210	2311	2209	2210	2306	2308	2310
Характер нагрузки	Умеренные толчки					Лёгкие толчки				

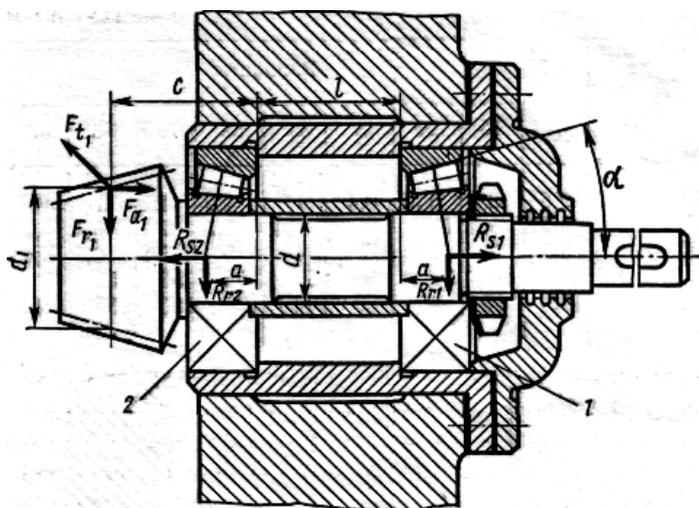


Рисунок 19. (к задаче 87)

**Задача 87.** Для ведущего вала конической прямозубой передачи редуктора подобрать по ГОСТу роликоподшипники 1, 2 конические однорядные (рис. 19). Диаметр цапф вала  $d$ , а частота вращения  $n = 950$  об/мин. На зубья шестерни действуют силы: окружная  $F_{t1}$  радиальная  $F_{r1}$  и осевая  $F_{a1}$ . Средний делительный диаметр шестерни  $d_1 = 64$  мм. Радиальную  $F_{r1}$  и осевую  $F_{a1}$  силы вычислить при угле делительного конуса  $\delta = 27^\circ$ . Требуемая долговечность подшипника  $L_{\text{нтр}}$  и расстояние  $c$

известны, причем  $l = 1,3c$ . Рабочая температура подшипников  $t < 100^\circ\text{C}$ . Данные своего варианта принять по табл. 32.

Таблица 32

Данные для расчета	Варианты									
	03	17	22	32	44	54	65	79	84	99
$F_{t1}$ , кН	2	2,2	1,6	2,7	3,1	3,8	3	2,6	2,2	3,7
$d$ , мм	30	35	25	40	45	50	45	40	35	50
$c$ , мм	40	55	45	55	60	70	60	50	50	56
$L_{\text{нтр}}$ , ч	$20 \cdot 10^3$					$25 \cdot 10^3$				
Характер нагрузки	Умеренные колебания					Значительные колебания				

**Задача 88.** Подобрать по ГОСТу роликоподшипники 1, 2 конические однорядные для вала червяка (рис. 20), диаметр цапф которого  $d$ , а частота вращения  $n = 1440$  об/мин. На витки червяка действуют силы: окружная  $F_{t1}$ , радиальная  $F_{r1}$  и осевая  $F_{a1}$ . Делительный диаметр червяка  $d_1 = 64$  мм, требуемая долговечность  $L_{hтр}$  и расстояние от торца подшипника до точки приложения сил  $a_1$ . Нагрузка на подшипники с умеренными толчками при температуре  $t < 100^\circ\text{C}$ . Данные своего варианта принять по табл. 33.

Таблица 33

Данные для расчета	Варианты									
	01	15	28	37	41	58	70	73	88	98
$F_{t1}$ , кН	0,8	0,6	0,32	0,4	1	1,2	1,3	1	0,7	1,4
$F_{r1}$ , кН	1,25	1,1	0,6	0,73	1,4	1,8	2	1,7	1,25	2,2
$F_{a1}$ , кН	3,5	3	1,6	2	4	5	5,2	4,6	3,4	6
$d$ , мм	45	40	30	35	50	55	55	50	40	60
$a_1$ , мм	150	140	135	150	145	170	180	135	139	190
$L_{hтр}$ , ч	$12 \cdot 10^3$			$10 \cdot 10^3$			$6 \cdot 10^3$			

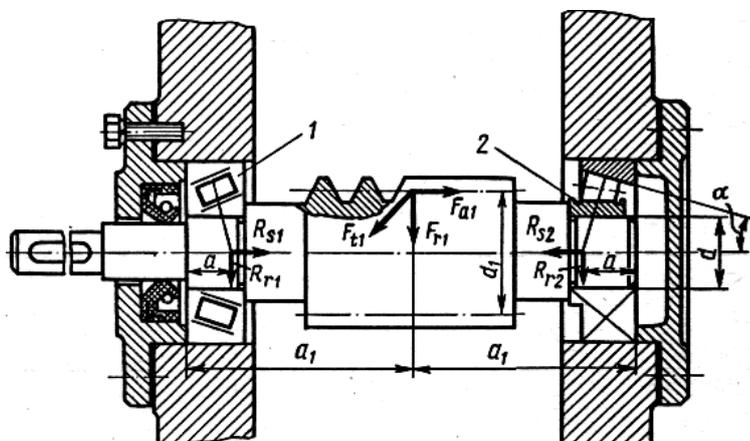


Рисунок 20. (к задачам 88, 89)

**Задача 89.** Вал червяка вращается на роликоподшипниках конических однорядных (см.рис.20). Диаметр цапф вала  $d$  и частота вращения  $n = 1400$  об/мин. На витки червяка действуют силы: окружная  $F_{t1}$ , радиальная  $F_{r1}$  и осевая  $F_{a1}$ . Делительный диаметр червяка  $d_1 = 60$  мм, расстояние от торца подшипника до точки приложения сил  $a_1$ . Определить расчетную долговечность подшипников  $L_{10h}$ . Рабочая температура подшипников  $t < 100^\circ\text{C}$ . Характер нагрузки — с легкими толчками. Данные своего варианта принять по табл. 34.

Рабочая температура подшипников  $t < 100^\circ\text{C}$ . Характер нагрузки — с легкими толчками. Данные своего варианта принять по табл. 34.

Таблица 34

Данные для расчета	Варианты									
	08	19	24	31	43	53	62	77	82	96
$F_{t1}$ , кН	0,4	0,5	0,6	0,8	1,3	0,5	0,6	0,7	1	1,4
$F_{r1}$ , кН	0,6	0,8	1,1	1,5	5	0,8	1	1,2	1,8	2,2
$F_{a1}$ , кН	1,8	2,2	3	4	5,5	2,0	2,6	3,2	4,8	6
$d$ , мм	30	40	45	50	60	35	40	45	55	65
$a_1$ , мм	125	135	145	155	165	130	140	150	160	170
Условное обозначение подшипника	7306	7208	7309	7310	7312	7307	7308	7309	7311	7313

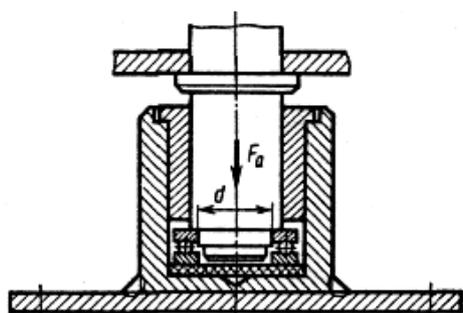


Рисунок 21. (к задаче 90)

**Задача 90.** Подобрать по ГОСТу шарикоподшипник упорный однорядный для пяты вертикального вала консольного настенного поворотного крана (рис.21), если известно: частота вращения вала  $n$ , осевая нагрузка  $F_a$ , посадочный диаметр  $d$  и требуемая долговечность  $L_{hтр}$ . Нагрузка с сильными ударами. Рабочая температура подшипника  $t < 100^\circ\text{C}$ . Данные своего варианта принять по табл. 35.

Данные для расчета	Варианты									
	04	16	29	36	45	60	67	80	89	95
n, об/мин	17	20	25	27	16	28	30	35	32	34
d, мм	35	40	30	55	45	50	40	45	50	40
F <sub>а</sub> , кН	5	4,5	3,2	7,5	6,4	6	4	4,6	7,4	5,5
L <sub>нтр</sub> , ч	10·10 <sup>3</sup>			12·10 <sup>3</sup>			15·10 <sup>3</sup>			

**Задача 91.** Рассчитать сварное соединение внахлестку равнобокого уголка с косынкой под действием растягивающей постоянной силы  $F$  (рис. 22). Материал уголка и косынки — сталь Ст3 с допускаемым напряжением  $[\sigma_p] = 160 \text{ Н/мм}^2$ . Сварка электродуговая ручная электродами Э42. Высота катета шва  $K$  равна толщине полки уголка  $d$ . Данные своего варианта принять по табл. 36.

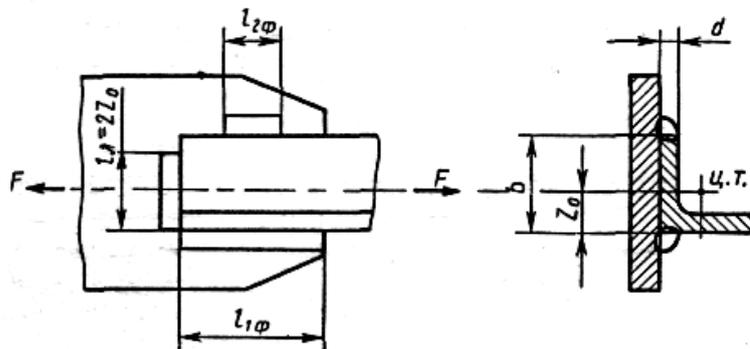


Рисунок 21. (к задаче 91)

Таблица 36

Данные для расчета	Варианты									
	07	13	25	36	43	54	63	76	87	93
F, кН	115	120	130	150	180	200	220	240	260	300

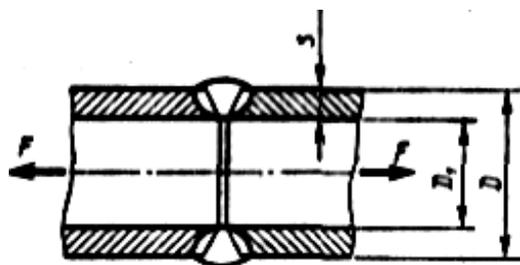


Рисунок 23. (к задаче 92)

**Задача 92.** Определить допускаемое значение осевой растягивающей силы  $[F]$  сварного стыкового соединения двух труб с наружным диаметром  $D$  и толщиной стенок  $s$  (рис.23). Материал труб — сталь Ст3 с допускаемым напряжением  $[\sigma_p] = 160 \text{ Н/мм}^2$ . Шов выполняется ручной дуговой сваркой электродами Э42. Данные своего варианта для стальных труб по ГОСТ 3262—75 принять по табл.37.

Таблица 37

Данные для расчета	Варианты									
	04	19	28	32	48	55	61	75	85	95
D, мм	165	140	114	101,3	88,5	75,5	60	48	42,3	33,5
s, мм	4,5	4,5	4,5	4	4	4	3,5	3,5	3,2	3,2

**Задача 93.** Рассчитать сварное соединение венца зубчатого колеса с центром, передающего вращающий момент  $T$  (рис. 24). Внутренний диаметр зубчатого венца  $D$ . Материал деталей соединения — сталь Ст3 с допускаемым напряжением на растяжение  $[\sigma_p] = 160 \text{ Н/мм}^2$ . Распределение нагрузки по сварному шву неравномерное с коэффициентом асимметрии цикла  $R = 0,2$ . Швы выполняются ручной дуговой сваркой. Шов двусторонний ( $i = 2$ ). Данные своего варианта принять по табл. 38.

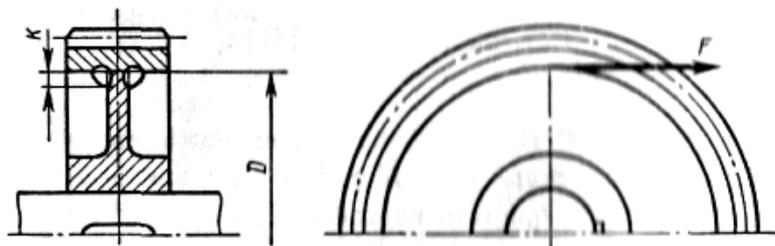


Рисунок 24. (к задаче 93)

Таблица 38

Данные для расчета	Варианты									
	10	18	27	34	45	58	65	74	83	97
Т, кНм	36	42	46	50	54	56	60	62	64	68
D, мм	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420
Электроды	Э42	Э50	Э42А	Э50А	Э50	Э42	Э42А	Э50А	Э42	Э50

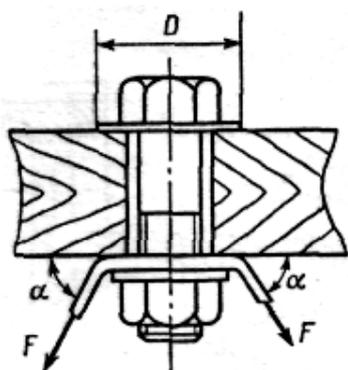


Рисунок 25. (к задаче 94)

**Задача 94.** Скоба для крепления расчалок соединена с деревянной балкой болтами (рис. 25). Подобрать из расчета на прочность болты с метрической резьбой, а также определить наружный диаметр шайбы из условия прочности древесины на смятие.

Болты рассматривать как незатянутые и с классом прочности 3.6. Принять для дерева допускаемое напряжение смятия  $[\sigma_{см}] = 6 \text{ Н/мм}^2$ . Данные своего варианта принять по табл. 39.

Таблица 39

Данные для расчета	Варианты									
	00	02	16	24	37	44	57	66	72	81
F, кН	10	12	14	16	18	20	22	17	15	11
α, град	45	50	55	60	65	70	75	45	50	60
z, шт	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2

**Задача 95.** Для натяжения троса служит стяжная муфта, винты которой имеют правую и левую резьбу (рис. 26). При вращении муфты винты стяжки затягиваются осевой силой  $F_0$ . Определить диаметр резьбы винтов, считая нагрузку  $F_0$  постоянной. Данные своего варианта принять по табл. 40.

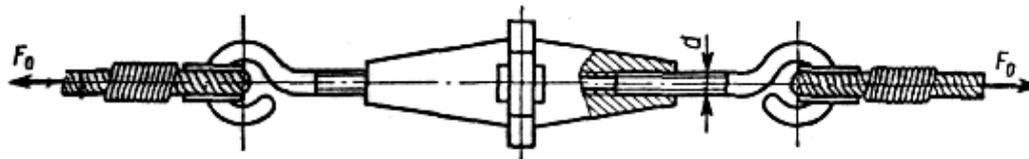


Рисунок 26. (к задаче 95)

Таблица 40

Данные для расчета	Варианты									
	06	12	29	31	41	51	68	71	90	91
$F_0$ , кН	12	14,5	17	19,5	22	24,5	27	29,5	32	35
Класс прочности	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6

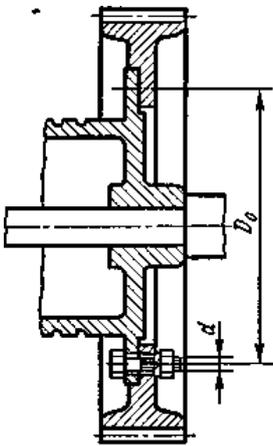


Рисунок 27. (к задаче 96)

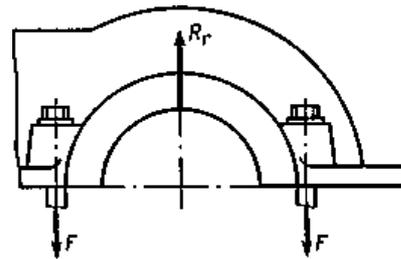


Рисунок 28. (к задаче 97)

**Задача 96.** Зубчатое колесо крепится к фланцу барабана лебедки болтами, поставленными в отверстие с зазором (рис.27). Определить диаметр болтов, если число болтов  $z=6$ . Передаваемый вращающий момент  $T$ . Диаметр окружности, на которой расположены болты  $D_0$ . Коэффициент трения на стыке колеса с фланцем барабана  $f=0,18$ . Коэффициент запаса по сдвигу деталей  $K=1,8$ . Материал болтов класса прочности 4.6. Затяжка болтов неконтролируемая. Нагрузка постоянная. Данные своего варианта принять по табл. 41.

Таблица 41

Данные для расчета	Варианты									
	05	14	23	40	49	53	70	79	86	92
$T, \text{Нм}$	400	450	480	500	530	580	300	630	680	700
$D_0, \text{мм}$	260	280	280	300	310	320	340	350	360	380

**Задача 97.** Определить диаметр болтов крепления крышки корпуса редуктора, расположенных около проточки под подшипник вала (рис. 28), если радиальная реакция на подшипник равна  $R_r$ . Данные своего варианта принять по табл. 42. Для расчетов принять: коэффициент внешней нагрузки для соединения стальных и чугунных деталей без прокладок  $\chi = 0,2$ ; коэффициент запаса предварительной затяжки в условиях переменной нагрузки  $K_{\text{зат}} = 2,5$ . Класс прочности болтов 5.6. Затяжка болтов неконтролируемая.

Таблица 42

Данные для расчета	Варианты									
	09	20	26	35	47	60	62	73	84	94
$R_r, \text{кН}$	2	2,3	2,6	3	4	4,5	5	3,5	3,8	4,8

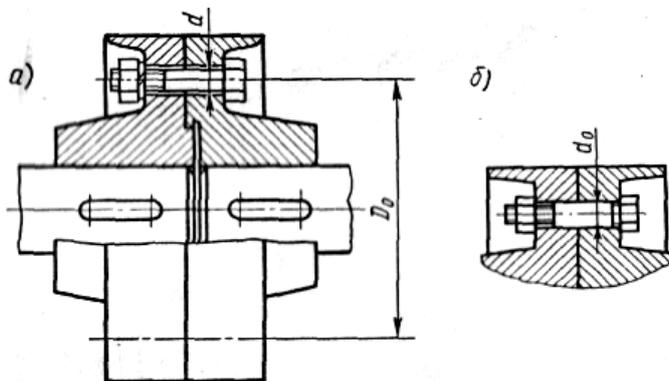


Рисунок 29. (к задаче 98)

**Задача 98.** Фланцевая муфта (рис. 29, а) передает расчетный вращающий момент  $T$ . Число болтов, соединяющих стальные фланцы полу муфт,  $z_1 = 6$ . Диаметр окружности, по которой расположены болты,  $D_0$ . Определить диаметр болтов  $d$ , поставленных с зазором. Коэффициент запаса по сдвигу полу муфт  $K = 2$ . Коэффициент трения на стыке полу муфты  $f = 0,2$ . Материал болтов класса прочности 3.6. Затяжка болтов неконтролируемая. Нагрузка постоянная.

болтов класса прочности 3.6. Затяжка болтов неконтролируемая. Нагрузка постоянная.

ная. Определить также диаметр стержня болтов  $d_0$ , поставленных без зазора (рис. 29, б), если число болтов уменьшено до  $z_2 = 3$ . Сделать вывод. Данные своего варианта принять по табл. 43.

Таблица 43

Данные для расчета	Варианты									
	03	11	21	33	50	52	67	79	88	99
T, Нм	1000	1150	1200	1300	1400	1500	1650	1750	1850	2100
$D_0$ , мм	150	160	180	210	200	220	225	230	250	260

**Задача 99.** Зубчатые полумуфты (рис. 30) соединяются болтами, поставленными без зазора. Число болтов  $z = 6$ . Передаваемый вращающий момент T. Диаметр окружности расположения болтов  $D_0$ . Материал болтов класса прочности 4.6. Нагрузка постоянная. Определить диаметр не нарезанной части стержня болта  $d_0$  и номинальный диаметр резьбовой части болта  $d$ , приняв его на 1...2 мм меньше диаметра стержня, т. е.  $d \leq d_0 - (1 - 2)$  мм. Данные своего варианта принять по табл. 44.

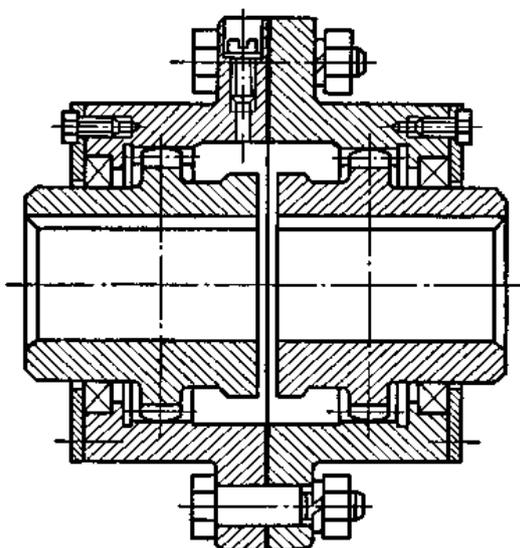


Рисунок 30. (к задаче 99)

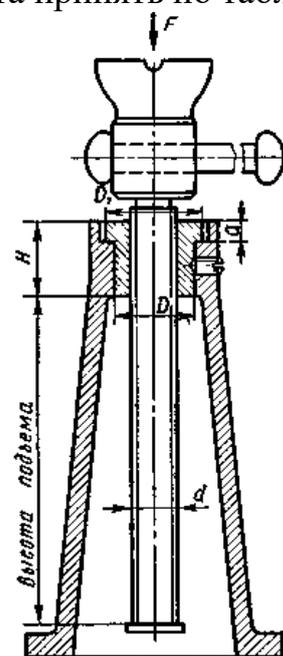


Рисунок 31. (к задаче 100)

Таблица 44

Данные для расчета	Варианты									
	01	17	30	38	42	56	64	80	82	98
T, Нм	1400	1600	1800	1950	2110	2300	2500	2700	2900	3600
$D_0$ , мм	150	170	180	190	200	220	230	240	250	250

**Задача 100.** Рассчитать винтовую пару домкрата (рис. 31) грузоподъемностью F. Материал винта — сталь 45 нормализованная, материал гайки — бронза БрАЖ9-4. Резьба трапецеидальная, однозаходная с коэффициентом рабочей высоты профиля  $s = 0,5$ . Гайка цельная с коэффициентом высоты  $\psi_H = 1,8$ . Данные своего варианта принять по табл. 45.

Таблица 45

Данные для расчета	Варианты									
	08	15	22	39	46	59	69	78	89	96
F, кН	40	50	55	60	65	70	75	80	35	30

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

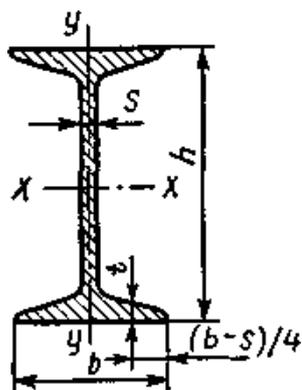
### Основной

1. Куклин Н.Г., Куклина Г. С. Детали машин. М., 1987.
2. Аркуша А.И., Фролов М. И. Техническая механика. М., 1983. Разд. 3. Детали машин.
3. Романов М. Я., Константинов В. А., Покровский Н. А. Сборник задач по деталям машин. М., 1984.
4. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование. М., 1984.
5. Курсовое проектирование деталей машин/С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. М., 1987.

### Дополнительной

6. Мархель И. И. Детали машин. М., 1986.
7. Чернилевский Д. В. Курсовое проектирование деталей машин и механизмов. М., 1980.
8. Боков В. Н., Чернилевский Д. В., Будько П. П. Детали машин: Атлас. М., 1983.
9. Проектирование механических передач/С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцев и др. М., 1984.

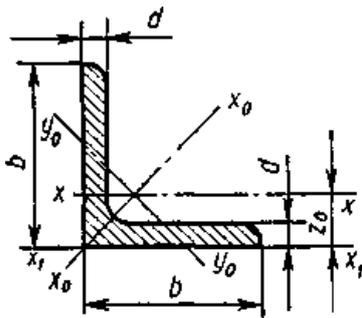
## ПРИЛОЖЕНИЯ



Приложение 1.

Сталь горячекатаная. Балки двутавровые. Сортамент ГОСТ 8239—72. (извлечение). Обозначения:  $h$  — высота балки;  $b$  — ширина полки,  $s$  — толщина стенки;  $t$  — средняя толщина полки;  $J$  — момент инерции;  $W$  — момент сопротивления;  $S$  — статический момент полусечения;  $i$  — радиус инерции.

Номер балки	Размер, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей						
	$h$	$b$	$s$	$t$		$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_{x,3}$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$S_{x,3}$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_{y,3}$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
10	100	55	4,5	7,2	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
20	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
22	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
24	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
27	270	125	6,0	9,8	40,2	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
30	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
33	330	140	7,0	11,2	53,8	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	72,6	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	84,7	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	100,0	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	118,0	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	138,0	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54



Приложение 2.

**Сталь прокатная, угловая равнополочная. Сортмент ГОСТ 8509—72 (извлечение).** Обозначения:  $b$  — ширина полки;  $d$  — толщина полки;  $J$  — момент инерции;  $i$  — радиус инерции;  $z_0$  — расстояние от центра тяжести до наружной грани полки.

Обозначения:  $b$  — ширина полки;  $d$  — толщина полки;  $J$  — момент инерции;  $i$  — радиус инерции;  $z_0$  — расстояние от центра тяжести до наружной грани полки.

Номер профиля	Размер, мм		Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей							$z_0$ , см
	$b$	$d$		$J_x$ , см <sup>4</sup>	$i_x$ , см	$J_{x0}$ , см <sup>4</sup>	$i_{x0}$ , см	$J_{y0}$ , см <sup>4</sup>	$i_{y0}$ , см	$J_{x1}$ , см <sup>4</sup>	
2	20	4	1,46	0,50	0,58	0,78	0,73	0,22	0,38	1,09	0,64
2,5	25	4	1,86	1,03	0,74	1,62	0,93	0,44	0,48	2,11	0,76
2,8	28	3	1,62	1,16	0,85	1,84	1,07	0,48	0,55	2,20	0,80
3,2	32	4	2,43	2,26	0,96	3,58	1,21	0,94	0,62	4,39	0,94
3,6	36	4	2,75	3,29	1,09	5,21	1,38	1,36	0,70	6,24	1,04
4	40	4	3,08	4,58	1,22	7,26	1,53	1,90	0,78	8,53	1,13
4,5	45	4	3,48	6,63	1,38	10,50	1,74	2,74	0,89	12,10	1,26
5	50	4	3,89	9,21	1,54	14,60	1,94	3,80	0,99	16,60	1,38
5,6	56	4	4,38	13,1	1,73	20,80	2,18	5,41	1,11	23,30	1,52
6,3	63	4	4,96	18,9	1,95	29,90	2,45	7,81	1,25	33,10	1,69
7	70	5	6,86	31,9	2,16	50,70	2,72	13,2	1,39	56,70	1,90
7,5	75	6	8,78	46,6	2,30	73,90	2,90	19,3	1,48	83,90	2,06
8	80	6	9,38	57,0	2,47	90,40	3,11	23,5	1,58	102,0	2,19
9	90	7	12,30	94,3	2,77	150,00	3,49	38,9	1,78	169,0	2,47
10	100	8	15,60	147,0	3,07	233,00	3,87	60,9	1,98	265,0	2,75
11	110	8	17,20	198,0	3,39	315,00	4,28	81,8	2,18	353,0	3,00
12,5	125	9	22,00	327,0	3,86	520,00	4,86	135,0	2,48	582,0	3,40
14	140	9	24,70	466,0	4,34	739,00	5,47	192,0	2,79	818,0	3,78
16	160	10	31,40	744,0	4,96	1229,0	6,25	319,0	3,19	1356,0	4,30
18	180	11	38,80	1216,0	5,60	1733,0	7,06	500,0	3,59	2128,0	4,85
20	200	12	47,10	1823,0	6,22	2896,0	7,84	749,0	3,99	3182,0	5,37