

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева»

Детали машин и ОСНОВЫ конструирования

Задания для выполнения расчетно-графических работ
для студентов специальностей:

- 151001 «Технология машиностроения»,
- 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»,
- 200503 «Стандартизация и сертификация в машиностроении»,
- 160901 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей»,
- 140504 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»,
- 160302 «Ракетные двигатели»,
- 160801 «Ракетостроение»,
- 160802 «Космические летательные аппараты и разгонные блоки»

УДК
ББК

Рецензенты:

Детали машин и основы конструирования: Задания для выполнения расчетно-графических работ для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения», 150202 «Оборудование и технология сварочного производства», 200503 «Стандартизация и сертификация в машиностроении», 160901 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», 140504 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование», 160302 «Ракетные двигатели», 160801 «Ракетостроение», 160802 «Космические летательные аппараты и разгонные блоки» / сост.: Т.Т. Ереско, А.А. Фадеев; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2010. – 80 с.

ISBN

ISBN

УДК
ББК

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 2010
© Ереско Т.Т., Фадеев А.А., 2010

Оглавление

Введение	4
Обозначения и единицы измерения	5
1. Кинематические расчеты.....	6
1.1. Кинематический расчет авиационного агрегата	6
1.2. Кинематический расчет привода коробки скоростей.....	16
1.3. Кинематический расчет привода рабочей машины.....	26
2. Расчет передачи	36
2.1. Расчет закрытой передачи	36
2.2. Расчет открытой передачи и передачи винт-гайка	45
3. Расчет вала	53
4. Подбор и расчет подшипников	61
4.1. Подшипники скольжения	61
4.2. Подшипники качения.....	65
Заключение.....	69
Библиографический список.....	70
ПРИЛОЖЕНИЯ	72

Введение

Основными задачами инженера являются создание новых или модернизация существующих конструкций машин (отдельных механизмов, агрегатов и т. д.) и технологий их изготовления, подготовка технической документации, обеспечивающей высокую технологичность и качество изделий.

Расчетно-графические задания «Детали машин и основы конструирования» являются одним этапом самостоятельного изучения данного курса, и охватывают вопросы кинематического расчета привода различных агрегатов и устройств, проектного расчета различных видов передач, валов и подшипников, расчетов на прочность, жесткость, долговечность деталей машин.

Работа над расчетно-графическим заданием имеет большое значение в развитии самостоятельной творческой работы студентов. Выполняя задания, студент учится пользоваться справочной литературой, таблицами и номограммами, производить расчеты, принимать технические решения, основываясь на ранее полученных знаниях и приобретая новые. Решая отдельные задания по различным темам дисциплины, студент лучше и глубже осваивает этапы процесса проектирования различных типов механического привода, что является благоприятным фактором при дальнейшей работе над курсовым проектом.

Расчетно-графические задания составлены в соответствии с учебными программами, утвержденными учебно-методическим управлением по высшему образованию.

Согласно специфике подготовки для инженеров специальности «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» предназначены задания 1–30 раздела 1.1 «Кинематический расчет авиационного агрегата»; «Технология машиностроения» предназначены задания 1–16 раздела 1.2 «Кинематический расчет коробки скоростей»; для остальных специальностей – задания 1 – 16 раздела 1.3 «Кинематический расчет привода рабочей машины». Задания следующих разделов предназначены для всех обозначенных специальностей.

Каждое задание представлено общей кинематической схемой с необходимыми графическими и текстовыми пояснениями и десятью вариантами исходных данных. Задания повышенной сложности обозначены звездочкой.

При составлении методических указаний использованы материалы предыдущих разработок кафедры [1-3].

Обозначения и единицы измерения

Общие обозначения:

$P_1 (P_1', P_1'')$	– Мощность на входном (-ых) валу (-ах) редуктора , кВт
$n_1 (n_1', n_1'')$	– Число оборотов входного (-ых) вала (-ах) редуктора, об/мин
$P_2 (P_2', P_2'')$	– Мощность на выходном валу редуктора , кВт
$n_2 (n_2', n_2'')$	– Число оборотов выходного вала редуктора, об/мин
$T_2 (T_2', T_2'')$	– Крутящий момент на выходном валу редуктора, Н·м
$P_{вых}$	– Мощность на выходном валу привода , кВт
$n_{вых}$	– Число оборотов выходного вала привода, об/мин
$T_{вых, max}$	– Максимальный крутящий момент на выходном валу привода, Н·м
n_{min}	– Минимальная частота оборотов выходного вала привода, об/мин
n_{max}	– Максимальная частота оборотов выходного вала привода, об/мин
φ	– Знаменатель геометрического ряда
$T_{эд}$	– Крутящий момент электродвигателя, Н·м
n_c	– Синхронная частота вращения двигателя, об/мин
$n_{ном}$	– Номинальная частота вращения двигателя, об/мин
z_i	– Количество зубьев на i -ом колесе (звездочке), шт.
$u_{общ}$	– Общее передаточное отношение редуктора (привода)
$T_{сс}$	– Срок службы редуктора, лет
$K_{сут}$	– Коэффициент суточного использования
$K_{год}$	– Коэффициент годового использования
F_t	– Усилие на колесе (звездочке), кН
V	– Скорость скольжения, м/с
t	– Шаг цепи, мм
α	– Угол, град.

Обозначения волновых передач:

$h (h_1, h_2)$	– генератор волн
$g (g_1, g_2)$	– гибкое колесо
$b (b_1, b_2)$	– жесткое колесо

Обозначения планетарных передач:

$A (a_1, a_2)$	– центральное колесо
$H (h_1, h_2)$	– водило
$B (b_1, b_2, e)$	– эпицикл
$G (g_1, g_2, f)$	– сателлит

1. Кинематические расчеты

1.1. Кинематический расчет авиационного агрегата

Произвести кинематический расчет кинематической схемы агрегата или системы агрегатов двигателя или самолетного (вертолетного) узла.

Кинематический расчет должен включать следующие этапы:

1. Определение передаточных чисел ступеней и передаточного числа кинематической линии;
2. Определение КПД кинематической линии;
3. Определение величины вращающего момента на валу (роторе) двигателя;
4. Определение величины числа оборотов на валу (согласно задания);
5. Определение величины вращающего момента на валу (согласно задания);
6. Все полученные данные свести в таблицу.

Задания для расчетов представлены в *таблице 1.1.1.*

Таблица 1.1.1

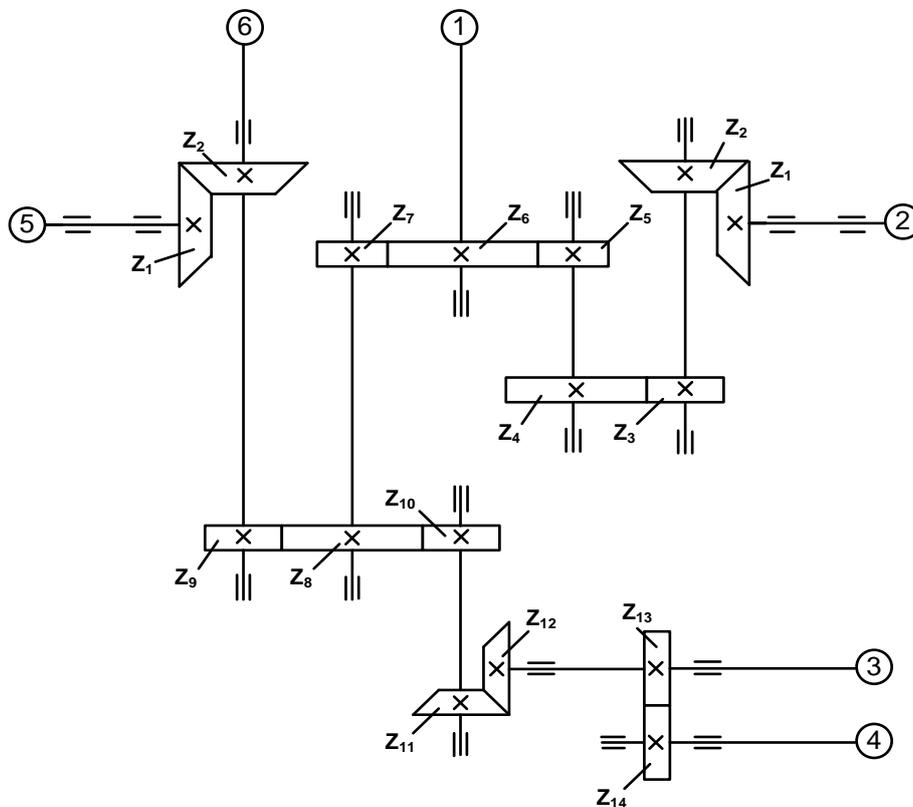
Задания для самостоятельной работы

№ задания	№ схемы	Вал
1	1.1.1	Несущего винта. Произвести также расчет при неработающем правом двигателе.
2	1.1.1	Хвостового винта. Произвести также расчет при неработающем левом двигателе
3	1.1.2	Топливных насосов ПН-15Б и ПН-28Б
4	1.1.2	Гидронасосов 435ФТ и генераторов ГСР-18000М
5	1.1.2	Воздушного компрессора АК-150М
6	1.1.2	Центробежного суфлера
7	1.1.3	Верхнего несущего винта. Произвести также расчет при неработающем правом двигателе.
8	1.1.4	Винта
9	1.1.5	Датчика тахометра ДТЭ НД
10	1.1.5	Масляного насоса МА-25
11	1.1.6	Масляного насоса ОМН-30
12	1.1.6	Датчика тахометра ДТЭ-5Т ротора I каскада
13	1.1.7	Запасного привода
14	1.1.7	Центробежного суфлера ЦС-30К
15	1.1.7	Насоса поршневого НП-25 гидросистемы реверса
16	1.1.7	Датчика тахометра ДТЭ-5Т ротора II каскада
17	1.1.8	Привода датчика оборотов и привода центробежного суфлера
18	1.1.8	Привода насоса откачки масла и привода подкачивающего топливного насоса
19	1.1.8	Привода воздухоотделителя и привода насоса подпитки
20	1.1.9	Несущего винта
21	1.1.9	Привода хвостового винта и привода агрегатов

№ задания	№ схемы	Вал
22	1.1.9	Приводов датчика частоты вращения
23	1.1.9	Привода насоса НШ-39М (8)
24	1.1.9	Привода генератора
25	1.1.9	Привода насоса НШ-39М (11) и привода компрессора АК-50Т1
26	1.1.10	Привода датчика частоты вращения и привода свободной турбины
27	1.1.10	привода агрегата ПН-40Р и привода верхнего масляного насоса
28	1.1.10	привода генератора ГС-18
29	1.1.10	привода центробежного суфлера
30	1.1.10	агрегатов КА-40 и НР-40

Схема 1.1.1

Привод главного редуктора ВР-2 вертолета МИ-2



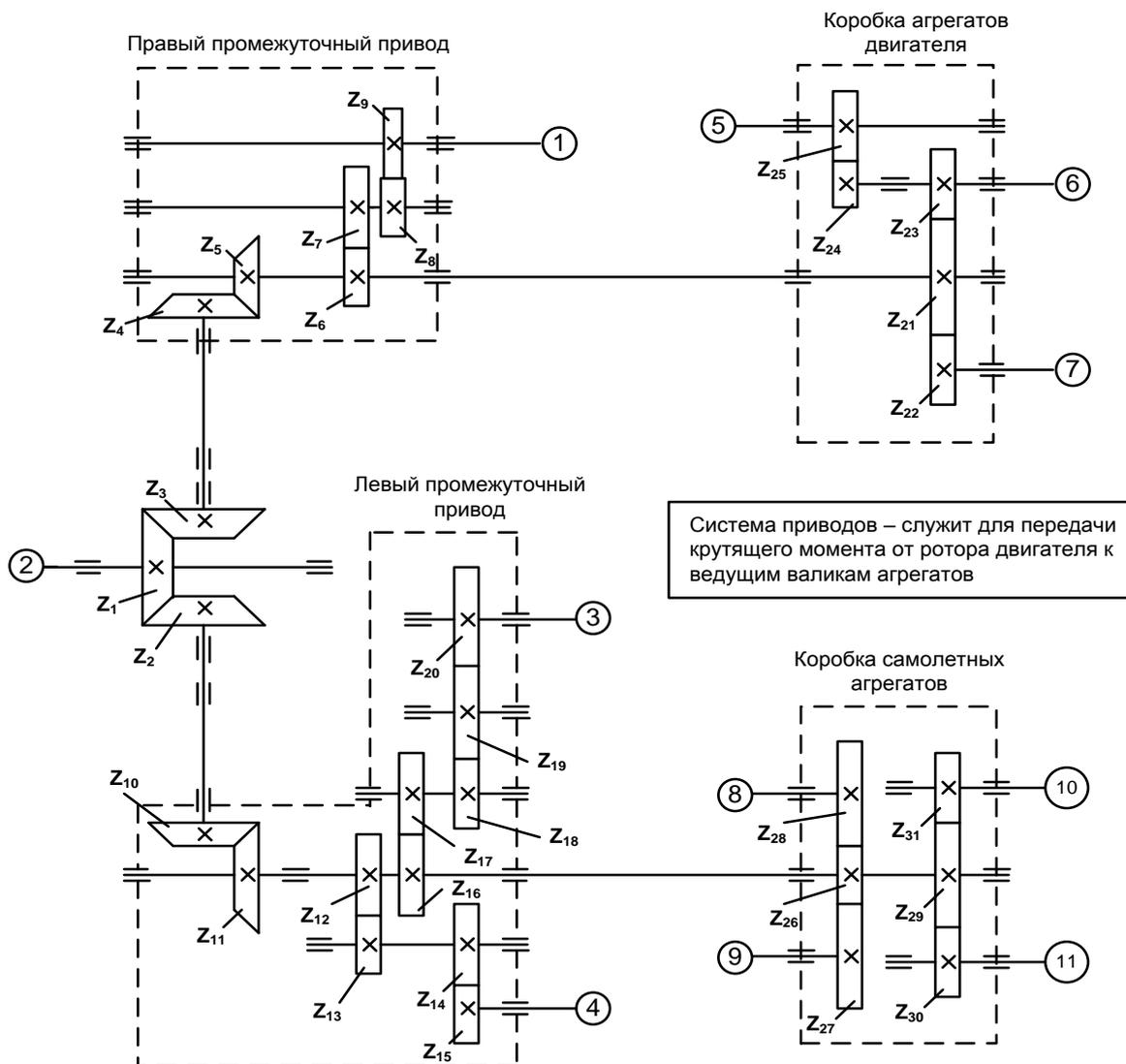
Обозначение	В1	В2	В3
Мощность на валу ротора правого двигателя 2, кВт	200	180	270
Мощность на валу ротора левого двигателя 5, кВт	200	180	270
Число оборотов роторов двигателей, об/мин	5100	5479	6790

Обозначения

- ① Вал несущего винта
- ② Правый двигатель
- ③ Привод хвостового винта
- ④ Приводы агрегатов
- ⑤ Левый двигатель
- ⑥ Приводы агрегатов

Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3
Z ₁	23	22	27	Z ₈	59	56	64
Z ₂	53	50	60	Z ₉	15	14	19
Z ₃	15	15	17	Z ₁₀	15	12	18
Z ₄	59	56	63	Z ₁₁	26	24	30
Z ₅	14	11	17	Z ₁₂	27	23	33
Z ₆	37	35	42	Z ₁₃	18	18	19
Z ₇	14	13	18	Z ₁₄	33	31	37

Система приводов ТРД РД-3М-500



Обозначения

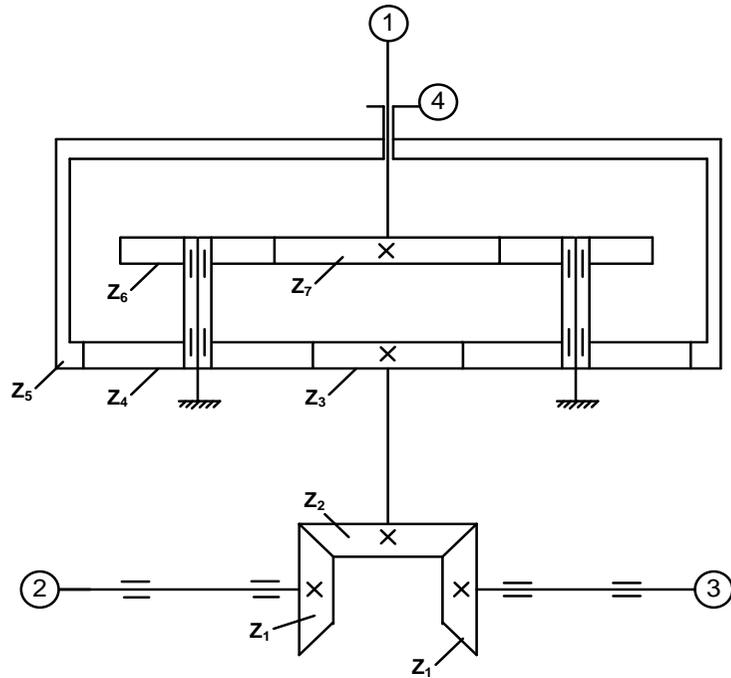
- ① Воздушный компрессор АК-150М
- ② Ведущий валик центрального привода
- ③ Датчик тахометра ДТЭ5-2
- ④ Центробежный суфлер
- ⑤ Центробежный датчик ЦД-3
- ⑥ Топливный насос ПН-15Б
- ⑦ Топливный насос ПН-28Б
- ⑧ ⑨ Гидронасосы 435 ФТ
- ⑩ ⑪ Генераторы ГСР-18000М

Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на валу ротора двигателя 2, кВт	18	20	27
Число оборотов ротора двигателя 2, об/мин	4425	4957	4264

Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	30	27	40	Z ₁₇	27	24	29
Z ₂	20	15	27	Z ₁₈	22	20	23
Z ₃	20	15	25	Z ₁₉	44	40	50
Z ₄	20	17	25	Z ₂₀	44	42	49
Z ₅	30	28	33	Z ₂₁	38	35	41
Z ₆	18	17	23	Z ₂₂	40	37	39
Z ₇	34	33	40	Z ₂₃	40	39	40
Z ₈	30	26	37	Z ₂₄	21	18	25
Z ₉	42	40	47	Z ₂₅	15	14	15
Z ₁₀	20	16	21	Z ₂₆	22	20	23
Z ₁₁	30	29	36	Z ₂₇	47	45	50
Z ₁₂	28	23	30	Z ₂₈	47	44	52
Z ₁₃	18	18	20	Z ₂₉	45	40	50
Z ₁₄	34	33	39	Z ₃₀	24	23	27
Z ₁₅	18	16	21	Z ₃₁	24	21	29
Z ₁₆	27	25	30				

Схема 1.1.3

Привод главного редуктора Р-26 вертолета КА-26



Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на валу ротора правого двигателя 3, кВт	880	810	1000
Мощность на валу ротора левого двигателя 2, кВт	880	810	1000
Число оборотов роторов двигателей, об/мин	15000	13750	17250

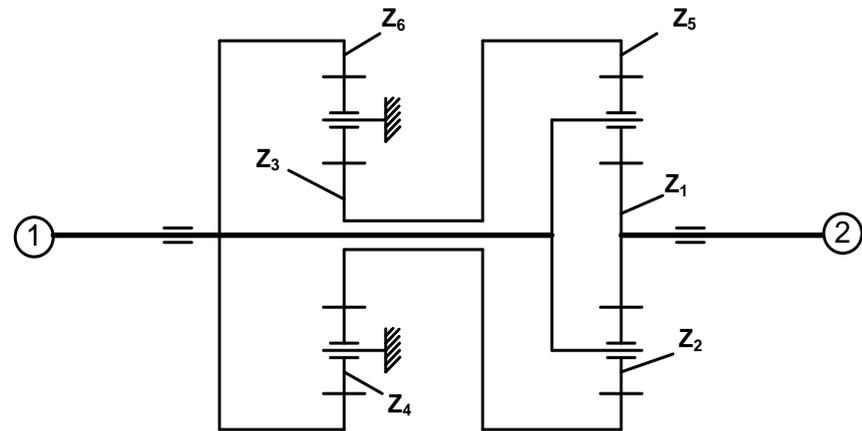
Обозначения

- ① Вал верхнего винта
- ② Правый двигатель
- ③ Левый двигатель
- ④ Вал нижнего винта

Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	32	30	35
Z ₂	47	45	50
Z ₃	60	54	67
Z ₄	30	27	33
Z ₅	120	118	125
Z ₆	18	17	22
Z ₇	72	70	77

Схема 1.1.4

Дифференциальный редуктор ТВД АИ-20К (АИ-24)



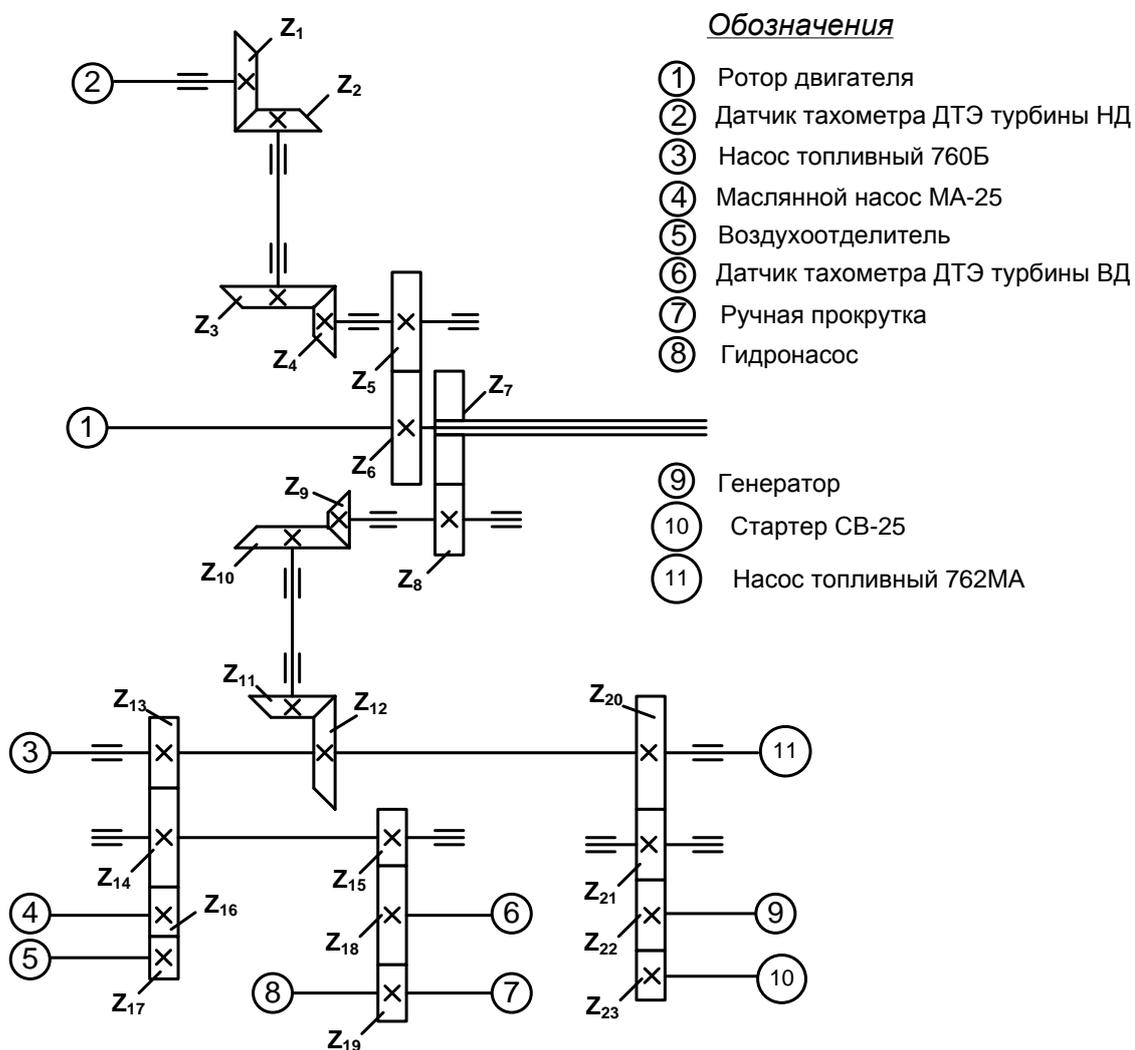
Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на валу ротора двигателя 2, кВт	600	2700	1630
Число оборотов ротора двигателя 2, об/мин	5100	12300	1500

Обозначения

- ① Вал винта
- ② Входной вал рессора

Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	35	31	37
Z ₂	31	29	33
Z ₃	35	31	36
Z ₄	31	29	34
Z ₅	97	89	100
Z ₆	97	89	102

Система приводов ТРД АИ-25



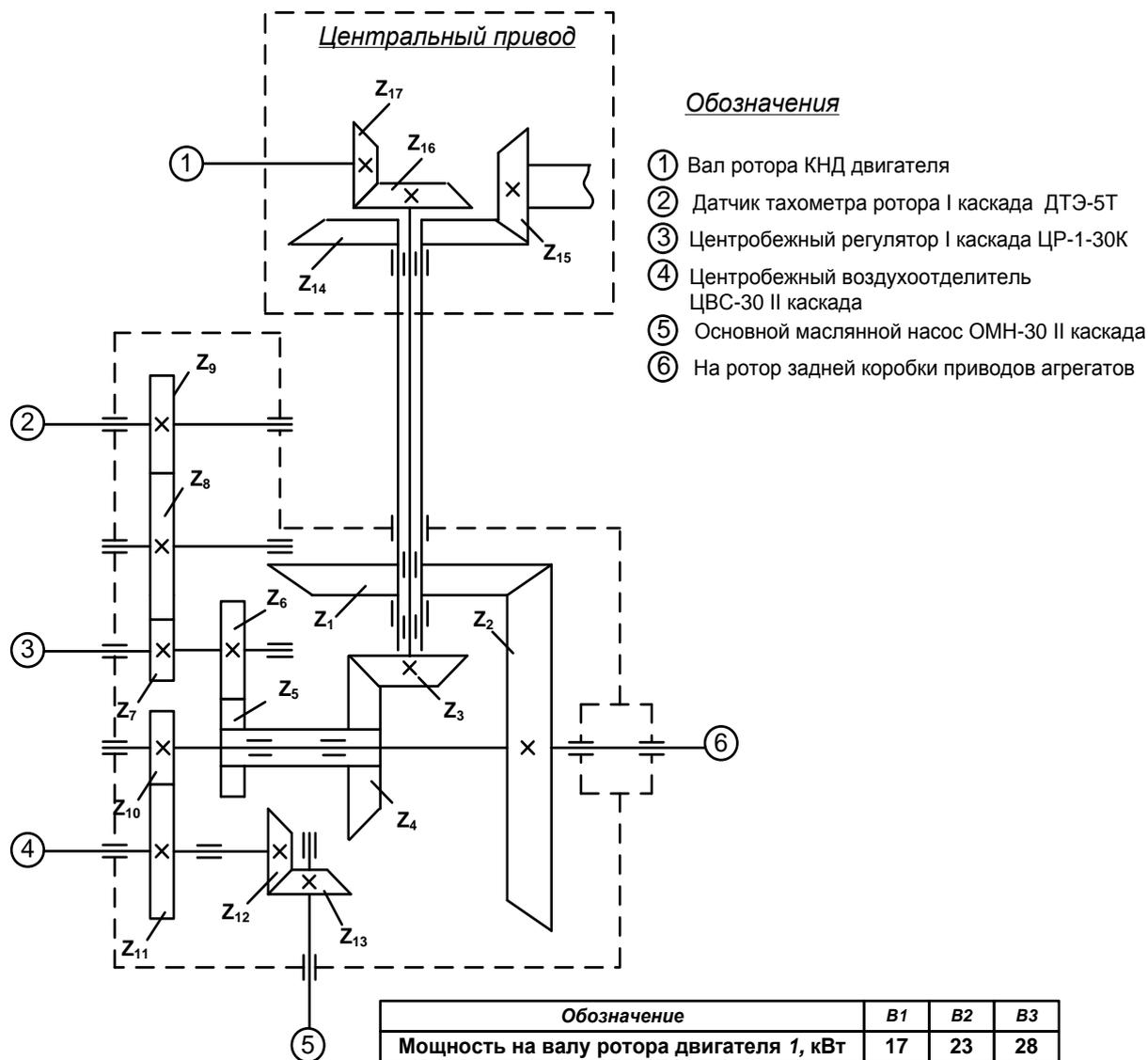
Обозначения

- ① Ротор двигателя
- ② Датчик тахометра ДТЭ турбины НД
- ③ Насос топливный 760Б
- ④ Масляной насос МА-25
- ⑤ Воздухоотделитель
- ⑥ Датчик тахометра ДТЭ турбины ВД
- ⑦ Ручная прокрутка
- ⑧ Гидронасос
- ⑨ Генератор
- ⑩ Стартер СВ-25
- ⑪ Насос топливный 762МА

Обозначение	В1	В2	В3
Мощность на валу ротора двигателя 1, кВт	18	20	27
Число оборотов ротора двигателя 1, об/мин	4425	4957	4264

Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3
Z ₁	25	25	24	Z ₁₃	24	25	22
Z ₂	25	27	23	Z ₁₄	31	33	30
Z ₃	32	37	30	Z ₁₅	16	18	15
Z ₄	19	20	17	Z ₁₆	21	23	20
Z ₅	25	26	22	Z ₁₇	18	19	18
Z ₆	30	32	29	Z ₁₈	25	24	22
Z ₇	30	32	27	Z ₁₉	16	18	16
Z ₈	20	21	19	Z ₂₀	30	33	29
Z ₉	15	18	15	Z ₂₁	24	25	23
Z ₁₀	33	37	31	Z ₂₂	25	25	24
Z ₁₁	23	26	22	Z ₂₃	18	20	19
Z ₁₂	34	35	33				

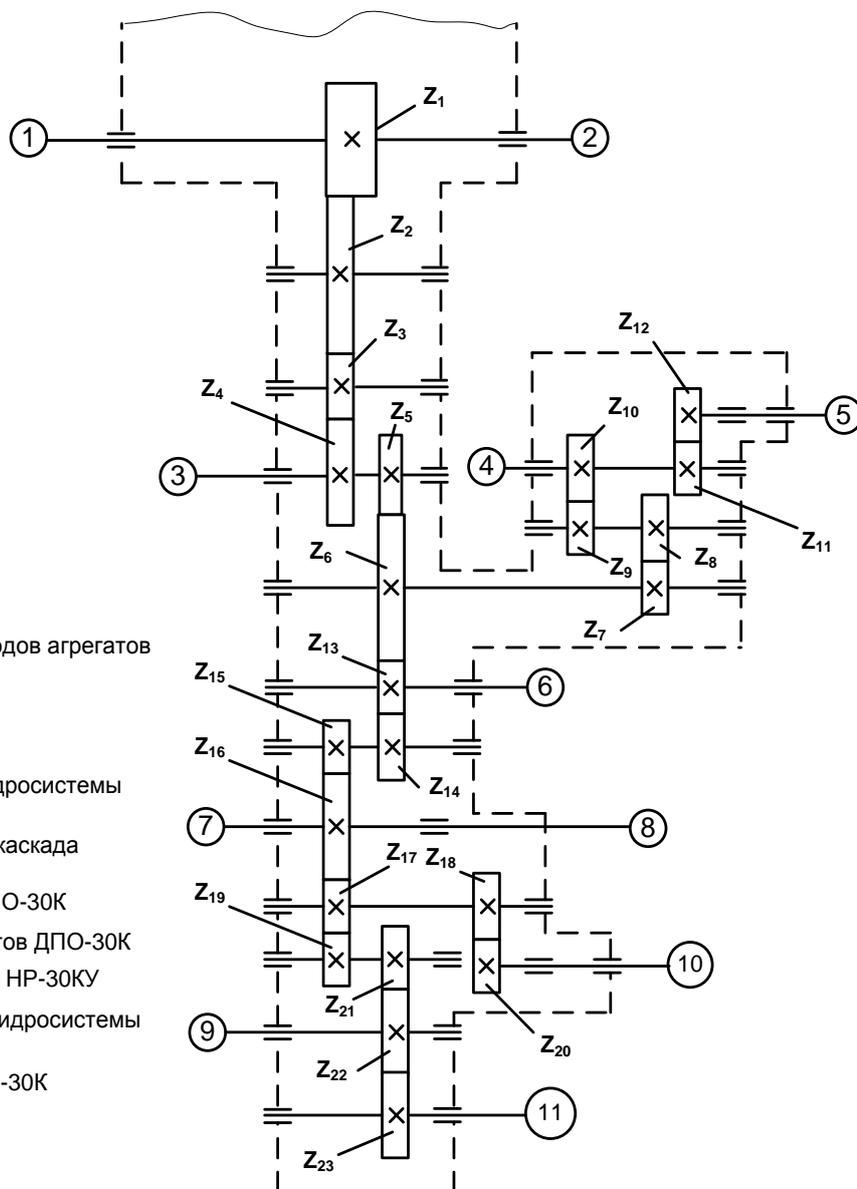
Передняя коробка агрегатов приводов ТРД Д-30КУ-154



Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на валу ротора двигателя 1, кВт	17	23	28
Число оборотов ротора двигателя 1, об/мин	3987	4592	4378

Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	57	60	54	Z ₁₀	19	20	18
Z ₂	89	90	80	Z ₁₁	30	32	28
Z ₃	30	31	27	Z ₁₂	21	24	20
Z ₄	39	39	35	Z ₁₃	25	26	23
Z ₅	24	26	23	Z ₁₄	107	100	110
Z ₆	27	29	25	Z ₁₅	89	88	97
Z ₇	18	20	18	Z ₁₆	33	33	40
Z ₈	40	41	37	Z ₁₇	29	27	33
Z ₉	22	25	21				

Фрагмент задней коробки агрегатов приводов ТРД Д-30КУ-154



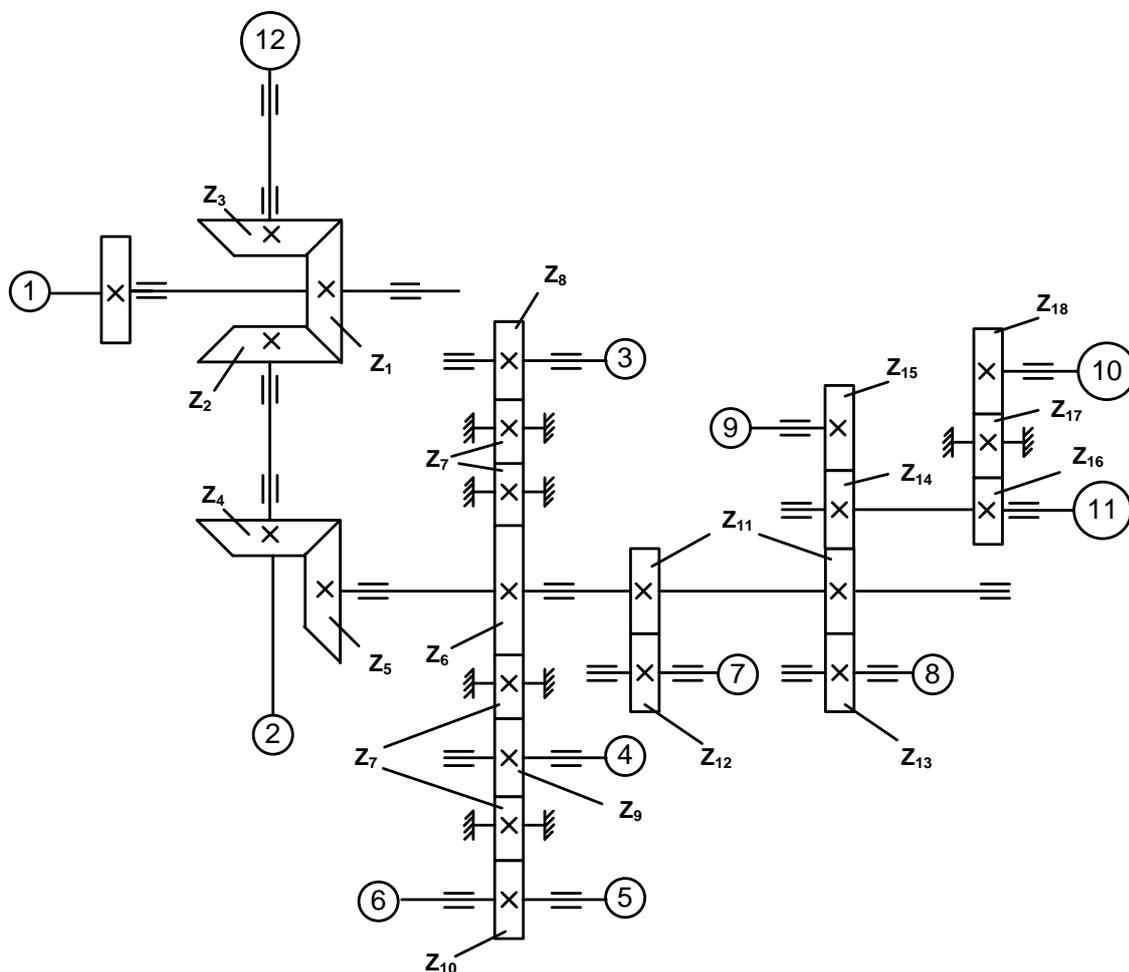
Обозначения

- ① Ротор задней коробки приводов агрегатов
- ② Воздушный стартер СтВ-3Т
- ③ Подкачивающий топливный насос ДЦН44-ПЗТ
- ④ Насос поршневой НП-25 гидросистемы реверса
- ⑤ Датчик тахометра ротора II каскада ДТЭ-5Т
- ⑥ Масляной насос откачки МНО-30К
- ⑦ Датчик приведенных оборотов ДПО-30К
- ⑧ Топливный насос регулятор НР-30КУ
- ⑨ Насос поршневой НП-25-5 гидросистемы самолета
- ⑩ Центробежный суфлер ЦС-30К
- ⑪ Запасной привод

Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на валу ротора привода 1, кВт	15	21	25
Число оборотов ротора привода 1, об/мин	3457	4521	4198

Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	63	57	67	Z ₉	22	21	24	Z ₁₇	25	24	27
Z ₂	80	79	83	Z ₁₀	27	23	31	Z ₁₈	29	27	33
Z ₃	45	39	45	Z ₁₁	24	23	27	Z ₁₉	26	24	30
Z ₄	54	51	55	Z ₁₂	23	23	25	Z ₂₀	25	25	29
Z ₅	27	23	28	Z ₁₃	20	19	21	Z ₂₁	28	26	30
Z ₆	49	47	51	Z ₁₄	27	25	29	Z ₂₂	33	32	35
Z ₇	23	20	26	Z ₁₅	23	21	23	Z ₂₃	35	33	39
Z ₈	27	27	30	Z ₁₆	39	39	42				

Коробка приводов дифференциального редуктора ТВД АИ-20К



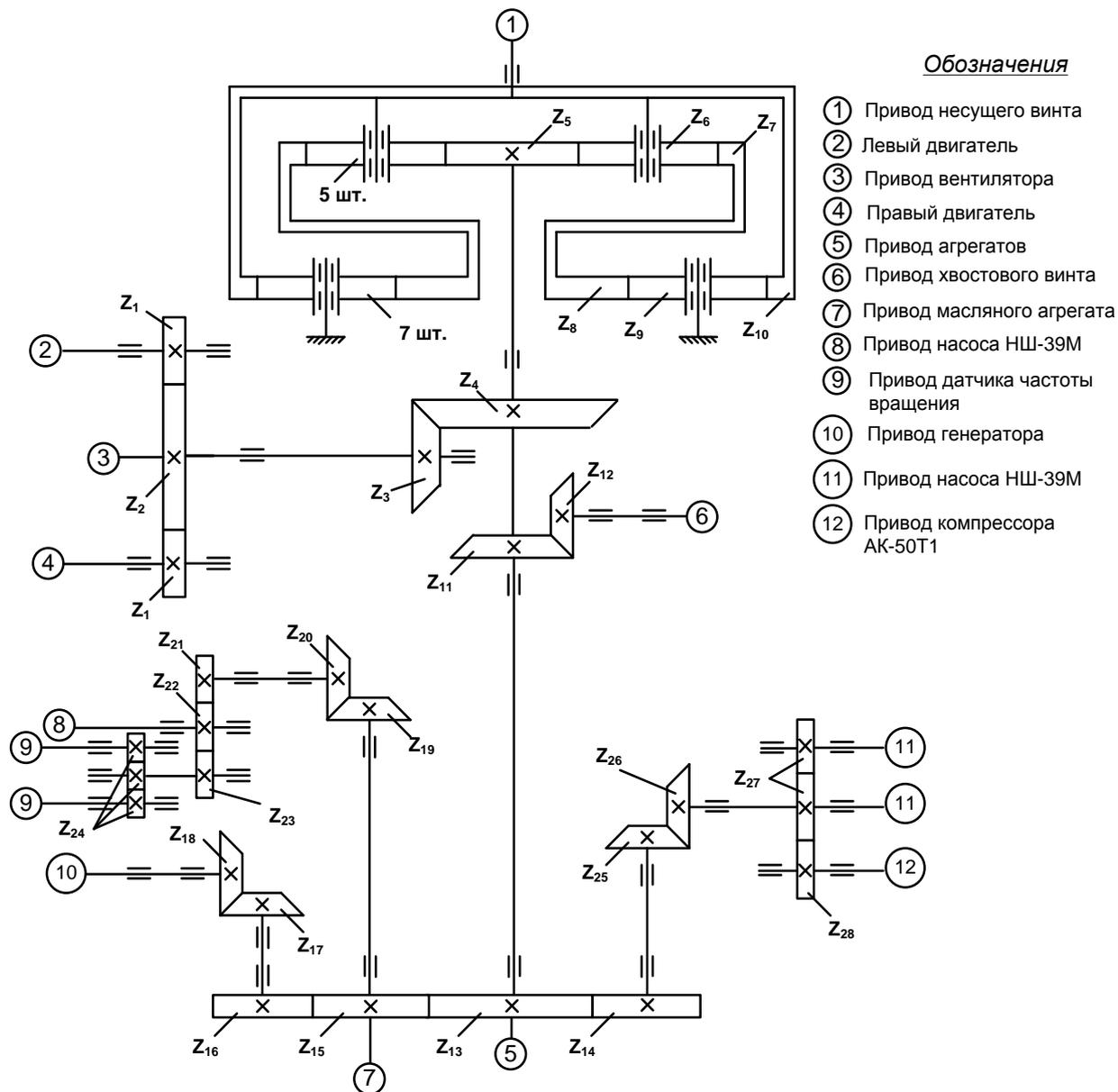
Обозначения

- ① Вал-рессора
- ② Привод главного маслонасоса ГМН-20
- ③ Привод генератора
- ④ Привод маслонасоса откачки
- ⑤ Привод насоса подпитки
- ⑥ Привод воздухоотделителя
- ⑦ Привод главного топливного насоса
- ⑧ Привод подкачивающего топливного насоса
- ⑨ Привод насоса откачки масла
- ⑩ Привод датчика оборотов
- ⑪ Привод гидронасоса
- ⑫ Привод центробежного суфлера

Обозначение	В1	В2	В3
Мощность на валу-рессоре 1, кВт	17	19	25
Число оборотов на валу-рессоре 1, об/мин	4435	4969	4364

Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3
Z ₁	117	107	129	Z ₁₀	27	27	29
Z ₂	127	115	140	Z ₁₁	30	29	31
Z ₃	127	117	137	Z ₁₂	31	29	32
Z ₄	33	29	37	Z ₁₃	30	28	30
Z ₅	42	40	47	Z ₁₄	34	33	34
Z ₆	30	27	33	Z ₁₅	32	30	33
Z ₇	25	23	27	Z ₁₆	33	30	33
Z ₈	27	27	29	Z ₁₇	25	24	28
Z ₉	26	25	30	Z ₁₈	35	34	37

Главный редуктор ВР-8 вертолета МИ-8



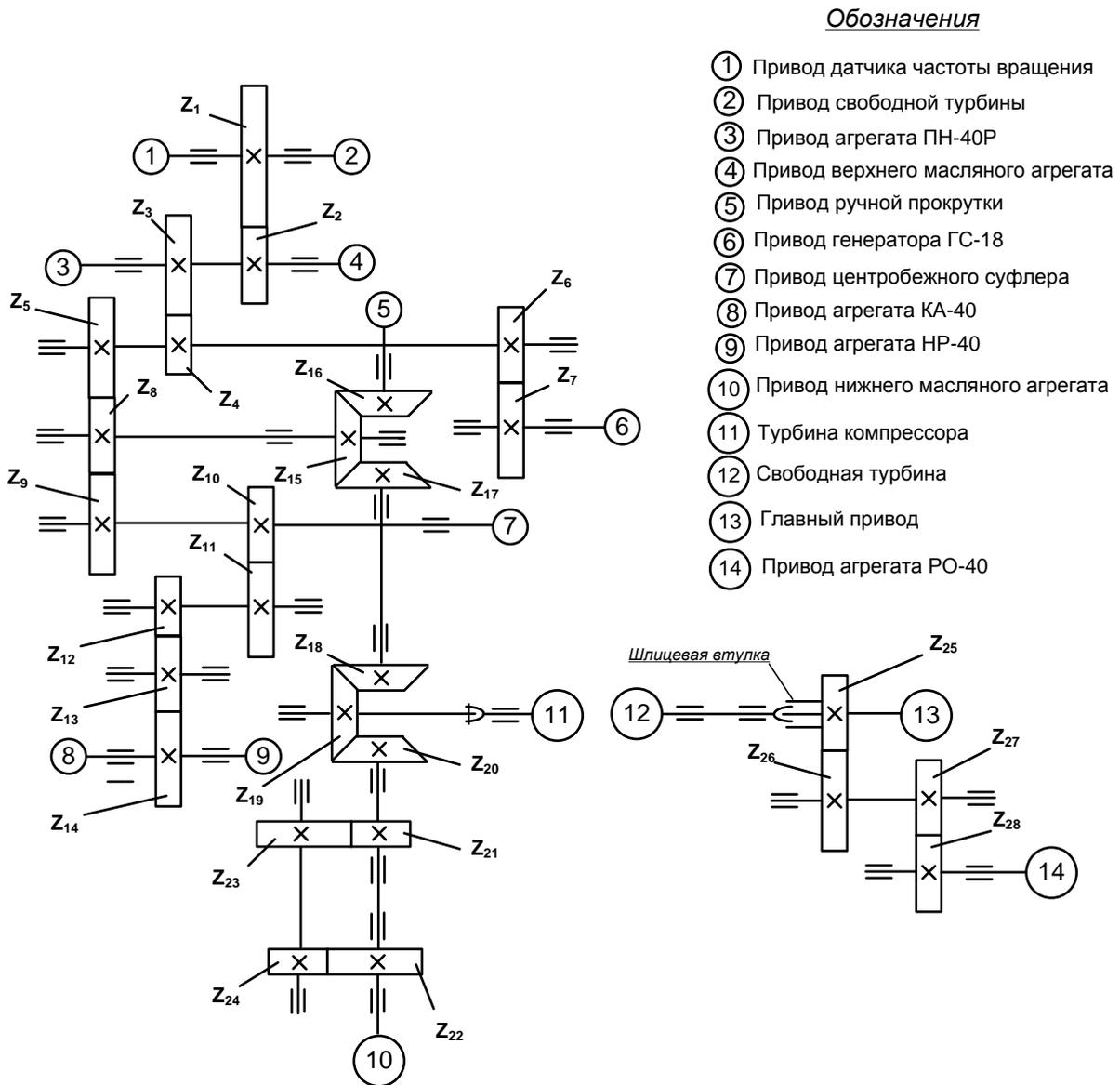
Обозначения

- ① Привод несущего винта
- ② Левый двигатель
- ③ Привод вентилятора
- ④ Правый двигатель
- ⑤ Привод агрегатов
- ⑥ Привод хвостового винта
- ⑦ Привод масляного агрегата
- ⑧ Привод насоса НШ-39М
- ⑨ Привод датчика частоты вращения
- ⑩ Привод генератора
- ⑪ Привод насоса НШ-39М
- ⑫ Привод компрессора АК-50Т1

Обозначение	В1	В2	В3
Мощность на валу ротора правого двигателя 2, кВт	1070	900	1200
Мощность на валу ротора левого двигателя 4, кВт	1070	900	1200
Число оборотов роторов двигателей, об/мин	12000	10800	13500

Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3	Обозначение	В1	В2	В3
Z ₁	33	30	39	Z ₈	49	46	53	Z ₁₅	49	46	55	Z ₂₂	47	45	49
Z ₂	95	90	101	Z ₉	29	25	29	Z ₁₆	39	38	41	Z ₂₃	48	46	49
Z ₃	31	30	35	Z ₁₀	106	100	110	Z ₁₇	41	40	43	Z ₂₄	27	26	29
Z ₄	66	66	69	Z ₁₁	41	40	47	Z ₁₈	19	17	23	Z ₂₅	29	27	30
Z ₅	31	27	33	Z ₁₂	31	28	35	Z ₁₉	29	27	29	Z ₂₆	24	23	27
Z ₆	29	27	31	Z ₁₃	74	72	77	Z ₂₀	24	23	25	Z ₂₇	47	46	49
Z ₇	89	87	91	Z ₁₄	49	47	54	Z ₂₁	32	30	33	Z ₂₈	57	55	60

Привода агрегатов двигателя ТВ2-117А вертолета МИ-8



Обозначение	B1	B2	B3
Мощность на турбине компрессора 11, кВт	2037	1630	1358
Число оборотов на турбине компрессора 11, об/мин	20882	20352	20034

Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3	Обозначение	B1	B2	B3
Z ₁	79	77	80	Z ₈	30	29	33	Z ₁₅	32	30	33	Z ₂₂	32	30	33
Z ₂	49	47	53	Z ₉	52	50	57	Z ₁₆	32	31	33	Z ₂₃	40	39	43
Z ₃	55	54	57	Z ₁₀	30	30	33	Z ₁₇	32	31	32	Z ₂₄	16	16	17
Z ₄	18	18	20	Z ₁₁	39	37	43	Z ₁₈	27	27	29	Z ₂₅	31	27	33
Z ₅	52	50	55	Z ₁₂	17	17	18	Z ₁₉	27	26	29	Z ₂₆	51	50	54
Z ₆	27	25	30	Z ₁₃	35	33	38	Z ₂₀	27	27	29	Z ₂₇	26	24	29
Z ₇	38	37	41	Z ₁₄	40	39	44	Z ₂₁	16	16	19	Z ₂₈	47	43	49

1.2. Кинематический расчет привода коробки скоростей

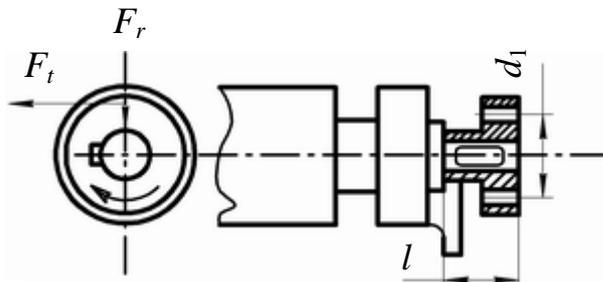
Произвести кинематический расчет коробки скоростей.

Кинематический расчет должен включать следующие этапы:

1. Выбор электродвигателя.
2. Определение передаточных чисел ступеней и передаточных чисел коробки скоростей при различных вариантах включения;
3. Определение КПД коробки скоростей;
4. Определение величины вращающих моментов на валу двигателя и валах коробки скоростей (при различных вариантах включения);
5. Определение величин чисел оборотов и вращающих моментов на валу двигателя и валах коробки скоростей (при различных вариантах включения);
6. Все полученные данные свести в таблицу;
7. Определить и выбрать типы муфт привода коробки скоростей;
8. Рассчитать болты крепления электродвигателя (кроме заданий повышенной сложности).

К расчету болтов электродвигателя

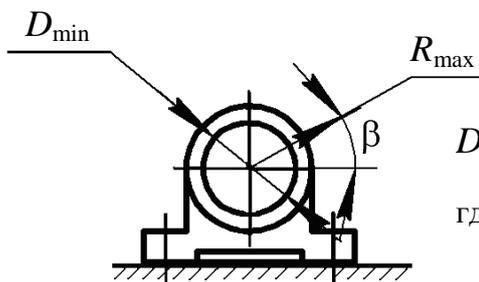
К схемам 1.2.1 – 1.2.6



$$F_t = \frac{2T_{\text{эл}}}{d_1}; F_r = 0,36 F.$$

$d_1 > 2,5d_{\text{в}}; l = l_{\text{в}}$, где
 $d_{\text{в}}$ и $l_{\text{в}}$ – диаметр и длина вала электродвигателя.

К схемам 1.2.7 – 1.2.14



$$D_1 \geq D_{\text{min}}; R_{\text{max}} = k \frac{2T_{\text{эл}}}{D_{\text{min}}},$$

где R_{max} – натяжение ременной передачи

Варианты заданий:

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_{min}	180	140	160	160	90	80	180	125	140	140
β°	30	60	60	30	45	60	60	45	45	30
K	3,0	2,0	3,0	3,0	2,0	1,1	3,0	2,0	3,0	2,0

Задание 1. Произвести кинематический расчет привода коробки скоростей к операционному токарному станку (схема 1.2.1). Данные для расчета даны в таблице 1.2.1.

Схема 1.2.1

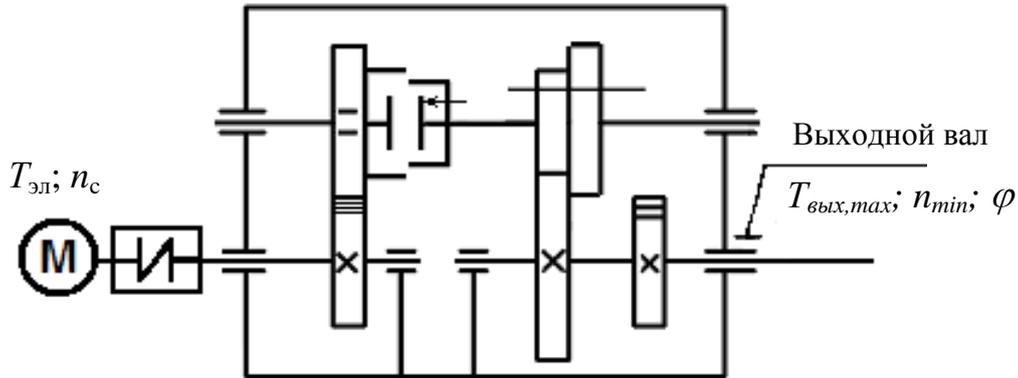


Таблица 1.2.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых, max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	110	96	102	112	125	180	105	128	260	112
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	240	280	340	450	300	360	430	520	240	280
φ	2	1,58	1,41		2	1,58	1,41		2	1,58
$n_{\text{с}}, \text{МИН}^{-1}$	1 000					1 500			1000	

Задание 2. Произвести кинематический расчет привода коробки скоростей к операционному расточному станку (схема 1.2.2). Данные для расчета даны в таблице 1.2.2.

Схема 1.2.2

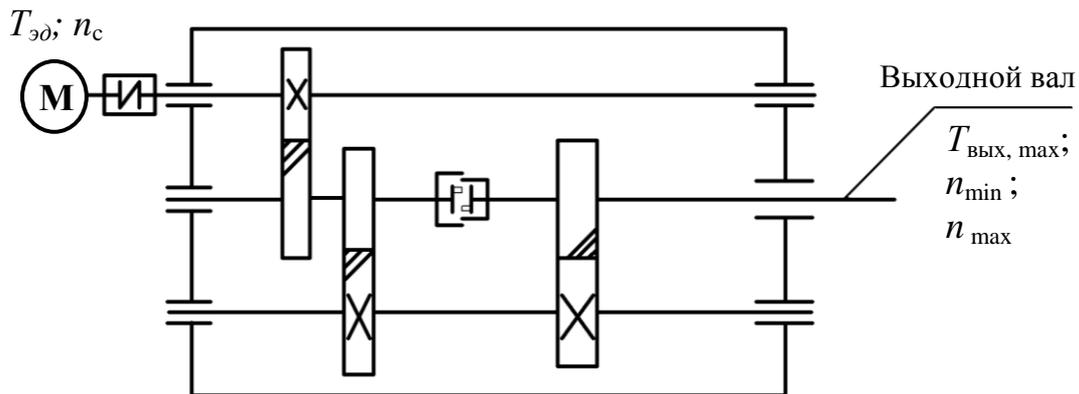


Таблица 1.2.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых, max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	700	870	650	600	790	690	1200	1050	910	730
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	25	35	40	45	50	56	32	35	40	45
$n_{\text{max}}, \text{МИН}^{-1}$	235	335	400	450	500	560	265	300	335	375
$n_{\text{с}}, \text{МИН}^{-1}$	750	1000		1500			1000			

Задание 3. Произвести кинематический расчет коробки скоростей привода к операционному расточному станку (схема 1.2.3). Данные для расчета даны в таблице 1.2.3.

Схема 1.2.3

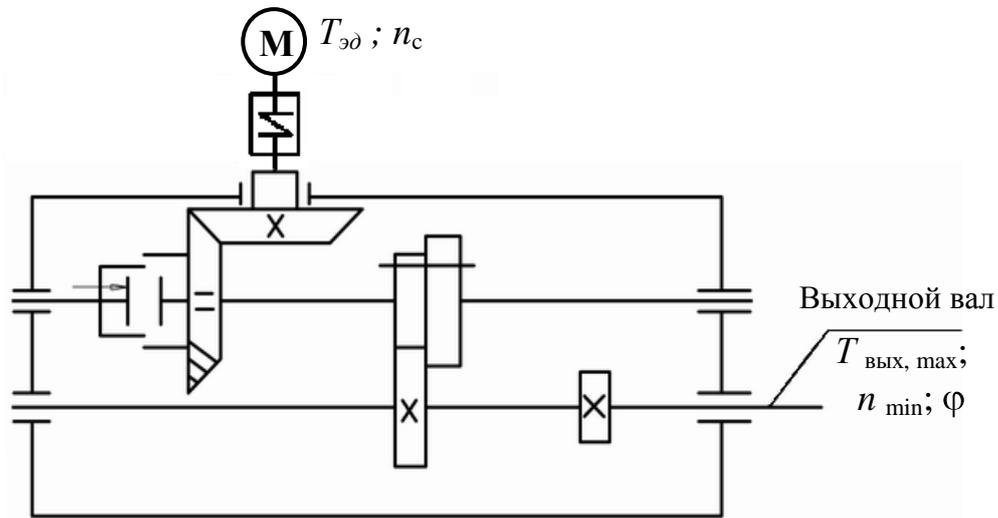


Таблица 1.2.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых, max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	80	90	120	100	135	150	180	200	120	180
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	370	335	240	370	335	240	335	240	565	450
φ	1,26	1,41	1,58	1,26	1,41	1,58	1,41	1,58	1,26	
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1 000								1500	

Задание 4. Произвести кинематический расчет коробки скоростей привода двухскоростного конвейера (схема 1.2.4). Данные для расчета даны в таблице 1.2.4.

Схема 1.2.4

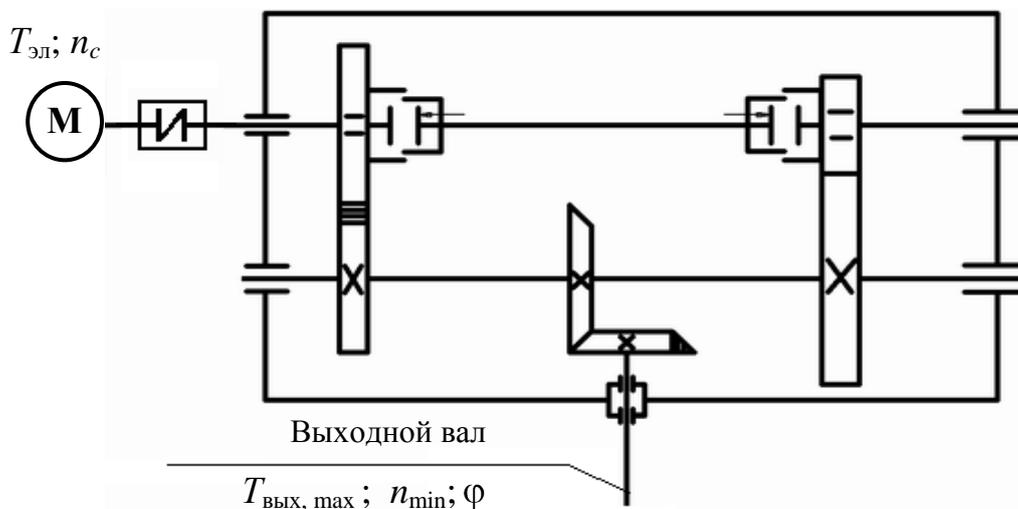


Таблица 1.2.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	58	86	120	95	115	185	120	170	215	140
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	480	420	380	280	320	275	240	200	480	420
ϕ	1,58	1,41	1,26	1,58	1,58	1,41	1,26	1,41	1,41	1,58
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1 000					1 000			1500	

Задание 5. Произвести кинематический расчет коробки скоростей привода к токарному операционному станку (схема 1.2.5). Данные для расчета даны в таблице 1.2.5.

Схема 1.2.5

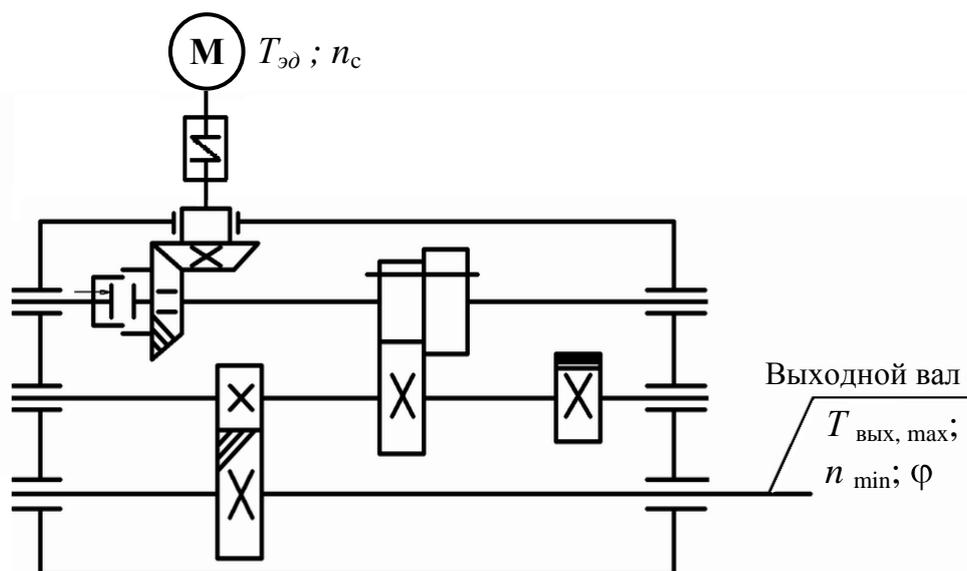


Таблица 1.2.5

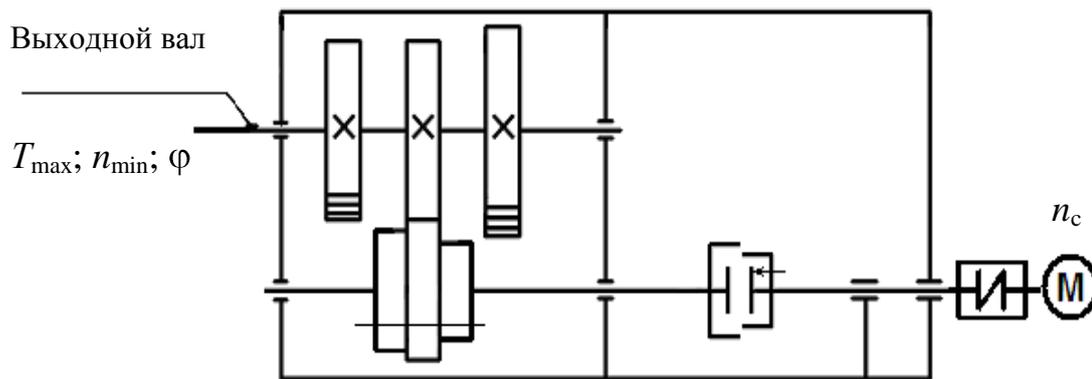
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	120	150	200	240	260	120	180	150	200	165
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	235	210	188	188	148	355	320	282	200	255
ϕ	1,26	1,41	1,58	1,26	1,41	1,26	1,41	1,58	1,41	
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1 000					1 500				

Задание 6. Произвести кинематический расчет привода коробки скоростей к операционному фрезерному станку (схема 1.2.6). Данные для расчета даны в таблице 1.2.6.

Таблица 1.2.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	65	80	93	150	165	87	90	115	105	162
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	610	480	475	390	385	722	722	510	570	360
ϕ	1,26		1,41		1,58	1,26	1,41		1,58	
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1 000					1 500				

Схема 1.2.6



Задание 7. Произвести кинематический расчет привода к операционному токарному станку (схема 1.2.7). Данные для расчета даны в таблице 1.2.7.

Схема 1.2.7

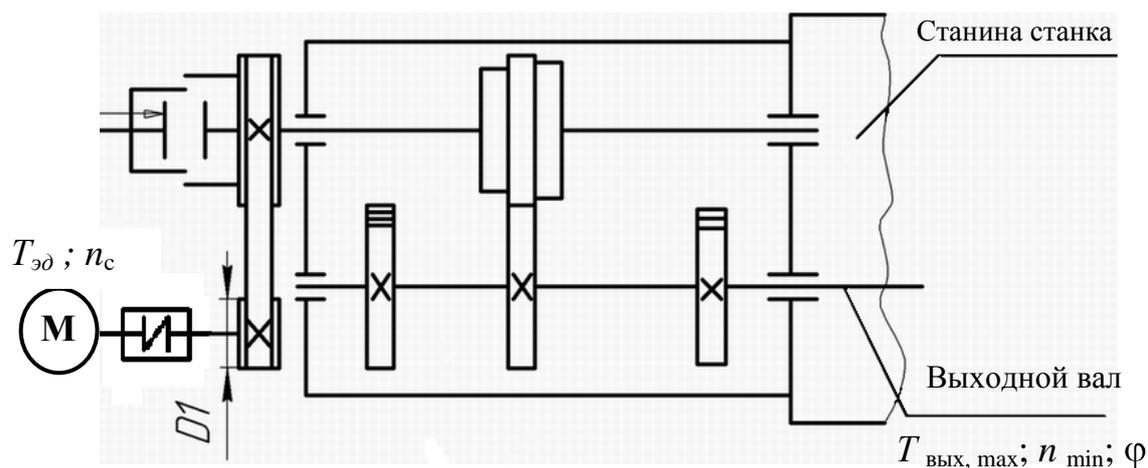


Таблица 1.2.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	85	120	120	900	117	147	165	208	260	140
$n_{\text{min}}, \text{мин}^{-1}$	505	400	320	630	500	400	475	375	300	630
φ	1,26	1,41	1,58	1,26	1,41	1,58	1,26	1,41	1,58	1,26
$n_c, \text{мин}^{-1}$	1 000			1 500			1 000			1 500
Тип ремня передачи	Плоский				Клиновой				Зубчатый	

Задание 8. Произвести кинематический расчет привода к операционному токарному станку (схема 1.2.8). Данные для расчета даны в таблице 1.2.8.

Схема 1.2.8

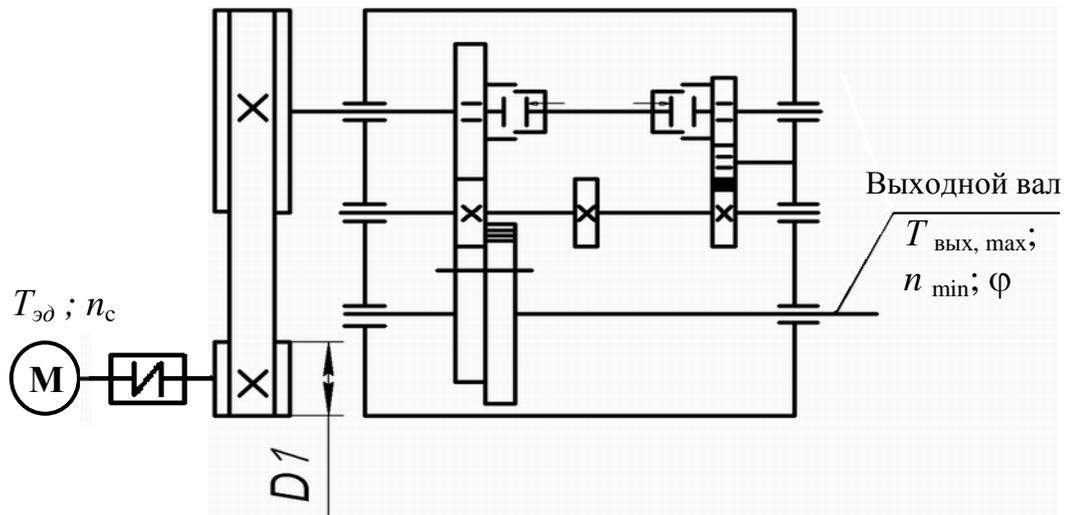


Таблица 1.2.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых, max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	80	75	55	45	110	85	75	70	65	70
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	260	380	480	520	350	390	430	460	510	550
ϕ	1,26		1,41		1,26		1,58		1,41	
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	750	1000	1500		1000		1500			
Тип ремня передачи	Плоский		Клиновой		Зубчатый		Плоский		Зубчатый	

Задание 9. Произвести кинематический расчет привода к операционному токарному станку (схема 1.2.9). Данные для расчета даны в таблице 1.2.9.

Схема 1.2.9

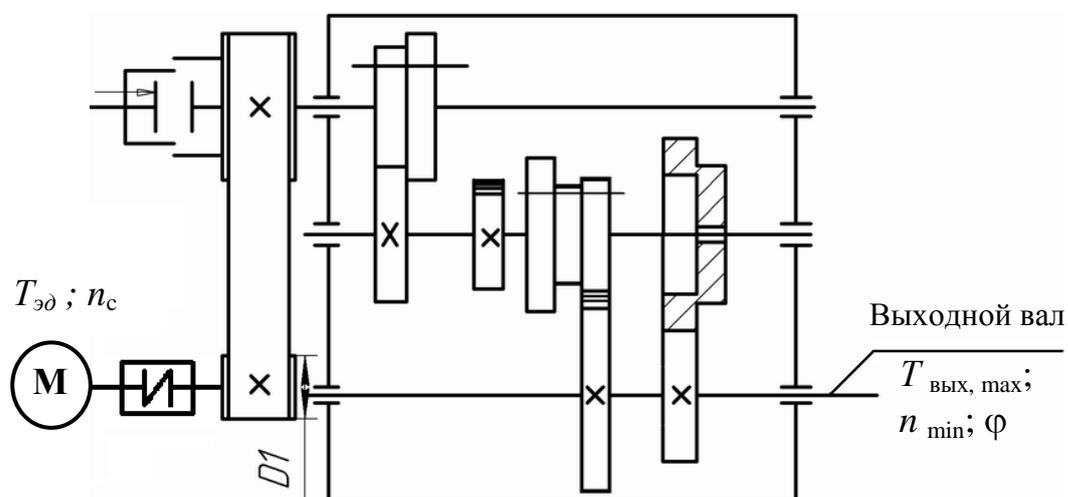


Таблица 1.2.9

Параметр	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	100	140	115	95	90	155	140	135	145	190	
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	400	282	355	500	450	355	390	425	400	282	
φ	1,26	1,41		1,26		1,41		1,26	1,41		
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1000			1500						1000	
Тип ремня передачи	Плоский			Клиновой			Плоский		Зубчатый		

Задание 10. Произвести кинематический расчет привода к операционному токарному станку (схема 1.2.10). Данные для расчета даны в таблице 1.2.10.

Схема 1.2.10

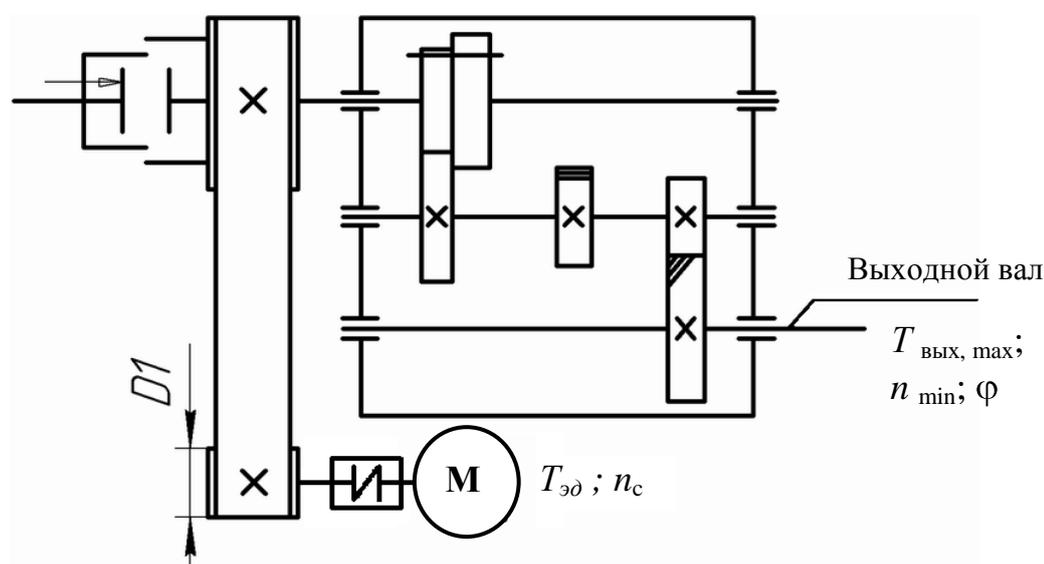


Таблица 1.2.10

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	110	90	125	150	190	240	105	130	150	140
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	150	270	230	190	170	150	300	280	260	240
φ	1,58	1,41	1,26	1,41		1,26	1,58	1,41		1,26
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	750	1500		1 000			1500			
Тип ремня передачи	Плоский	Клиновой		Плоский		Клиновой		Зубчатый		

Задание 11. Произвести кинематический расчет привода к операционному фрезерному станку (схема 1.2.11). Данные для расчета даны в таблице 1.2.11.

Схема 1.2.11

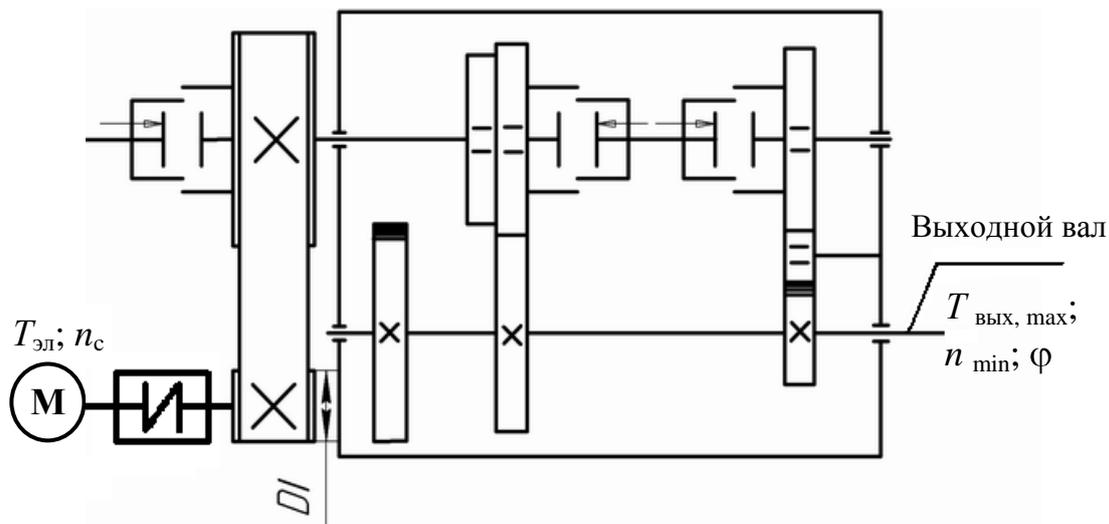


Таблица 1.2.11

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	60	65	50	45	60	75	95	65	80	70
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	290	450	500	600	570	450	400	600	500	550
ϕ	1,58	1,26	1,41	1,26	1,41		1,26	1,41	1,58	1,41
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	750	1 000	1 500		1000		1500			
Тип ремня передачи	Плоский		Клиновой		Плоский		Клиновой		Зубчатый	

Задание 12. Произвести кинематический расчет привода к токарному станку (схема 1.2.12). Данные для расчета даны в таблице 1.2.12.

Схема 1.2.12

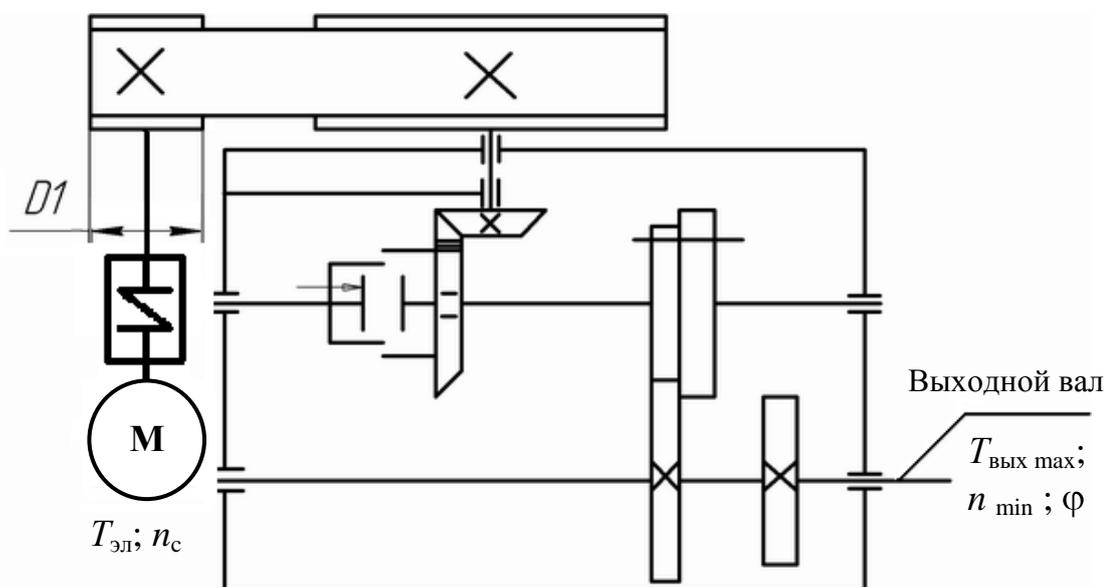


Таблица 1.2.12

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	115	100	85	65	150	135	150	110	125	115
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	150	230	320	370	220	240	260	290	310	340
φ	1,41	1,26	1,41	1,58	1,41	1,26	1,58	1,41	1,26	1,41
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	750	1000	1500		1000			1500		
Тип ремня передачи	Плоский		Зубчатый		Плоский		Клиновой		Зубчатый	

Задание 13. Произвести кинематический расчет привода к токарному станку (схема 1.2.13). Данные для расчета даны в таблице 1.2.13.

Схема 1.2.13

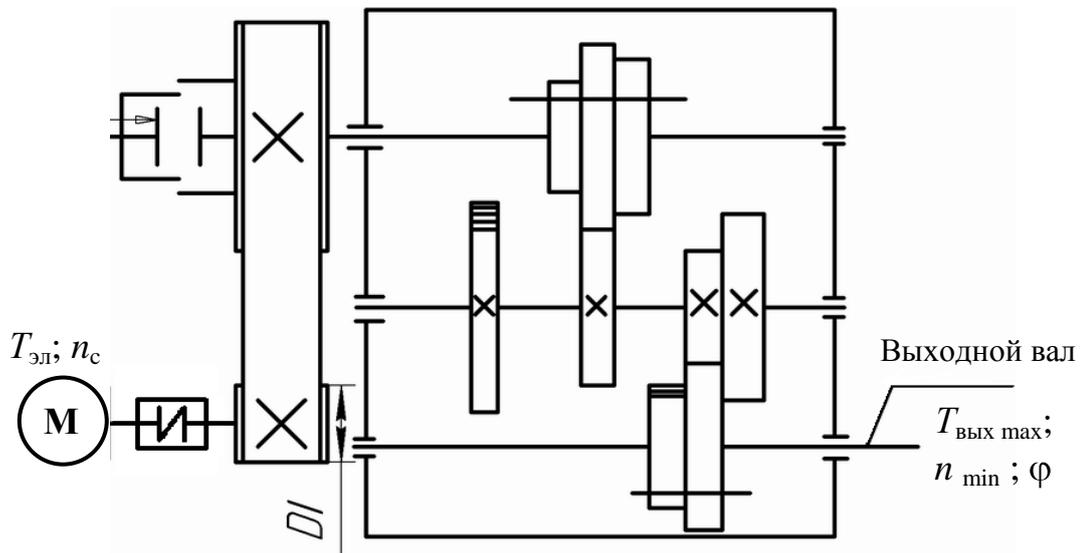


Таблица 1.2.13

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	160	280	105	125	190	310	90	110	155	140
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	250	140	380	315	210	175	640	500	355	390
φ	1,26	1,41	1,26		1,41		1,26		1,41	
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1000		1500				3000			
Тип ремня передачи	Плоский						Клиновой			

Задание 14. Произвести кинематический расчет привода к сверлильному станку (схема 1.2.14). Данные для расчета даны в таблице 1.2.14.

Схема 1.2.14

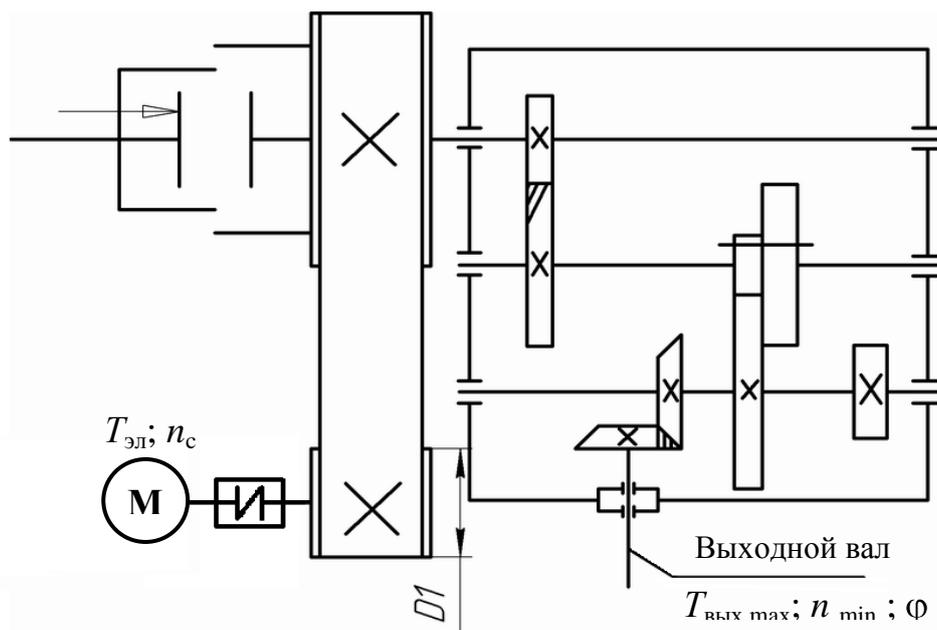


Таблица 1.2.14

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{\text{вых max}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	115	140	160	200	105	175	155	220	160	235
$n_{\text{min}}, \text{МИН}^{-1}$	320	285	250	200	390	315	350	250	315	315
ϕ	1,26	1,41	1,58	2,00	1,26		1,41		1,58	1,26
$n_c, \text{МИН}^{-1}$	1000		1500				1000			
Тип ремня передачи	Плоский						Клиновой			

Задание 15*. Произвести кинематический расчет двухскоростного привода ленточного конвейера (схема 1.2.15). Данные для расчета даны в таблице 1.2.15.

Схема 1.2.15

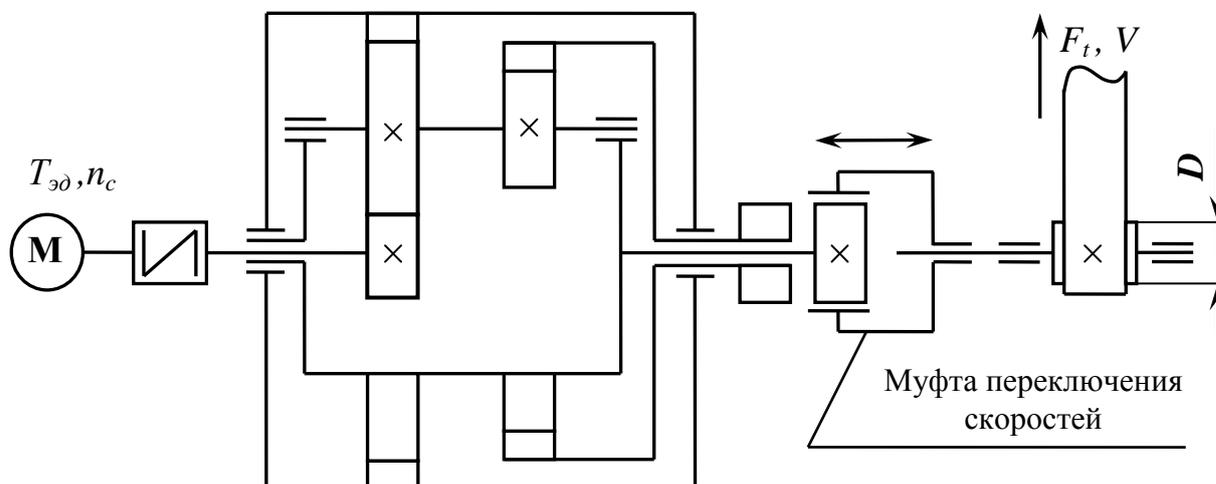


Таблица 1.2.15

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,0
V , м/с	0,8	0,9	1,0	1,2	1,25	1,0	0,9	0,8	0,7	1,2
D , мм	300	325	350	375	400	425	375	350	400	500

Задание 16*. Произвести кинематический расчет двухскоростной коробки передач ленточного конвейера (схема 1.2.16). Данные для расчета даны в таблице 1.2.16.

Схема 1.2.16

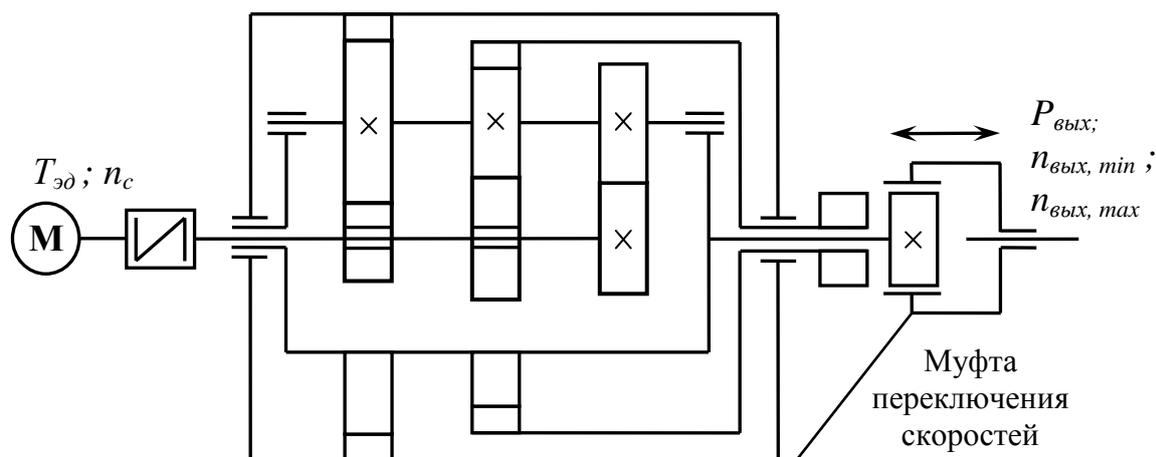


Таблица 1.2.16

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{вых}$, кВт	13	15	19	22	20	18	15	23	17	18
$n_{вых, min}$, мин ⁻¹	30			45				60		
$n_{вых, max}$, мин ⁻¹	150			200				250		

1.3. Кинематический расчет привода рабочей машины

Кинематический расчет должен включать следующие этапы:

1. Выбор электродвигателя.
2. Определение передаточных чисел ступеней и передаточных чисел привода;
3. Определение КПД привода;
4. Определение мощности и величины вращающих моментов на валу двигателя и валах привода;
5. Определение величин чисел оборотов и вращающих моментов на валу двигателя и привода;
6. Все полученные данные свести в таблицу.

Задание 1. Произвести кинематический расчет привода пластинчатого конвейера (схема 1.3.1). Данные для расчета даны в таблице 1.3.1.

Схема 1.3.1

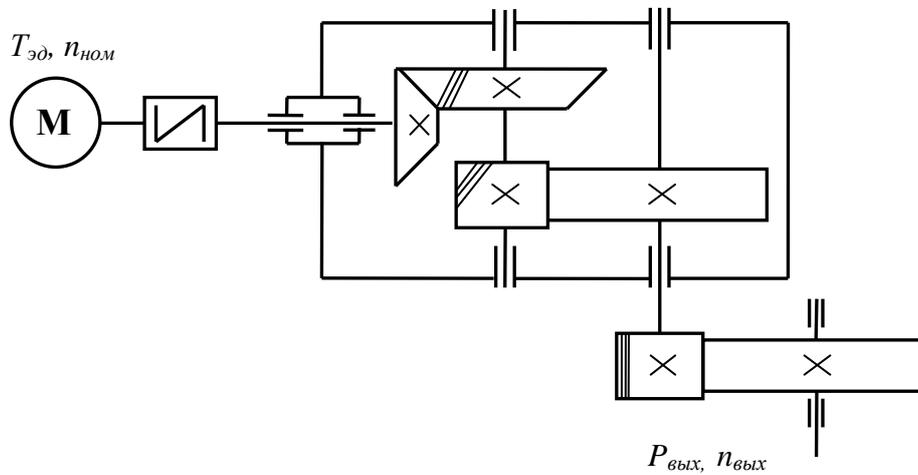


Таблица 1.3.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}$, кВт	2,0	2,2	4,5	5,0	7,5	6,0	3,5	4,0	10,0	1,5
$n_{\text{вых}}$, мин ⁻¹	100	--	--	75	35	--	80	--	60	--
$u_{\text{общ}}$	--	75	55	--	--	60	--	65	--	50

Задание 2. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.2). Данные для расчета даны в таблице 1.3.2.

Схема 1.3.2

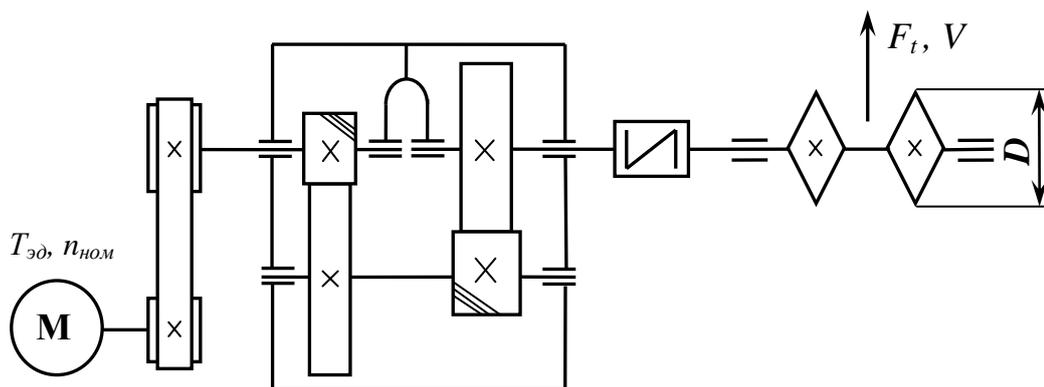


Таблица 1.3.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	2,0	3,0	4,0	2,5	3,5	4,5	5,0	3,0	4,0	6,0
V , м/с	1,5	1,2	1,0	2,0	1,0	0,8	0,9	1,2	1,0	0,8
D , мм	300	350	350	200	250	300	400	250	300	350

Задание 3. Произвести кинематический расчет привода механизма поворота крана (схема 1.3.3). Данные для расчета даны в таблице 1.3.3.

Схема 1.3.3

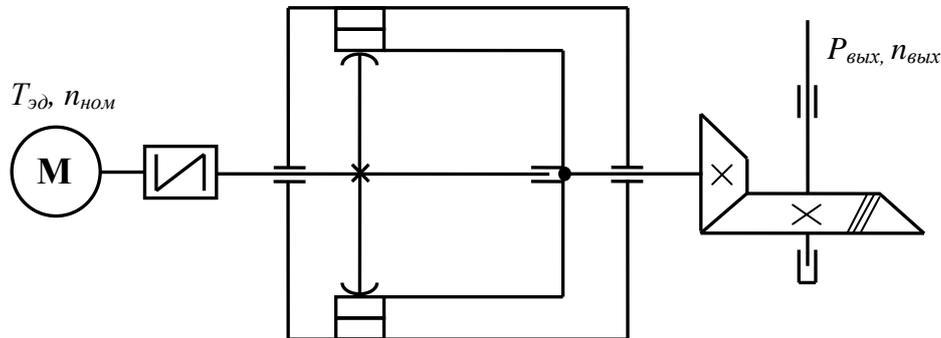


Таблица 1.3.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{ВЫХ}}$, кВт	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,6	1,3
$n_{\text{ВЫХ}}$, мин ⁻¹	1	2	3	1	3	3	2	2	1	2

Задание 4. Произвести кинематический расчет привода пластинчатого конвейера (схема 1.3.4). Данные для расчета даны в таблице 1.3.4.

Схема 1.3.4

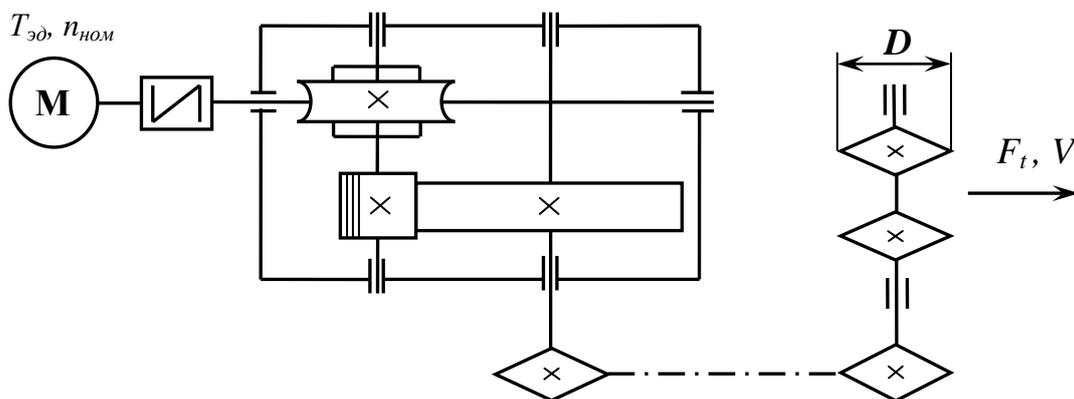


Таблица 1.3.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	7,2	7,9	10	6,5
V , м/с	0,25	0,7	0,8	1,0	0,9	1,0	0,2	0,75	0,7	1,4
D , мм	150	270	200	250	300	360	350	270	400	310

Задание 5. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.5). Данные для расчета даны в таблице 1.3.5.

Схема 1.3.5

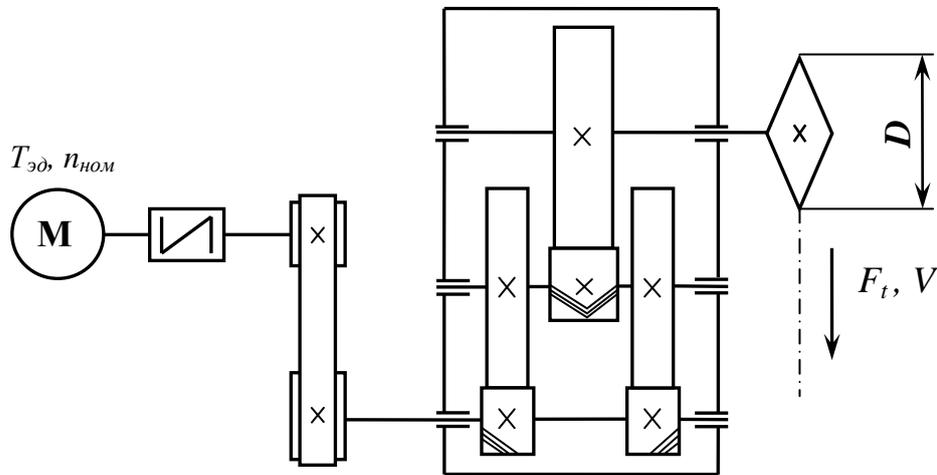


Таблица 1.3.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	4,0	5,0	6,0	7,0	4,5	5,5	6,5	7,8	5,3	4,7
V , м/с	1,25	1,5	1,75	2,0	1,0	0,8	0,9	1,25	1,5	1,75
D , мм	300	325	350	400	250	275	300	310	320	350

Задание 6. Произвести кинематический расчет привода подвесного конвейера (схема 1.3.6). Данные для расчета даны в таблице 1.3.6.

Схема 1.3.6

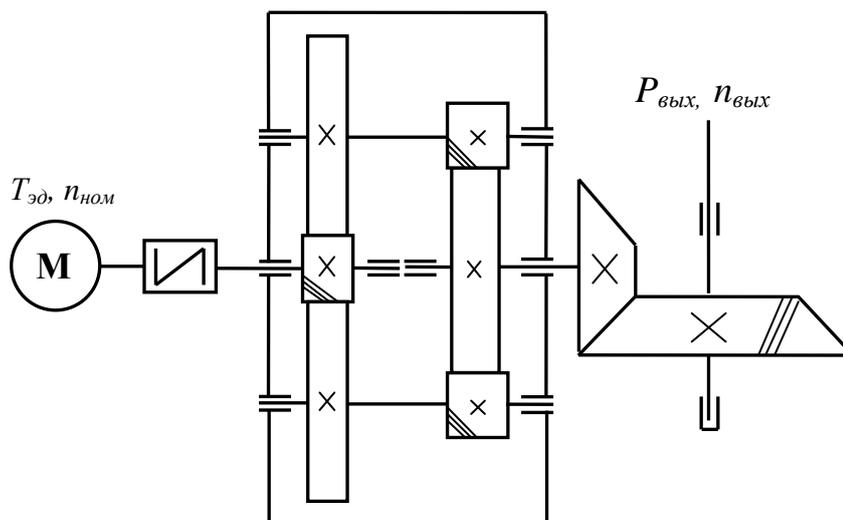


Таблица 1.3.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}, \text{кВт}$	10	7,5	7	8	9	15	20	12	7,7	13
$n_{\text{вых}}, \text{мин}^{-1}$	60	100	110	130	70	35	40	15	80	90

Задание 7. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.7). Данные для расчета даны в таблице 1.3.7.

Схема 1.3.7

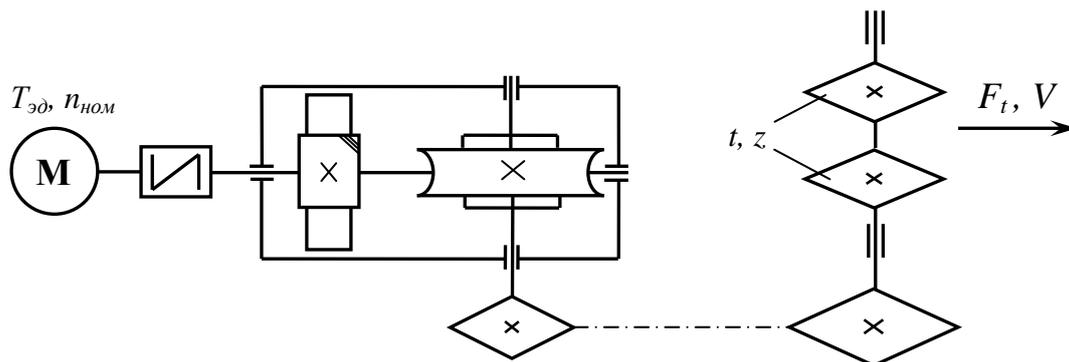


Таблица 1.3.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_t, \text{кН}$	5	6	7	6,5	5,5	8	7	5	5,5	6,5
$V, \text{м/с}$	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
$t, \text{мм}$	80	100	120	125	150	100	130	125	160	90
z	6	6	8	6	8	10	8	10	12	12

Задание 8. Произвести кинематический расчет привода ленточного конвейера (схема 1.3.8). Данные для расчета даны в таблице 1.3.8.

Схема 1.3.8

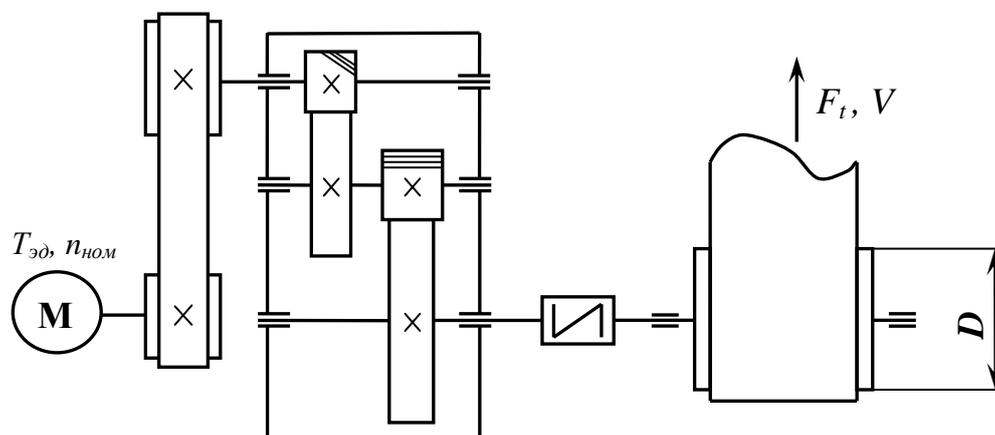


Таблица 1.3.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	4	5,5	6	6,5	3,2	4,3	7	8	9	5
V , м/с	0,85	1,2	1,0	1,8	1,2	0,9	2,0	1,5	1,3	1,4
D , мм	325	400	385	450	350	500	460	600	700	425

Задание 9. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.9). Данные для расчета даны в таблице 1.3.9.

Схема 1.3.9

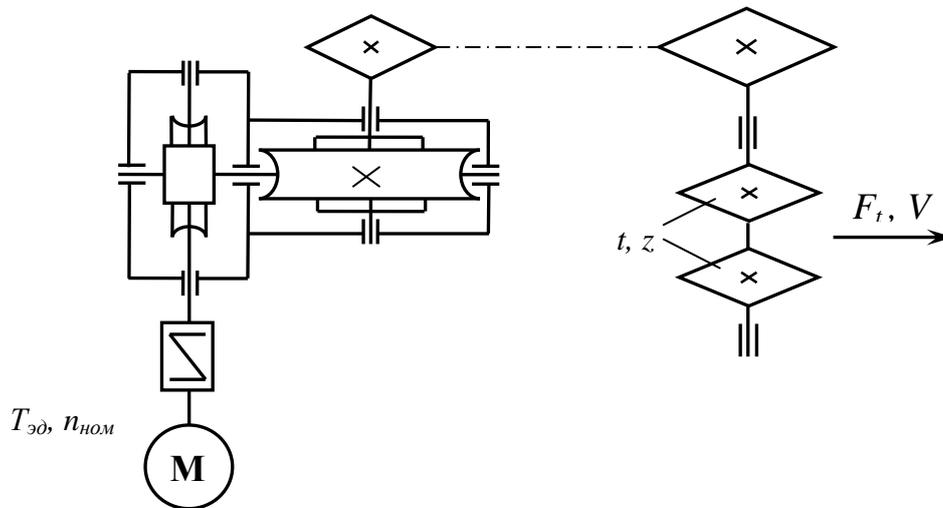


Таблица 1.3.9

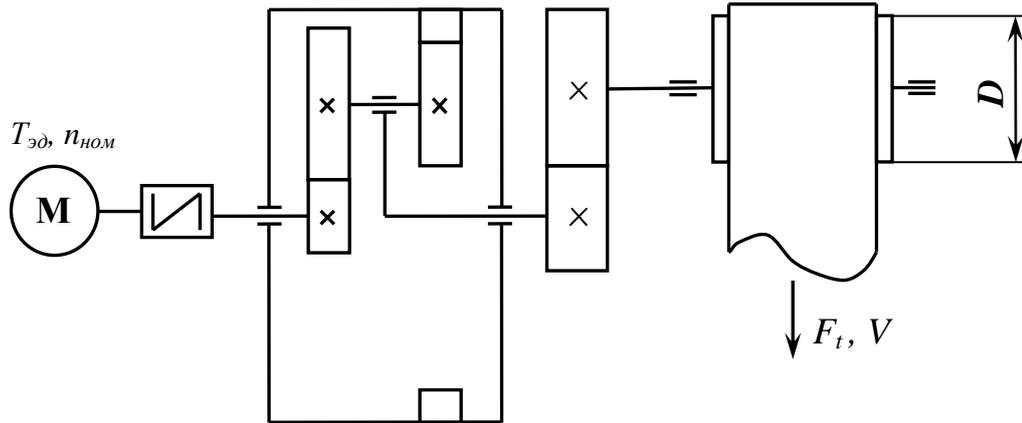
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	5,7	6,7	7,7	9,7	8	7,7	8,7	9	10	12
V , м/с	0,1	0,13	0,12	0,11	0,06	0,08	0,09	0,07	0,14	0,15
t , мм	160	100	125	80	100	125	160	80	100	125
z	9	10	8	11	12	8	9	10	12	14

Задание 10. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.10). Данные для расчета даны в таблице 1.3.10.

Таблица 1.3.10

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0	3,75	3,5	3,0
V , м/с	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
D , мм	300	325	350	400	425	400	375	350	400	425

Схема 1.3.10



Задание 11. Произвести кинематический расчет привода дискового питателя (схема 1.3.11). Данные для расчета даны в таблице 1.3.11.

Схема 1.3.11

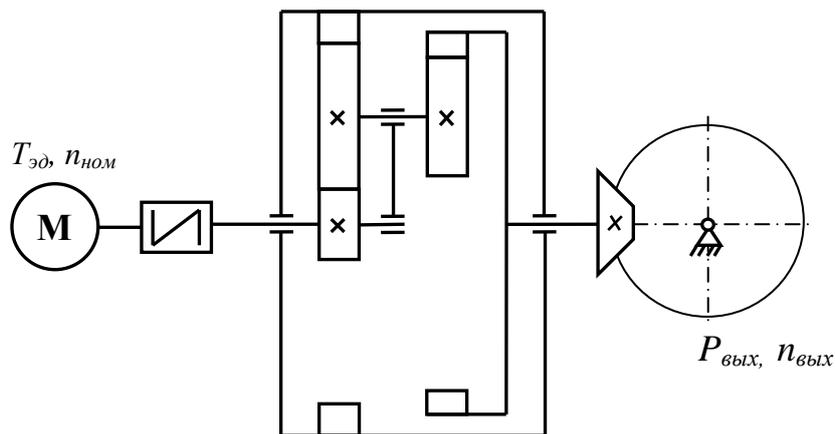


Таблица 1.3.6

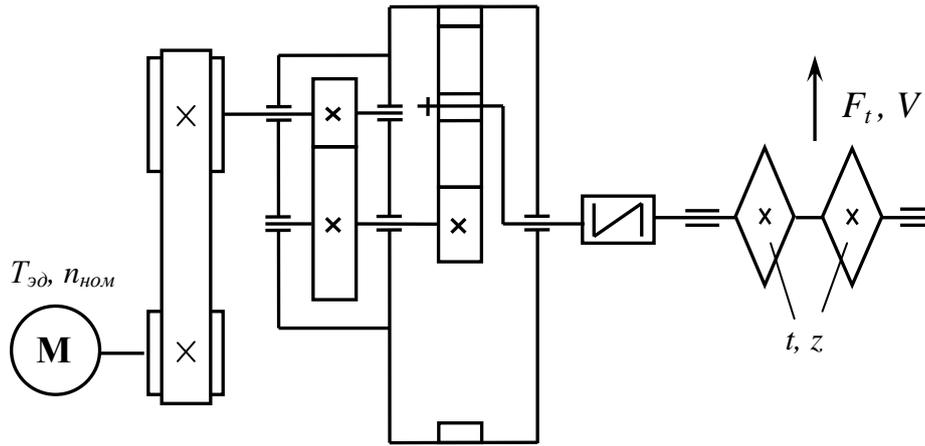
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}, \text{кВт}$	3,5	4,0	5,5	2,5	2,8	6,0	5,0	3,0	3,7	4,5
$n_{\text{вых}}, \text{МИН}^{-1}$	10	15	17	20	30	5	7	10	20	25

Задание 12. Произвести кинематический расчет привода цепного конвейера (схема 1.3.12). Данные для расчета даны в таблице 1.3.12.

Таблица 1.3.12

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_t, \text{кН}$	7,5	10	5,5	6,0	8,0	4,0	4,7	5,7	6,7	7,0
$V, \text{м/с}$	0,4	0,5	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	0,55
$t, \text{мм}$	80	70	120	200	100	125	80	90	110	75
z	12	10	8	6	12	8	20	10	12	15

Схема 1.3.12



Задание 13. Произвести кинематический расчет привода подвесного конвейера (схема 1.3.13). Данные для расчета даны в таблице 1.3.13.

Схема 1.3.13

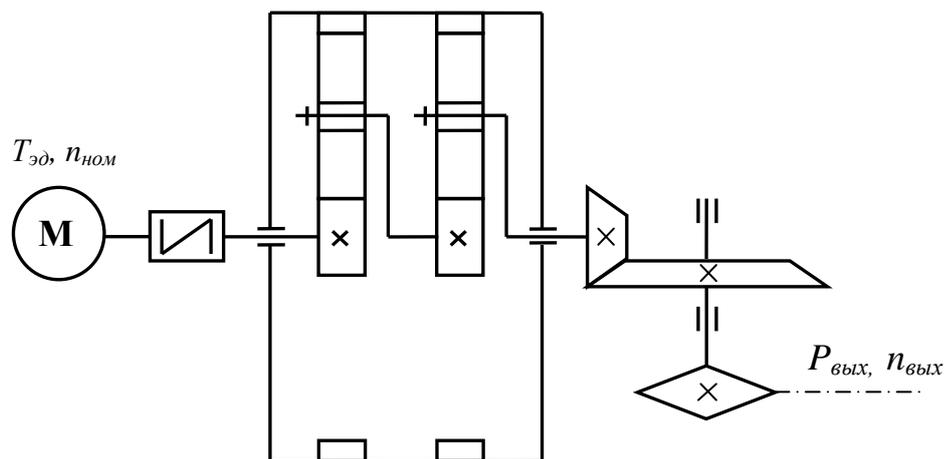


Таблица 1.3.13

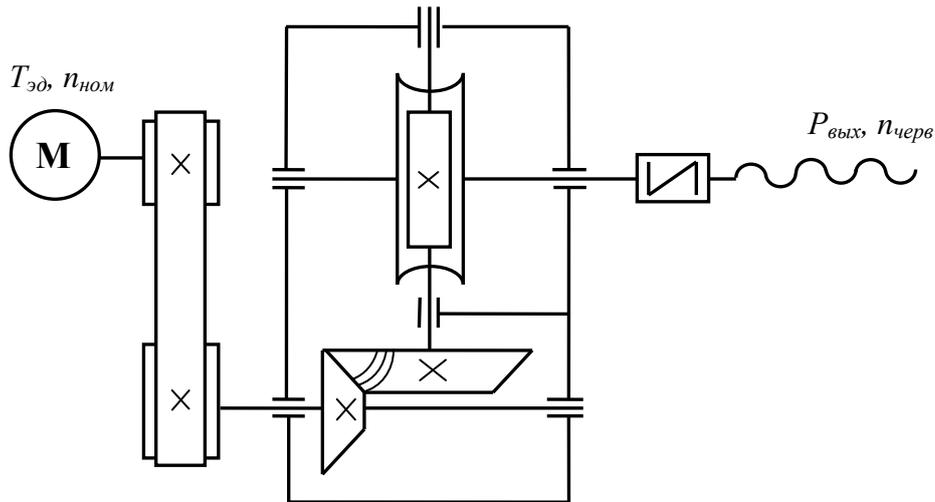
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}, \text{кВт}$	7,0	8,0	7,0	6,5	7,5	5,5	8,5	6,0	6,7	7,0
$n_{\text{вых}}, \text{мин}^{-1}$	50	60	100	120	20	25	35	40	55	150

Задание 14. Произвести кинематический расчет привода червячной машины (схема 1.3.14). Данные для расчета даны в таблице 1.3.14.

Таблица 1.3.14

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}, \text{кВт}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	6,5	5,0
$n_{\text{черв}}, \text{мин}^{-1}$	10	15	20	20	25	20	10	15	20	15

Схема 1.3.14



Задание 15. Произвести кинематический расчет привода подъемной лебедки (схема 1.3.15). Данные для расчета даны в таблице 1.3.15.

Схема 1.3.15

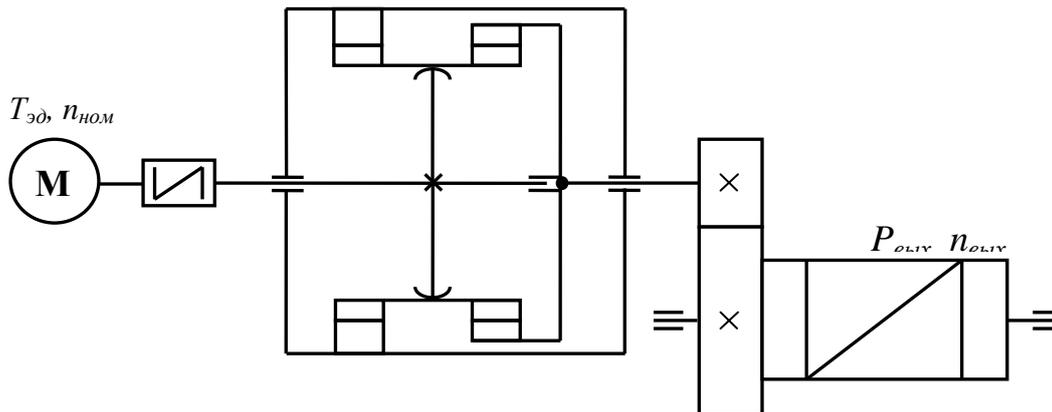


Таблица 1.3.15

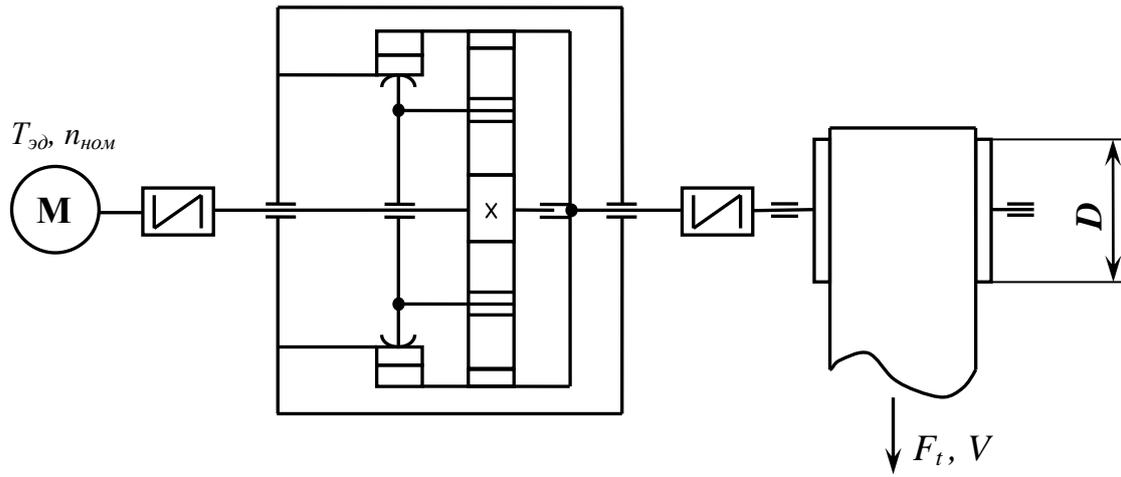
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{ВЫХ}}$, кВт	0,7	1,5	2,7	3,0	3,5	2,5	1,5	2,0	1,1	0,9
$n_{\text{ВЫХ}}$, мин ⁻¹	1,5	1,0	0,7	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	1,5	2

Задание 16. Произвести кинематический расчет привода ленточного транспортера (схема 1.3.16). Данные для расчета даны в таблице 1.3.16.

Таблица 1.3.16

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	10,0	10,5	11,0	11,5	13,0
V , м/с	0,25	0,75	0,5	0,55	0,4	0,45	0,3	0,35	0,4	0,5
D , мм	400	420	450	400	350	420	450	500	550	400

Схема 1.3.16



2. Расчеты передач

2.1. Расчет закрытой передачи

Расчет закрытой передачи (редуктора), должен включать следующие этапы:

1. Определение срока службы передачи (редуктора).
2. Выбор материалов передач и определение допускаемых напряжений.
3. Проектный расчет передачи:
 - 3.1. Определение геометрических параметров передачи;
 - 3.2. Определение и построение схемы сил в зацеплении;
 - 3.3. Все полученные данные свести в таблицу.
4. Проверочный расчет передачи:
 - 4.1. Определение контактных напряжений и сравнение их с допускаемыми;
 - 4.2. Определение напряжений изгиба и сравнение их с допускаемыми;
5. Все полученные данные свести в общую таблицу.

Задание 1. Рассчитать цилиндрический двухступенчатый редуктор (схемы 2.1.1 и 2.1.2) с начальными данными (таблица 2.1.1). Режим нагружения – постоянный, реверсивный.

Таблица 2.1.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	4,5	5,0	3,5	2,7	5,0	5,5	1,5	6,0	7,7	10
n_1 , об/мин	960	960	1420	2740	1445	2510	2100	920	2000	980
$u_{общ}$	12,5	16	20	25	30	10	12,5	22	31,5	40
$T_{ср}$, лет	10	7	15	10	5	10	9	6	5	10
$K_{сут}$	0,3	0,5	0,5	0,5	0,75	0,95	0,3	0,25	0,55	0,9
$K_{год}$	0,82	0,9	0,6	0,7	0,4	0,25	0,5	0,6	0,8	0,3
№ схемы	2.1.1					2.1.2				

Схема 2.1.1

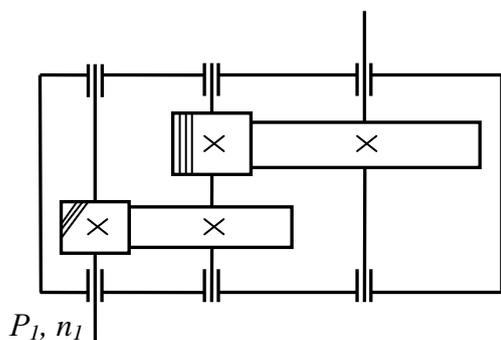
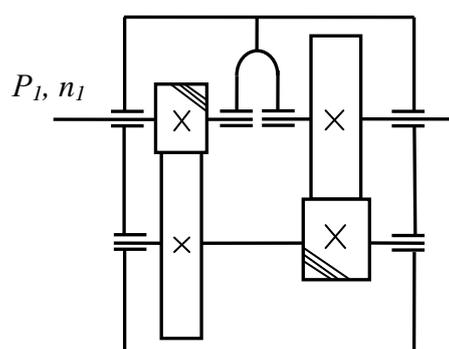


Схема 2.1.2



Задание 2. Рассчитать цилиндрический двухступенчатый двухпоточный редуктор (схемы 2.1.3 и 2.1.4) с начальными данными (таблица 2.1.2). Режим нагружения – кратковременная перегрузка не превышает двух номинальных моментов.

Таблица 2.1.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_1, \text{кВт}$	7,5	2,5	3,5	4,5	4,0	3,0	5,0	5,5	6,0	9,0
$n_1, \text{об/мин}$	960	1250	1430	920	2500	2840	920	1340	740	2570
$u_{\text{общ}}$	20	35	16	20	25	30	10	12,5	22	40
$T_{\text{ср}}, \text{лет}$	5	10	7	15	10	8	9	7	10	7
$K_{\text{сут}}$	0,35	0,55	0,75	0,3	0,3	0,85	0,7	0,9	0,75	0,2
$K_{\text{год}}$	0,8	0,4	0,55	0,87	0,65	0,3	0,45	0,87	0,65	0,9
№ схемы	2.1.3					2.1.4				

Схема 2.1.3

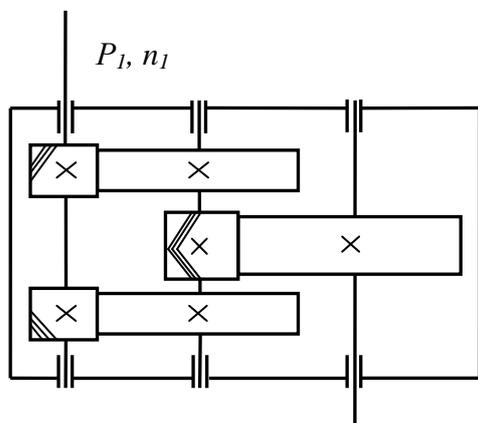
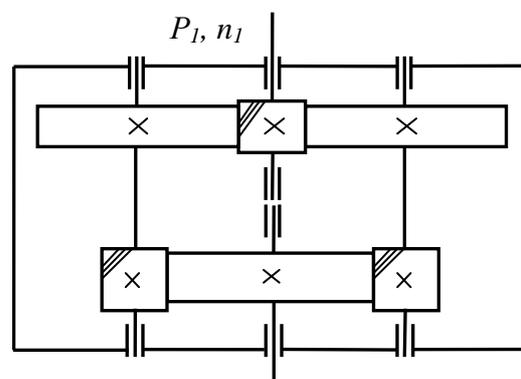


Схема 2.1.4



Задание 3. Рассчитать коническо-цилиндрический двухступенчатый редуктор (схема 2.1.5) с начальными данными (таблица 2.1.3). Режим нагружения – кратковременная перегрузка не превышает двух номинальных моментов.

Схема 2.1.5

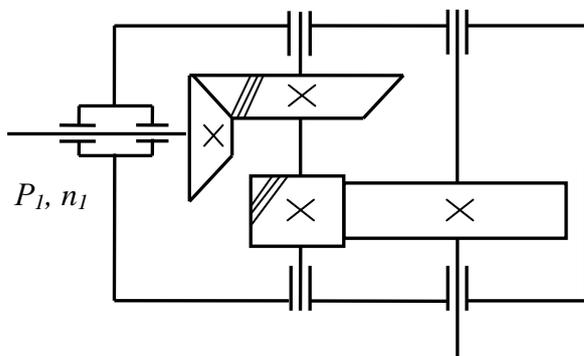


Схема 2.1.6

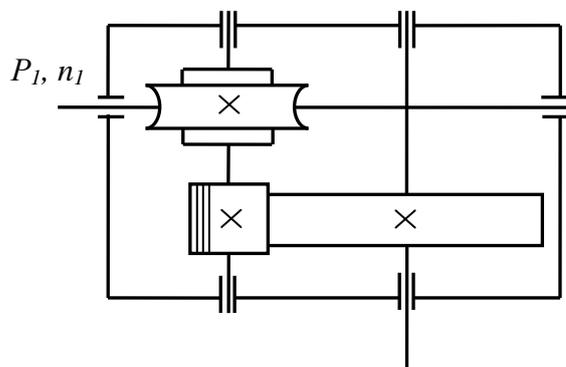


Таблица 2.1.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	2,0	2,2	4,5	5,0	5,5	6,0	3,5	4,0	7,5	9,0
n_1 , об/мин	2510	1390	1470	2010	1465	900	975	720	1320	1470
$u_{общ}$	12	20	16	12	14	22	24	9	16	24
$T_{ср}$, лет	5	7	8	10	10	9	15	6	7	5
$K_{сут}$	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,65	0,4	0,55	0,3	0,9
$K_{год}$	0,35	0,72	0,9	0,35	0,72	0,9	0,35	0,72	0,9	0,35

Задание 4. Рассчитать двухступенчатый редуктор с червячным зацеплением (схемы 2.1.6, 2.1.7 и 2.1.8) с начальными данными (таблица 2.1.4). Режим нагружения –.

Схема 2.1.7

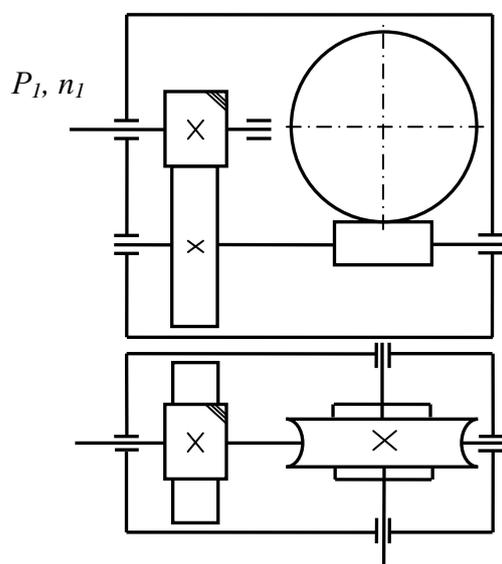


Схема 2.1.8

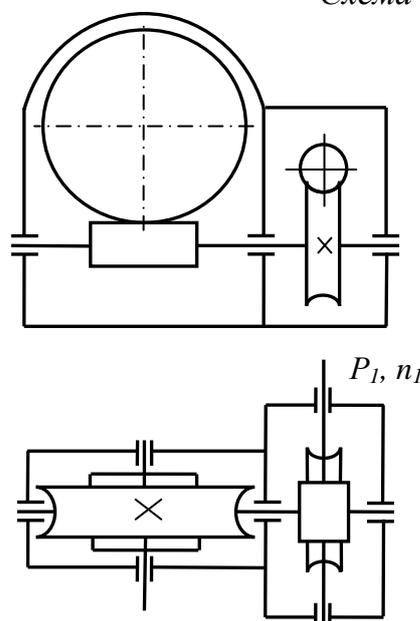


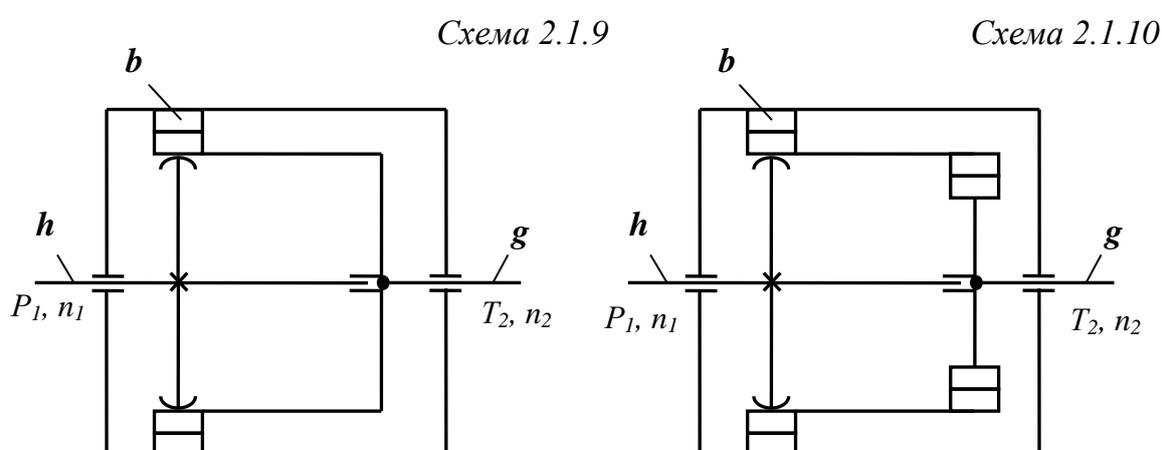
Таблица 2.1.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	3,2	3,0	4,0	5,0	6,2	7,5	4,6	3,0	7,0	6,1
n_1 , об/мин	1300	1430	2880	975	1460	2900	1470	2860	950	740
$u_{общ}$	31,5	77	125	25	35	50	64	80	128	128
$T_{ср}$, лет	6	8	10	5	10	8	7	9	8	5
$K_{сут}$	0,9	0,35	0,72	0,9	0,35	0,72	0,9	0,35	0,7	0,9
$K_{год}$	0,7	0,8	0,7	0,65	0,55	0,4	0,35	0,65	0,7	0,8
№ схемы	2.1.6			2.1.7			2.1.8			

Задание 5. Рассчитать волновой редуктор общего назначения (схемы 2.1.9 и 2.1.10) с начальными данными (таблица 2.1.5): Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.1.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u_{hg}^b	100	80	250	97	90	110	135	300	200	320
$P_1, \text{кВт}$	--	0,9	1,5	--	2,4	--	3,5	3,0	4,0	--
$n_2, \text{об/мин.}$	14	5	10	2	3	7	1	2	7	4
$T_2, \text{Н}\cdot\text{м}$	800	--	--	1200	--	750	600	--	--	970
$T_{cc}, \text{лет}$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сум}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.9					2.1.10				



Задание 6. Рассчитать сдвоенный волновой редуктор общего назначения (схема 2.1.11) и планетарно-волновой редуктор (схема 2.1.12) с начальными данными (таблица 2.1.6). Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.1.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u_{hg2}^{b1}	2000	3000	5000	7500	9000	--	--	--	--	--
u_{hb}^g	--	--	--	--	--	70	150	450	790	1000
$P_1, \text{кВт}$	0,55	2,5	1,0	2,0	3,0	7,5	4,0	3,5	2,5	5,5
$n_2, \text{об/мин.}$	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	10	9,0	7,0	1,5	3,0
$T_{cc}, \text{лет}$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сум}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.11					2.1.12				

Схема 2.1.11

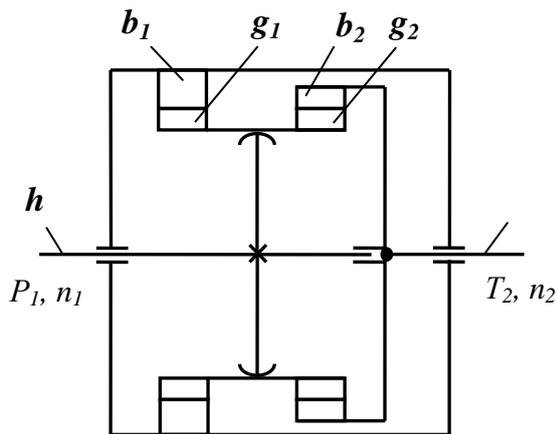
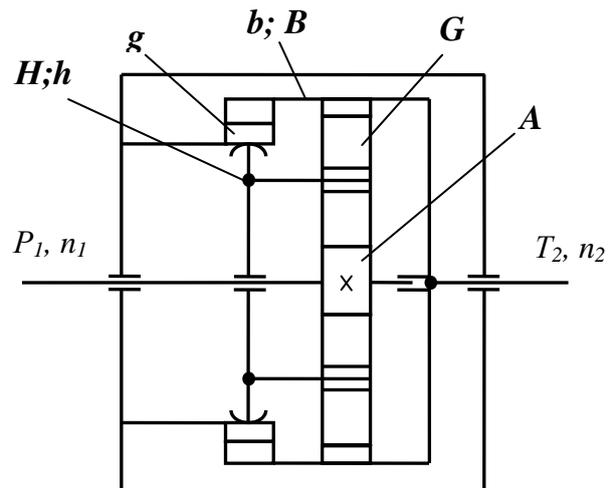


Схема 2.1.12



Задание 7. Рассчитать двухступенчатый планетарный редуктор общего назначения (схемы 2.1.13 и 2.1.14) с начальными данными (таблица 2.1.7). Нагрузка близка к постоянной.

Схема 2.1.13

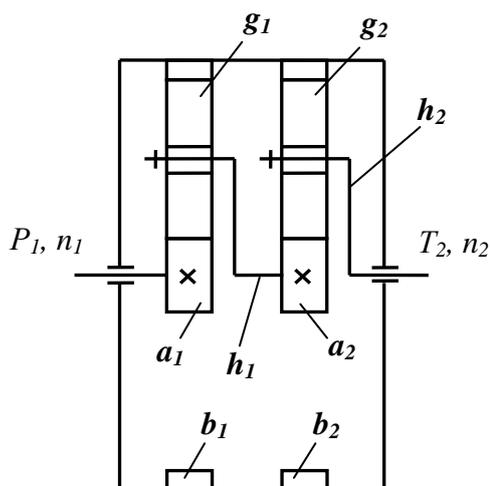


Схема 2.1.14

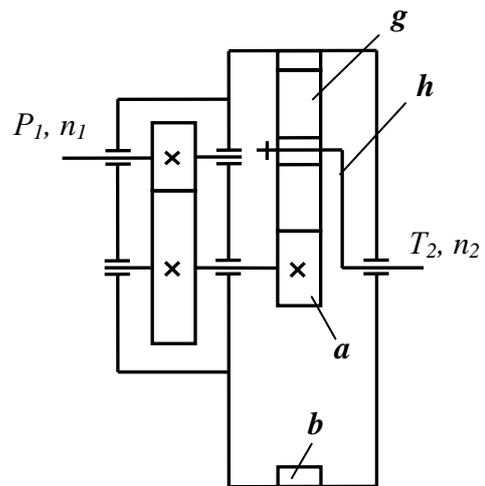


Таблица 2.1.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$u_{общ}$	20	25	40	50	64	12	20	30	64	80
P_1 , кВт	5,0	5,5	4,0	4,5	6,5	2,2	7,0	7,5	10	5,5
n_1 , об/мин.	1000	750	1740	970	1500	2850	1000	730	1430	2880
$T_{ср}$, лет	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.13					2.1.14				

Задание 8. Рассчитать двухрядный планетарный редуктор общего назначения (схемы 2.1.15 и 2.1.16) с начальными данными (таблица 2.1.8). Нагрузка близка к постоянной.

Схема 2.1.15

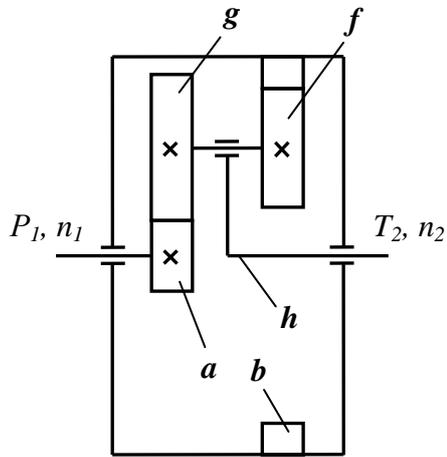


Схема 2.1.16

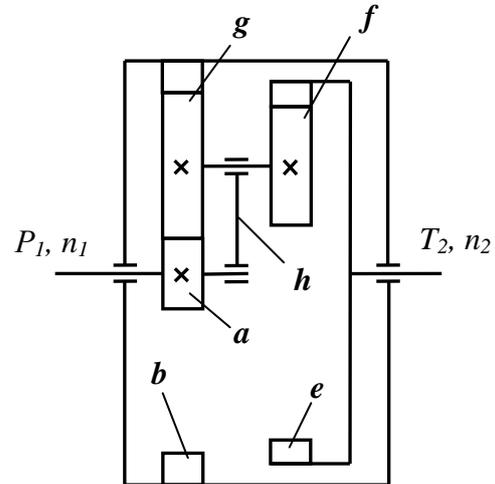


Таблица 2.1.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$u_{общ}$	6	10	12	15	17	60	80	100	150	200
$P_1, \text{кВт}$	6,0	5,5	7,0	8,0	10	2,2	3,0	4,5	5,0	5,5
$n_1, \text{об/мин.}$	1030	700	970	1340	1920	2850	1425	900	1470	2880
$T_{ср}, \text{лет}$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.15					2.1.16				

Схема 2.1.17

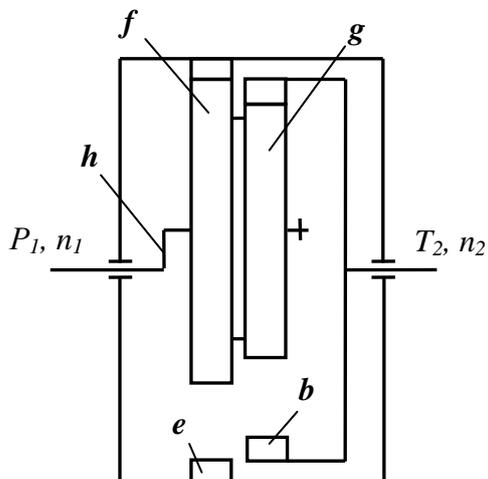
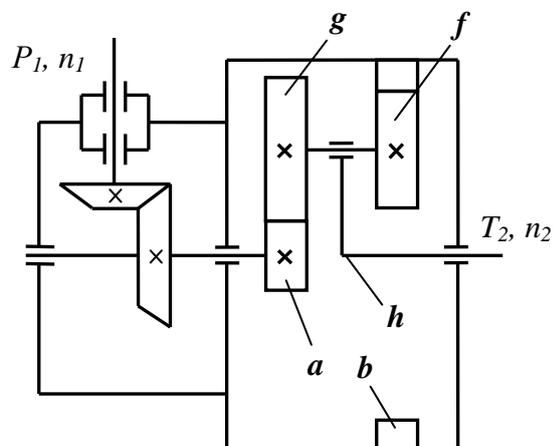


Схема 2.1.18



Задание 9. Рассчитать двухрядный (схема 2.1.17) или трехступенчатый планетарный редуктор общего назначения (схема 2.1.18) с начальными данными (таблица 2.1.9). Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.1.9

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$u_{общ}$	30	40	50	60	80	12	20	30	64	80
$P_1, кВт$	2,5	3,5	4,0	7,0	5,0	2,2	7,0	7,5	10	5,5
$n_1, об/мин.$	2000	900	1500	720	1000	2800	1200	790	1730	1880
$T_{сс}, лет$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.17					2.1.18				

Задание 10. Рассчитать коническо-червячный (схема 2.1.19) или червячно-конический редуктор общего назначения (схема 2.1.20) с начальными данными (таблица 2.1.10). Нагрузка близка к постоянной.

Схема 2.1.19

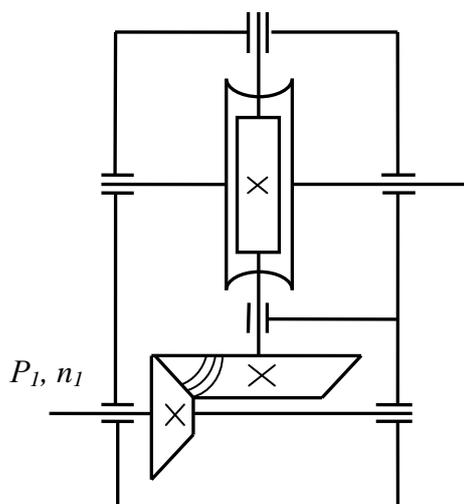


Схема 2.1.20

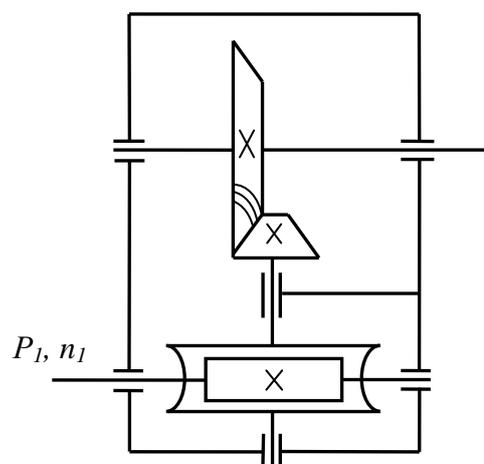


Таблица 2.1.10

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_1, кВт$	3,0	2,5	7,0	7,5	6,0	10	5,5	5,0	3,5	2,0
$n_1, об/мин$	2860	1460	900	975	2000	700	2880	950	720	1440
$u_{общ}$	125	40	100	63	80	16	250	50	90	200
$T_{сс}, лет$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.19					2.1.20				

Задание 11. Рассчитать планетарный редуктор (схемы 2.1.21) и волновой редуктор (схемы 2.1.22) с начальными данными (таблица 2.1.11). Нагрузка близка к постоянной.

Схема 2.1.21

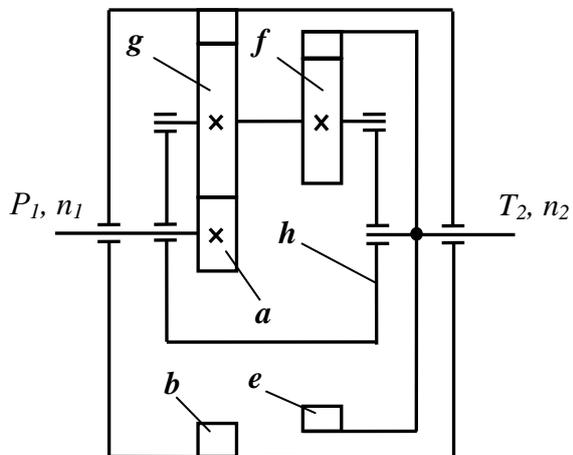


Схема 2.1.22

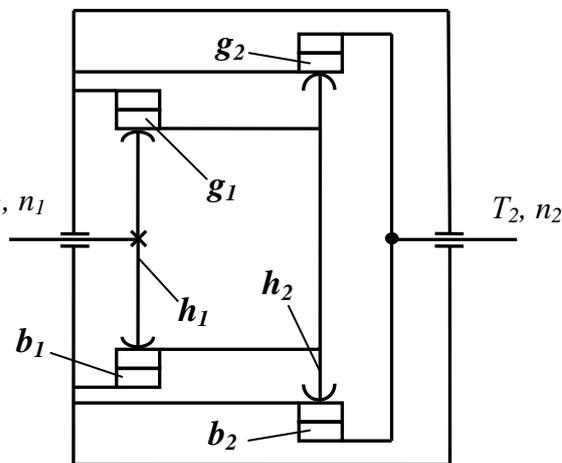


Таблица 2.1.11

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	1,75	2,9	5,0	4,2	3,3	2,0	7,0	5,0	3,5	4,0
n_1 , об/мин	790	1320	970	2000	1700	790	975	1570	2100	2900
$u_{общ}$	20	100	250	400	500	490	700	640	800	10^4
$T_{сс}$, лет	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6
№ схемы	2.1.21					2.1.22				

Задание 12. Рассчитать открытую зубчатую передачу одной из схем пункта 1.3 (своего варианта) с начальными данными (таблица 2.1.12). Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.1.12

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вид зацепления	Косозубое		Прямозубое		Косозубое			Прямозубое		
№ схемы	1.3.1	1.3.3		1.3.5		1.3.10	1.3.11		1.3.13	1.3.15
$T_{сс}$, лет	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 13*. Рассчитать волновой дифференциальный редуктор (схемы 2.1.23 и 2.1.24) с начальными данными (таблица 2.1.13). Нагрузка близка к постоянной. Недостающими данными задаться самостоятельно.

Схема 2.1.23

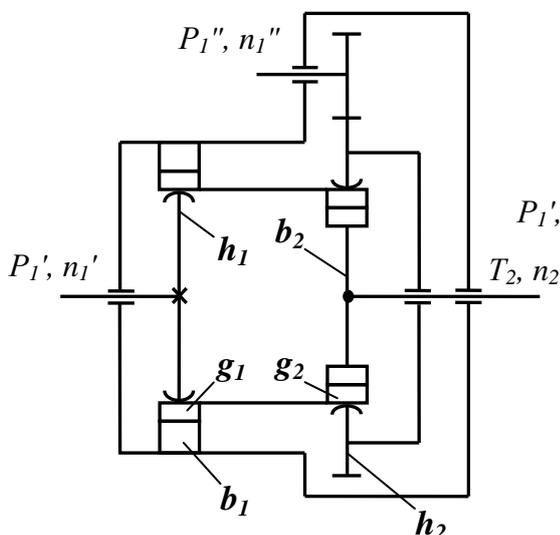


Схема 2.1.24

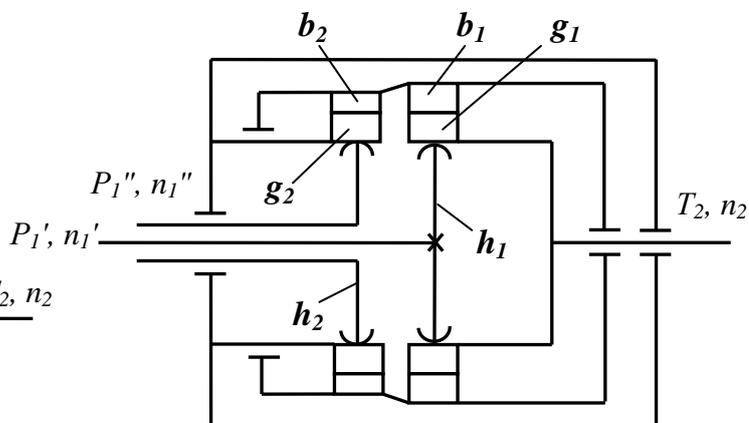


Таблица 2.1.13

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1' , кВт	1,5	2,5	3,3	1,9	0,79	1,3	3,8	4,2	5,1	2,7
n_1' , об/мин	1500	970	740	2980	2900	2890	930	1300	1540	710
P_1'' , кВт	2,3	1,9	2,1	2,7	4,7	1,7	2,1	1,5	2,5	1,4
n_1'' , об/мин	1900	720	2200	950	1950	790	1100	1450	730	2910
u_1	70	70	80	100	120	100	75	80	150	100
u_2	80	100	150	100	70	100	125	150	100	70
№ схемы	2.1.23					2.1.24				

Задание 14*. Рассчитать планетарный дифференциальный редуктор (схемы 2.1.25 и 2.1.26) с начальными данными (таблица 2.1.14). Нагрузка близка к постоянной. Недостающими данными задаться самостоятельно.

Таблица 2.1.14

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1 , кВт	2,9	3,4	4,7	5,9	7,3	4,5	5,2	7,7	8,4	9,9
n_1 , об/мин	3100	2900	1790	2540	990	1830	2920	910	1300	1000
u_{12}'	10	15	20	25	12	25	14	23	25	12
u_{12}''	12	10	20	10	25	10	20	23	12	12
№ схемы	2.1.25					2.1.26				

Схема 2.1.25

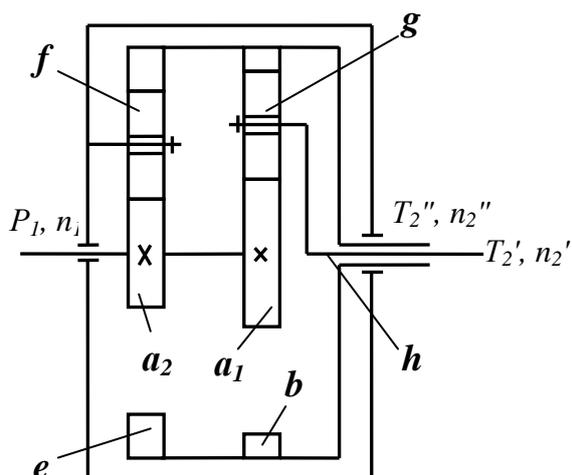
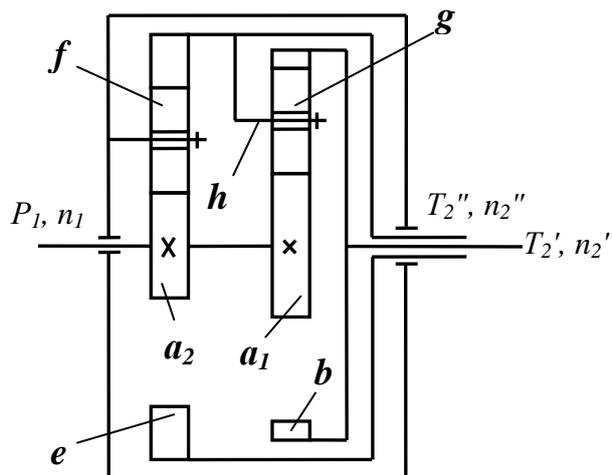


Схема 2.1.26



2.2. Расчет открытой передачи и передачи винт-гайка

Расчет *ременной* передачи, должен включать следующие этапы:

1. Проектировочный расчет:
 - 1.1. Определение типа ремня;
 - 1.2. Определение геометрических параметров передачи;
 - 1.3. Определение усилий в передаче.
2. Проверочный расчет.
3. Сводная таблица результатов расчетов.

Расчет *цепной* передачи, должен включать следующие этапы:

1. Проектировочный расчет:
 - 1.1. Определение типа цепи;
 - 1.2. Определение геометрических параметров передачи;
 - 1.3. Определение усилий в передаче.
2. Проверочный расчет.
3. Сводная таблица результатов расчетов.

Расчет *фрикционной* передачи, должен включать следующие этапы:

1. Выбор материалов передачи и определение допускаемых напряжений.
2. Проектировочный расчет:
 - 2.1. Определение геометрических параметров передачи;
 - 2.2. Определение усилий в передаче;
 - 2.3. Расчет на прочность.
3. Сводная таблица результатов расчетов.

Расчет передачи *винт – гайка*, должен включать следующие этапы:

1. Проектировочный расчет:

- 1.1. Выбор материалов и определение допускаемых напряжений;
- 1.2. Определение геометрических параметров передачи;
- 1.3. Определение КПД и усилий в передаче;
- 1.4. Уточнение параметров резьбы по ГОСТу.
2. Проверочный расчет:
 - 2.1. Для передачи *винт-гайка скольжения*:
 - 2.1.1 Расчет на прочность деталей передачи;
 - 2.1.2 Проверка винта на устойчивость;
 - 2.2. Для передачи *винт-гайка качения*:
 - 2.2.1 По динамической грузоподъемности;
 - 2.2.2 По статической грузоподъемности.
3. Сводная таблица результатов расчетов.

Задание 1. Рассчитать ременную передачу одной из схем пункта 1.3 с начальными данными (*таблица 2.2.1*). Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.2.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип ремня	Плоский		Клиновой		Зубчатый		Плоский		Клиновой	
№ схемы	1.3.2	1.3.5		1.3.8		1.3.12		1.3.14		1.3.2
$T_{ср}$, лет	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 2. Рассчитать ременную передачу от электродвигателя к коробке скоростей токарного станка со следующими начальными данными (*таблица 2.2.2*): $P_{эд}$ – мощность электродвигателя, $n_{ном}$ – номинальная частота вращения, n_2 – частота вращения ведомого вала. Работа односменная. Обеспечить минимальные размеры передачи.

Таблица 2.2.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{эд}$, кВт	3,0	4,0	1,1	5,5	11,0	2,2	1,5	7,5	11,0	3,0
$n_{ном}$, мин ⁻¹	1410	2880	1415	720	970	1425	1420	2900	730	955
n_2 , мин ⁻¹	700	1400	450	480	330	900	300	900	250	640

Задание 3. Рассчитать цепную передачу к передвижному наклонному ленточному транспортеру по следующим данным (*таблица 2.2.3*): $P_{зв1}$ – мощность на ведущей звездочке, $n_{зв1}$ – частота вращения ведущей звездочки, i – передаточное число передачи. Регулировка передачи производится с помощью оттяжной звездочки, нагрузка – спокойная, межосевое расстояние не

ограничивается, линия центров звездочек – горизонтальная, смазка – периодическая, работа – односменная.

Таблица 2.2.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{звл}$, кВт	13,0	10,0	5,5	2,75	15,0	7,5	4,0	3,3	7,0	9,1
$n_{звл}$, мин ⁻¹	160	230	120	90	210	75	150	340	265	110
u	1,6	2,0	3,1	3,0	1,25	2,7	3,5	2,1	1,98	2,9

Задание 4. Рассчитать открытую фрикционную передачу коническими катками (схема 2.2.1) по следующим данным (таблица 2.2.4): P_2 – передаваемая мощность, n_1 – частота вращения ведущего катка, n_2 – частота вращения ведомого. Валы пересекаются под углом $\Sigma = 90^\circ$.

Таблица 2.2.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_2 , кВт	5,0	3,0	3,5	2,0	1,7	1,25	1,5	1,0	4,0	1,5
n_1 , мин ⁻¹	1440	2250	300	225	1420	1100	950	600	900	900
n_2 , мин ⁻¹	480	750	150	90	355	750	330	200	300	450
Материалы катков										
Ведущий	ШХ15	СЧ18-36	Резина	Текстолит	Текстолит					
Ведомый	ШХ15	СЧ18-36	40ХН	18ХГТ	СЧ15-32					

Схема 2.2.1

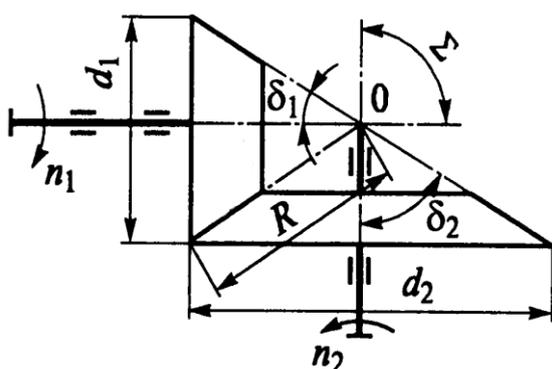
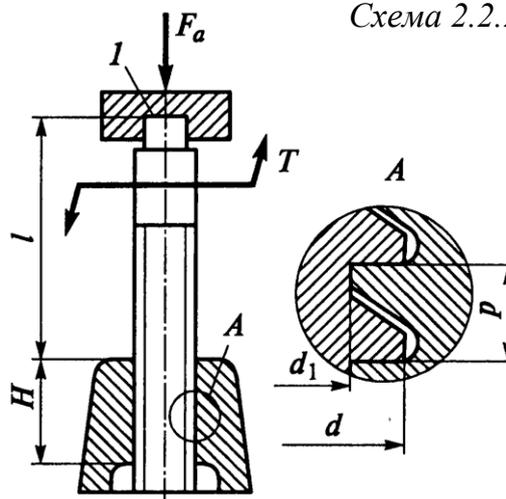


Схема 2.2.2



Задание 5. Рассчитать винтовой домкрат (схема 2.2.2) по следующим данным (таблица 2.2.5): F – грузоподъемность, l_n – высота подъема груза. Резьба винтовой пары трапецеидальная, не допускающая самопроизвольного движения вниз. Коронка домкрата установлена на упорном шарикоподшипнике, трением в котором можно пренебречь.

Таблица 2.2.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	20	30	150	100	110	200	57	90	35	15
l_n , мм	600	1000	1000	730	1200	1000	650	710	540	1350
<i>Материалы</i>										
Гайка	БрА9ЖЗЛ		АЧС-1		БрОФЮ-1			ЛЦ38Мц2С2		
Винт	Сталь 45		Сталь 50			40ХН			40Х	

Задание 6. Рассчитать плоскоремennую передачу от электродвигателя на входной вал коробки скоростей токарно-револьверного станка по следующим данным (таблица 2.2.6): $P_{эд}$ – мощность электродвигателя, $n_{ном}$ – номинальная частота вращения, u – передаточное число передачи, α – наклон межосевой линии к горизонту. Пусковая нагрузка — до 130 % номинальной, рабочая нагрузка изменяется в значительных пределах, натяжение ремня производится перемещением двигателя. Передача работает в сухом помещении. Работа — двухсменная.

Таблица 2.2.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{эд}$, кВт	7,0	3,0	11,0	1,1	4,0	5,5	2,2	1,5	3,0	0,75
$n_{ном}$, мин ⁻¹	1440	2860	970	700	1435	965	950	2850	700	915
u	3,0	3,0	2,1	1,5	2,7	1,9	3,1	2,5	3,5	2,0
α , град	80	0	15	45	0	30	60	20	0	50

Задание 7. Рассчитать передачу зубчатой цепью по следующим данным (таблица 2.2.7): P_2 – передаваемая мощность, n_1 – частота вращения ведущей звездочки, n_2 – частота вращения ведомой, α – наклон межосевой линии к горизонту. Нагрузка – с умеренными толчками, межосевое расстояние ограничивается наименьшими пределами, положение одной из звездочек регулируется, смазка – непрерывная от насоса, работа – односменная. Рассчитать размеры ведущей звездочки.

Таблица 2.2.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_2 , кВт	7,0	1,1	4,0	11,0	5,5	2,2	3,0	3,0	0,75	1,5
n_1 , мин ⁻¹	1440	700	1435	970	965	950	2860	700	915	2850
n_2 , мин ⁻¹	480	350	700	330	700	720	1000	350	300	1450
α , град	45	0	25	60	30	80	0	10	15	0

Задание 8. Рассчитать цилиндрическую фрикционную передачу гладкими стальными роликами по следующим данным (таблица 2.2.8): P_2 – мощность на ведомом валу, n_1 – частота вращения ведущего вала, u – передаточное число

передачи, η – КПД передачи. Передача работает в закрытом корпусе при обильной смазке. Нагрузка с незначительными колебаниями.

Таблица 2.2.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_2 , кВт	4,5	5,3	2,5	1,75	6,7	4,4	3,7	7,7	11,0	9,2
n_1 , мин ⁻¹	1450	1000	750	230	420	550	1200	980	710	1310
u	2,0	2,5	3,0	2,0	4,0	3,5	5,0	2,7	2,5	4,2
η	0,9	0,89	0,79	0,8	0,95	0,92	0,85	0,82	0,91	0,87
$T_{ср}$, лет	5	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,33	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,7	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 9. Рассчитать передачу ходового винта токарно-винторезного станка и подобрать соответствующую трапецеидальную резьбу по ГОСТу 9484 – 81 при следующих начальных данных (таблица 2.2.9): F – тяговое усилие, S – ход резьбы.

Таблица 2.2.9

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	16	21	18	25	32	15	30	13	10	27
S , мм	6...8	7...9	5...7	8...12	10...15	6...8	7...10	5...10	5...7	7...15

Задание 10. Рассчитать клиноременную передачу от электродвигателя на редуктор тележечного конвейера, работающего в литейном цехе круглосуточно со следующими начальными данными (таблица 2.2.10): $P_{эд}$ – мощность электродвигателя, $n_{ном}$ – номинальная частота вращения, n_2 – частота вращения ведомого вала.

Таблица 2.2.10

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{эд}$, кВт	2,8	4,0	5,5	7,5	2,2	11,0	4,0	15,0	3,0	1,5
$n_{ном}$, мин ⁻¹	940	2880	1445	730	950	730	950	1465	1430	935
n_2 , мин ⁻¹	740	1400	1000	300	320	600	300	1200	450	710

Задание 11. Определить мощность, которую может передать роликовая цепь типа ПР со следующими начальными данными (таблица 2.2.11): p – шаг (ГОСТ 13568—75), z_1 – число зубьев ведущей звездочки, n_1 – частота вращения ведущей звездочки, u – передаточное число передачи. Передача работает со слабыми толчками, α – наклон к горизонту межосевой линии, смазка — периодическая, регулировка осуществляется с помощью салазок электродвигателя.

Таблица 2.2.11

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p , мм	25,4	19,05	15,875	31,75	25,4	15,785	12,7	19,05	12,7	9,525
z_1	23	30	32	29	20	27	34	36	39	41
n_1 , мин ⁻¹	780	1200	940	690	710	2100	1000	700	540	750
u	3,0	2,5	3,2	2,1	1,75	3,0	2,7	1,9	1,6	2,4
α , град	30	0	0	10	60	45	40	25	30	20
$T_{сс}$, лет	5	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,33	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,7	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 12. Рассчитать основные параметры винтового подъемника по (схеме 2.2.3) со следующими начальными данными (таблица 2.2.12): F – грузоподъемность, v – скорость подъема (спуска).

Таблица 2.2.12

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	100	120	35	29	15	210	150	67	45	57
v , м/с	0,02	0,04	0,05	0,1	0,4	0,01	0,01	0,09	0,07	0,03
Материалы										
Гайка	БрА9ЖЗЛ		АЧС-6		ЛЦ38Мц2С2		БрА9Мц2Л		АЧК-2	
Винт	Сталь 45		Сталь 50			40ХН		12ХНЗА		

Задание 13. Проверить контактную прочность вариатора (схемы 2.2.4 и 2.2.5) со следующими данными (таблица 2.2.13): $P_{ном}$ – номинальная мощность на ведущем валу, n_1 – частота вращения ведущего вала, R_0 – радиус кривизны образующих дисков, R_{min} – минимальный радиус дисков, b – ширина рабочего пояса ролика. Материал роликов – текстолит, материал чашек – сталь 45.

Таблица 2.2.13

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ схемы	2.2.4					2.2.5				
$P_{ном}$, кВт	2,8	3,5	5,5	1,5	4,0	3,2	4,0	5,5	1,9	2,5
n_1 , мин ⁻¹	1000	970	1440	750	900	715	980	1200	2100	1440
R_0 , мм	85	90	120	77	85	--	--	--	--	--
R_1 , мм	--	--	--	--	--	25	30	27	35	40
R_{min} , мм	44	57	65	40	50	20	35	23	40	35
b , мм	17	20	24	17	21	20	17	22	25	30

Схема 2.2.4

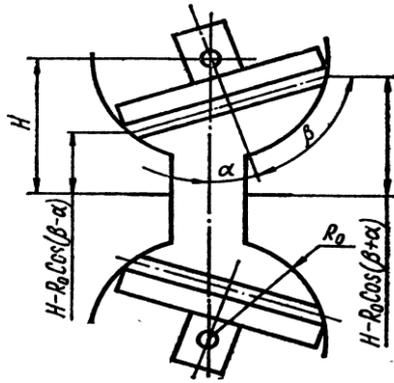


Схема 2.2.5

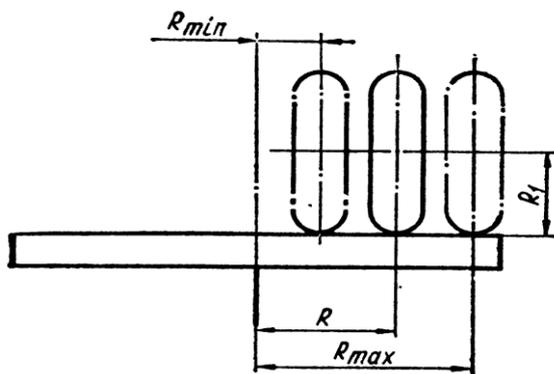
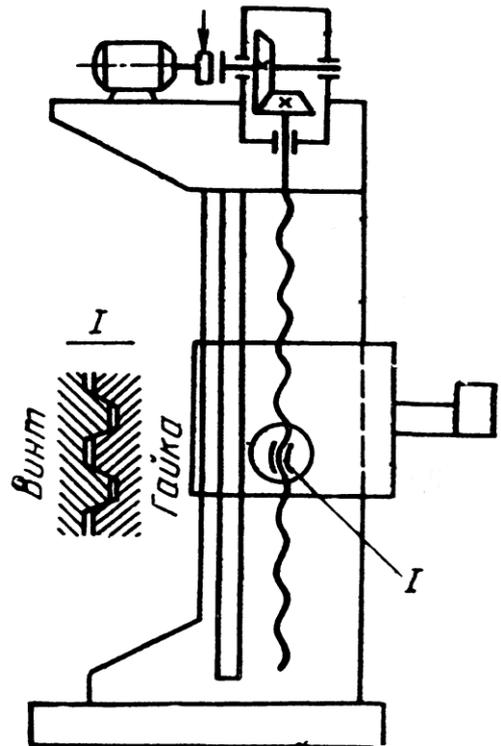


Схема 2.2.3



Задание 14. Рассчитать зубчатременную передачу фрезерного станка со следующими начальными данными (таблица 2.2.14): $P_{эд}$ – мощность электродвигателя, $n_{ном}$ – номинальная частота вращения, n_2 – частота вращения ведомого вала, a – межосевое расстояние. Пусковая нагрузка до 150% нормальной, рабочая нагрузка с незначительными толчками.

Таблица 2.2.14

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{эд}$, кВт	3,7	1,5	2,2	3,0	5,5	4,0	11,0	5,0	7,5	4,4
$n_{ном}$, мин ⁻¹	1440	2850	1425	1430	965	720	970	1445	1455	950
n_2 , мин ⁻¹	480	1450	390	750	320	510	380	720	450	470
a , мм	900	1100	890	1050	950	850	1200	910	1210	870
$T_{сс}$, лет	5	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,33	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,7	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 15. Рассчитать цилиндрическую фрикционную передачу винтового ручного прессы по следующим данным (таблица 2.2.15): T_2 – момент на ведомом валу, T_1 – момент на ведущем валу, n_2 – частота вращения ведомого вала.

Таблица 2.2.15

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_2, \text{Н}\cdot\text{м}$	150	210	100	310	130	250	90	85	110	270
$T_1, \text{Н}\cdot\text{м}$	30	15	50	65	57	130	40	30	76	70
$n_2, \text{мин}^{-1}$	39	60	75	110	420	700	600	1250	750	900
<i>Материалы катков</i>										
Ведущий	ШХ15		Чугун с кожаной обкладкой			Текстолит		Фрикционная пластмасса		
Ведомый	Сталь 45			ШХ15			40ХН		18ХГТ	

Задание 16. Рассчитать цепную передачу одной из схем пункта 1.3 начальными данными (таблица 2.2.16). Нагрузка близка к постоянной.

Таблица 2.2.16

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип цепи	Роликовая		Зубчатая		Роликовая		Зубчатая		Роликовая	
Количество рядов цепи	Однорядная					Многорядная				
№ схемы	1.3.4	1.3.7		1.3.9		1.3.4		1.3.7		1.3.9
$T_{ср}, \text{лет}$	10	15	7	8	7	9	11	5	9	9
$K_{сут}$	0,3	0,7	0,8	1,0	0,3	0,3	0,7	0,85	0,65	0,6
$K_{год}$	0,5	0,5	0,3	0,25	0,8	0,3	0,7	0,5	0,5	0,6

Задание 17*. Рассчитать шариковинтовую передачу (ШВП) привода подачи стола копировально-фрезерного станка со следующими начальными данными (таблица 2.2.17): L – длина винта мм, l – наибольшая рабочая длина винта, P – шаг, Q – наибольшая осевая нагрузка, n_{max} – наибольшая частота вращения винта, n_{min} – наименьшая частота вращения винта.

Таблица 2.2.17

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L, \text{мм}$	1500	2100	1300	1450	970	900	950	1200	980	1350
$l, \text{мм}$	1100	1700	1000	1000	950	870	930	1000	940	1100
$P, \text{мм}$	12	15	10	15	12	8	10	14	12	15
$Q, \text{кН}$	5,0	7,0	7,9	5,7	6,5	4,4	5,5	6,7	7,5	6,0
$n_{max}, \text{мин}^{-1}$	32	50	75	33	40	35	69	70	35	30
$n_{min}, \text{мин}^{-1}$	2	5	10	3	5	3	3	4	2	1
<i>Материалы передачи</i>										
Винт	ХВГ			7ХГ2ВМ			20ХЗМВФ			8ХВ
Гайка	ШХ15		18ХГТ		12ХНЗА			9ХС		
Шарик	ШХ15									

3. Расчет вала

Последовательность расчета:

1. Проектный расчет валов:
 - 1.1. Определение геометрических размеров ступеней валов;
 - 1.2. Предварительный выбор подшипников качения;
 - 1.3. Определение посадки колес (шкивов, звездочек) на вал.
2. Определение расчетной схемы валов:
 - 2.1. Определение радиальных реакций в опорах подшипников;
 - 2.2. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов (на миллиметровке);
 - 2.3. Определение суммарных изгибающих моментов.
3. Проверочный расчет валов:
 - 3.1. Проверка запаса прочности валов;
 - 3.2. Проверка запаса выносливости валов.

Задание 1. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.1 и 3.1.2). Исходные данные – в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.1				3.1.2			
Крутящий момент, Н·м		85	125	200	240	115	160	200	250
Частота вращения вала, об/мин		420	350	242	524	423	368	560	620
Параметры конической передачи	m , мм	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,0	1,75	2,5
	z	38	32	35	24	42	28	34	32
	δ , град	15	18	20	25	16	15	18	20
	b , мм	25	40	30	45	30	45	40	38
Тип ременной передачи		Клиноременная				Плоскоременная			
Параметры ременной передачи	D , мм	200	180	250	280	112	160	224	200
	b , мм	--	--	--	--	40	50	60	30
	Число ремней	2	3	4	2	--	--	--	--
	Тип сечения	A	0	Б	В	--	--	--	--

Задание 2. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.3 и 3.1.4). Исходные данные – в таблице 3.1.2.

Схема 3.1.1

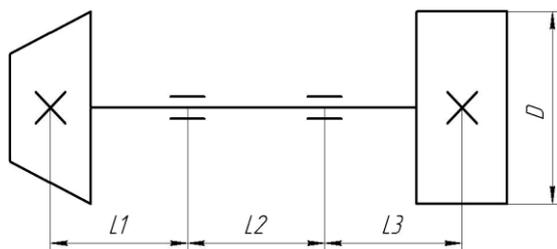


Схема 3.1.2

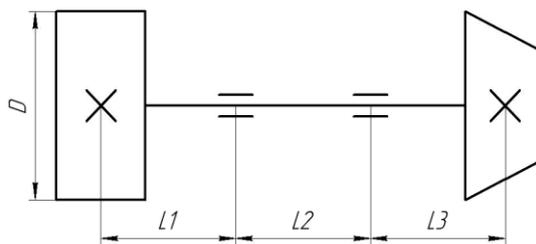


Схема 3.1.3

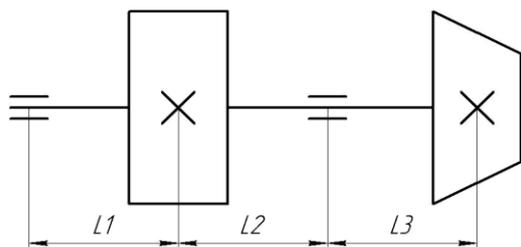


Схема 3.1.4

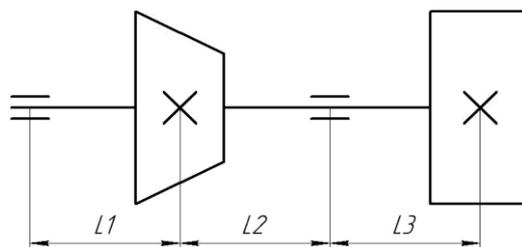


Таблица 3.1.2

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
№ схемы	3.1.3				3.1.4				
Крутящий момент, Н·м	190	145	230	280	323	192	115	120	
Частота вращения вала, об/мин	180	240	385	520	428	322	276	195	
Параметры конической передачи	m , мм	2,0	1,75	2,5	3,0	3,5	1,75	2,0	2,5
	z	80	124	121	97	82	74	64	94
	δ , град	75	78	76	70	62	72	68	74
	b , мм	40	32	35	48	35	32	45	54
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	2,5	2,0	3,0	3,5	4	5	6	7
	z	80	102	78	94	28	21	19	20
	β , град	0	0	0	0	0	0	0	0
	b , мм	60	78	50	82	60	50	75	80

Схема 3.1.5

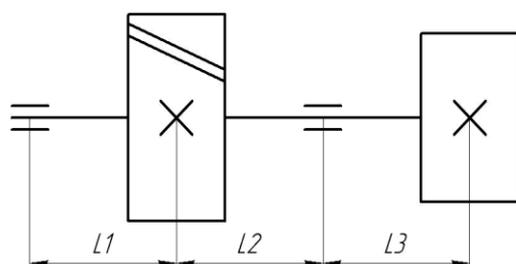
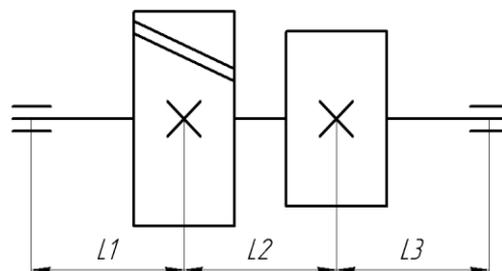


Схема 3.1.6



Задание 3. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.5 и 3.1.6). Исходные данные – в таблице 3.1.3.

Таблица 3.1.3

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.5				3.1.6			
Крутящий момент, Н·м		450	220	390	300	360	520	670	980
Частота вращения вала, об/мин		620	510	468	310	820	130	640	468
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	2,5	1,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,5	4,0
	z	104	92	68	80	95	82	102	78
	β , град	8	10	12	15	10	12	15	8
	b , мм	60	55	45	72	55	70	65	80
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	5	6	8	10	3	3,5	4	5
	z	17	19	21	25	23	32	21	17
	β , град	0	0	0	0	0	0	0	0
	b , мм	75	90	120	100	60	100	75	120

Задание 4. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.7 и 3.1.8). Исходные данные – в таблице 3.1.4.

Таблица 3.1.4

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.7				3.1.8			
Крутящий момент, Н·м		114	151	198	282	112	177	321	248
Частота вращения вала, об/мин		320	484	610	156	205	168	328	575
Зубчатая передача		Коническая				Цилиндрическая			
Параметры зубчатой передачи	m , мм	2,0	1,75	2,5	3,0	1,5	2,0	2,0	2,5
	z	64	82	55	76	85	101	129	120
	β , град	--	--	--	--	10	12	15	8
	δ , град	60	65	70	75	--	--	--	--
	b , мм	45	30	40	55	65	80	90	72
Параметры цепной передачи	p , мм	19	19	25	25	15,87	15,87	25,4	19,05
	z	19	21	20	29	17	21	19	27

Схема 3.1.7

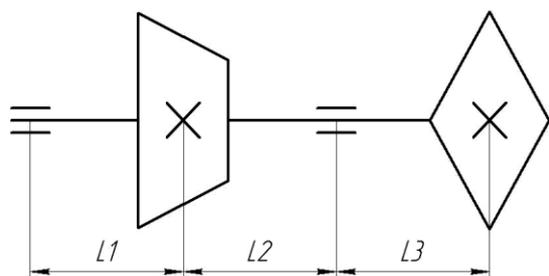
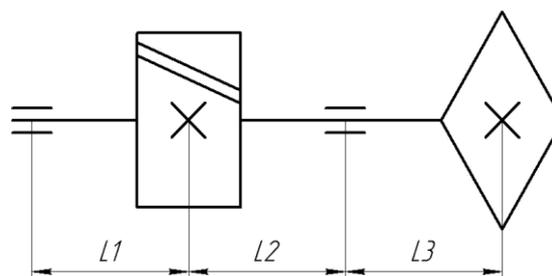


Схема 3.1.8



Задание 5. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.9 и 3.1.10). Исходные данные – в таблице 3.1.5.

Таблица 3.1.5

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.9				3.1.10			
Крутящий момент, Н·м		82	205	172	415	110	168	205	270
Частота вращения вала, об/мин		312	618	472	284	425	612	504	382
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	3,0	2,5	3,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,5
	z	28	32	18	37	32	38	46	42
	β , град	0	0	0	0	25	30	20	40
	b , мм	30	32	50	55	50	80	60	100
Тип ременной передачи		Клиноременная				Плоскорременная			
Параметры ременной передачи	D , мм	160	200	224	250	140	180	224	280
	b , мм	--	--	--	--	40	50	60	70
	Число ремней	3	2	3	2	--	--	--	--
	Тип сечения	А	Б	Б	В	--	--	--	--

Схема 3.1.9

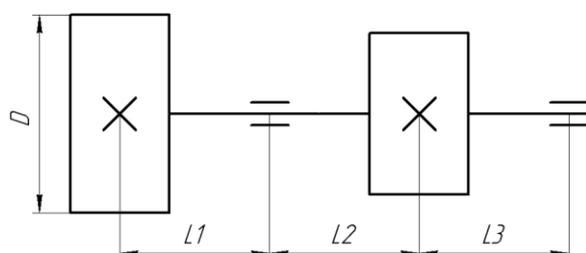
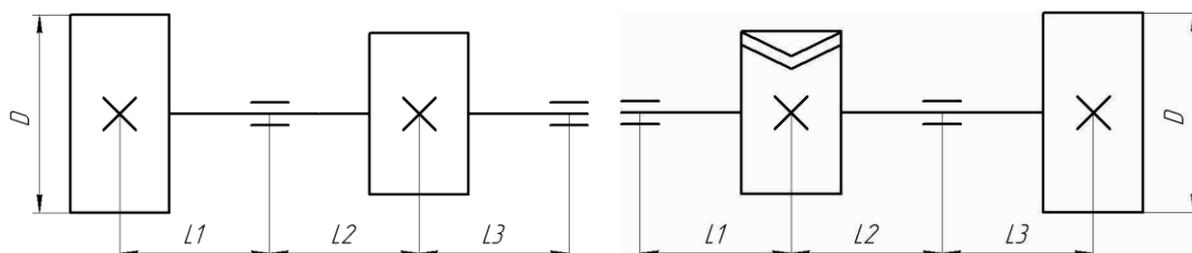


Схема 3.1.10



Задание 6. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.11 и 3.1.12). Исходные данные – в таблице 3.1.6.

Таблица 3.1.6

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.11				3.1.12			
Крутящий момент, Н·м		171	96	212	130	415	210	380	104
Частота вращения вала, об/мин		525	340	428	184	525	316	430	610
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	3,0	3,5	4,0	4,0	2,5	3,0	3,5	2,0
	z	20	27	25	19	104	96	84	42
	β , град	0	0	0	0	9	11	12	14
	b , мм	60	70	90	80	30	65	80	55
Зубчатая передача		Коническая				Цилиндрическая			
Параметры зубчатой передачи	m , мм	2,0	2,5	3,0	3,5	2,5	3	3	4
	z	72	82	60	89	23	25	29	21
	β , град	--	--	--	--	8	10	9	11
	δ , град	60	65	75	58	--	--	--	--
	b , мм	29	19	40	54	60	70	85	78

Схема 3.1.11

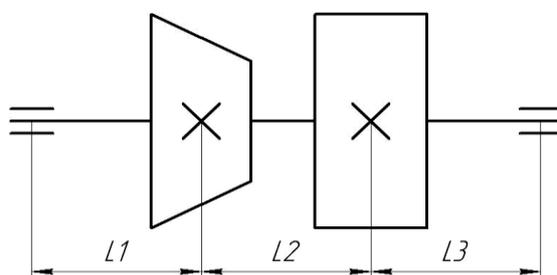
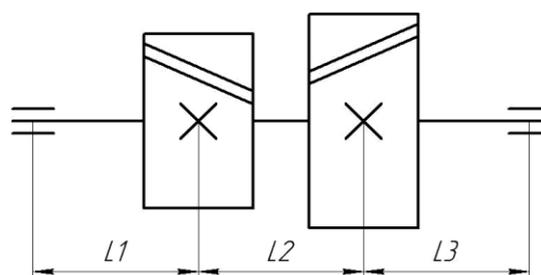


Схема 3.1.12



Задание 7. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.13 и 3.1.14). Исходные данные – в таблице 3.1.7.

Схема 3.1.13

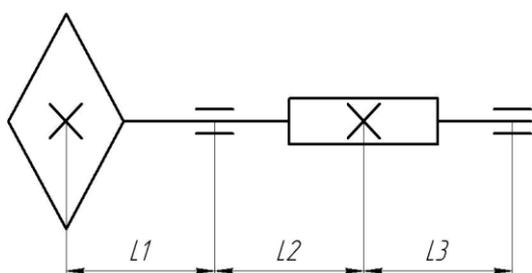


Схема 3.1.14

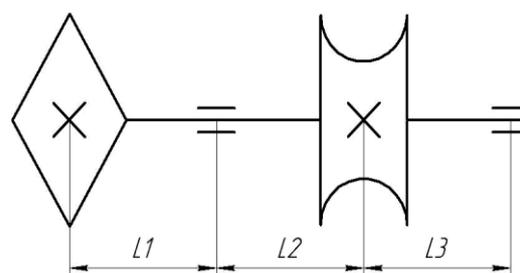


Таблица 3.1.7

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.13				3.1.14			
Крутящий момент, Н·м		52	40	86	98	540	615	730	860
Частота вращения вала, об/мин		682	485	563	725	24	63	48	31
Параметры червячной передачи	m , мм	3,5	3,0	5,0	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0
	z	2	1	1	2	52	64	48	60
	q	16	20	14	20	--	--	--	--
Параметры цепной передачи	p , мм	19	25,4	15,9	19	19	25,4	15,9	25,4
	z	27	31	29	35	27	29	31	29

Задание 8. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.15 и 3.1.16). Исходные данные – в таблице 3.1.8.

Таблица 3.1.8

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.15				3.1.16			
Крутящий момент, Н·м		540	610	490	720	80	70	92	61
Частота вращения вала, об/мин		482	230	632	520	1210	815	725	982
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5
	z	102	142	92	88	42	58	78	46
	β , град	8	10	12	14	0	0	0	0
	b , мм	50	60	65	60	25	40	48	35
Зубчатая передача		Цилиндрическая				Червячная			
Параметры зубчатой передачи	m , мм	2,5	2,0	3,0	2,5	3,0	4,0	3,5	2,5
	z	102	142	92	88	1	2	2	1
	q	--	--	--	--	16	20	16	20
	β , град	8	10	12	14	--	--	--	--
	b , мм	70	80	65	60	--	--	--	--

Задание 9. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.17 и 3.1.18). Исходные данные – в таблице 3.1.9.

Схема 3.1.15

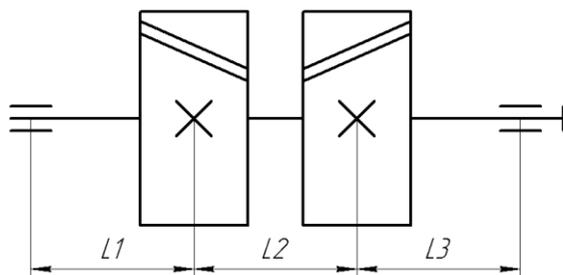


Схема 3.1.16

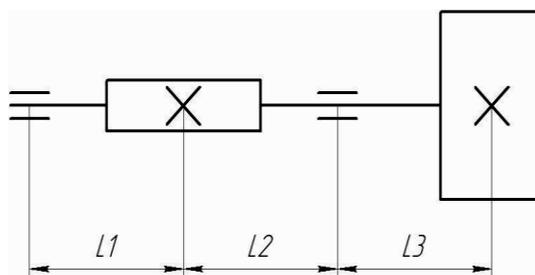


Схема 3.1.17

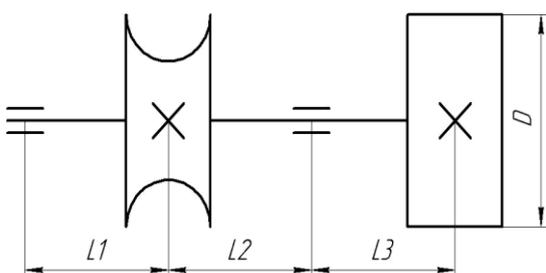


Схема 3.1.18

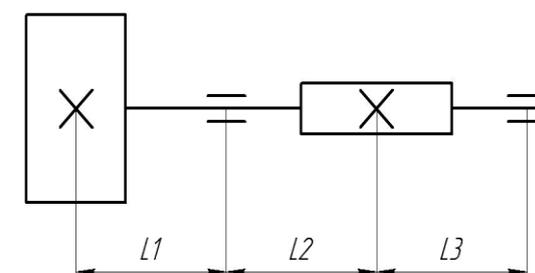


Таблица 3.1.9

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
№ схемы	3.1.17				3.1.18				
Крутящий момент, Н·м	415	510	280	190	32	48	56	71	
Частота вращения вала, об/мин	400	512	250	330	404	672	550	356	
Параметры червячной передачи	m , мм	4,0	5,0	3,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,0
	z	76	44	56	82	1	2	1	2
	q	--	--	--	--	16	20	16	20
Тип ременной передачи	Клиноременная				Плоскоременная				
Параметры ременной передачи	D , мм	200	300	250	180	160	180	224	250
	Число ремней	3	2	3	2	--	--	--	--
	Тип сечения	Б	В	Б	А	--	--	--	--
	b , мм	--	--	--	--	40	50	60	70

Задание 10. Рассчитать и спроектировать выходной вал редуктора (схемы 3.1.19 и 3.1.20). Исходные данные – в таблице 3.1.10.

Таблица 3.1.10

Параметр		Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
№ схемы		3.1.19				3.1.20			
Крутящий момент, Н·м		420	630	350	710	639	461	508	750
Частота вращения вала, об/мин		262	326	536	450	126	52	80	38
Параметры цилиндрической передачи	m , мм	2,0	2,5	2,0	3,5	6,3	7	10	10
	z	100	92	84	96	21	19	25	27
	β , град	0	0	0	0	0	0	0	0
	b , мм	25	40	30	45	80	65	100	90
Зубчатая передача		Цилиндрическая				Червячная			
Параметры зубчатой передачи	m , мм	2,0	2,5	2,0	3,5	4,0	3,5	3,5	4,0
	z	100	92	84	96	56	82	104	86
	β , град	0	0	0	0	--	--	--	--
	b , мм	25	40	30	45	--	--	--	--

Схема 3.1.19

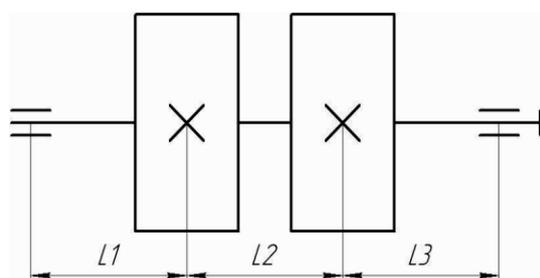
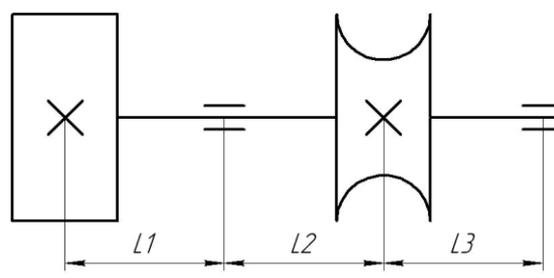


Схема 3.1.20



Задание 11. Рассчитать и спроектировать на выбор тихоходный вал редуктора (схемы 2.1.1 – 2.1.26) согласно своего варианта.

Задание 12. Рассчитать и спроектировать на выбор быстроходный вал редуктора (схемы 2.1.1 – 2.1.26) согласно своего варианта.

4. Подбор и расчет подшипников

4.1. Подшипники скольжения

Расчет подшипников скольжения, должен включать следующие этапы:

1. Предварительный расчет:
 - 1.1. Проверка условия износостойкости подшипника;
 - 1.2. Проверка напряженности работы подшипника
2. Расчет параметров и условий смазки подшипника.
3. Тепловой расчет подшипника.

Задание 1. Рассчитать подшипник жидкостного трения по следующим данным (таблица 4.1.1): F_r – радиальная нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина подшипника, n – частота вращения вала, ψ – относительный зазор, L – расстояние между опорами вала. Проверить возможность обеспечения режима жидкостного трения, определить расход и давление подачи масла при средней температуре t масла в нагруженной зоне.

Таблица 4.1.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	15	17	20	13	21	15	25	22	10	12
d , мм	150	100	200	120	180	200	235	210	105	117
l , мм	100	88	150	97	125	167	200	175	70	79
n , мин ⁻¹	1500	910	2100	705	400	1200	670	1310	1450	970
ψ	0,002	0,001		0,003			0,002			0,001
Тип масла	Тп-22		Тп-46			И-20А			МС-20	
L , мм	1500	1700	790	900	850	1100	1750	910	890	1300
t , °С	50	68	60	70	65	57	59	53	67	55

Примечание: шероховатость рабочих поверхностей $R_z = 3,2$ мкм, максимальный прогиб вала $y_{max} = 0,1$ мм, угол обхвата $\chi = 180^\circ$.

Задание 2. Рассчитать подшипник скольжения и определить марку материала для вкладыша при следующих начальных условиях (таблица 4.1.2): ω – угловая скорость шипа, F_r – радиальная нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина цапфы.

Таблица 4.1.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	12	15	10	17	20	21	25	13	9	11
ω , рад/сек	20	50	150	17	25	15	10	43	175	31
d , мм	120	150	110	180	210	250	270	150	107	135
l , мм	150	180	150	220	250	300	330	178	145	180

Задание 3. Проверить работоспособность подшипника скольжения при следующих данных (таблица 4.1.3): F_r – радиальное нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина подшипника, n – частота вращения вала, t – температуре масла в нагруженной зоне.

Таблица 4.1.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	20	23	19	27	17	15	21	31	25	23
d , мм	100	120	90	180	97	100	120	175	200	155
l , мм	80	100	75	150	70	95	90	140	179	137
n , мин ⁻¹	40	50	75	35	125	110	65	20	50	80
Тип масла	Тп-22		Тп-30		И-40А			И-12А		
t , °С	60	68	60	70	65	57	59	53	67	55
Материал	АСЧ-1		АЧС-4			БрАЖ9-4			Б16	

Задание 4. Рассчитать подшипник скольжения и определить вид трения, и значения f_n и M_T при следующих данных (таблица 4.1.4): F_r – радиальная нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина подшипника, n – частота вращения вала, t – температуре масла в нагруженной зоне, f – коэффициент трения.

Таблица 4.1.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	20	19	23	17	15	25	27	30	21	29
d , мм	60	75	100	70	50	80	100	150	90	145
l , мм	80	110	150	135	85	67	79	107	75	97
n , мин ⁻¹	100	110	75	120	150	97	88	56	50	43
Тип масла	Тп-30			МК-22			И-12А			
t , °С	60	68	60	70	65	57	59	53	67	55
f	0,12	0,1	0,15	0,17	0,13	0,12	0,11	0,09	0,15	0,19
Тип подшипника	Несамоустанавливающийся					Самоустанавливающийся				

Задание 5. Определить максимально допустимый диаметральный зазор, обеспечивающий жидкостное трение в подшипнике вала прокатного реверсивного электродвигателя при следующих начальных условиях (таблица 4.1.6): P – мощность электродвигателя, ω – угловая скорость шипа, v – скорость скольжения, F_r – радиальное нагрузка, d – диаметр цапфы, t – температуре масла в нагруженной зоне. Цапфа шлифованная, а для поверхности вкладыша применяется шабрение

Таблица 4.1.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	515	550	490	520	610	440	470	507	532	570
ω , рад/сек	5,25	4,55	7,32	5,85	3,12	10,1	9,67	6,15	5,05	4,33
v , м/с	1,8	1,1	0,9	2,2	1,5	2,1	1,35	1,97	1,7	1,45
F_r , кН	350	300	420	330	490	370	500	450	310	400
d , мм	700	675	900	910	720	750	820	870	690	775
Тип масла	И-30А		Тп-46			И-20А			Тп-30	
t , °С	68	68	60	70	65	57	59	53	67	55

Задание 6. Рассчитать подшипник скольжения вала редуктора (схема 4.1.1) и выбрать марку материала для вкладыша при следующих начальных условиях (таблица 4.1.6): P – передаваемая мощность, n – частота вращения вала, d – диаметр цапфы, l – длина цапфы, z – количество зубьев шестерни, m – модуль зацепления.

Схема 4.1.1

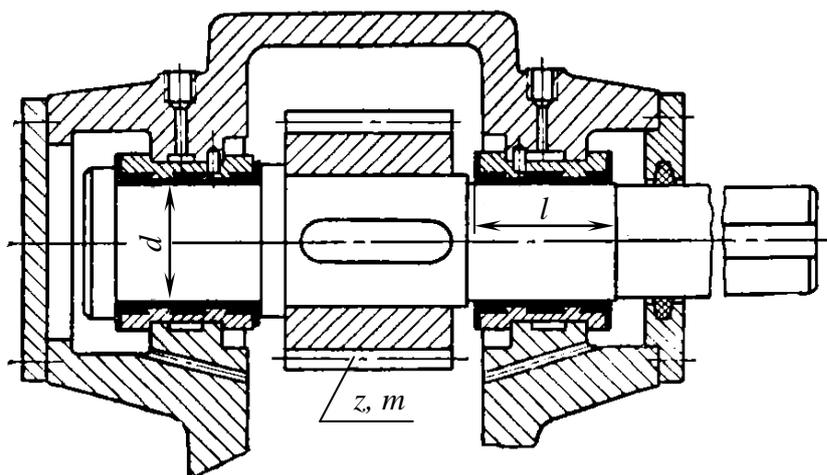


Таблица 4.1.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	60	65	57	62	69	71	55	40	47	42
n , мин ⁻¹	300	200	450	350	155	107	410	520	580	547
z	40	49	50	41	40	35	52	60	57	47
m , мм	5	6	8	4	10	12	3	3,5	6	5,5
d , мм	100	90	110	84	125	110	92	80	87	105
l , мм	125	110	135	100	157	143	117	109	120	167
Материал вала	Сталь 35		Сталь 45				40Х			
Твердость, НВ	187	235			253			270		

Задание 7. Определить температуру подшипника вала электродвигателя, работающего при следующих начальных условиях (таблица 4.1.7): ω – угловая скорость, F_r – радиальная нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина цапфы, f – коэффициент трения.

Таблица 4.1.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	20	17	19	21	22	25	27	12	13	15
ω , рад/сек	63	100	105	23	40	70	12	120	201	75
d , мм	100	110	97	59	130	150	170	87	79	90
l , мм	130	150	120	105	200	207	213	145	133	178
f	0,0025		0,0032			0,002		0,0028		

Задание 8. Произвести проверочный расчет подшипника с кольцевой смазкой (схема 4.1.2) при следующих начальных условиях (таблица 4.1.8): F_r – радиальная нагрузка, d – диаметр цапфы, l – длина цапфы, n – частота вращения вала, f_2 – коэффициент трения, соответствующий точке b (граничное трение), k – коэффициент теплопередачи от корпуса подшипника во внешнюю среду

Схема 4.1.2

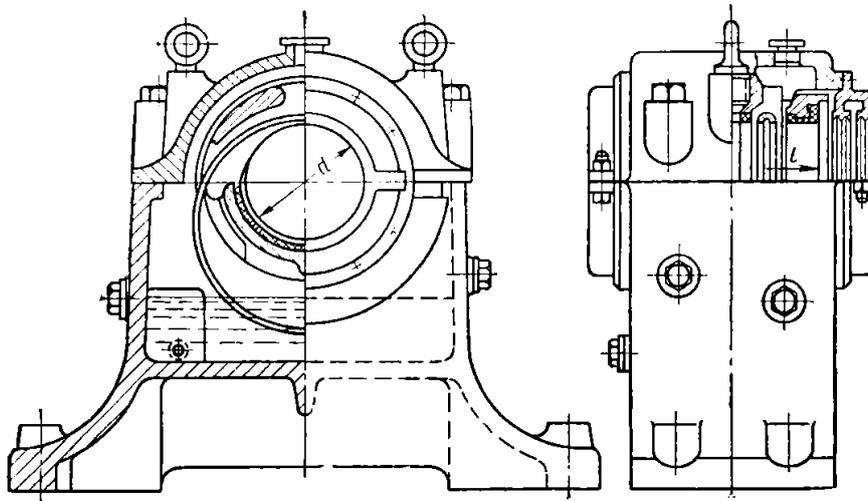


Таблица 4.1.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	24	25	27	30	32	24	22	20	17	28
d , мм	80	87	92	101	107	96	80	77	95	110
l , мм	100	100	117	147	130	178	120	110	125	159
n , мин ⁻¹	40	25	67	32	78	85	90	107	19	61
Тип масла	ТГ-46			ТГ-30			И-40А			
t , °С	60	68	60	70	65	57	59	53	67	55
f_2	0,1	0,1	0,12	0,097	0,13	0,099	0,13	0,19	0,2	0,15
k , Вт/(м°С)	12	11	10	17	13	15	21	25	14	19

Задание 9. Рассчитать подшипник скольжения вала редуктора (схема 4.1.3) и выбрать марку материала для вкладышей при следующих начальных условиях (таблица 4.1.9): P – передаваемая мощность, n – частота вращения вала, d – диаметр цапфы, l – длина цапфы, z – количество зубьев шестерни, m_s – модуль зацепления.

Схема 4.1.3

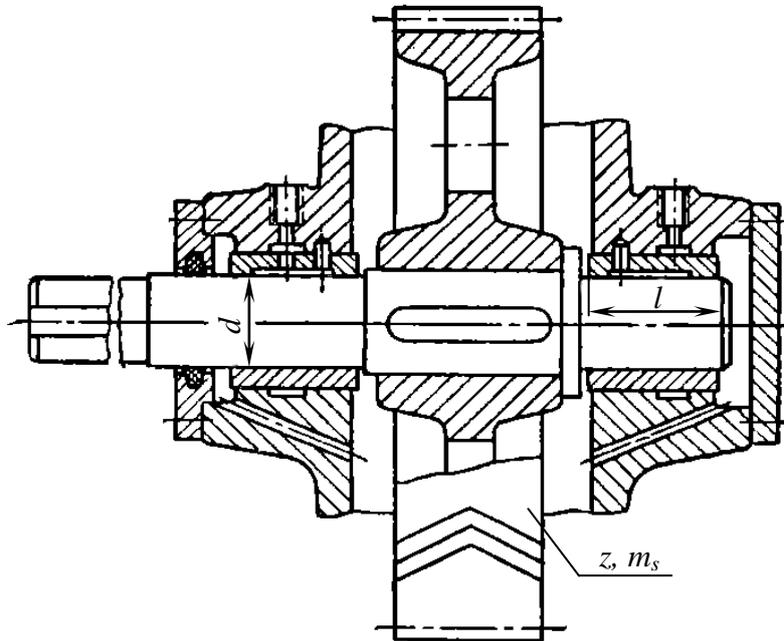


Таблица 4.1.9

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	40	30	55	60	72	29	25	45	41	63
n , мин ⁻¹	60	78	49	60	33	120	100	69	70	27
z	75	100	80	62	70	84	110	57	69	72
m_s , мм	4,0	3,55	5,0	5,6	8,0	2,5	2,24	4,0	5,0	6,3
d , мм	80	85	90	92	74	78	87	96	100	72
l , мм	120	110	137	145	97	100	116	121	147	105

4.2. Подшипники качения

Расчет подшипников качения, должен включать следующие этапы:

1. Предварительный выбор подшипников:
 - 1.1. Определение типа подшипника;
 - 1.2. Назначение класса точности подшипника;
 - 1.3. Определение типоразмера подшипника.
2. Проверочный расчет подшипников:
 - 2.1. По динамической грузоподъемности;
 - 2.2. По статической грузоподъемности.

Задание 1. Необходимо произвести монтаж многоопорного вала и подобрать подшипник при следующих начальных условиях (таблица 4.2.1): n – частота вращения вала, d – диаметр вала, F_r – радиальная нагрузка, L – желаемая долговечность. Нагрузка – с легкими толчками. Вращается внутреннее кольцо. По условиям монтажа требуется самоустанавливающийся подшипник на закрепительной втулке.

Таблица 4.2.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n, \text{мин}^{-1}$	1100	920	1450	2100	790	970	700	1320	2880	830
$d, \text{мм}$	65	45	50	35	70	65	55	60	30	40
$F_r, \text{кН}$	2,5	2,1	1,7	1,9	2,9	3,2	2,7	3,3	1,6	2,5
$L, \text{тыс. час}$	4	5	4	6	3	4	5	5	6	3

Задание 2. Вместо подшипника серии 3000, установленного на промежуточном валу редуктора, намечен к установке подшипник серии 2000. Проверить, исходя из соответствия режимам работы, возможность такой замены при следующих начальных условиях (таблица 4.2.2): n – частота вращения вала, F_r – радиальная нагрузка, L – желаемая долговечность. Осевая нагрузка отсутствует. Работа сопровождается легкими толчками. Вращается внутреннее кольцо подшипника.

Таблица 4.2.2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n, \text{мин}^{-1}$	120	140	110	98	103	135	150	90	130	100
$F_r, \text{кН}$	14,4	15,0	17,1	20,1	13,5	12,9	18,8	21,3	13,4	11,7
$d, \text{мм}$	75	45	50	70	70	65	55	60	75	40
$L, \text{тыс. час}$	20	17	21	20	19	23	18	22	21	25

Задание 3. Подобрать подшипник качения шпинделя сверлильного станка при следующих начальных условиях (таблица 4.2.3): d – диаметр шпинделя, n – частота вращения вала, F_a – осевая нагрузка, L – желаемая долговечность.

Таблица 4.2.3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d, \text{мм}$	55	60	45	50	65	70	75	35	55	50
$n, \text{мин}^{-1}$	400	350	430	450	270	250	210	630	560	490
$F_a, \text{кН}$	8,7	9,1	10,3	9,5	11,0	10,7	11,9	5,8	7,8	9,0
$L, \text{тыс. час}$	10	12	10	15	9	9	8	15	13	11

Задание 4. Выбрать подшипник качения для выходного вала трехрежимной коробки скоростей станка при следующих начальных условиях

(таблица 4.2.4): *I*, *II*, *III* – режимы коробки скоростей, *d* – диаметр вала, Q_i – приведенная нагрузка на *i*-ом режиме, n_i – частота вращения вала на *i*-ом режиме, l_i – продолжительность работы подшипника на *i*-ом режиме, *L* – суммарный срок службы подшипника.

Таблица 4.2.4

Параметр	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>d</i> , мм	30	35	40	45	50	30	55	35	40	50	
<i>I</i>	n , мин ⁻¹	600	630	640	680	700	640	660	710	690	625
	Q , кН	3,1	3,3	2,75	2,83	3,5	2,9	3,15	2,8	2,5	3,4
	l , тыс. час	0,5	0,55	0,57	0,45	0,75	1,0	1,1	0,95	1,0	0,8
<i>II</i>	n , мин ⁻¹	1000	1200	1120	980	950	1075	1100	910	1300	990
	Q , кН	2,5	2,3	2,0	2,1	2,65	2,7	2,8	2,2	1,9	3,0
	l , тыс. час	0,75	0,9	0,97	0,7	0,83	1,5	1,7	1,2	1,3	1,12
<i>III</i>	n , мин ⁻¹	1900	2100	1875	1957	2035	2000	1990	2150	1940	1810
	Q , кН	0,8	0,77	0,9	1,1	1,2	0,7	0,89	0,92	0,72	1,3
	l , тыс. час	1,25	1,37	2,4	2,1	1,5	2,5	1,7	1,9	2,45	1,81
<i>L</i> , тыс. час	$l_I + l_{II} + l_{III}$										

Задание 5. Подобрать подшипник при следующих начальных условиях (таблица 4.2.5): F_r – радиальная нагрузка, F_a – осевая нагрузка, *d* – диаметр вала, ω – угловая скорость вала, *t* – рабочая температура подшипникового узла, *L* – желаемая долговечность. Опора испытывает небольшие толчки и вибрации.

Таблица 4.2.5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_r , кН	3,92	4,7	3,9	4,02	4,5	3,75	3,83	4,1	4,15	4,41
F_a , кН	1,47	1,5	1,33	1,25	1,57	1,5	1,62	1,9	1,83	2,1
<i>d</i> , мм	65	60	70	55	60	50	65	75	55	70
ω , рад/сек	73,2	67,1	100,0	70,7	59,9	83,5	87,1	90,7	95,0	102,0
<i>t</i> , °С	150	125	143	137	90	85	92	140	155	161
<i>L</i> , тыс. час	6,3	6,1	7,2	6,7	5,8	5,5	6,9	7,0	5,7	6,5

Задание 6. При ремонте машины, установленные на валу радиально-упорные шарикоподшипники типа 36000, было предложено заменить роликовыми коническими типа 7300. Возможна ли такая замена? Начальные условия (таблица 4.2.6): n – частота вращения вала, F_r – радиальная нагрузка. Как изменится расчетная (теоретическая) долговечность подшипникового узла? Опоры испытывают кратковременные толчки вибрации и перегрузки.

Таблица 4.2.6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_{r1} , кН	3,92	4,12	3,78	4,45	4,32	3,97	3,84	3,71	4,19	4,25
F_{r2} , кН	5,40	5,90	5,58	5,67	4,99	6,11	5,92	5,73	6,09	6,21
F_a , кН	1,47	1,34	1,52	1,65	1,74	1,33	1,29	1,57	1,49	1,62
ω , рад/сек	66	60	71	75	84	93	100	59	55	97

Задание 7. Подобрать подшипники для тихоходного вала червячного редуктора при следующих начальных условиях (таблица 4.2.7): P – мощность редуктора, F_r – радиальная нагрузка (действует на вал симметрично относительно опор), F_a – осевая нагрузка, d – диаметр вала, n – частота вращения вала, L – желаемая долговечность. Длина вала незначительна.

Таблица 4.2.7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	3,5	4,0	3,75	3,3	2,5	4,8	5,0	5,5	7,0	2,5
F_r , кН	4,0	5,0	3,5	4,24	5,1	3,7	4,7	5,9	3,3	4,2
F_a , кН	2,0	1,15	2,5	3,1	2,1	1,9	1,7	1,81	2,3	2,7
n , мин ⁻¹	50	55	61	73	84	101	29	37	44	96
d , мм	50	45	55	65	60	40	75	70	55	50
L , тыс. час	5,0	5,1	6,2	6,0	7,0	5,0	5,5	5,3	4,75	4,9

Задание 8. Определить требуемые коэффициенты работоспособности, подобрать тип и выбрать по каталогу подшипники для вала червяка при следующих начальных условиях (таблица 4.2.8): $F_{r1(2)}$ – радиальная нагрузка, действующая подшипник 1(2), F_a – осевая нагрузка, d – диаметр вала, ω – угловая скорость вала, L – желаемая долговечность.

Таблица 4.2.8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_{r1} , кН	1,57	1,49	1,53	1,7	2,0	1,175	1,25	1,35	1,44	1,5
F_{r2} , кН	0,65	0,77	0,6	0,55	1,1	0,49	0,42	0,39	0,57	0,8
F_a , кН	2,45	2,59	3,0	3,2	2,75	1,765	1,19	2,35	1,58	1,9
d , мм	35	40	30	45	50	40	45	35	50	55
ω , рад/сек	91	102	115	87	60	75	79	83	95	67
L , тыс. час	5,0	5,5	4,3	5,9	6,1	4,5	5,2	4,8	5,0	6,0

Заключение

Создание машин в современном производственном процессе начинается с проектирования, в основе которого лежат главные критерии их работоспособности: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость и т. д.

Предлагаемый сборник заданий охватывает основы расчета кинематических схем агрегатов и механизмов, а также их отдельных элементов механизмов: открытых и закрытых передач, передачи винт-гайка, валов, подшипников. Назначение и объем учебного пособия обусловили включение справочного материала в строго ограниченном количестве, необходимом для выполнения теоретических расчетов и решения некоторых примеров. Тем не менее, для выполнения расчетно-графических работ необходимо пользоваться учебниками, справочниками, ГОСТами, атласами конструкций, то есть развивает у студента навыки самостоятельной работы, применяя традиционные методы.

Дальнейшее изучение курса «Детали машин и основы конструирования» предполагает использование студентами систем автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения.

Библиографический список

1. Прикладная механика [Текст]: метод. указания к выполнению расчетно-графических заданий для студентов спец. 160903 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов» очной формы обучения / сост.: А.А. Фадеев, В.А. Лавренов; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2008. – 28с.
2. Детали машин и основы конструирования [Текст]: метод. указания к выполнению курсового проекта для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» и 150202 «оборудование и технология сварочного производства» / сост. Т.Т. Ереско, Н.А. Дроздова, В.И. Медведев, А.А. Фадеев; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2008. – 68с.
3. Дроздова Н.А. Курсовое проектирование по деталям машин и основам конструирования. Расчет механических передач [Текст]: учебное пособие / Н.А. Дроздова, Т.Т. Ереско, Н.А. Смирнов; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2007. – 160 с.
4. Детали машин и основы конструирования [Текст]: учебное пособие для вузов/ Г.И. Роцин, Е.А. Самойлов, Н.А. Алексеева и др.; под ред. Г.И. Роцина, Е.А. Самойлова. – М.: Дрофа, 2006. – 415с.
5. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – 12-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 408 с.: ил.
6. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин [Текст]: учеб. пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов -9-е изд. перераб. и доп. - М.: Академия, 2006. - 496 с.
7. Жуков К.П., Гуревич Ю.Е. Атлас конструкций механизмов, узлов и деталей машин [Текст]: В 2-х ч.: Учебное пособие для студентов машиностроит. Специальностей вузов. – М.: Изд-во «Станкин», 2000. – 254с.
8. Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т. Детали машин [Текст]: проектирование. Справочно-методическое пособие / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. – М.: Высшая школа, 2004. – 298с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. - 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. - 912 с.: ил.
10. Черменский О.Н., Федотов Н.Н. Подшипники качения: Справочник-каталог. – М.: Машиностроение, 2003. – 576с.
11. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин [Текст]: Учебное пособие / А.Е. Шейнблит. Изд-е 2-е, перераб. и дополн. – Калининград: Янтарный сказ, 2000. – 454с.
12. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст]: учебник / Д.В. Чернилевский . – М.: Машиностроение, 2006. – 656с.
13. Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М., Ицкович Г.М., Козинцов В.П. Курсовое проектирование деталей маши [Текст]: Учебное пособие / С.А.

Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, Г.М. Ицкович, В.П. Козинцов. – изд. 3-е, стереотип. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 416 с.: ил.

14. Детали машин [Текст]: Учебник для вузов/ Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др.; Под ред. О.А. Ряховского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 520с.: ил.

15. Леликов О.П. Валы и опоры с подшипниками качения. Конструирование и расчет: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 640 с.

16. Кузьмин А. В. Чернин И. М., Козинцов Б. С. Расчеты деталей машин: Справ. пособие/А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. С. Козинцов.— 3-е изд., перераб. и доп.— Минск: Высшая школа, 1986. – 400 с.: ил.

17. Детали машин: Атлас конструкций [Текст]: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. В 2 ч. Ч. 1, 2/Б. А. Байков, В. Н. Богачев, А. В. Буланже и др.; Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. Д. Н. Решетова.— 5-е изд., переработ и доп. М.: Машиностроение, 1992.— 296с.

18. Детали машин в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие /С. Н. Ничипорчик, М. И. Корженцевский, В. Ф. Калачев и др.; Под общ. ред. С. Н. Ничипорчика. – 2-е изд. – Минск: Высшая школа, 1981. – 432 с., ил.

19. Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин [Текст]: учеб. пособие / Г.М. Ицкович, С.А. Чернавский, В.А. Киселев, К.Н. Боков, М.А. Бонч-Осмоловский; Под общ. ред. Г.М. Ицковича, С.А. Чернавского. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1965. – 328с.

20. Подшипники качения: Справочник-каталог / Под ред. В. Н. Нарышкина и Р. В. Коросташевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец оформления титульного листа

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА»

Кафедра	Основы конструирования машин
Дисциплина	Детали машин и основы конструирования
Группа	ТС -41

Расчетно-графическое задание по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

1.3. Кинематический расчет привода конвейера (тема)

Задание 03 Вариант 09

Разработал студент _____ П.П. Петров
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Проверил преподаватель _____ к.т.н., доцент И.И. Иванов
(подпись, дата) (ученое звание, степень,
инициалы, фамилия)

Красноярск 2010

**Технические характеристики двигателей основного исполнения
(класс нагревостойкости изоляции «F», степень защиты IP54)**

Мощность, кВт	Тип	Масса, кг	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	Сos φ	$\frac{M_{II}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$
<i>3000 об/мин (2 полюса)</i>							
0,55	АИР 63В2	5,45	2730	75,0	0,85	2,2	2,2
	РА71В2	7,8	2815	74,0	0,82	2,5	2,6
0,75	АИР71А2	6,5	2815	78,5	0,83	2,5	2,7
	РА80А2	8,7	2781	74,0	0,83	2,5	2,7
1,1	АИР71В2	8,8	2800	79,0	0,86	2,6	2,8
	РА80В2	11	2800	77,0	0,86	2,6	2,8
1,5	АИР80А2	13	2835	79,0	0,87	2,8	3,0
	5А80МА2	14	2820	81,0	0,85	2,5	2,6
	РА90S2	13	2835	79,0	0,87	2,8	3,0
2,2	АИР80В2	15	2820	82,0	0,87	3,2	3,4
	5А80МВ2	15,5	2830	81,0	0,85	2,5	2,6
	РА90L2	15	2820	82,0	0,87	3,2	3,4
3,0	АИР90L2	17	2835	82,0	0,86	2,9	3,2
	РА100L2	17	2805	83,0	0,86	3,1	3,2
4,0	АИР100S2	20,5	2820	82,0	0,84	3,0	3,2
	РА112М2	27	2865	85,0	0,88	2,2	3,0
5,5	АИР100L2	28	2860	84,0	0,86	1,8	2,2
	РА132SA2	43	2895	87,0	0,89	2,4	3,0
7,5	АИР112М2	49	2895	87,0	0,89	2,0	2,2
	5А112М2	57	2885	87,5	0,89	2,9	3,3
	РА132SB2	49	2895	88,0	0,89	2,5	3,2
11,0	АИР132М2	64	2890	88,0	0,88	2,8	3,5
	АИРМ132М2	77,5	2900	89,0	0,89	2,4	2,9
	РА160МА2	85	2940	88,0	0,89	2,0	3,3
15,0	АИР160S2	116	2940	88,0	0,86	2,0	3,2
	5А160S2	126	2930	90,0	0,89	2,7	3,4
	РА160МВ2	92	2940	90,0	0,86	2,0	3,2
18,5	АИР160М2	130	2940	90,0	0,88	2,0	3,2
	5А160М2	138	2930	90,5	0,89	2,8	3,4
	РА160L2	100	2940	90,0	0,87	2,0	3,2
22,0	АИР180S2	150	2940	90,5	0,89	2,0	2,7
	5АМХ180S2	140	2930	90,5	0,89	2,0	2,9
	РА180М2	128	2940	90,5	0,89	2,1	3,5
30,0	АИР180М2	170	2940	92,0	0,89	2,2	3,5
	5АМХ180М2	155	2940	91,5	0,89	2,4	3,3
	РА200LA2	180	2940	91,0	0,88	2,3	3,6
0,55	АИР71А4	8,5	1410	70,0	0,78	1,7	2,0
	РА80А4	8,5	1410	71,0	0,78	2,0	2,2

Мощность, кВт	Тип	Масса, кг	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	Сos φ	$\frac{M_{II}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$
<i>1500 об/мин (4 полюса)</i>							
0,75	АИР71В4	10	1415	73,0	0,74	2,0	2,5
	РА80В4	10	1406	75,0	0,79	2,3	2,5
1,1	АИР80А4	14	1420	77,0	0,80	2,3	2,6
	5А80МА4	13	1400	74,0	0,8	2,0	2,4
	РА90S4	14	1420	77,0	0,8	2,3	2,6
1,5	АИР80В4	16	1420	78,5	0,80	2,3	2,8
	5А80МВ4	14,7	1405	76,0	0,81	2,0	2,4
	РА90L4	16	1420	78,5	0,80	2,3	2,8
2,2	АИР90L4	17	1390	78,0	0,82	2,2	2,6
	РА100LА4	18,5	1388	79,0	0,83	2,2	2,6
3,0	АИР100S4	21	1395	78,0	0,80	2,7	3,0
	РА100LВ4	21	1395	79,0	0,80	2,7	3,0
4,0	АИР100L4	30	1425	84,0	0,82	2,5	3,0
	РА112М4	30	1425	84,0	0,82	2,5	3,0
5,5	АИР112М4	45	1450	87,0	0,85	2,4	3,0
	5А112М4	56	1430	86,0	0,83	2,7	2,9
	РА132S4	45	1449	87,0	0,85	2,4	3,0
7,5	АИР132S4	52	1455	88,0	0,83	2,8	3,2
	АИРМ132S4	70	1450	88,0	0,85	2,1	2,8
	РА132М4	52	1455	88,0	0,83	2,8	3,2
11,0	АИР132М4	60	1440	88,0	0,84	2,8	3,3
	АИРМ132М4	83,5	1450	89,0	0,85	2,4	3,1
	РА160М4	82	1460	89,0	0,84	1,8	2,8
15,0	АИР160S4	120	1460	89,0	0,87	1,9	2,9
	5А160S4	127	1450	90,0	0,86	2,3	2,6
	РА160L4	100	1460	90,0	0,87	1,9	2,9
18,5	АИР160М4	142	1460	90,0	0,89	1,9	2,9
	5А160М4	140	1450	90,0	0,86	2,3	2,6
	РА180М4	112	1460	90,5	0,89	1,9	2,9
22,0	АИР180S4	160	1460	91,0	0,88	2,1	2,8
	5АМХ180S4	145	1465	91,0	0,84	1,7	2,6
	РА180L4	128	1460	91,0	0,88	2,1	2,8
30,0	АИР180М4	190	1460	91,0	0,89	2,4	3,0
	5АМХ180М4	165	1470	92,0	0,87	1,7	2,6
	РА200L4	180	1465	91,5	0,86	2,3	3,2
<i>1000 об/мин (6 полюсов)</i>							
0,75	АИР80А6	14	930	71,0	0,70	2,0	2,4
	5А80МА6	14	930	71,0	0,69	2,0	2,4
	РА90S6	14	930	71,0	0,70	2,0	2,4
1,1	АИР80В6	16	930	72,0	0,72	2,0	2,4
	5А80МВ6	16	930	72,0	0,70	2,0	2,4
	РА90L6	16	930	74,0	0,72	2,0	2,4

Мощность, кВт	Тип	Масса, кг	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	Cos ϕ	$\frac{M_{II}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$
1,5	АИР90L6	18	925	72,0	0,71	2,4	2,8
	РА100L6	19	920	76,0	0,73	2,4	2,5
2,2	АИР100L6	24	925	76,0	0,71	2,9	3,1
	РА112М6	33	960	80,0	0,75	1,8	2,3
3,0	АИР112МА6	41	960	83,0	0,79	2,2	2,6
	5А112МА6	50	950	80,5	0,79	2,3	2,7
	РА132S6	41	960	83,0	0,79	2,2	2,6
4,0	АИР112МВ6	50	960	84,0	0,80	2,2	2,6
	5А112МВ6	55	950	82,0	0,81	2,3	2,7
	РА132МА6	50	960	84,0	0,80	2,2	2,6
5,5	АИР132S6	56	950	83,0	0,82	2,2	2,5
	АИРМ132S6	68	960	85,0	0,81	2,1	2,5
	РА132МВ6	56	950	84,0	0,82	2,2	2,5
7,5	АИР132М6	61	960	84,5	0,77	2,8	3,1
	АИРМ132М6	81	970	86,0	0,81	2,2	2,8
	РА160М6	83	970	87,0	0,80	2,0	2,8
11,0	АИР160S6	125	970	87,0	0,82	1,9	2,9
	5А160S6	124	970	89,0	0,84	2,0	2,8
	РА160L6	102	970	89,0	0,82	2,2	2,9
15,0	АИР160М6	155	970	89,0	0,82	2,3	3,0
	5А160М6	150	975	89,0	0,84	2,0	2,8
	РА180L6	117	970	89,0	0,82	2,3	3,0
18,5	АИР180М6	160	970	89,0	0,86	2,2	3,0
	5АМХ180М6	160	980	90,0	0,84	1,9	2,7
	РА200LА6	165	970	87,0	0,82	1,8	2,7
22,0	АИР200М6	195	970	87,0	0,84	2,0	2,5
	5А200М6	245	975	91,0	0,83	2,3	2,3
	РА200LВ6	170	975	90,0	0,84	2,4	3,3
30,0	АИР200L6	240	970	89,5	0,86	2,0	2,7
	5А200L6	260	980	92,0	0,84	2,4	2,4
<i>750 об/мин (8 полюсов)</i>							
0,55	АИР80В8	13,5	700	60	0,63	1,8	1,9
	5А80МВ8	15,7	700	60,0	0,62	2,2	2,4
0,75	АИР90LА8	23	705	67,0	0,60	2,0	2,3
1,1	АИР90LВ8	28	705	72,0	0,68	2,0	2,4
1,5	АИР100L8	33,5	705	75,0	0,71	2,2	2,5
	РА112М8	36	700	73,0	0,70	1,7	2,1
2,2	АИР112МА8	46	705	75,0	0,75	1,7	2,3
	5А112МА8	50	710	78,0	0,66	2,3	2,5
	РА132S8	65	720	70,0	0,70	1,7	2,1

Мощность, кВт	Тип	Масса, кг	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	Cos φ	$\frac{M_{II}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$
3,0	АИР112МВ8	53	700	78,0	0,73	1,7	2,3
	5А112МВ8	54	710	79,0	0,67	2,3	2,5
	РА132М8	73	715	70,0	0,70	1,8	2,4
4,0	АИР132S8	70	710	79,0	0,76	1,6	1,9
	АИРМ132S8	68	710	82,0	0,7	2,1	2,6
	РА160МА8	80	730	84,0	0,71	1,8	2,2
5,5	АИР132М8	86	710	80,0	0,76	1,7	2,1
	АИРМ132М8	82	710	84,0	0,73	2,1	2,6
	РА160МВ8	85	730	84,0	0,71	1,8	2,2
7,5	АИР160S8	125	730	86,0	0,73	1,8	2,4
	5А160S8	123	720	87,0	0,74	1,8	2,4
	РА160L8	102	730	85,0	0,73	1,6	2,4
11,0	АИР160М8	150	730	87,0	0,75	1,8	2,4
	5А160М8	149	720	87,0	0,74	1,8	2,4
	РА180L8	138	730	87,0	0,75	1,7	2,4
15,0	АИР180М8	172	730	86,5	0,76	2,0	2,7
	5АМХ180М8	160	730	88,0	0,78	1,6	2,2
	РА200L8	165	730	88,0	0,80	2,0	2,5
18,5	АИР200М8	210	730	88,0	0,80	2,1	2,5
	5А200М8	240	730	91,0	0,77	2,1	2,8
	РА225S8	210	728	89,0	0,80	2,1	2,5
22,0	АИР200L8	225	730	88,5	0,77	2,0	2,5
	5А200L8	260	730	91,0	0,8	2,1	2,8
	РА225М8	235	725	90,0	0,77	2,0	2,5
30,0	АИР225М8	316	730	90,0	0,79	2,0	3,0
	5А225М8	340	735	92	0,8	2,1	2,3

Условные обозначения электродвигателей :

<u>АИР</u>	<u>X</u>	<u>XXX</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>
1	2	3	4	5	6	7

- 1- Обозначение серии (АИР, 5А, РА)
- 2- Признак модификации с повышенным скольжением (С)
- 3- Габарит (высота оси вращения в мм.)
- 4- Установочный размер по длине станины (S, M, L); вариант длины сердечника при сохранении установочного размера (А, В)
- 5- Число полюсов (2, 4, 6, 8)
- 6- Климатическое исполнение (ХЛ, УХЛ, У, Т, ОМ, О)
- 7- Категория размещения

Значения КПД различных передач с учетом потерь в подшипниках

Типы передач, узел	η
Зубчатая передача: цилиндрическая коническая	0,96 ... 0,98 0,95 ... 0,97
Планетарная: одноступенчатая двухступенчатая	0,9 ... 0,95 0,85 ... 0,9
Волновая	0,7 ... 0,9
Червячная при передаточном числе: свыше 30 от 14 до 30 от 8 до 14	0,7 ... 0,8 0,75 ... 0,85 0,8 ... 0,9
Зубчато-реечная	0,7 ... 0,8
Винтовая передача: качения скольжения фрикционная	0,9 ... 0,96 0,25 ... 0,7 0,7 ... 0,8
Ременная: с плоским обычным ремнем и автоматическим натяжением то же с передаточным натяжением то же с синтетическим ремнем то же с зубчатым ремнем с клиновым ремнем с поликлиновым ремнем	0,96 ... 0,98 0,92 ... 0,96 0,98 0,97 0,95 0,98
Муфта соединительная	0,92 ... 0,95
Направляющие поступательного движения: качения скольжения	0,95 0,85
Подшипники (одна пара): качения скольжения.	0,99 0,85

Таблица 2

**Соотношение передаточных чисел быстроходной и тихоходной ступеней
двухступенчатых редукторов**

Редуктор	Передаточное число	
	u_{δ}	u_m
Двухступенчатый по развернутой схеме	u_p / u_T	$0,88 \sqrt{u_p}$
Двухступенчатый соосный	u_p / u_T	$0,95 \sqrt{u_p}$
Двухступенчатый соосный с внутренним зацеплением	$2 \sqrt[3]{U_p}$	u_p / u_{δ}
Коническо-цилиндрический	u_p / u_T	$1,1 \sqrt{u_p}$
Цилиндрическо-червячный	1,6...3,15	u_p / u_{δ}
Червячно-цилиндрический	u_p / u_T	$(0,03...0,06) u_p$
Планетарный двухступенчатый $u_p \leq 25$ $25 < u_p \leq 63$ $u_p > 63$	4 $u_p / 6,3$ 10	$u_p / 4$ 6,3 $0,1 u_p$

Таблица 3

Значения номинальных передаточных отношений u закрытых передач

Передачи	1-й ряд	2-й ряд
Цилиндрические и конические зубчатые	1,00; 1,25; 1,6; 2,00; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0	1,12; 1,40; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9,0; 11,2
Червячные	8,0; 10,0; 12,5; 16; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0; 100,0; ...	9,0; 11,2; 14,0; 18,0; 22,4; 28,0; 35,5; 45,0; 56,0; 71,0; 90,0; ...

Примечания: 1. 1-й ряд следует предпочитать 2-му ряду.

Механические характеристики сталей

Марка стали	Термическая обработка	Предельные размеры заготовки		Твердость зубьев		Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Предел текучести σ_T , МПа
		D^*	S^*	в сердцевине	на поверхности		
45	Улучшение	125	80	235...262 НВ	235...262 НВ	780	540
45		80	50	269...302 НВ	269...302 НВ	890	650
40X		200	125	235...262 НВ	235...262 НВ	790	640
40X		125	80	269...302 НВ	269...302 НВ	900	750
40ХН 35ХМ		315	200	235...262 НВ	235...262 НВ	800	630
40ХН		200	125	269...302 НВ	269...302 НВ	920	750
35ХМ							
40X	Улучшение и закалка ТВЧ	125	80	269...302 НВ	45...50 HRC	920	750
40ХН 35ХМ	Улучшение и закалка ТВЧ	200	125	269...302 НВ	48...53 HRC	920	750
40ХНМА 38Х2МЮА	Улучшение, и азотирование	125	80	269...302 НВ	50...56 HRC	980	780
20X 20ХН2М 18ХГТ 12ХН3А 25ХГМ	Улучшение, цементация и закалка	200	125	300...400 НВ	56...63 HRC	1 000	800

Таблица 2

Пределы контактной выносливости $\sigma_{H_{lim}}$ и коэффициентов безопасности S_H для стальных зубчатых колес из углеродистых и легированных сталей

Способы термической и химико-термической обработки зубьев	Средняя твердость поверхности зубьев	Стали	Значения $\sigma_{H_{lim}}$, МПа
Отжиг, нормализация и улучшение	менее 350НВ	Стали углеродистые и легированные	$2H_{HB} + 70$
Объемная закалка	(38...50)HRC		$18H_{HRC} + 150$
Поверхностная закалка	(40...50)HRC		$17H_{HRC} + 200$
Цементация и нитроцементация	Более 56 HRC	Стали легированные	$23H_{HRC}$
Азотирование	--		1050

Таблица 3

**Пределы изгибной выносливости $\sigma_{F_{lim}}$ и коэффициенты безопасности S_F
для стальных зубчатых колес при работе одной стороной**

Способ термической или химико- термической обработки	Группа сталей	Твердость зубьев		$\sigma_{F_{lim}}$, МПа	S_F
		на поверхности	в серцевине		
Улучшение	45, 40X, 40XH, 35XM	< 350 HB	< 350 HB	1,75 HB _{ср}	1,7
Закалка ТВЧ по контурку зубьев Закалка ТВЧ сквозная ($m < 3$ мм)	40X, 40XH, 35XM	48...52 HRC	27...35 HRC	600...700	1,7
		48...52 HRC	48...52 HRC	500...600	
Цементация	20X	57...62 HRC	30...45 HRC	750...800	1,55
Цементация с автоматическим регулируем процесс	20XH2M, 18XГТ, 25XГМ, 12XH3A	57...62 HRC	30...45 HRC	850...950	1,55
Азотирование	38X2MЮА, 40XHMA	< 67 HRC	24...40 HRC	12 HRC _c * + 290	1,7

* HRC_c – твердость сердцевины.

Редактор А. А. Ловчикова
Компьютерная верстка А. А. Ловчиковой

Подписано в печать 27.02.2008. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать плоская. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 4,25.
Тираж 100 экз. Заказ . С 102.

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 24.49.04.953.П.000032.01.03 от 29.01.2003 г.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
Отпечатано в отделе копировально-множительной техники
Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.