

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Прохоров Сергей Григорьевич

Должность: Председатель УМК

Дата подписания: 05.09.2024 10:41:21

Уникальный идентификатор документа:

b1cb3ce3b5a8850f02c3b2579bc691893e7a6284

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский технический универ-
ситет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Чистопольский филиал «Восток»

(наименование института (факультета, филиала))

Кафедра приборостроения

(наименование кафедры разработчика)

УТВЕРЖДЕНО:

Ученым советом КНИТУ-КАИ

(в составе ОП ВО)

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.13 Прикладная механика

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины)

Чистополь 2023

Комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) разработан для обучающихся всех форм обучения по направлению подготовки (специальности):

Код и наименование направления подготовки (специальности)	Направленность (профиль, специализация, магистерская программа)
12.03.01 Приборостроение	Приборостроение

Разработчик(и):

Гатауллина Лилия Аглямовна, научный сотрудник, к.т.н.

Комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) рассмотрен на заседании кафедры приборостроения, протокол № 9 от 26.05.2023г.

Заведующий кафедрой

Прохоров Сергей Григорьевич, доцент, к.т.н.

1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля).

Промежуточная аттестация предназначена для оценки достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины (модуля) и позволяет оценить уровень и качество ее освоения обучающимися.

Комплект оценочных материалов представляет собой совокупность оценочных средств (комплекс заданий различного типа с ключами правильных ответов, включая критерии оценки), используемых при проведении оценочных процедур (текущего контроля, промежуточной аттестации) с целью оценивания достижения обучающимися результатов обучения по дисциплине (модулю).

1.1 Оценочные средства и балльные оценки для контрольных мероприятий

Таблица 1.1 Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
6	6 ЗЕ/216	32	16	16	-	3	-	0,35	-	69	44	35,65	экзамен
Итого	6 ЗЕ/216	32	16	16	-	3	-	0,35	-	69	44	35,65	

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 1.2. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.1, б – Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
4	6 ЗЕ/216	12	6	6	-	3	-	0,35	-	69	111	8,65	экзамен
Итого	6 ЗЕ/216	12	6	6	-	3	-	0,35	-	69	111	8,65	

Таблица 1.2 Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
6 семестр				
Выполнение контрольной работы по разделу	16	16	-	32
Защита лабораторной работы	6	6	-	12
Выполнение задач по практике	3	3	-	6
Итого (максимум за период)	25	25	-	50
Экзамен				50
Итого				100

Таблица 1.3 Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

2 Оценочные средства для проведения текущего контроля

Задачи по дисциплине

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

(пороговый уровень)

Решение задачи ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями. Предлагается решить одну задачу, выбранную случайным образом. Всего предусмотрено 8 различных задач, включающих несколько вариантов исходных данных.

Критерием оценивания решения задачи является правильность и полнота ее решения.

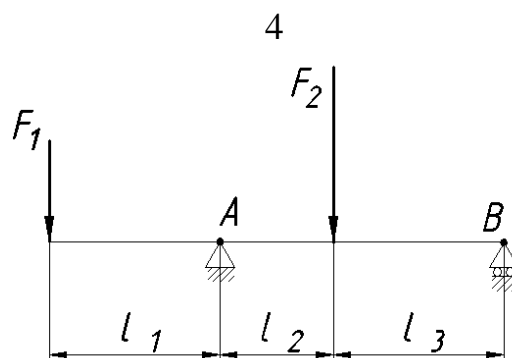
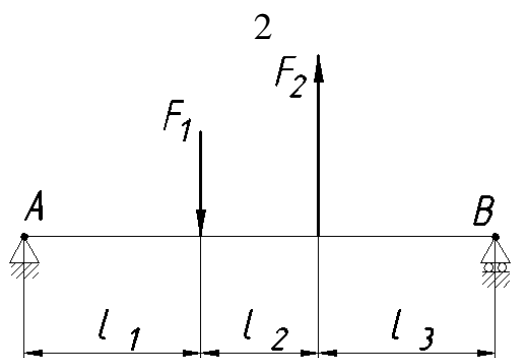
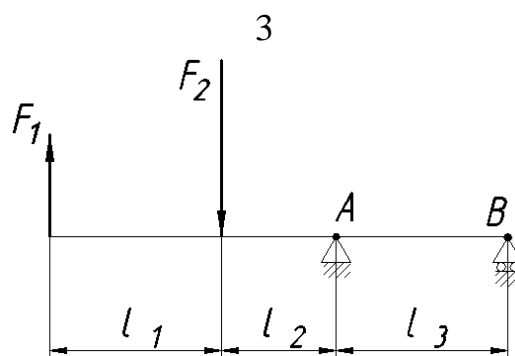
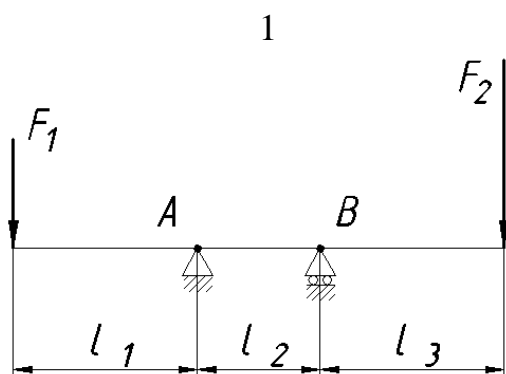
Задачи:

Задача 1

На балку действуют силы $F_1 = 200\text{ Н}$, $F_2 = 100\text{ Н}$. Расстояния между точками приложения сил $l_1 = 50\text{ мм}$, $l_2 = 30\text{ мм}$, $l_3 = 50\text{ мм}$. Материал балки сталь 30ХГСА. $[\sigma] = 250\text{ МПа}$.

Построить эпюру изгибающего момента. Определить размеры безопасного сечения балки, в случае если сечение круг.

Варианты схем:



Задача 2

Рассчитать на прочность прямозубую цилиндрическую передачу механизма прибора. Проектный расчет выполнить исходя из условия обеспечения прочности зубьев по контактным напряжениям. Сделать проверочный расчет на изгиб. Определить геометрические параметры колес и шестерен передачи.

Исходные данные:

- крутящий момент на входном валу T_1 ;
- передаточное число i_{12} ;
- число зубьев шестерни z_1 ;
- передача выполнена без смещения;

Варианты исходных данных:

Вариант	$T_1, Нмм$	i_{12}	z_1	Зацепление
1	25	5	20	внешнее
2	20	5	20	внутреннее
3	30	4	22	внешнее
4	40	3	20	внутреннее
5	45	3	21	внешнее

Механические свойства некоторых материалов

Материал	ГОСТ	НВ	Е, МПа	σ_B , МПа	σ_T , МПа
Ст3	1050-88	110 ...130	200000	390 ...420	200 ...250
Ст5	1050-88	130 ...140	200000	430 ...450	210 ...220
10	1050-88	140 ...150	190000	360 ...450	220 ...230
15	1050-88	160 ...180	200000	400 ...490	240 ...250
20	1050-88	160 ...180	200000	440 ...550	260 ...270
30	1050-88	170 ...190	200000	510 ...620	350 ...360
40	1050-88	170 ...200	200000	600 ...720	360 ...370
50	1050-88	200 ...220	200000	690 ...800	360 ...380
60	1050-88	210 ...250	200000	730 ...850	420
15X	4543-74	210 ...230	200000	700 ...750	550 ...570
20X	4543-74	220 ...250	200000	740 ...760	580 ...600
40X	4543-74	235 ...262	200000	1000	800

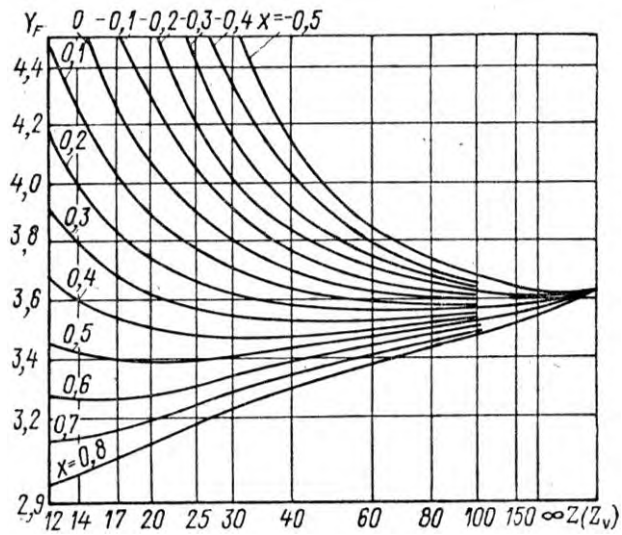


Рис. 1. График для определения коэффициента Y_F колес с внешними зубьями: x – коэффициент смещения исходного контура; z_v – эквивалентное число зубьев.

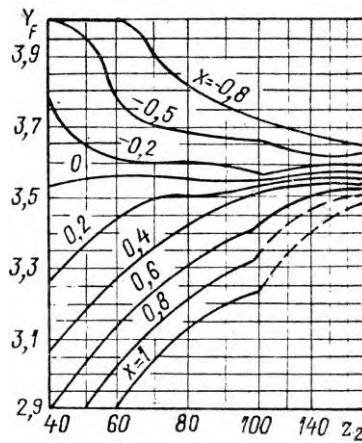


Рис. 2. График для определения коэффициента Y_F колес с внутренними зубьями нарезаемые долбяком с числом зубьев $z_0 = 20$: x – коэффициент смещения исходного контура

Задача 3

Рассчитать на прочность прямозубую цилиндрическую передачу механизма прибора. Проектный расчет выполнить исходя из условия обеспечения прочности зубьев при изгибе. Сделать проверочный расчет на прочность по контактным напряжениям. Определить геометрические параметры колес и шестерен передачи.

Исходные данные:

- крутящий момент на входном валу T_1 ;
- передаточное число i_{12} ;
- число зубьев шестерни z_1 ;
- передача выполнена без смещения;

Варианты исходных данных:

Вариант	$T_1, Нмм$	i_{12}	z_1	Зацепление
1	25	5	20	внешнее
2	20	5	20	внутреннее
3	30	4	22	внешнее
4	40	3	20	внутреннее

Механические свойства некоторых материалов

Материал	ГОСТ	НВ	Е, МПа	σ_B , МПа	σ_T , МПа
Ст3	1050-88	110 ...130	200000	390 ...420	200 ...250
Ст5	1050-88	130 ...140	200000	430 ...450	210 ...220
10	1050-88	140 ...150	190000	360 ...450	220 ...230
15	1050-88	160 ...180	200000	400 ...490	240 ...250
20	1050-88	160 ...180	200000	440 ...550	260 ...270
30	1050-88	170 ...190	200000	510 ...620	350 ...360
40	1050-88	170 ...200	200000	600 ...720	360 ...370
50	1050-88	200 ...220	200000	690 ...800	360 ...380
60	1050-88	210 ...250	200000	730 ...850	420
15X	4543-74	210 ...230	200000	700 ...750	550 ...570
20X	4543-74	220 ...250	200000	740 ...760	580 ...600
40X	4543-74	235 ...262	200000	1000	800

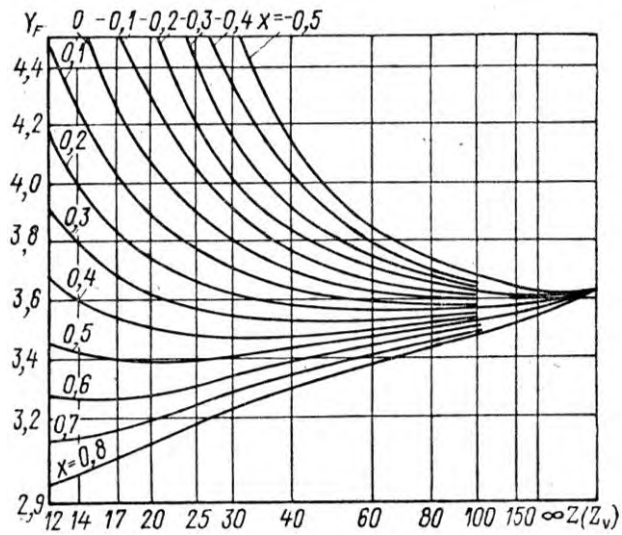


Рис. 1. График для определения коэффициента Y_F колес с внешними зубьями: x – коэффициент смещения исходного контура; z_v – эквивалентное число зубьев.

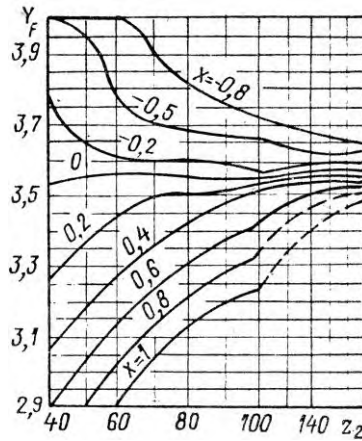


Рис. 2. График для определения коэффициента Y_F колес с внутренними зубьями нарезаемые долбяком с числом зубьев $z_0 = 20$: x – коэффициент смещения исходного контура

Задача 4

В зубчатом зацеплении (рис. 1) действует сила F_{n43} , которая нагружает выходной вал изгибающим и крутящим моментом. Определить силу F_{n43} , а также радиальные и окружные составляющие силы при известном крутящем моменте T . Построить эпюры изгибающего и крутящего момента. Определить место наиболее опасного сечения и проверить вал на статическую прочность из условия обеспечения прочности при изгибе и кручении с использованием теории прочности.

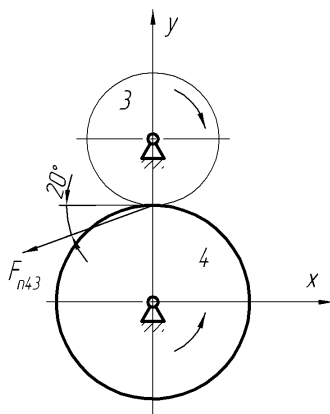


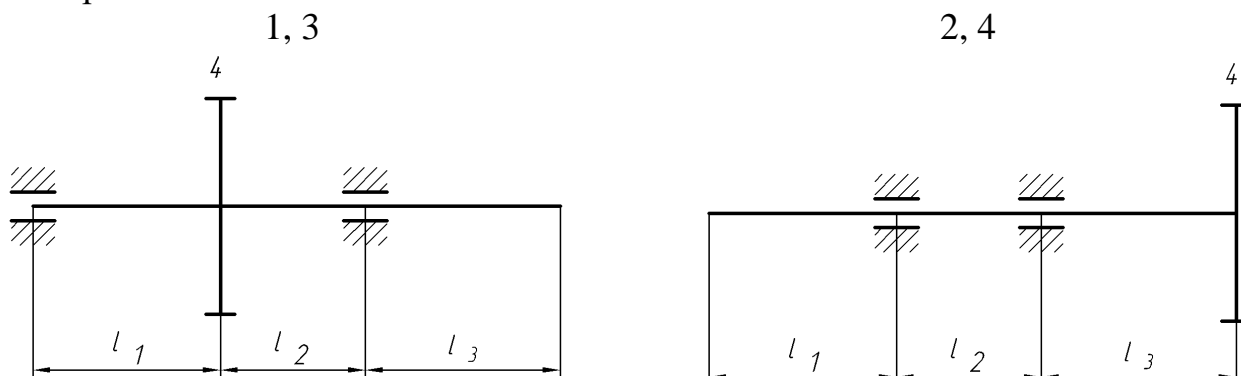
Рис. 1

Исходные данные по вариантам приведены в таблице. В таблице d_4 – диаметр 4 колеса, d – диаметр вала, $[\sigma]$ – допустимое напряжение при кручении с изгибом. $l_1 = l_3 = 3d$, $l_2 = 2d$.

Таблица

Вариант	Теория прочности	T , Н·мм	d_4 , мм	d , мм	$[\sigma]$, МПа
1	IV	2500	58	12	40
2	IV	1500	62	10	40
3	III	2000	60	10	40
4	III	2200	54	12	40
5	IV	3000	60	10	40

Варианты схем валов:



Задача 5

На выходном валу в точке C возникает максимальный изгибающий момент M и крутящий момент T .

Нарисовать конструкцию выходного вала и проверить вал на усталостную прочность (определить истинный запас прочности n в опасном сечении).

Исходные и справочные данные приведены в табл. 1 – 3. В табл. 1 d – диаметр вала в точке C , σ_B – предел прочности при растяжении.

Примечание. Подшипники выбирать и рассчитывать не нужно.

Таблица 1

Вариант	T , Н·мм	M , Н·мм	d , мм	σ_B , МПа
1	1000	2000	10	400
2	2000	4000	12	600
3	2500	6000	12	800
4	500	2000	10	400
5	1500	6000	9	800
6	2500	8000	9	800

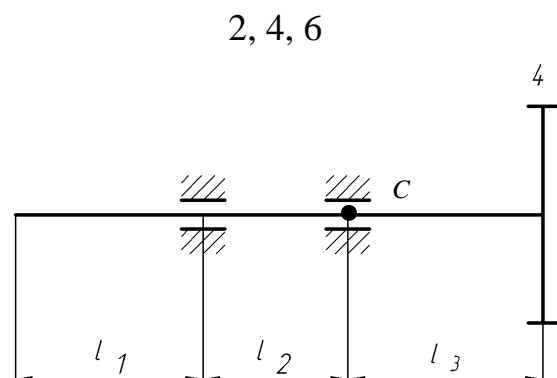
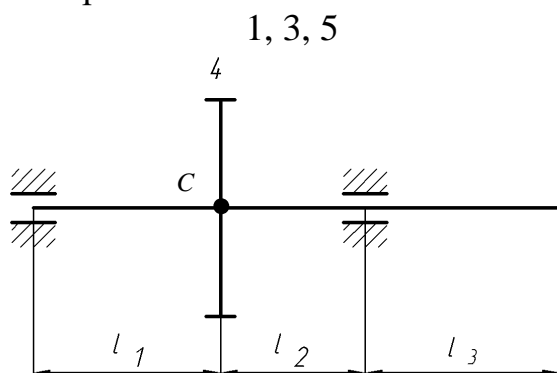
Таблица 2

Вид деформации	σ_B , МПа				
	350 – 520	520 – 720	720 – 1000	1000 – 1200	1200 – 1400
Изгиб и растяжение (ψ_σ)	0	0,05	0,1	0,2	0,25
Кручение (ψ_τ)	0	0	0,05	0,1	0,15

Таблица 3

Концентраторы напряжений	K_σ	K_τ
Галтель	2	1,4
Шпоночный паз	2,2	1,8
Посадка подшипника	3,2	2,5
Проточка	1,8	1,6

Варианты схем валов:



Задача 6

Вал передает крутящий момент T . На валу предполагается установить с помощью шпоночного соединения зубчатое колесо и с помощью штифтового – шестерню. В месте посадки колеса диаметр вала $d_{1В}$, в месте посадки шестерни $d_{2В}$. Длина ступицы колеса $l_{СТ}$, диаметр ступицы шестерни $d_{СТ}$. Подобрать по диаметру вала цилиндрический штифт (рис. в) и призматическую шпонку с закругленными торцами (рис. а) или сегментную шпонку (рис. б). Рассчитать шпонку и штифт на прочность. Материал шпонки и штифта имеет предел прочности, σ_B .

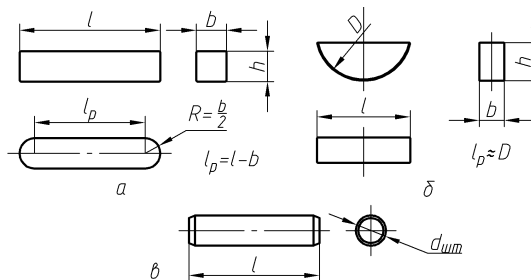


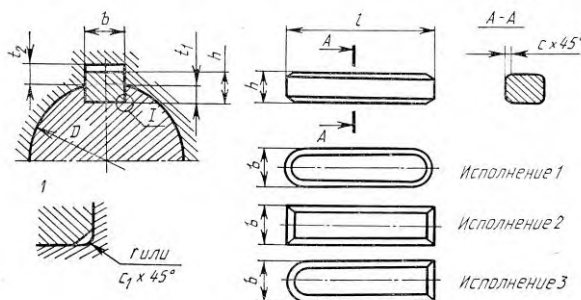
Рис.

Варианты заданий

Вариант	T , Нмм	$d_{1В}$, мм	$d_{2В}$, мм	$l_{СТ}$, мм	$d_{СТ}$, мм	σ_B , МПа
1	1500	8	9	20	11	430
2	1000	7	8	20	10	360
3	2500	10	12	15	15	490
4	3000	12	13	15	16	400
5	3500	14	15	20	16	460

Справочные данные

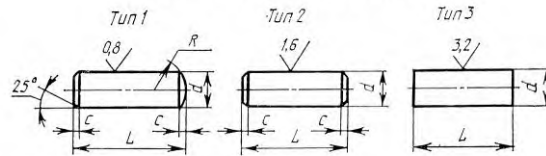
Размеры призматических шпонок и пазов (ГОСТ 23360—78), мм



Диаметр вала D	$b \times h$	t_1	t_2	c_1 или r_1	c_2	l
От 6 до 8	2×2	$1,2^{+0,1}$	$1,0^{+0,1}$	$0,08 \dots 0,16$	$0,16 \dots 0,25$	$6 \dots 20$
Свыше 8 до 10	3×3	$1,8^{+0,1}$	$1,4^{+0,1}$			$6 \dots 36$
» 10 » 12	4×4	$2,5^{+0,1}$	$1,8^{+0,1}$			$8 \dots 45$
» 12 » 17	5×5	$3,0^{+0,1}$	$2,3^{+0,1}$			$10 \dots 56$
» 17 » 22	6×6	$3,5^{+0,1}$	$2,8^{+0,1}$	$0,16 \dots 0,25$	$0,25 \dots 0,40$	$14 \dots 70$
» 22 » 30	8×7	$4,0^{+0,2}$	$3,3^{+0,2}$			$18 \dots 90$

Примечания: 1. Ряд стандартных длин шпонок l : 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160 мм и более.

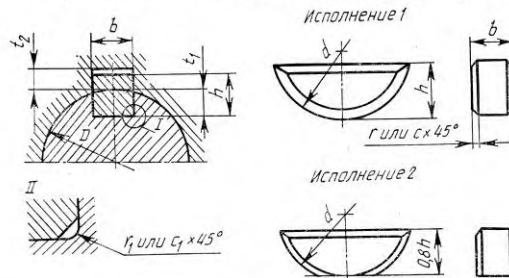
Размеры штифтов (ГОСТ 3128—70), мм



<i>d</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>L</i>
0,6	2,5...8	1,2	2,5...25	2,5	5...50	5	10...55
0,8	2,5...14	1,6	3,0...30	3	6...55	6	12...55
1,0	2,5...16	2	4...40	4	8...55		

Примечания: 1. Длина штифтов *L* по ряду: 2, 5, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 36, 40, 45, 50, 55 мм.
 2. При *d* = 0,6...0,8 мм *C* = 0,1 мм; при *d* = 1,0...1,2 *C* = 0,2; при *d* = 1,6...2 *C* = 0,3; при *d* = 2,5...3 *C* = 0,5; при *d* = 4 *C* = 0,6; при *d* = 5 *C* = 0,8; при *d* = 6 мм *C* = 1,0 мм.
 3. $R \approx d$.

Размеры сегментных шпонок и пазов (ГОСТ 24071—80), мм



<i>D</i>	<i>b</i> × <i>h</i> × <i>d</i>	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₂
От 3 до 4	1 × 1,4 × 4	1,0 ^{+0,1}	0,6 ^{+0,1}
Свыше 4 до 5	1,5 × 2,6 × 7	2,0 ^{+0,1}	0,8 ^{+0,1}
» 5 » 6	2 × 2,6 × 7	1,8 ^{+0,1}	1,0 ^{+0,1}
» 6 » 7	2 × 3,7 × 10	2,9 ^{+0,1}	1,0 ^{+0,1}
» 7 » 8	2,5 × 3,7 × 10	2,7 ^{+0,1}	1,2 ^{+0,1}
» 8 » 10	3 × 5,0 × 13	3,8 ^{+0,2}	1,4 ^{+0,1}
» 10 » 12	3 × 6,5 × 16	5,3 ^{+0,2}	1,4 ^{+0,1}
» 12 » 14	4 × 6,5 × 16	5,0 ^{+0,2}	1,8 ^{+0,1}
» 14 » 16	4 × 7,5 × 19	6,0 ^{+0,2}	1,8 ^{+0,1}
» 16 » 18	5 × 6,5 × 16	4,5 ^{+0,2}	2,3 ^{+0,1}
» 18 » 20	5 × 7,5 × 19	5,5 ^{+0,2}	2,3 ^{+0,1}
» 20 » 22	5 × 9,0 × 22	7,0 ^{+0,3}	2,3 ^{+0,1}
» 22 » 25	6 × 9,0 × 22	6,5 ^{+0,3}	2,8 ^{+0,1}
» 25 » 28	6 × 10 × 25	7,5 ^{+0,3}	2,8 ^{+0,1}

Примечания: 1. Для валов диаметром *D* = 3...12 мм *c* ≥ 0,16 мм, *c*₁ = 0,08 мм, *r* ≤ 0,25 мм, *r*₁ ≤ 0,16 мм.
 2. Для валов диаметром *D* > 12 мм *c* ≥ 0,25 мм, *c*₁ = 0,16 мм, *r* ≤ 0,40 мм, *r*₁ ≤ 0,25 мм.

Задача 7

Определить по справочнику предельные отклонения размеров деталей в соединении для посадок $\frac{Js8}{h8}$, $\frac{H7}{m7}$, $\frac{H8}{h8}$, $\frac{N9}{h9}$, $\frac{H7}{e7}$, $\frac{L6}{k6}$, $\frac{H7}{l6}$. Сделать рисунки расположения полей допусков. Определить максимальный и минимальный размеры деталей, вид посадки. В зависимости от вида посадки определить натяги и (или) зазоры. Определить систему, по которой выполнена посадка.

Задание выполнить для номинального размера приведенного ниже.

Варианты номинальных размеров

Вариант	Номинальный размер деталей, мм
1	4
2	8
3	12
4	6
5	10
6	11

Справочные данные

Параметры точности изготовления наружных колец радиальных и радиально-упорных подшипников

Класс точности	Номинальный диаметр D , мм		Предельные отклонения наружного диаметра, мкм				Непостоянство ширины колец U_p	Вращение наружной цилиндрической поверхности относительно базового торца S_d	Радиальное биение дорожки качения R_d	Осевое биение дорожки качения R_a
			D_m^{**}		D^*					
	Св.	До	в	н (-)	в (+)	н (-)				
0	2,5	6	0	8	1	9	-	-	15	40
	6	18		8	2	10				
	18	30		9	2	11				
6	2,5	18	0	7	1	8	-	-	8	20
	18	30		8	1	9				
	18	30		8	1	9				
5	2,5	18	0	5	0	5	5	8	5	8
	18	30		6	0	6				
	18	30		6	0	6				
4	2,5	18	0	4	0	4	2,5	4	3	5
	18	30		5	0	5				
	18	30		5	0	5				
2	2,5	18	0	3	0	3	1,5	2	2	2,5
	18	30		4	0	4				
	18	30		4	0	4				

* Только для подшипников серий диаметров: 8, 9, 1, 2, 3, 4 — класс точности 0; 8, 9, 1, 7, 2, 3, 4 — классы точности 6, 5, 4; 8, 9, 1, 2, 3 — класс точности 2.
 ** D_m — среднее значение диаметра D .

Параметры точности изготовления внутренних колец радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников

Класс точности	Интервалы номинальных диаметров d , мм		Предельные отклонения, мкм						Непостоянство ширины колец U_p	Радиальное биение дорожки качения R_i	Биение базового торца относительно отверстия S_i	Осевое биение дорожки качения A_i
			диаметра цилиндрического отверстия				ширины колец					
	Св.	До	d_m^{**}		d^*		B					
			н (-)	и в	н (-)	в (+)	н (-)	в				
0	0,6 2,5 10	2,5 10 18	8	0	9 10 11	1 2 3	40 120 120	0	12 15 20	10	20	40
6	0,6 2,5 10	2,5 10 18	7	0	8	1	40 120 120	0	10	5 6 7	10	20
5	0,6 2,5 10	2,5 10 18	5	0	5	0	40 40 80	0	5	3,5	7	7
4	0,6 2,5 10	2,5 10 18	4	0	4	0	40 40 80	0	2,5	2,5	3	3
2	0,6 2,5 10	2,5 10 18	4	0	4	0	40 40 80	0	2	2	2	2

* Только для подшипников серий диаметров: 8, 9, 1, 2, 3, 4 — класс точности 0; 8, 9, 1, 7, 2, 3, 4 — классы точности 6, 5, 4; 8, 9, 1, 2, 3 — класс точности 2.

** d_m — среднее значение диаметра d .

Обозначения: в, н — верхнее и нижнее предельные отклонения.

Задача 8

Вариант 1

Определить исходя из условия обеспечения прочности средний диаметр конических штифтов глухой муфты (рис. 1). Сделать проверку втулки муфты на кручение. Материал втулки и штифта Ст5 $\sigma_B = 430 \text{ МПа}$, $[\tau_{кр}] = 70 \text{ МПа}$ $d_B = 5 \text{ мм}$, $D = 10 \text{ мм}$, передаваемый крутящий момент $T = 200 \text{ Нмм}$.

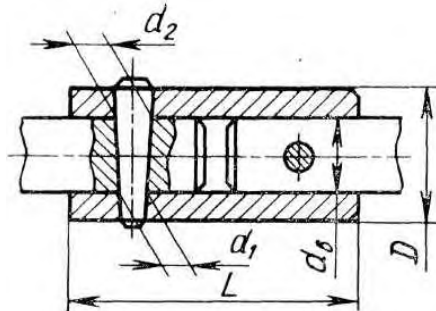


Рис. 1 Втулочная глухая муфта

Вариант 2

Определить исходя из условия обеспечения прочности пальцев максимально возможный крутящий момент дисковой поводковой муфты (рис. 2). Материал пальца Ст3 $\sigma_s = 390 \text{ МПа}$, радиус окружности центров пальцев $s_1 = 15 \text{ мм}$, количество пальцев $z = 4$, расчетная длина пальца $b = 6 \text{ мм}$.

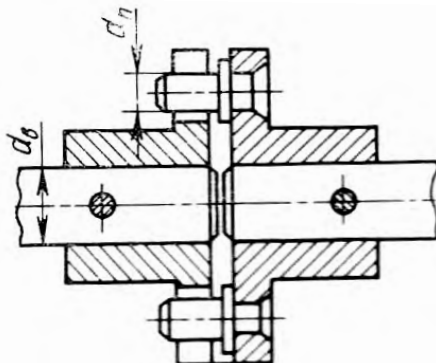


Рис. 2 Дисковая поводковая муфта

Вариант 3

Определить исходя из условия обеспечения прочности минимальный диаметр пальцев дисковой втулочно-пальцевой муфты (рис. 3). Материал пальца Ст3 $\sigma_s = 390 \text{ МПа}$, диаметр окружности центров пальцев $D = 30 \text{ мм}$, количество пальцев $z = 4$, ширина каждой втулки $b = 3 \text{ мм}$, количество втулок на одном пальце $i = 3$, передаваемый крутящий момент $T = 400 \text{ Нмм}$.

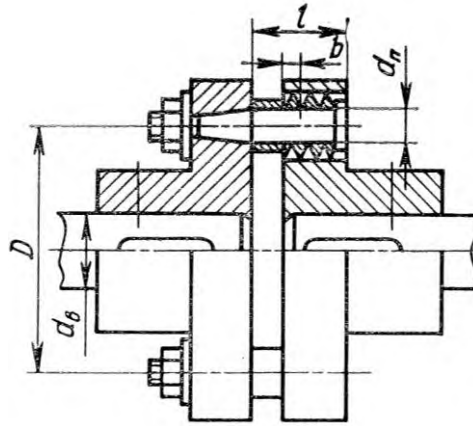


Рис. 3 Дисковая втулочно-пальцевая муфта

Вариант 4

Определить исходя из условия обеспечения прочности размеры крестовой муфты (рис. 4). Условия работы механизма легкие толчки, материал полумуфт – бронза, материал крестовины – сталь, $[q] = 10 \text{ МПа}$, высота выступа крестовины $h = 4 \text{ мм}$, передаваемый крутящий момент $T = 1000 \text{ Нмм}$.

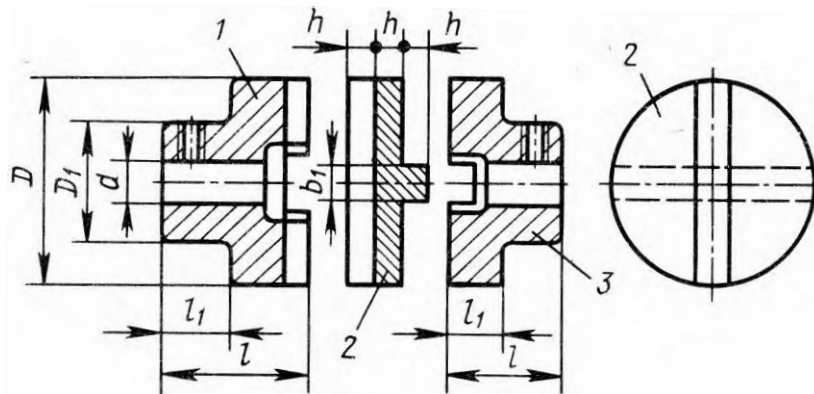


Рис. 4 Крестовая муфта

2.7 Курсовой проект

Темы курсовых работ

1 Проектирование маломощного привода (по вариантам).

Техническое задание

Необходимо спроектировать маломощный привод – мотор-редуктор, предназначенный для понижения частоты вращения и увеличения крутящего момента на выходном валу, с требуемым ресурсом $L_h = 20000$ ч согласно исходным данным приведенным ниже.

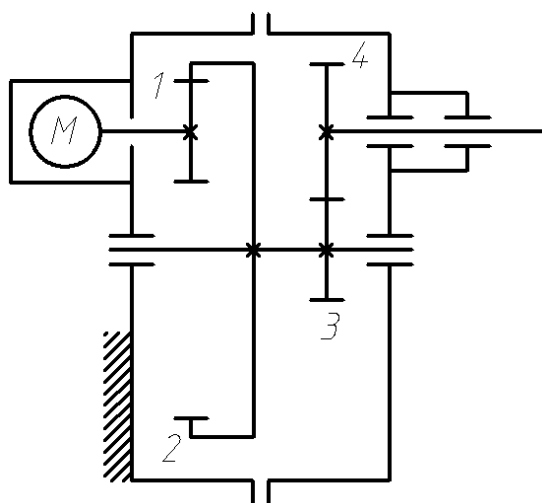


Рис. 1. Структурная схема привода

Технические характеристики привода:

- тип двигателя УАД – 72;
- число оборотов на выходе редуктора $n_{\text{вых}} = 325$ об/мин.

Материалы основных деталей привода:

- вал – 15 (сталь);
- шестерня – 40Х (сталь);
- шпонка – Ст5 (сталь);
- корпус – ПА 610 (полиамид, пластмасса).

Основные параметры и конструкция электродвигателя приведены в [Ошибка! Закладка не определена.]:

– мощность двигателя – $P_{\text{дв}} = 70 \text{ Вт}$

– частота вращения вала двигателя $n_{\text{дв}} = 2760 \text{ об/мин}$

– номинальный момент – $T_{\text{дв}} = 242 \text{ Нмм}$

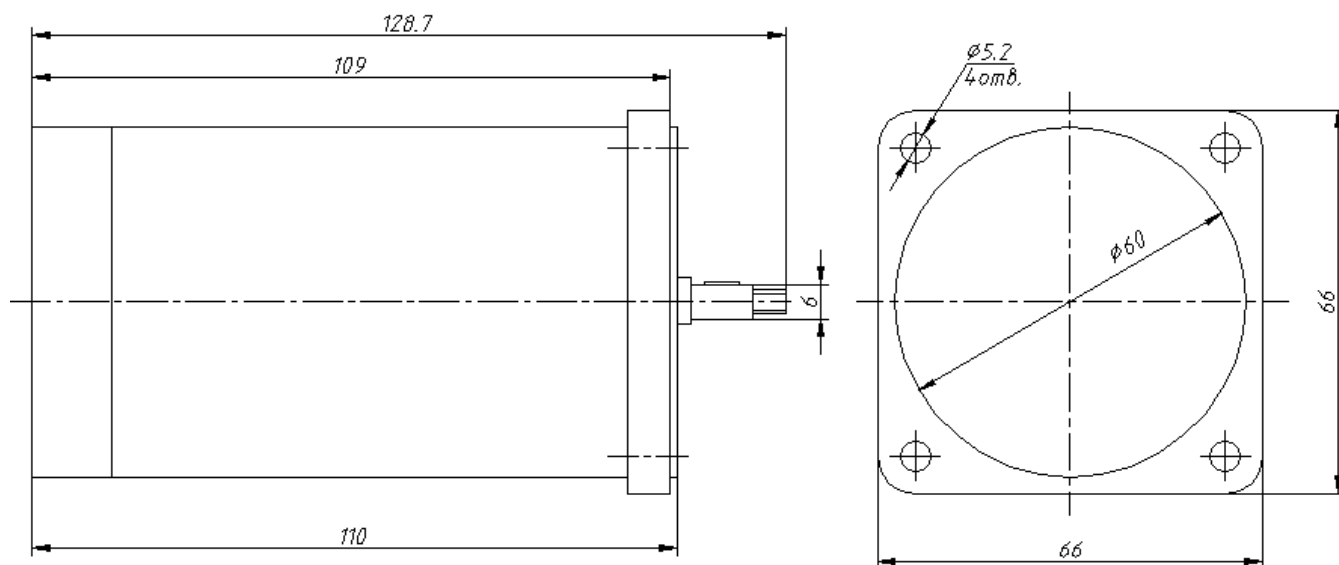


Рис. 2. Конструкция двигателя УАД – 72

Справочные данные

Таблица 1 Механические свойства некоторых материалов

Материал	ГОСТ	НВ	Е, МПа	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа
ПТК	5-78	25 ...40	5000	70 ...88	
Д16Т	21488-76	110 ...120	80000	390 ...420	260 ...270
БрОФ10-4	613-79	160 ...180	90000	680 ...700	500 ...550
БрАЖ9-4	18175-78	100 ...120	93000	400 ...450	300 ...350
ЛС59-1	15527-70	145 ...160	93000	280 ...300	200 ...210
Ст3	1050-88	110 ...130	200000	390 ...420	200 ...250
Ст5	1050-88	130 ...140	200000	430 ...450	210 ...220
10	1050-88	140 ...150	190000	360 ...450	220 ...230
15	1050-88	160 ...180	200000	400 ...490	240 ...250
20	1050-88	160 ...180	200000	440 ...550	260 ...270
30	1050-88	170 ...190	200000	510 ...620	350 ...360
40	1050-88	170 ...200	200000	600 ...720	360 ...370
50	1050-88	200 ...220	200000	690 ...800	360 ...380
60	1050-88	210 ...250	200000	730 ...850	420
15Х	4543-74	210 ...230	200000	700 ...750	550 ...570
20Х	4543-74	220 ...250	200000	740 ...760	580 ...600

40X	4543-74	235 ...262	200000	1000	800
-----	---------	------------	--------	------	-----

Критерии оценивания хода выполнения

Критерии оценивания	Количество баллов
<p>Содержание курсового проекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проект соответствует заданию; – проект выполнено самостоятельно; – курсовой проект защищен в срок; – тема, заявленная в проекте, раскрыта полностью, все выводы подтверждены расчетами; – материал излагается грамотно, логично, последовательно; – оформление отвечает требованиям написания курсового проекта. 	0-50
<p>Защита работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; – умение кратко, доступно представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы. 	0-50
Итого:	100

3. Оценочные средства для проведения промежуточного контроля (промежуточной аттестации)

Семестр	Вид промежуточной аттестации	Вид контрольного мероприятия	Балльные оценки
6	Экзамен	Задачи Экзаменационные вопросы	0-20 0-30
6	Зачет с оценкой	Защита курсового проекта	50

3.1. Тестовые задания

Тестовые задания промежуточной аттестации представляют собой совокупность тестовых вопросов текущего контроля.

3.2 Комплексное задание (экзаменационный билет)

Билеты экзамена равноценны по трудности, одинаковы по структуре, параллельны по расположению заданий. В билете два вопроса.

3.2.1 Вопросы на зачете/экзамене (экзаменационные вопросы)

№ п/п	Тип вопроса	Вопрос
1	Теоретико-практический	Прикладная механика как дисциплина, цель и задачи. Проектирование и конструирование. Основные понятия. Стадии проектирования
2		Требования к механическим устройствам. Критерии работоспособности и расчета деталей. Структурные схемы основных передаточных механизмов
3		Редукторы. Основные параметры редукторов
4		Редукторы. Кинематический и силовой расчет редуктора
5		Понятия зубчатой и червячной передачи. Общие сведения о зубчатых и червячных передачах
6		Основные геометрические параметры цилиндрических зубчатых передач. Модуль
7		Материалы и конструкция зубчатых цилиндрических колес
8		Силы в зубчатом зацеплении цилиндрических прямозубых передач. Общие сведения о расчете на прочность цилиндрических эвольвентных зубчатых передач
9		Расчетная нагрузка. Расчет на контактную прочность прямозубых цилиндрических передач

10		Расчетная нагрузка. Расчет на прочность при изгибе прямо-зубых цилиндрических передач
11		Основные геометрические параметры конических прямозубых передач
12		Силы в зубчатом зацеплении конических прямозубых передач. Приведение конического колеса к эквивалентному цилиндрическому колесу
13		Расчетная нагрузка. Расчет на контактную прочность прямозубых конических передач
14		Расчетная нагрузка. Расчет на прочность при изгибе прямозубых конических передач
15		Основные параметры и геометрия червячных передач
16		Коэффициент полезного действия и скорость скольжения червячных передач
17		Силы в червячном зацеплении. Приведение червячного колеса к эквивалентному цилиндрическому колесу
18		Расчетная нагрузка. Расчет на контактную прочность червячных передач
19		Расчетная нагрузка. Расчет на прочность при изгибе червячных передач
20		Валы и оси. Общие сведения, конструкция и материалы
21		Валы и оси. Проектный расчет вала
22		Валы и оси. Проверочный расчет на статическую прочность
23		Валы и оси. Проверочный расчет на усталостную прочность
24		Опоры валов. Подшипники. Общие сведения и классификация подшипников. Подшипник качения
25		Причины выхода из строя и критерии расчета подшипников качения. Выбор и расчет подшипников качения
26		Особенности расчета нагрузки радиально-упорных подшипников
27		Опоры валов. Подшипники. Общие сведения и классификация подшипников. Подшипники скольжения
28		Расчет цилиндрических подшипников скольжения в режиме сухого и полужидкостного трения
29		Соединения. Штифтовые соединения. Расчет штифтовых соединений
30		Соединения. Шпоночные соединения. Расчет шпоночных соединений
31		Основы взаимозаменяемости. Допуски и посадки. Общие сведения
32		Основы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Общие сведения
33		Основы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Общие сведения

34		Основы взаимозаменяемости. Виды отклонений формы и расположения поверхностей. Обозначение на чертежах
35		Шероховатость поверхности. Обозначение шероховатости поверхности на чертежах. Выбор шероховатости
36		Точность зубчатых передач. Краткие сведения

Критерии оценивания

Суммарно оцениваются ответы на вопросы. Ответы должны быть развернутыми, полными. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается до 15 баллов в зависимости от полноты ответа.

Оценивается полнота раскрытия материала; логичность изложения материала; умение иллюстрировать конкретными примерами; знание формул, терминологии, обозначений; использование профессиональной терминологии; демонстрация усвоенного ранее материала; самостоятельность в изложении материала.

Пример балльной системы оценивания:

Критерии оценивания	Количество баллов
<ul style="list-style-type: none"> – полно раскрыто содержание материала; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; – продемонстрировано системное и глубокое знание материала; – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов; – ответ дан самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; 	10-15
<ul style="list-style-type: none"> – вопросы излагаются систематизировано и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованию на максимальную оценку, но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; допущены один-два недочета <p>при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;</p> <ul style="list-style-type: none"> – допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя; 	7-9
<ul style="list-style-type: none"> – неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; 	4-6

<ul style="list-style-type: none"> – усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих ответов; – неполное знание теоретического материала, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение основной литературы; 	
<ul style="list-style-type: none"> – не раскрыто основное содержание учебного материала либо отказ от ответа; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, некоторые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. 	1-3
-ответ не получен.	0

Пример балльной системы оценивания вопросов:

Задание	Критерии оценивания	Количество баллов
Теоретический вопрос	<ul style="list-style-type: none"> – полно раскрыто содержание материала; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; – продемонстрировано системное и глубокое знание материала; – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов; – допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию; 	0-15
Теоретико-практический вопрос	<ul style="list-style-type: none"> – ответ дан самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; - все выводы носят аргументированный и доказательный характер 	0-15

3.3. Курсовой проект

Защита курсового проекта

Критерии оценивания защиты курсового проекта

Критерии оценивания	Количество баллов
Обучающийся четко и последовательно докладывает результаты работы, аргументировано отвечает на вопросы, демонстрирует умение анализировать, делать обобщение и выводы	50-40
Обучающийся последовательно докладывает результаты работы, но неаргументировано отвечает на вопросы, не может анализировать, делать	39-30

обобщение и выводы	
Обучающийся последовательно докладывает результаты работы, но неаргументировано отвечает на вопросы	29-20
Обучающийся нечетко докладывает результаты работы, неаргументировано отвечает на вопросы	19-1
Обучающийся отсутствовал на защите	0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»
Задание на курсовой проект по дисциплине
«ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

Студент _____

Группа _____ 21301 _____

Тема «Проектирование маломощного привода».

Исходные данные. Таблица 1.

Таблица 1

Вар.	Ф.И.О студента	№ схе- мы (прило- жение)	β , град	Тип двигателя (мощ- ность, Вт)	$T_{дв}$, Нмм	$n_{дв}$, об/мин	$n_{вых}$, об/мин	Материалы деталей			
								Вал	Шестерня	Шпонка	Корпус
1.	Акифьев С.С.	1	—	ДПР-62-Н1 (9,25)	19,6	4500	225	10	15	45	Д16Т
2.	Антонов Н.В.	3	—	ДПР-62-Н1 (9,25)	19,6	4500	375	20	20	50	ПА 610
3.	Архипов С.А.	4	—	ДАТ42271 (16)	58,8	2750	110	50	40	45	АБС2020
4.	Батенев С.Н.	2	—	ДАТ42271 (16)	58,8	2750	171,875	10	30	50	20
5.	Веселов А.М.	1	—	Сл 221 (13)	34,3	3600	225	50	15Х	45	Д16Т
6.	Каримов В.Н.	3	—	Сл 221 (13)	34,3	3600	180	40	50	50	ПА 610
7.	Логинкин Г.А.	4	—	ДПМ-35-Н1 (13,87)	14,7	9000	750	60	40Х	45	ЛС59-1
8.	Максимова А.Е.	2	—	ДПМ-35-Н1 (13,87)	14,7	9000	562,5	15	50	50	Д16Т
9.	Паньков В.А.	1	—	ДПР-62-Ф1 (9,25)	19,6	4500	281,25	20	30	45	20
10.	Севастьянов Д.О.	3	—	ДПР-62-Ф1 (9,25)	19,6	4500	125	10	15	50	ЛС59-1
11.	Швалиева М.И.	4	—	ДАТ 21571 (10)	14,7	7000	350	60	20Х	45	АБС2020
12.	Шевченко А.Э.	2	—	ДАТ 21571 (10)	14,7	7000	437,5	40	60	50	ПА 610
13.		1	—	УАД-32 (5)	17,4	2750	110	15	20	45	20

Постановка задачи. Спроектировать маломощный механический привод, предназначенный для понижения частоты вращения и увеличения крутящего момента на выходном валу, с требуемым ресурсом $L_n = 20000$ ч.

Содержание проекта:

1. Расчетная часть (пояснительная записка к курсовому проекту со всеми необходимыми расчетами);
2. Графическая часть (сборочный чертеж (СЧ), рабочий чертеж выходного вала, к СЧ прилагаются листы спецификации).

Пояснения к заданию. Приложение

Руководитель работы _____

научный сотрудник
Л.А. Гатауллина

Приложение

В табл. 1 для каждого студента указаны исходные данные: номер структурной схемы на рис. 1; тип двигателя и его мощность $P_{дв}$; $T_{дв}$ – номинальный крутящий момент на валу двигателя; $n_{дв}$ – частота вращения вала двигателя; $n_{вых}$ – требуемая частота вращения выходного вала редуктора; материалы некоторых деталей проектируемого привода, β – угол положения выходной ступени.

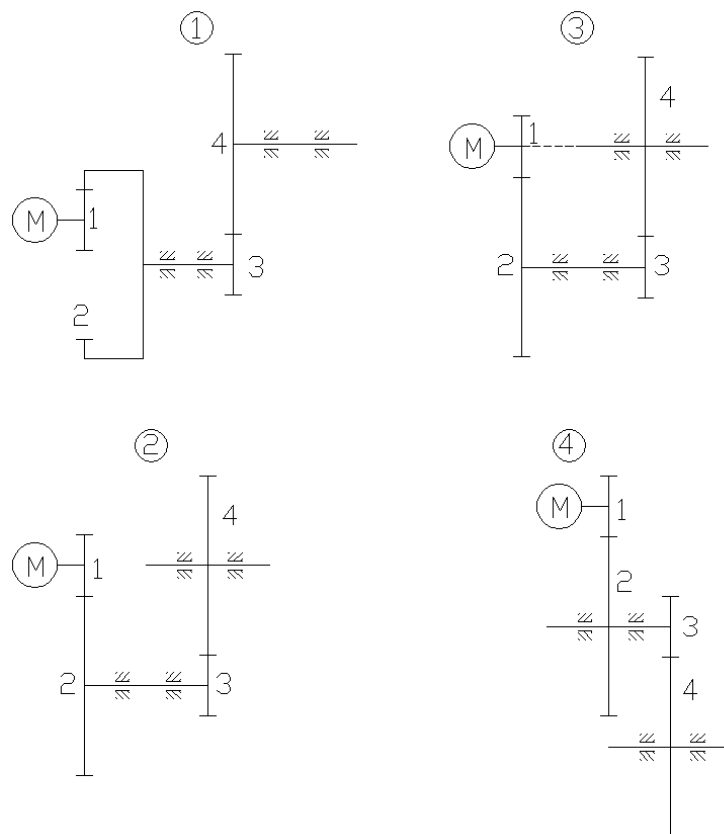


Рис. 1

Конструкцию электродвигателя можно уточнить в [2], размеры стандартных изделий – в [3].

Пояснительная записка должна быть озаглавлена титульным листом, иметь содержание, задание, необходимые расчеты, заканчиваться списком литературы и приложением. Каждая страница (кроме первой) должна быть пронумерована. Поля страниц: верхнее 2 см; нижнее 2 см; левое 2,5 см; правое 1,5 см. Работа должна быть вложена в папку со скоросшивателем. Использовать файлы для бумаги и вкладывать в них листы пояснительной записки недопустимо!

В случае выполнения от руки компоновка редуктора вычерчивается на миллиметровой бумаге. Рабочий чертеж детали (деталировка) выходного вала выполняется на листах формата А3, сборочный – на А1, листы спецификации – на формате А4. Все чертежи должны соответствовать требованиям ЕСКД. Чертежи приводятся в **Приложении**, они должны быть свернуты в соответствии с требованиями ЕСКД и скреплены с пояснительной запиской (свернуты и вложены в файл, который следует за пояснительной запиской в приложении).

1. Бодягин А.В., Горелов А.В., Карбовский В.А., и др. Атлас конструкций маломощных приводов. Учебное пособие по курсовому проектированию для студентов очно-заочной формы обучения по направлению 200100 – Приборостроение. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007– 112 с.
2. Справочник по электрическим машинам. т. 2 /Под ред. И.П. Копылова. М.: Машиностроение, 1989.
3. Справочник конструктора-приборостроителя. Детали и механизмы приборов /В.Л. Соломахо и др. Минск: Высшая школа, 1990. – 440 с.

Порядок оценки курсового проекта

Максимальное число баллов за выполнение курсового проекта – 100.

При оценке учитываются следующие факторы:

- соответствие выполненного курсового проекта заданию;
- правильность разработанных механических схем;
- правильность результатов расчета;
- качество оформления пояснительной записки, соответствие требованиям.

Дополнительные требования к курсовой работе приведены в методических указаниях для выполнения курсового проекта по дисциплине «Прикладная механика» в электронном виде (место хранения – библиотека ЧФ КНИТУ-КАИ).

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменения	Краткое содержание изменений (основание)	Ф.И.О., подпись	«Согласовано» заве- дующий кафедрой, Приборостроение