

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра инженерной графики

В.Г. Назаренко, В.М. Сурин

СБОРНИК ЗАДАНИЙ

для индивидуальных работ по курсу «Техническая механика»
для студентов специальности 53 01 07
«Информационные технологии и управление в технических системах»
всех форм обучения

Минск 2003

УДК 621.01 (075.8)
ББК 30.12 я 7
Н 19

Рецензент:
профессор Высшего государственного колледжа связи Н.В. Вышинский

Н 19 **Назаренко В.Г.**
Сборник заданий для индивидуальных работ по курсу "Техническая механика" для студ. спец. 53 01 07 "Информационные техно-логии и управление в технических системах" всех форм обучения / В.Г. Назаренко, В.М. Сурин. – Мн.: БГУИР, 2003. – 24 с.
ISBN 985-444-544-5.

В сборнике представлены задания для индивидуальных работ студентов, приведены подробные сведения о содержании и порядке выполнения их отдельных этапов. Даны методические указания по выполнению разделов индивидуальной работы со ссылками на литературу по всем разделам.

УДК 621.01 (075.8)
ББК 30.12 я 7

ISBN 985-444-544-5

© Назаренко В.Г., Сурин В.М., 2003
© БГУИР, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение студентами индивидуальных работ способствует закреплению и углублению знаний, получаемых при изучении курса "Техническая механика". При этом студенты приобретают практический опыт использования методов инженерных расчетов механических конструкций, который облегчит в дальнейшем изучение специальных дисциплин: "Телемеханика", "Теория автоматического управления", "Локальные системы автоматики" и других, а также при выполнении курсового и дипломного проектирования.

Объектом разработки являются типовые конструкции и детали, используемые в передаточных механизмах систем автоматики и робототехники. При выполнении заданий, исходя из назначения объекта разработки, студент должен:

- а) по технической литературе изучить типовые конструкции устройств и выбрать подходящий аналог;
- б) в соответствии с заданием выполнить технические расчеты;
- в) обосновать применение конкретных материалов, методов их обработки, типа смазки, точность изготовления деталей и др.

Особое значение при этом имеют навыки работы с учебно-методической, технической и справочной литературой, облегчающие правильный выбор недостающих исходных данных для расчета и проектирования заданного механизма. Независимо от назначения любая конструкция должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) обеспечивать заданные перемещения рабочих органов разрабатываемого устройства с необходимой точностью;
- 2) соответствовать условиям прочности, жесткости и долговечности;
- 3) иметь минимальные габариты и массу;
- 4) содержать максимальное количество стандартных и унифицированных деталей и узлов с целью повышения экономичности проектируемого устройства;
- 5) обеспечивать удобство сборки и разборки механизма.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАБОТ

Задания для индивидуальных работ выдаются студентам на 1-й, 2-й учебной неделе. После их изучения осуществляются подбор литературы и выбор аналога механизма.

Технические расчеты выполняются по отдельным этапам после изложения соответствующих тем на лекционных занятиях. Некоторые вопросы (конструкционные материалы, методы термической и химико-термической обработки материалов, точность формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей, разъемные и неразъемные соединения) изучаются студентами самостоятельно.

Консультирование студентов и проверка расчетов осуществляются преподавателем на дополнительных консультациях (5-, 6-я недели, 11-, 12-я недели). Выявленные в процессе консультаций недостатки устраняются в течение одной недели, а результаты работы повторно предъявляются преподавателю.

Выполненные индивидуальные работы оформляются в виде расчетно-пояснительной записки с подробными пояснениями и обоснованием выбора недостающих данных (образец титульного листа записки дан в приложении). Пояснения дополняются рисунками, например при расчете геометрических размеров зубчатого колеса приводится его эскиз с обозначением диаметров делительной окружности, окружностей выступов и впадин.

Защита индивидуальных работ проводится на 14-й, 15-й неделях, после чего студенты получают допуск к зачету по теоретическому курсу (при условии выполнения и защиты лабораторных работ в полном объеме).

Библиотека БГУИР

2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАБОТ

Задание № 1

МЕХАНИЗМ КАЧАНИЯ ПЛЕЧА РОБОТА С КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

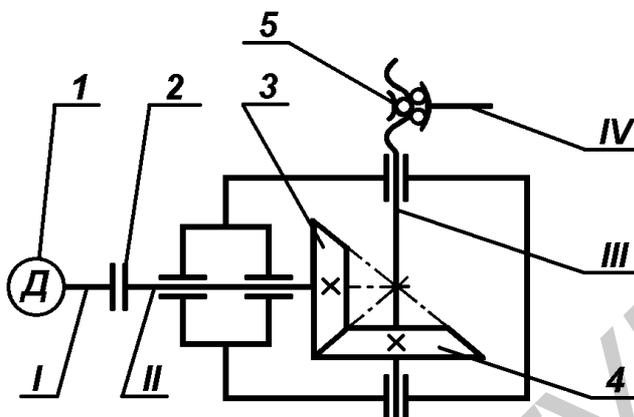


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3,4 – коническая передача; 5 – шариковинтовая передача; I, II – валы; III – вал-винт; IV – палец для соединения с рукой робота

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 212, рис. 5.6,а].

Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.

Скорость n вращения вала III, об/мин.

Срок службы L , ч.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	350	400	450	500	550	600	650	700	350	400	450	500	550	600	650	
L	12000				14000				16000				18000			
Производство единичное									Производство серийное							

Задание № 2
МЕХАНИЗМ КАЧАНИЯ ПЛЕЧА РОБОТА С ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

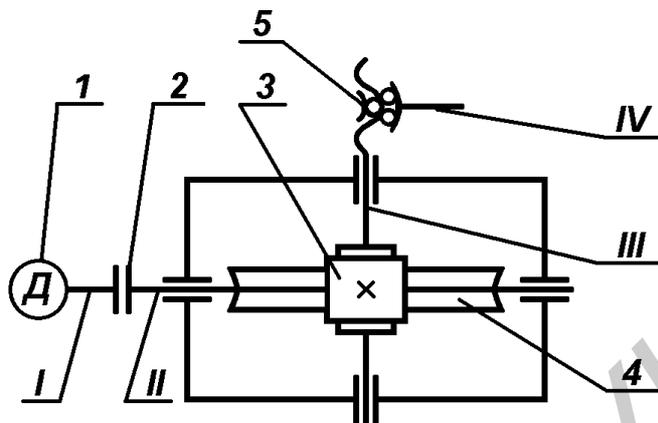


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3, 4 – червячная передача; 5 – шариковинтовая передача; I, II – валы; III – вал-винт; IV – палец для соединения с рукой робота

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 212, рис. 5.6,а].
 Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.
 Скорость n вращения вала III, об/мин.
 Срок службы L , ч.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
L	12000				14000				16000				18000			
Производство единичное									Производство серийное							

Задание № 3
МЕХАНИЗМ КАЧАНИЯ ПЛЕЧА РОБОТА С ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

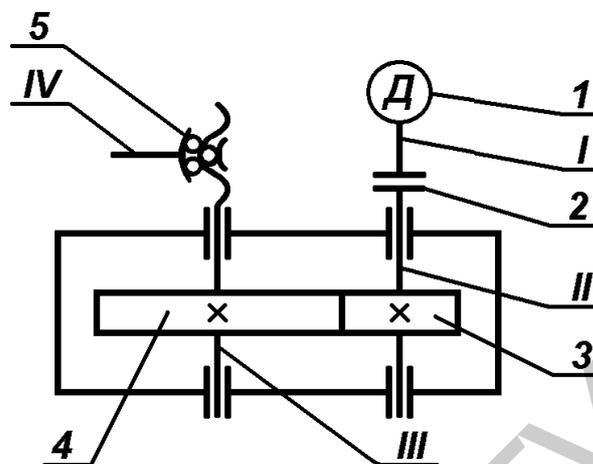


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3, 4 – зубчатая передача; 5 – шариковинтовая передача; I, II – валы; III – вал-винт; IV – палец для соединения с рукой робота

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 212, рис. 5.6,а].
 Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.
 Скорость n вращения вала III, об/мин.
 Срок службы L , ч.
 Тип зубчатой передачи 3, 4: прямо- или косозубая.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	350	400	450	500	550	600	650	700	350	400	450	500	550	600	650	
L	12000				14000				16000				18000			
3, 4	Прямозубая				Косозубая				Прямозубая				Косозубая			
Производство единичное									Производство серийное							

Задание № 4
МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА РУКИ РОБОТА С ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

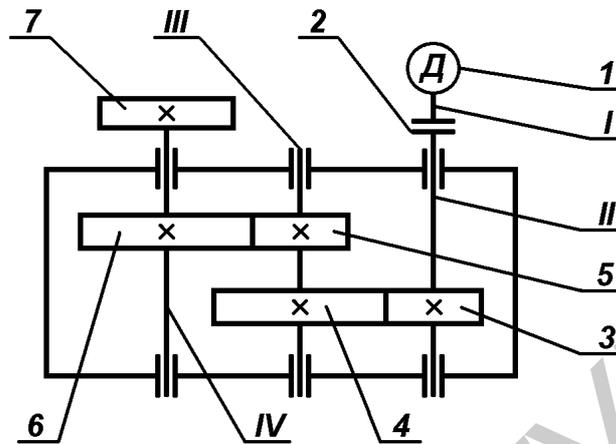


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта;
 3 – 6 – зубчатые передачи; 7 – платформа для крепления руки робота;
 I – IV – валы

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 208, рис. 5.2].
 Мощность P , снимаемая с выходного вала IV, Вт.
 Скорость n вращения платформы, об/мин.
 Срок службы L , ч.
 Тип зубчатой передачи 3, 4 и 5, 6: прямо- или косозубая.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	60	70	80	90	100	110	120	130	60	70	80	90	100	110	120	
L	12000				14000				16000				18000			
3, 4	Прямозубая				Косозубая				Прямозубая				Косозубая			
5, 6	Косозубая				Прямозубая				Косозубая				Прямозубая			
Производство единичное									Производство серийное							

Задание № 5
МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА РУКИ РОБОТА С ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

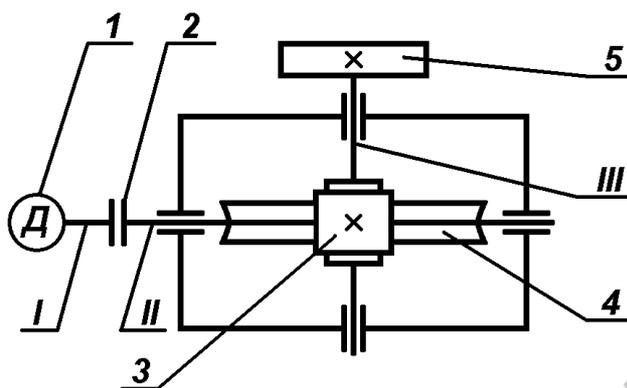


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3, 4 – червячная передача; 5 – платформа для крепления руки робота; I – III – валы

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 208, рис.5.2].

Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.

Скорость n вращения платформы, об/мин.

Срок службы L , ч.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
L	12000				14000				16000				18000			
	Производство единичное								Производство серийное							

Задание № 6
МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА РУКИ РОБОТА С КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

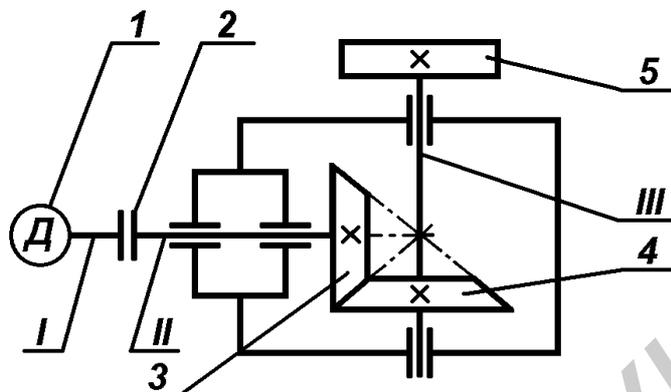


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3, 4 – коническая передача; 5 – платформа для крепления руки робота; I – III – валы

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 208, рис. 5.2].

Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.

Скорость n вращения платформы, об/мин.

Срок службы L , ч.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	350	400	450	500	550	600	650	700	350	400	450	500	550	600	650	
L	12000				14000				16000				18000			
	Производство единичное								Производство серийное							

Задание № 7

МЕХАНИЗМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РУКИ РОБОТА С ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

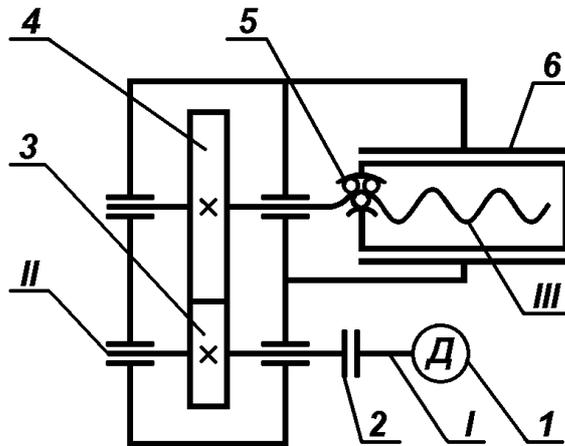


Схема кинематическая: 1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3, 4 – зубчатая передача; 5 – шариковинтовая передача; 6 – рука робота; I, II – валы; III – вал-винт

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [1, кн. 3, с. 46, рис. 5.34; 2, с. 46, рис.3.7].

Мощность P , снимаемая с выходного вала III, Вт.

Скорость n вращения вала III, об/мин.

Срок службы L , ч.

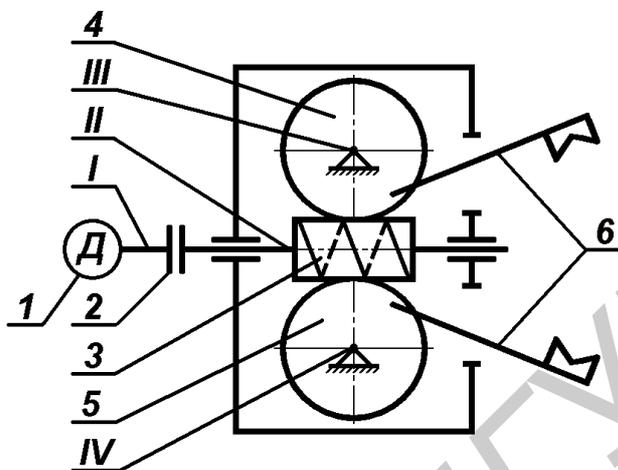
Тип зубчатой передачи 3, 4: прямо- или косозубая.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	350	400	450	500	550	600	650	700	350	400	450	500	550	600	650	
L	12000				14000				16000				18000			
3, 4	Прямозубая				Косозубая				Прямозубая				Косозубая			
Производство единичное									Производство серийное							

Задание № 8
ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО РОБОТА С ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

Схема кинематическая



1 – электродвигатель; 2 – соединительная муфта; 3 – 5 – червячные передачи;
 6 – захватное устройство робота; I – IV – валы

Исходные данные

Предлагаемый аналог конструкции [3, с. 319, рис. 8.13].

Мощность P , снимаемая с выходного вала III (IV), Вт.

Скорость n вращения валов III, IV, об/мин.

Срок службы L , ч.

Варианты задания

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
P	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	
n	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
L	12000				14000				16000				18000			
Производство единичное									Производство серийное							

3. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1. Задание на индивидуальную работу.
2. Описание работы механизма.
3. Предварительный выбор двигателя.
4. Расчет редуктора.
 - 4.1. Кинематический расчет.
 - 4.2. Расчет геометрических размеров.
 - 4.3. Расчет шариковинтовой передачи (для заданий № 1, 2, 3, 7)
5. Проверочный расчет требуемой мощности двигателя.
6. Предварительный расчет валов.
7. Расчет момента инерции редуктора.
8. Расчет мертвого хода.
9. Подбор и расчет подшипников выходного вала.
10. Обоснование выбора применяемых материалов и типа смазки.
Литература.

3.1. Методические указания по выполнению индивидуальной работы

3.1.1. Задание на индивидуальную работу

Задание должно содержать номер, вариант и название, кинематическую схему механизма и исходные данные по своему варианту, например: скорость вращения вала III $n_{III} = 550$ об/мин.

3.1.2. Описание работы механизма

В расчетно-пояснительной записке необходимо представить исходную кинематическую схему и описать работу механизма в составе промышленного робота, в котором механизм может быть применен. Необходимо также указать предполагаемые условия эксплуатации и их влияние на характеристики устройства.

Литература по разделу

Применение промышленных роботов [1 - 8].

Условия эксплуатации механизмов [10, 13].

3.1.3. Предварительный выбор двигателя

По заданной мощности P , снимаемой с выходного вала редуктора, с учетом КПД механизма η_p определить требуемую мощность двигателя $P_{тр}$. Так как механизм еще не спроектирован и не известен его действительный КПД, то следует задаться его предварительным значением (можно 0,4 – 0,7). При расче-

те мощности двигателя необходимо учитывать режим работы механизма в составе промышленного робота, для которого характерны частые пуски, реверсы, остановки. Поэтому нужно обеспечить запас мощности в 1,2 – 2,5 раза. По требуемой мощности $P_{тр} = (1,2 \dots 2,5)P / \eta_p$ из каталога подбирают подходящий тип двигателя по условию $P_{дв} \geq P_{тр}$.

Литература по разделу

Расчет требуемой мощности [8, 10, 13, 15, 25, 27].

Выбор типа двигателя [8, 10, 13, 15].

Технические характеристики двигателей [14, 15, 16, 21, 24].

3.1.4. Расчет редуктора

3.1.4.1. Кинематический расчет

Кинематический расчет редуктора состоит в определении общего передаточного числа $u_p = |n/n_{дв}|$, распределении его по ступеням и вычислении скоростей вращения всех валов. Если передаточное число отдельной ступени превысит допустимое значение $u_{imax} = 8$, то следует выбрать двигатель с меньшей номинальной скоростью.

Литература по подразделу: [10, 13, 15, 24, 25, 27, 28].

3.1.4.2. Расчет геометрических размеров

При расчете геометрических размеров зубчатых и конических передач предварительно выбрать нормальный модуль (лучше не менее 0,8 мм для заданий № 1,2,3,7 с целью обеспечения возможности увеличения диаметра выходного вала до диаметра винта, что позволит упростить конструкцию узла) и число зубьев шестерни; для червячной передачи – модуль, угол обхвата (70...120°), коэффициент делительного диаметра и число заходов червяка. Для косозубой цилиндрической передачи геометрические размеры вычислять по торцовому модулю, величина которого зависит от нормального модуля и угла наклона зубьев (8...15°). Числа зубьев колес определять по передаточному числу ступени, числу зубьев шестерни (числу заходов червяка) и округлить до целого числа, при котором погрешность отклонения действительного передаточного числа редуктора от требуемого не будет превышать 1,5%.

Расчету подлежат делительный диаметр, диаметры окружностей выступов и впадин, расчетный шаг, межосевое расстояние, а также:

для цилиндрических колес – длина зубьев;

для червячных колес – ширина обода, наибольший диаметр;

для конических колес – длина зубьев, угол делительного конуса, внешнее конусное расстояние, средний диаметр;

для червяка – угол подъема винтовой линии, длина нарезанной части.

Литература по подразделу
Расчет цилиндрических зубчатых передач [8 – 12, 14,15, 19, 24 – 26, 28].
Расчет конических передач [8 – 12, 14, 19, 26].
Расчет червячных передач [8 –12, 14,15].

3.1.4.3. Расчет шариковинтовой передачи

В шариковинтовой передаче необходимо предварительно выбрать внутренний диаметр винта D_B (можно 10 – 20 мм). Затем определить диаметр шариков, радиус желоба, шаг резьбы и средний диаметр, по которому уточнить значение D_B , вычислить наружный диаметр и угол подъема винтовой линии. Число шариков в рабочей части резьбы не должно превышать 65, в противном случае необходимо увеличить диаметр шариков и повторить расчет.

Литература по подразделу: [1, кн. 2; 14, 32, 33].

3.1.5. Проверочный расчет требуемой мощности двигателя

Сущность данного расчета заключается в определении действительного КПД редуктора и в сравнении номинальной мощности двигателя $P_{\partialв}$ с действительной требуемой мощностью $P_{тр}$. Расчет выполнять в следующей последовательности. По заданной мощности и угловой скорости ω найти крутящий момент $T_B = [P, Вт] / [\omega, рад/с], Нм$ ($\omega = \pi n / 30$) на выходном валу и момент $T_K = T_B / n_{mn}$ на выходном колесе с учетом КПД пары шарикоподшипников $\eta_{mn} = 0,99...0,995$. В зависимости от типа передачи рассчитать окружную или нормальную силу, приложенную к зубьям данного колеса; поправочный коэффициент C , учитывающий снижение КПД передачи при уменьшении T_K . Выбрать материал для изготовления колес, коэффициент трения, коэффициент торцового перекрытия для цилиндрических колес ($\varepsilon_\alpha = 1,1 – 2,0$ - для прямозубого и $\varepsilon_\alpha = 3 – 4$ - для косозубого колеса). Для червячной передачи рассчитать скорость скольжения и определить приведенный угол трения. По этим параметрам найти КПД выходной ступени и пересчитать через передаточное число момент T_K на ведущее звено этой ступени (учесть потери на трение в опорах выходного вала).

Продолжать расчет до тех пор, пока не будет определен момент на входном звене механизма (шестерне или червяке). Разделив его на КПД подшипников и муфты (тип ее выбрать самостоятельно, а КПД в пределах 0,96 – 0,99), получить приведенный ко входному валу крутящий момент. Далее по моменту и скорости вращения вала двигателя найти $P_{тр}$. При соблюдении соотношения

$$P_{\partialв} > (1,2...2,5) P_{тр} \quad (1)$$

расчет заканчивают. Допускается выполнять данный подраздел и так: вычислить общий КПД редуктора, и если он окажется не менее чем в 1,2 раза больше выбранного в подразделе 3.1.3, условие (1) будет заведомо справедливо.

Литература по разделу

Расчет крутящего момента [10, 13, 15, 24, 25-27].

Определение сил и КПД зубчатой цилиндрической передачи [8 – 15, 24 – 26, 28].

Расчет сил и КПД конической передачи [8 – 14, 26].

Определение сил и КПД червячной передачи [8 – 14, 24].

3.1.6. Предварительный расчет валов

Сначала по рекомендациям из литературы выбрать материал валов, от которого зависит их прочность. Минимальные диаметры определить для каждого вала из условия прочности на кручение по найденным в подразделе 3.1.5 крутящим моментам

$$d_v \geq 1,1^3 \sqrt{\frac{T_{кр}}{0,2[\tau_{кр}]}} \quad (2)$$

При этом учет деформации изгиба осуществляется понижением допускаемых напряжений кручения $[\tau_{кр}]$. Полученные в результате расчетов значения округлить в большую сторону.

В заданиях № 1, 2, 3, 7 проверить выполнение условия прочности винта на растяжение (сжатие) с учетом кручения при выбранном в подразделе 3.1.4.3 внутреннем диаметре D_B . Для этого по значению крутящего момента на винте (см. подраздел 3.1.5) рассчитать осевую силу на гайке и требуемый внутренний диаметр. Деформацию кручения винта учесть с помощью поправочного коэффициента $K = 1,25 \dots 1,35$. Если расчетный минимальный диаметр выходного вала окажется меньше D_B и в то же время D_B больше требуемого расчетного значения, то расчет геометрических размеров шариковинтовой передачи выполнен правильно. Тогда для упрощения конструкции механизма минимальный диаметр вала-винта (под подшипниками) можно принять равным D_B .

Литература по разделу: [1, кн. 2; 8 – 14, 24, 25, 27, 28].

3.1.7. Расчет момента инерции редуктора

Требуется выполнить расчет момента инерции редуктора J , приведенного к валу электродвигателя. Для этого по длине зуба колеса (длине нарезанной части червяка), делительному диаметру и удельной плотности материала вычислить значения J всех колес и червяка. Пересчет моментов инерции к валу

двигателя осуществляется с учетом передаточных чисел отдельных ступеней. Для упрощения расчетов моментами инерции валов, подшипников, ступиц колес, муфты и других деталей пренебречь.

Литература по разделу: [10, 13, 15, 25].

3.1.8. Расчет мертвого хода

При расчете погрешности мертвого хода необходимо найти суммарную величину мертвого хода всех передач механизма, приведенную к его выходному валу. Следует учитывать только люфтовую погрешность передачи, пренебрегая упругим мертвым ходом и зазорами в опорах. Расчет выполнять по гарантированному минимальному боковому зазору, предварительно выбрав вид сопряжения каждой передачи, учитывая, что сопряжение Н при нулевом зазоре назначают только для особо точных систем, работающих с малыми скоростями при постоянной температуре. Для зубчатых цилиндрических и червячных передач определить величину наименьшего бокового зазора в зависимости от модуля, вида сопряжения и межосевого расстояния. В конических передачах этот параметр выбирают по углу делительного конуса, среднему конусному расстоянию, виду сопряжения и модулю. Затем для каждой передачи редуктора проводят расчет мертвого хода, выраженного в угловых минутах. Приведенный к выходному валу мертвый ход всего механизма определяется с учетом передаточных отношений отдельных ступеней.

Литература по разделу: [8 – 15, 30, 32, 33, 35].

3.1.9. Подбор и расчет подшипников выходного вала

Предварительно необходимо определить расстояние между опорами и выходным колесом, далее рассчитать радиальную, окружную и осевую силы, действующие на опоры выходного вала, в зависимости от крутящего момента на колесе T_k (см. подраздел 3.1.5). Определить наиболее нагруженную опору, у которой расстояние до колеса наибольшее. Найти реакции в этой опоре (вертикальную F_r и горизонтальную F_a составляющие) по уравнениям равновесия. Эти реакции и будут создавать нагрузку на опору. Выбрать тип подшипника (роликовый или шариковый; радиальный, радиально-упорный или упорный) в зависимости от отношения сил F_a/F_r . По диаметру цапфы вала подобрать в каталоге подшипник нужного типоразмера сверхлегкой, особо легкой или легкой серии. Вычислить относительную нагрузку F_a/C_0 (C_0 – статическая грузоподъемность подшипника), по которой найти коэффициенты радиальной X и осевой Y нагрузок. Далее рассчитать приведенную (эквивалентную) нагрузку P на подшипник, которая зависит от величин F_r , F_a , X , Y , характера нагрузки (постоянная, переменная, ударная) и температуры подшипникового узла. По динамической грузоподъемности выбранного подшипника и эквивалентной нагрузке рассчитать долговечность подшипника в часах. Расчетная долговечность должна превосходить заданную.

Литература по разделу: [8 – 11, 15, 24, 25, 28, 30 – 35].

3.1.10. Обоснование выбора применяемых материалов и типа смазки

При обосновании выбора применяемых материалов всех нестандартных деталей следует воспользоваться рекомендациями, приведенными в литературе. Для таких изделий необходимо указать твердость материала, вид термической и химико-термической обработки, шероховатость поверхностей.

Поскольку темы "Методы термической и химико-термической обработки материалов", "Шероховатость поверхностей деталей" не излагаются в лекционном курсе и предназначены для самостоятельного изучения студентами, то их необходимо рассмотреть более подробно, привести примеры обозначения на рабочих чертежах деталей.

Предусмотреть смазку опор и вращающихся деталей механизма, учитывая ее стоимость. Для зубчатых и червячных передач тип смазки (жидкая, консистентная или твердая) определить в зависимости от окружной скорости быстрой ступени.

Литература по разделу: [8 – 15].

3.2. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210 x 297 мм). По всем четырем сторонам листов должны оставаться свободные поля размерами:

слева – 25 мм,
справа – 10 мм,
сверху и снизу – 20 мм.

Листы РПЗ должны быть пронумерованы и подшиты в тетрадь. Титульный лист печатается на машинке (принтере) или выполняется от руки чертежным шрифтом. Затем подшивается задание на индивидуальную работу с указанием номера варианта. Следующий лист – содержание с указанием номеров страниц всех разделов, далее выполняются разделы, список литературы. Распечатки результатов подшиваются перед списком литературы. Все страницы записки имеют сквозную нумерацию. Номера страниц указывают в правом нижнем углу, начиная с содержания (страница 3).

Текстовая часть проекта выполняется черными, синими, фиолетовыми чернилами или пастой на одной стороне листа (допускается печатать). При проведении расчетов формулы должны быть пояснены и иметь нумерацию по разделам или сквозную. Результаты промежуточных вычислений в формулы не подставляются. Пример оформления вычислений и пояснений:

рассчитаем величину мертвого хода зубчатой цилиндрической передачи 5, 6:

$$\Delta\varphi_{56} = \frac{6,88j_n}{d_6 \cos\alpha} = \frac{6,88 \cdot 9}{120 \cos 20^\circ} = 0,55 \text{ угл. мин}, \quad (3)$$

где j_n - гарантированный боковой зазор между зубьями колес при межосевом

расстоянии $a_{56} = 28$ мм и виде сопряжения G [8, табл. 14.3]; d_6 - делительный диаметр ведомого колеса; α - угол профиля зубьев.

Если формула используется неоднократно, то далее ее можно не записывать в общем виде, а при расчете сослаться на номер формулы, например: по формуле (3) найдем значение мертвого хода первой ступени:

$$\Delta\varphi_{34} = \frac{6,88 \cdot 8}{80 \cos 20^\circ} = 0,55 \text{ угл. мин.}$$

Естественно, предварительно нужно обосновать выбор вида сопряжения и бокового зазора со ссылкой на литературу в квадратных скобках (номера страниц указывать необязательно). При необходимости расчеты следует сопровождать иллюстрациями. В тексте дается ссылка на номер рисунка при его описании.

Названия разделов должны соответствовать заданию. Списку литературных источников номер не присваивается. При его составлении следует соблюдать следующий порядок: под № 1 идет литература, которая впервые упоминается в тексте; под № 2 – на которую дается ссылка после № 1; № 3 – после № 1, 2 и т.д. Пример оформления литературных источников приводится в конце данного сборника.

Приложение

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра инженерной графики

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к индивидуальному заданию

*МЕХАНИЗМ КАЧАНИЯ ПЛЕЧА РОБОТА С КОНИЧЕСКОЙ
ПЕРЕДАЧЕЙ*

*Выполнил студент
группы 220402*

_____ Бахур С.В.

Принял

_____ Назаренко В.Г.

Минск 2003

Литература

Промышленные роботы

1. Механика промышленных роботов: В 3 кн./Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. – М.: Высш. шк., 1988, 1989.
2. Борисенко Л.А., Самойленко А.В. Механика промышленных роботов и манипуляторов с электроприводом. – Мн.: Выш. шк., 1992. – 234 с.
3. Конструирование роботов: Пер. с фр. /П. Андре, Ж.-М.Кофман, Ф. Лот, Ж.-П. Тайар. – М.: Мир, 1986. – 360 с.
4. Вильман Ю.А. Основы роботизации в строительстве. – М.: Высш. шк., 1989. – 271 с.
5. Роботизированные производственные комплексы /Ю.Г. Козырев, А. А. Кудинов, В.Э. Булатов и др.; Под ред. Ю.Г. Козырева, А.А. Кудинова. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
6. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы /В.С. Кулешов, Н.А. Лакота, В.В. Андриянин и др.; Под общ. ред. Е.П. Попова. – М.: Машиностроение, 1986. – 328 с.
7. Проектирование и разработка промышленных роботов /С.А. Аншин, А.В. Бабич, А.Г. Баранов и др.; Под общ. ред. Я.А. Шифрина, П.Н. Беянина. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.

Расчет передаточных механизмов

8. Красковский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем. – М.: Высш. шк., 1991. – 480 с.
9. Ванторин В.Д. Механизмы приборных и вычислительных систем. – М.: Высш. шк., 1985. – 416 с.
10. Рощин Г.И. Несущие конструкции и механизмы РЭА. – М.: Высш. шк., 1981. – 375 с.
11. Вовилкин Е.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем. – М.: Высш. шк., 1980. – 469 с.
12. Кудрявцев В.Н. Детали машин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1980. – 464 с.
13. Элементы приборных устройств: В 2 ч. Ч.1. Расчеты / Под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высш. шк., 1978. – 328 с.
14. Первицкий Ю.Д. Расчет и конструирование точных механизмов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1976. – 456 с.

Конструирование передаточных механизмов

15. Вышинский Н.В. Техническая механика: Курсовое проектирование: Учеб. пособие. – Мн.: Бестпринт, 2001. – 164 с.
16. Курсовое проектирование механизмов РЭС /Под. ред. Г.И. Рощина. – М.: Высш. шк., 1991. – 246 с.

17. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.

18. Заплетохин В.А. Конструирование соединений деталей в приборостроении: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1985. – 224 с.

19. Милосердин Ю. В., Семенов Б. Д., Кречко Ю.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и установок. – М.: Машиностроение, 1985. – 486 с.

20. Атлас конструкций элементов приборных устройств / Под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высш. шк., 1982. – 184 с.

21. Элементы приборных устройств: В 2 ч. Ч. 2. Конструирование / Под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высш. шк., 1978. – 232 с.

Методические пособия

22. Методические указания по выполнению курсовой работы по курсу "Прикладная механика и элементы конструирования". – Мн.: МРТИ, 1992. – 35 с.

23. Горохов В.А. Исходные данные для разработки курсового проекта по прикладной механике и механизмам устройств ЭВМ. – Мн.: МРТИ, 1992. – 110 с.

24. Методическое пособие для курсового проектирования по курсам "Механизмы устройств ЭВМ" и "Прикладная механика". – Мн.: МРТИ, 1991. – 56 с.

25. Методическое пособие для курсового проектирования по курсу "Прикладная механика". – Мн.: МРТИ, 1991. – 64 с.

26. Сборник задач по курсу "Механизмы устройств вычислительных систем". – Мн.: МРТИ, 1988. – 22 с.

27. Сурин В.М., Вышинский Н.В., Петренко В.В. Методическое пособие для курсового проектирования по курсу "Механизмы устройств вычислительных систем". – Мн.: МРТИ, 1987. – 48 с.

28. Держинский С.М., Назаренко В.Г., Красовский В.И. Программа и методические указания по курсу "Конструирование механизмов РЭА". – Мн.: МРТИ, 1986. – 34 с.

29. Сборник задач по курсу "Прикладная механика". – Мн.: МРТИ, 1985. – 41 с.

30. Карпович С.Е., Красовский В.И., Назаренко В.Г. Методическое пособие для курсового проектирования по курсу "Несущие конструкции и механизмы РЭА": В 2 ч. Ч. 1. – Мн.: МРТИ, 1983. – 50 с.

31. Держинский С.М., Рыжанков В.И. Подшипники качения: Муфты передач. – Мн.: МРТИ, 1991. – 38 с.

Справочная литература

32. Справочник конструктора – приборостроителя: В 2 кн./ В.Л. Соломахо, Р.И. Томили, Б.В. Цитович и др. – Мн.: Высш. шк., 1988, 1990.

33. Справочник конструктора точного приборостроения /Под общ. ред. К.Н. Явленского, Б.П. Тимофеева, Е.Е. Чаадаевой. – Л.: Машиностроение, 1989. – 792 с.

34. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 464 с.

35. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1982.

36. Зубчатые передачи: Справочник / Е.Г. Гинзбург, Н.Ф. Голованов, Н.Б. Фирун и др.; Под общ. ред. Е.Г. Гинзбурга. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 416 с.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Назаренко Валерий Григорьевич,
Сурин Виталий Михайлович

СБОРНИК ЗАДАНИЙ

для индивидуальных работ по курсу
«Техническая механика» для студентов специальности 53 01 07
«Информационные технологии и управление в технических системах»
всех форм обучения

Редактор Н.А. Бебель
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Е.Г. Реут

Подписано в печать 22.10.2003.

Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная.

Печать ризографическая.

Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд.л. 1,3.

Тираж 150 экз.

Заказ 287.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.

Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.

220013, Минск, П. Бровки, 6.