681
Б-946

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

А. А. БУЦЕВ, Ю. А. КОКОРЕВ, И. С. ПОТАПЦЕВ

ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Методические указания и задания
по курсовому проектированию для студентов
вечернего факультета

Москва 1986

Б-946

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

А.А.Вуцев, Ю.А.Кокорев, И.С.Потапцев

Утверждены редсоветом
МВТУ

ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Методические указания и задания по курсовому проектированию
для студентов вечернего факультета

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
96470R
Ретрофонд

Под редакцией О.Ф.Тищенко

Москва 1986

МВТУ
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом. Рассмотрены и одобрены кафедрой П-II I3.I2.85г., методической комиссией факультета П I8.I2.85 г. и учебно-методическим управлением 06.0I.86 г.

Рецензенты: к.т.н. доц. В.В.Ягодкин,
к.т.н. доц. В.Н.Герди

© Московское высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

Редактор Н.Н.Филимонова Корректор Л.И.Малютина

Заказ 846. Объем 2,75 п.л.(2,75 уч.-изд.л.) Тираж 500 экз. Бесплатно. Подписано к печати 09.06.86 г. План I986 г., № 79.

Типография МВТУ. I07005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.

Общие указания

Данный сборник предназначен для студентов вечернего отделения и включает в себя задания на разработку современных механизмов, наиболее широко применяемых во всех отраслях приборостроения: исполнительные и следящие приводы, механизмы программных устройств, настройки и регулировки.

При выполнении курсового проекта студент в соответствии с номером и вариантом задания разрабатывает техническую документацию, необходимую для изготовления и сборки деталей, узлов и всего механизма в целом. Техническая документация должна выполняться с соблюдением требований ЕСКД, состав и содержание ее регламентируется типовым содержанием расчетно-пояснительной записки и графической части проекта, приведенным ниже.

В случае необходимости в заданиях указываются дополнительные требования на проектирование, а также ссылки на литературу, наиболее полно отражающую суть данного задания.

Каждое задание содержит обобщенную кинематическую схему и пример конструктивного оформления механизма. При разработке проекта студент должен уточнить кинематическую схему и разработать конструкцию, удовлетворяющую требованиям задания, с учетом новых достижений в области технологии, материаловедения и проектирования.

Сборник не содержит общих методических указаний по выполнению курсового проекта, поскольку они подробно изложены в [I] .

Типовое содержание расчетно-пояснительной записки

I. Задание на курсовой проект (на бланке).
2. Оглавление.
3. Введение. Задачи приборостроения на современном этапе в свете решений XXУП съезда КПСС и других руководящих материалов.
4. Технико-экономическое обоснование конструкции. Устройство и принцип действия разрабатываемого изделия.
5. Выбор двигателя.
6. Кинематический расчет механизма.
7. Силовой и геометрический расчет зубчатых передач.
8. Расчет редуктора на точность.
9. Расчет валов, осей и опор.

10. Проверочные расчеты на правильность выбора электродвигателя, прочность зубчатых колес и др.
11. Эскиз чертежа общего вида на миллиметровой бумаге, эскизы чертежей узлов и деталей, кинематическая схема, схема сборки, спецификации к сборочным чертежам.
12. Список литературы.

Объем расчетно-пояснительной записки 25–35 страниц формата А4.

Типовое содержание графической части проекта

1. Кинематическая схема механизма – формат А2.
2. Чертеж общего вида механизма – формат А1.
3. Сборочный чертеж механизма – формат А1.
4. Габаритно-монтажный чертеж – формат А2.
5. Чертежи узлов (по указанию преподавателя) – формат А1.
6. Рабочие чертежи деталей (по указанию преподавателя) – формат А1.

Минимальный формат чертежей сборочных единиц и деталей – А4. Количество чертежей сборочных единиц и деталей может быть изменено по согласованию с преподавателем. Общий объем графической части проекта – 5 листов формата А1.

ЗАДАНИЕ № I

Тема проекта: исполнительный привод [1,2,3,6,7,8,9,18,19]

Техническое задание: разработать конструкцию исполнительного привода по предложенной схеме (рис. I) в соответствии с заданным вариантом.

Основные данные:

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Момент на выходном валу M_0, Н·мм	I000	370	700	550	230	600
Скорость вращения вых. вала ω, c^{-1}	4	3	2	3,5	4	2,5

Параметры \ № варианта	I	2	3	4	5	6
Момент инерции нагрузки $J_н$, кг·м^2	0,I5	0,5	0,3	0,4	0,I5	0,I
Ускорение вращения вых. вала ε, с$^{-2}$	20	3	I0	6	5	25
Погрешность редуктора $\Delta\varphi$, угл.мин.	20	I0	I5	20	I0	I5
Тип предохранительной муфты	Фрикционная дисковая		Шариковая		Кулачковая зубчатая	
Тип двигателя	ШР для всех вариантов					
Условия эксплуатации	Длительная работа без обслуживания					
Срок службы	Ограничен сроком службы двигателя					
Характер производства	Серийный для всех вариантов					

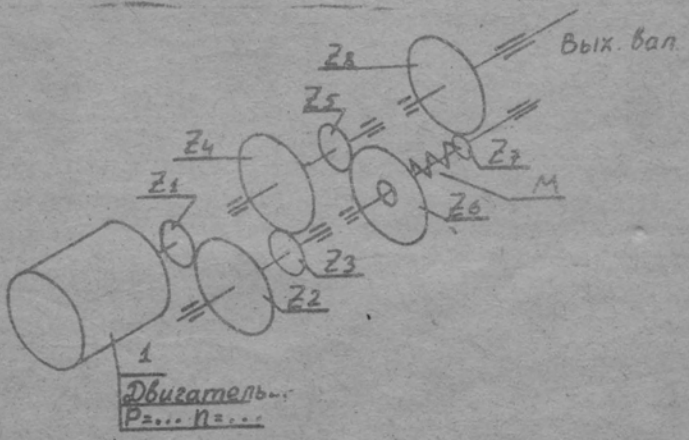


Рис. I

Дополнительные указания: при предварительном выборе электродвигателя общий КПД привода принять равным 0,85, коэффициент динамичности ξ = I,05...I,I.

Предохранительную муфту рекомендуется устанавливать на валу, частота вращения которого не превышает 800 мин$^{-1}$.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет предохранительной муфты.

Схема и краткое описание привода

Исполнительные приводы применяются в радионавигации, связи, радиоастрономии, в комплексах управления летательными аппаратами, в аппаратах аэрофотосъемки, для приведения в движение рабочих органов различных приборных устройств. Исполнительный привод состоит из электродвигателя I и редуктора $Z_1, \ldots, Z_8$ (см. рис. I). Для защиты привода от перегрузок по моменту в редукторе устанавливается предохранительная муфта M. Пример конструктивного оформления исполнительного привода приведен на рис. 2. Привод состоит из исполнительного двигателя I и редуктора. В конструкции используется двухплатный корпус 2,3, соединенный четырьмя стойками 6. Вращение вала двигателя через трехступенчатый редуктор передается на выходной вал 4, к которому приложен момент нагрузки. В конструкции, предложенной в качестве примера на рис. 2, используется дисковая предохранительная муфта 5.

ЗАДАНИЕ № 2

Тема проекта: программный механизм [I,2,3,7,I0,I7,I8,I9].

Техническое задание: разработать конструкцию многоканального программного механизма по предложенной схеме (рис. 3) в соответствии с заданным вариантом.

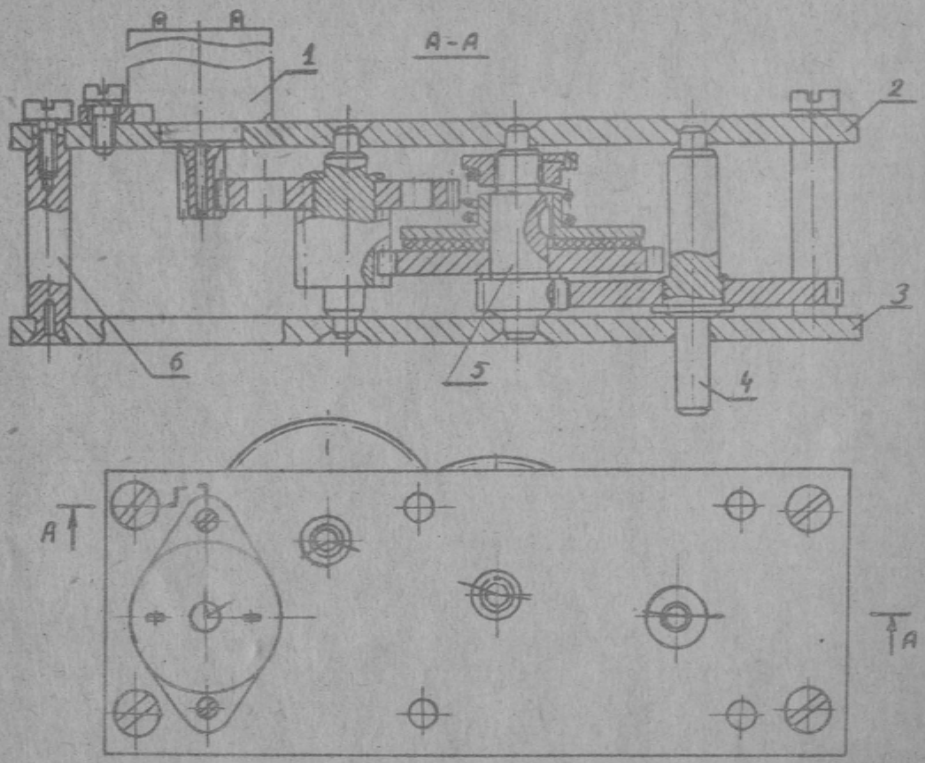


Рис. 2

Основные данные:

Параметры \ № варианта	I	2	3	4	5	6
№ циклограммы (рис.4)	I	2	3	4	5	6
Количество кулачков	8	3	6	6	4	I0
Конструкция кулачков	См. рис. 3б для всех вариантов					
Коммутируемые ток I и напряжение U	1А 30В	I5А 27В	0,5А 30В	I5А 27В	0,5А 250В	0,5А 27В
Точность положения фронтов импульсов (см. рис.3в) δ не более	3%	2%	2%	3%	I%	3%
Тип электродвигателя	ДПМ исполнения НЗ			ДПМ исполнения РС		
Рабочая температура	+5°С ... +40°С для всех вариантов					
Характер производства	Мелкосерийное					

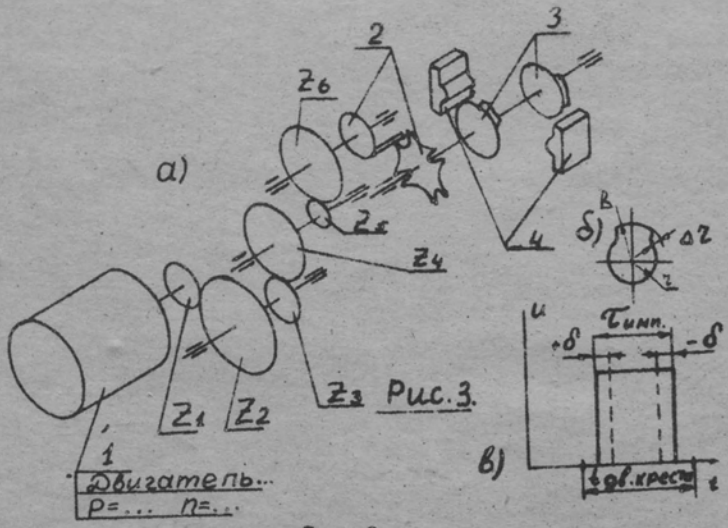


Рис. 3

Дополнительные указания: импульсы на циклограмме (рис.4) соответствуют замкнутому состоянию контактов микровыключателей, которое имеет место при повороте мальтийского креста на очередной шаг и определяется длительностью формируемого импульса. Программа работы микровыключателей разрабатывается на основе заданной циклограммы при условии формирования каждого импульса одним кулачком с соответствующим микровыключателем.

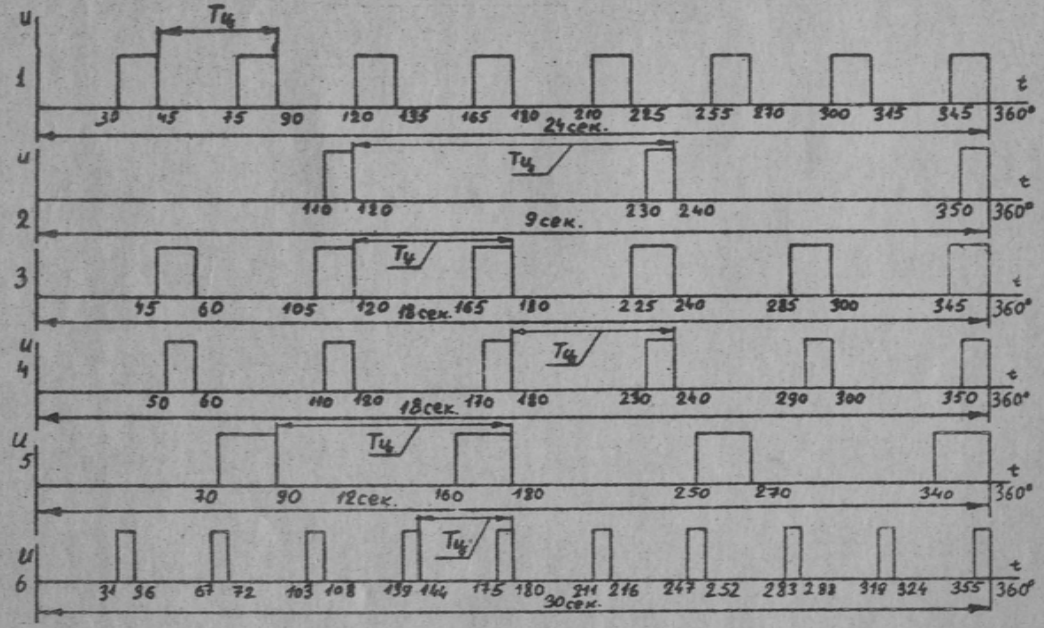

U
1
$T_ц$
30 45 75 90 120 135 165 180 210 225 255 270 300 315 345 360°
24сек.
t
U
2
$T_ц$
110 120 230 240 350 360°
9сек.
t
3
$T_ц$
45 60 105 120 165 180 225 240 285 300 345 360°
18сек.
t
U
4
$T_ц$
50 60 110 120 170 180 230 240 290 300 350 360°
18сек.
t
U
5
$T_ц$
30 90 160 180 250 270 340 360°
12сек.
t
U
6
$T_ц$
31 36 67 72 103 108 139 144 175 180 211 216 247 252 283 288 319 324 355 360°
30сек.
t

Рис. 4

Длительность импульса равна времени нажатия выступом кулачка радиусом R на кнопку микровыключателя. Относительное угловое расположение выступов кулачков на валу мальтийского креста устанавливается в соответствии с циклограммой.

Один цикл работы одноцевочного мальтийского механизма соответствует одному обороту вала с цевкой. При этом длительность цикла равна периоду следования импульсов и определяется по формуле

$$T_{ц} = \frac{T_{в}}{z},$$

где $T_{в}$ – время, в течение которого вал мальтийского креста совершает один оборот; z – число лопастей мальтийского креста.

В программном механизме с одноцевочным мальтийским механизмом и кулачками, имеющими один выступ, число импульсов за один оборот креста равно числу его лопастей z, а скорость вращения вала с цевкой определяется как $\omega_{ц} = 2\pi / T_{ц}$, 1/с.

Для того чтобы срабатывание микровыключателей происходило именно во время переключения (движения) мальтийского креста, должно выполняться условие $t_{об.креста} > \tau_{импульса}$, а сам импульс должен находится внутри временного интервала движения креста, как показано на рис. 3в.

Угол давления на кулачках не превышает 35^{0}, а на кнопках микровыключателей – $1,5^{0}$. Радиусы кулачков: r_{0} = 10...25 мм; $R = r_{0} + \Delta r$, где Δr – ход кнопки микровыключателя.

При предварительных расчетах рекомендуется принять КПД мальтийского механизма $\eta_{м}$ = 0,75...0,8.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет мальтийского механизма и расчет кулачков.

Схема и краткое описание механизма

Программные устройства применяют для автоматического размыкания и замыкания нескольких электрических контактов в определенной последовательности. Наиболее часто программные устройства состоят из двигателя, различных видов механических передач, вала с кулачками, вращающегося с постоянной скоростью, контактов и электрических переключателей. Обычно программные механизмы приводятся в движение электрическими двигателями постоянного тока,

имеющими регуляторы скорости, или синхронными двигателями. Часто в кинематическую цепь программного механизма включают мальтийские механизмы, что позволяет сделать более резким переключение контактов. Кулачковый вал совершает прерывисто-вращательное движение с остановами, но средняя частота вращения вала при этом строго определена (см. рис. 3). Вращение от двигателя I передается через редуктор $z_1 \ldots z_6$ на валик с цевкой мальтийского механизма 2. Мальтийский механизм преобразует непрерывное вращение валика с цевкой и прерывистое движение валика, на котором установлен мальтийский крест и кулачки 3. Кулачки обеспечивают включение и выключение микровыключателей 4 по заданной циклограмме.

На рис. 5 приведен пример конструктивного оформления программного механизма. В конструкции использован двухплатный корпус, соединенный тремя стойками. На верхней плате установлен электродвигатель ДВ и два блока микровыключателей МВ. Вращение блоку кулачков К от двигателя передается с помощью трехступенчатого редуктора и мальтийского механизма М. Относительное угловое положение кулачков на валике регулируется в соответствии с заданной циклограммой. Вся конструкция механизма закрыта кожухом.

ЗАДАНИЕ № 3

Тема проекта: привод следящей системы [I,2,3,4,6,7,8,II, I8,I9].

Техническое задание: разработать конструкцию привода следящей системы по предложенной схеме (рис. 6) в соответствии с заданным вариантом.

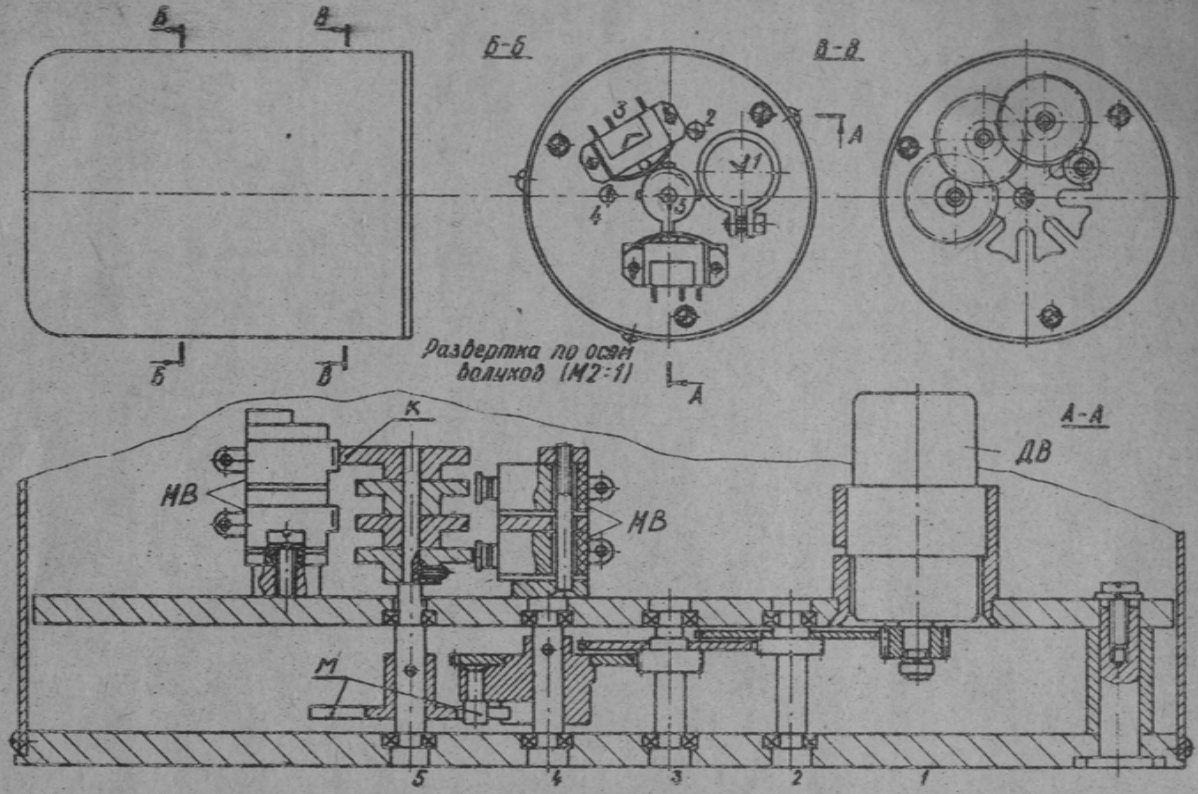


Рис. 5

Основные данные:

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Скорость вращения вых. вала ω, $с^{-1}$	6	5	4	6	5	5
Ускорение вращения вых.вала ε, $с^{-2}$	30	36	20	26	30	24
Момент инерции нагрузки $J_н$, $кг \cdot м^2$	0,0I2	0,0I5	0,02	0,0I	0,0I2	0,0I2
Угол поворота вых. вала φ°	$\pm$ 90°	$\pm$ I20°	$\pm$ I60°	$\pm$ I40°	$\pm$ I60°	$\pm$ I70°
Присоединительный размер d, мм	40	50	60	70	50	40
Тип потенциометра	ПТП или ПШМЛ – выбирается самостоятельно с соответствующим обоснованием					
Тип электродвигателя	Выбирать из серий ДИД, ДГ или АДП					

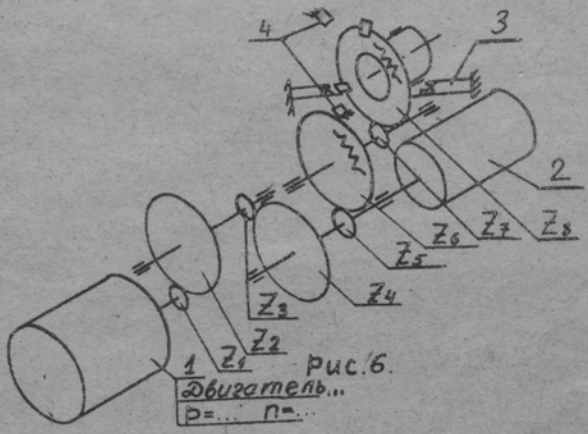


Рис.6.

Рис. 6

Дополнительные указания: угол поворота выходного вала ограничивается установкой микровыключателей и механических упоров. Редуктор проектируется по критерию минимизации приведенного момента инерции. При применении в качестве объектов вращения оптических элементов (зеркал, призм Дове, Пехана и т.п.) разработку механизма рекомендуется начинать с разработки узла крепления оптического элемента, при этом следует использовать типовые конструкции. Статическая нагрузка в механизме определяется трением в опорах, в потенциометре и силой срабатывания микровыключателей.

Схема и краткое описание механизма

Следящие приводы применяются в устройствах РЭА, ОЭП, системах автоматики, управления ЛА и т.д. для вращения радиолокационных антенн, пеленгационных призм, зеркал, для автоматической настройки и т.п.

Кинематическая схема (см. рис. 6) включает электродвигатель I, зубчатый редуктор $Z_1, \ldots, Z_8$, на выходном колесе Z_8 которого установлен объект управления (антенна, зеркало, призма и др.). Обратная связь в следящей системе обеспечивается потенциометром 2. Угол поворота выходного звена Z_8 механизма ограничивается с помощью микровыключателей 3 и механических упоров 4.

Пример конструктивного оформления привода следящей системы приведен на рис. 7. В конструкции применен литой корпус I, на котором установлены исполнительный двигатель 2 и кронштейн 3 с потенциометром 4. Вращение от вала двигателя с помощью четырехступенчатого редуктора передается на полый вал 5, внутри или на торцевой поверхности которого крепится объект управления (на чертеже не показан). Для обеспечения требований точности в кинематической цепи потенциометр – выходной вал применены люфтовыбирающие колеса. На корпусе привода установлены неподвижный упор 7 с микровыключателем 6. На выходном звене 5 установлен подвижный упор 8.

ЗАДАНИЕ № 4

Тема проекта: универсальный привод [I,2,3,7,I2,I8,I9].

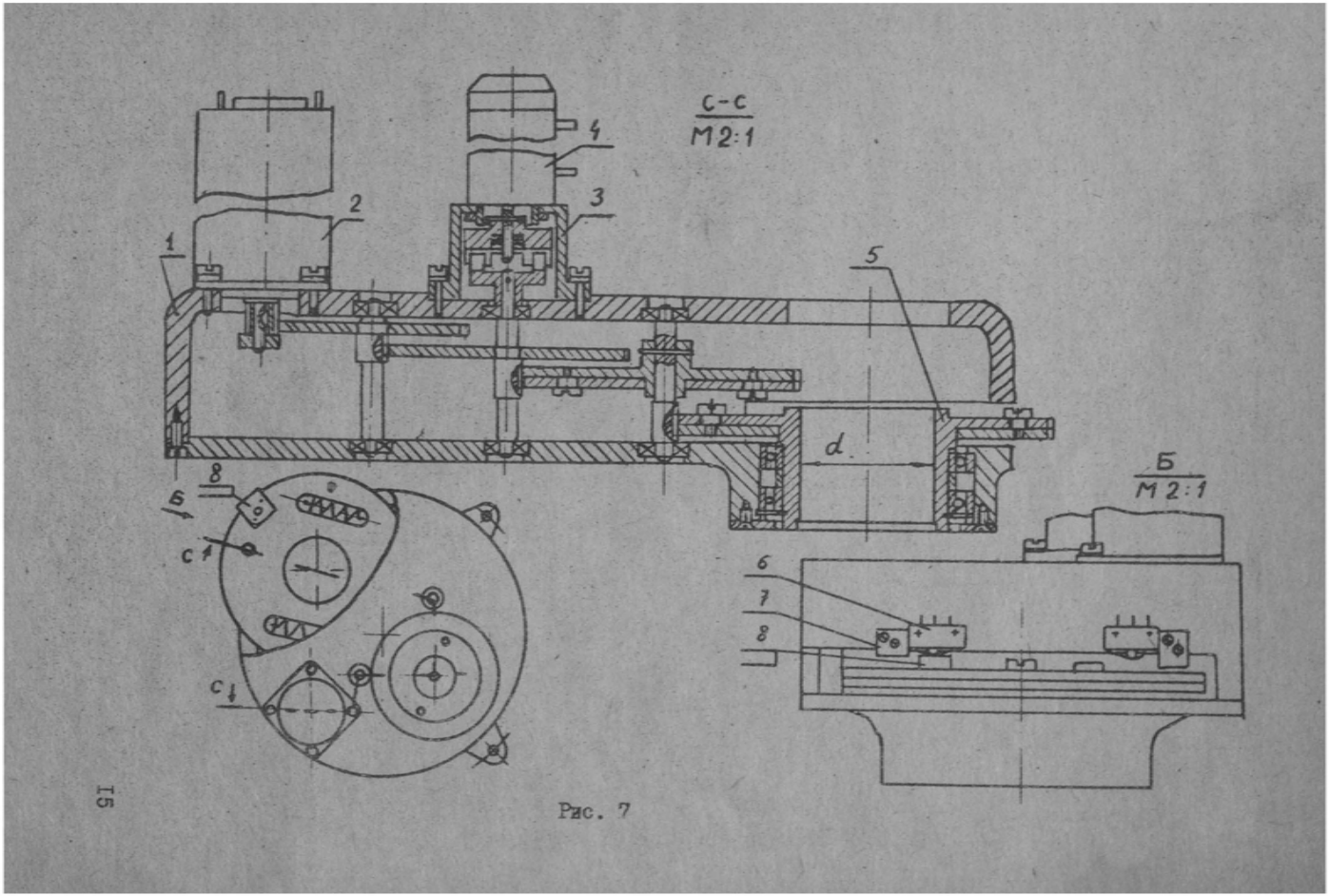


Рис. 7

Техническое задание: разработать конструкцию универсального привода, включающего двигатель и универсальный редуктор типа РЦ, по предложенной схеме (рис. 8) в соответствии с заданным вариантом.

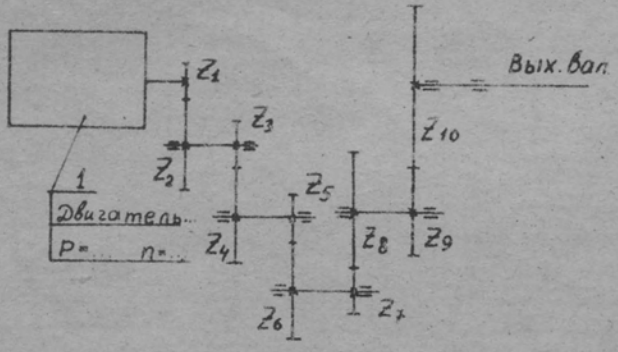


Рис. 8

Основные данные:

Параметры \ № варианта	I	2	3	4	5	6
Тип двигателя	ДИД 0,5	ДИД I	ДИД 2	ДИД 0,5	ДИД I	ДИД 2
Макс. момент на вых. валу при макс. передаточном отн. $M_{макс}$ Нм	I	2,8	8	0,7	2	5
Диапазон передаточных отношений i_o	I6... I7496	I6... I7496	I6... I7496	24... II664	32... II664	48... II664
Воспроизводимые передаточные отношения	I6;96 5I2 II52 I7496	I6;I28 648 3356 I7496	I6;I44 I728 5I84 I7496	24;96 I536 7776 II664	32;48 2I6 I296 II664	48;228 864 5832 II664
Погрешность воспроизводимого передаточного отношения	± 5%					
Макс. погрешность редуктора $\Delta\varphi$, угл. мин.	I5... 5	I0... 5	7...3	I0...3	8... 4	6... 2

Параметры \ № варианта	I	2	3	4	5	6
Тип опор валиков в редукторе	скольжения	скольжения	качения	скольжения	качения	скольжения
Срок службы	Не менее 300 часов					
Температурный диапазон, t °C	+50..-40	-10..+30	+5..+30	-10..+25	+5..+40	-10..+25
Условия эксплуатации	В авиационных приборах					
Характер производства	Серийное					

Дополнительные указания: корпус привода должен иметь фланец с центрирующим пояском и тремя отверстиями; выходной валик редуктора – гладкий.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет пружины люфтовыбирающего колеса.

Схема и краткое описание привода

Универсальный привод, включающий двигатель и универсальный редуктор (УР), широко применяется в устройствах РЭА, оптико-механических приборах, следящих системах, системах автоматического управления и т.д. Использование УР является прогрессивным методом проектирования, так как при этом значительно сокращаются общие сроки разработки и внедрения новых образцов изделий. В настоящее время в приборостроении наибольшее распространение получили УР типа РЦ. Редукторы этого типа компактны, хорошо согласуются с габаритами присоединяемого двигателя. Выходное звено такого редуктора – валик, ось которого совпадает с осью двигателя. Универсальность УР заключается в том, что он позволяет воспроизводить заданную гамму получаемых в одном корпусе передаточных отношений в зависимости от различных, заранее заданных комбинаций шестерен и зубчатых колес, входящих в комплект УР.

При разработке конструкции привода необходимо обратить внимание на надежность, унификацию деталей и узлов механизма, на получение минимальных габаритов конструкции, подбор материалов и т.п. Пример конструктивного оформления УР приведен на рис. 9, а также в [3].

17
МВТУ им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА
ВЫДАЧА НА ДОМ

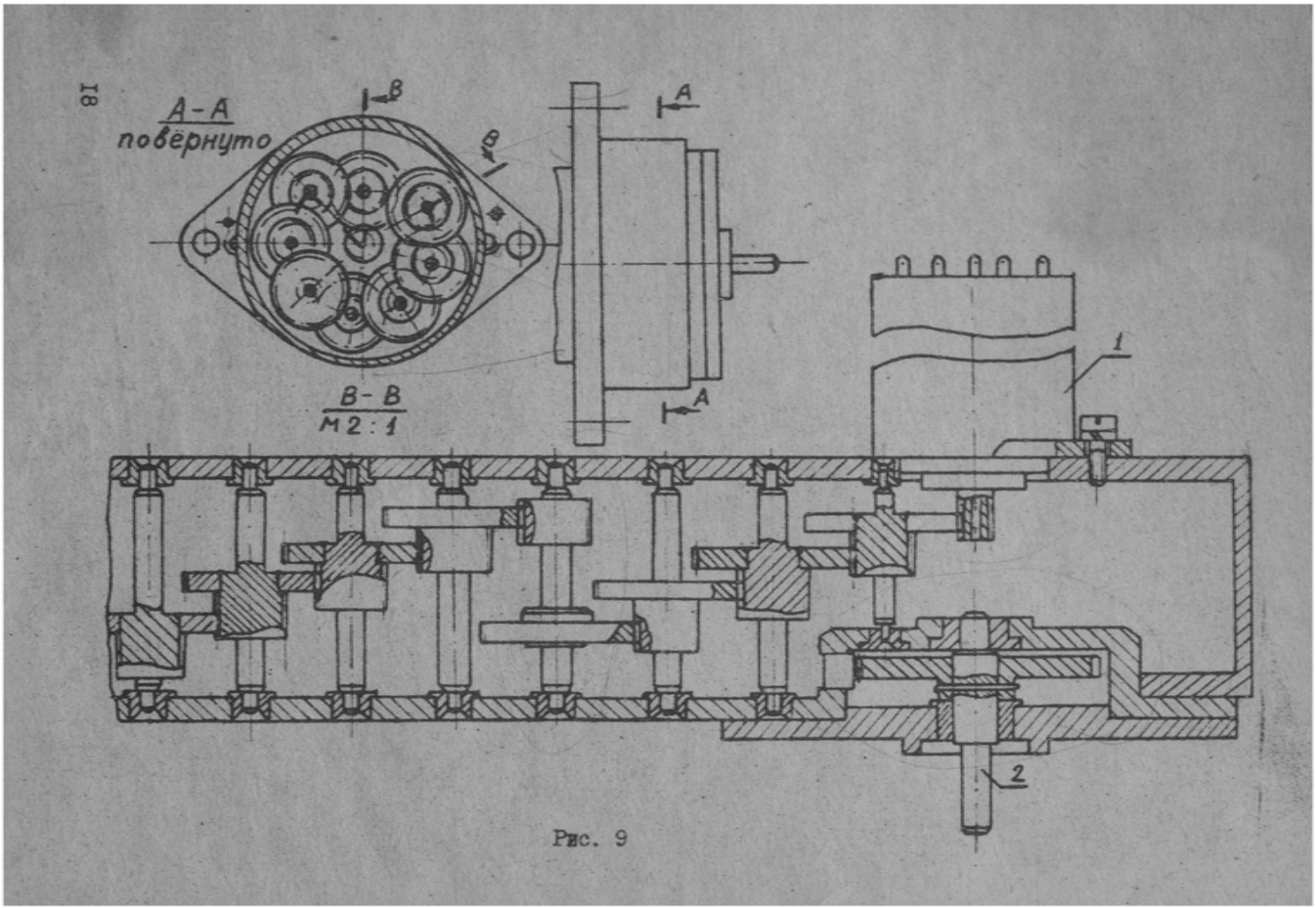


Рис. 9

Для получения компактной конструкции УР валики с установленными на них шестернями и зубчатыми колесами размещаются вокруг оси двигателя I в N отверстиях. Рекомендуется разбивать передаточные отношения в УР по ступеням так, чтобы воспроизвести все заданные в варианте передаточные отношения при минимальном разнообразии чисел зубьев и модулей зубчатых колес. Обычно в УР различных передаточных отношений бывает не более трех. При этом i_o определяется соотношением $i_o = i_1^k \cdot i_2^m \cdot i_n$,

где k – число ступеней с передаточным отношением i_1;

m – число ступеней с передаточным отношением i_2;

i_n – передаточное отношение последней ступени (выбирается в диапазоне 3,5...6).

В рациональных УР $N \leqslant m+n \leqslant 7...8$.

Для достижения максимальной точности на выходном валу УР устанавливается беззазорное колесо.

При больших нагрузках (модуль зубчатых колес последней ступени $m \geqslant 0{,}4$мм) зубчатые колеса промежуточных ступеней изготовливаются с модулем, определяемым нагрузкой на предпоследнем валу.

При малых нагрузках ($m < 0{,}4$) все зубчатые колеса и шестерни изготовливаются с одинаковым модулем.

ЗАДАНИЕ № 5

Тема проекта: электромеханический привод с волновым зубчатым редуктором [I,2,3,4,8,I8,I9].

Техническое задание: разработать конструкцию электромеханического привода с волновым зубчатым редуктором по предложенной схеме (рис. I0) в соответствии с заданным вариантом.

Основные данные:

Параметры \ № варианта	I	2	3	4	5	6
Тип электродвигателя	ДПМ	ДПМ	ДПР	ДПМ	ДПР	ДПМ
Момент на выходном валу M_c, Н · м	25	30	50	I2	62	I0
Скорость вращения вых. вала ω, $с^{-I}$	0,2	0,I	0,2	0,4	0,I8	0,6

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Схема механизма	IOБ	IOБ	IOA	IOA	IOБ	IOБ
Параметры выходного колеса	$m=1{,}5$ $z=27$	$m=1{,}5$ $z=25$	$m=2{,}5$ $z=23$	$m=1{,}25$ $z=30$	$m=2{,}5$ $z=23$	$m=1$ $z=3$
Условия производства	Серийное для всех вариантов					
Срок службы	Определяется сроком службы электродвигате					
Рабочая температура	$+5^{\circ}\ldots\ldots+60^{\circ}C$					
Тип предохранительной муфты	Шариковая		Фрикционная дисковая		Кулачковая зубчатая	

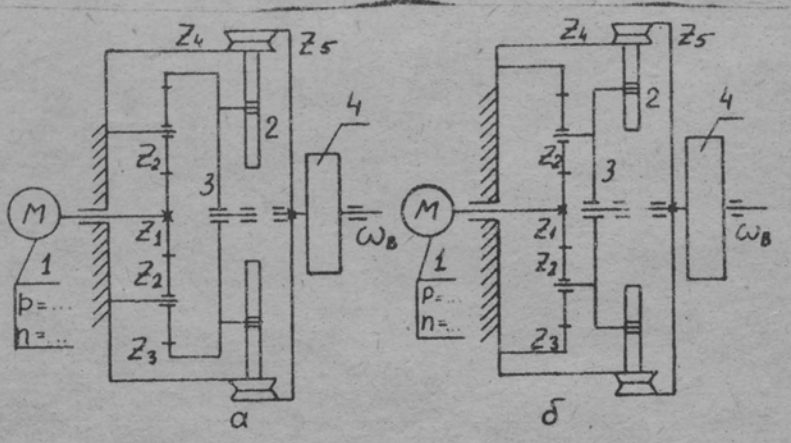


Рис. IO

Дополнительные указания: предохранительная муфта устанавливается на выходном валике редуктора; описание и расчет предохранительной муфты приведены в [I]; при проектировании ориентировочный КПД механизма принимать равным 0,5.

Расчетно-пояснительная записка вместо п.8 типового содержания включает расчет предохранительной муфты.

Схема и краткое описание привода

Электромеханические приводы с волновым зубчатым редуктором (ВЗР) широко применяются в механизмах ЛА, ОЭП, отсчетных и лентопротяжных устройствах. Они позволяют получать конструкции, обладающие высокими конструктивно-технологическими параметрами: малыми габаритами, массой, высокой точностью, плавностью работы и технологичностью. Для увеличения долговечности электромеханического привода с ВЗР в состав привода включают цилиндрический зубчатый (см. рис. I0а) или планетарный (см. рис. I0б) редуктор, устанавливаемый между валом двигателя и генератором ВЗР. Такие комбинированные механизмы применяют с передаточными отношениями от 200 до 2000. Передаточное отношение одной ступени ВЗР назначается в пределах 50...250, в предварительных цилиндрических редукторах – в пределах 2...4, в планетарных редукторах в пределах 8...I0. В любом случае частота вращения генератора волн ВЗР не должна превышать 3000 об/мин.

На рис. I0 обозначено: I – электродвигатель; 2 – генератор; 3 – водило. На рис. I0а представлен комбинированный привод, включающий цилиндрический зубчатый редуктор z_1, z_2, z_3 и волновой редуктор, состоящий из неподвижного гибкого колеса z_4, подвижного жесткого колеса z_5 и генератора волн 2. Генератор волн жестко связан с зубчатым колесом z_3, имеющим внутренний зубчатый венец. На выходном валу, связанном с жестким колесом z_5, установлена муфта предельного момента 4. На рис. I0б представлен комбинированный привод, первой ступенью которого является планетарный редуктор, а второй – волновой. Планетарный редуктор образуют зубчатые колеса z_1, z_2, z_3 и водило 3. С водилом непосредственно связан генератор волн 2. Гибкое колесо z_4 волнового редуктора неподвижно, а жесткое колесо z_5 подвижно и связано с выходным валом, на котором установлена муфта предельного момента 4.

На рис. II – конструктивное оформление электромеханического привода с комбинированным редуктором, выполненным по схеме, представленной на рис. I0а. На валике электродвигателя I закреплено зубчатое колесо 3, которое с помощью трех зубчатых колес 7 передает вращение на зубчатое колесо 6 с внутренними зубьями.

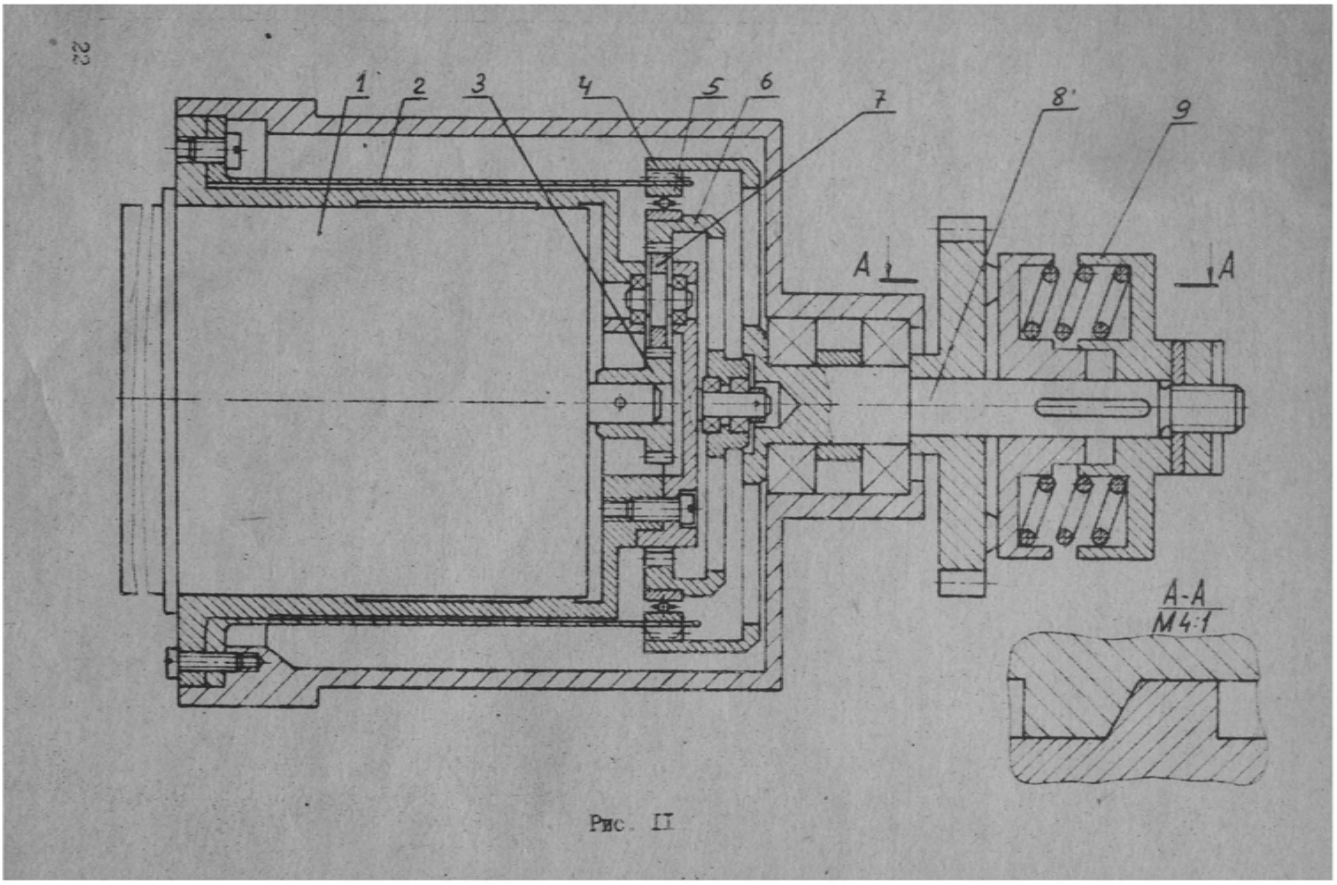


Рис. II

Особенностью колеса 6 является то, что наружная поверхность его представляет собой эллиптический кулачок двухволнового генератора принудительной деформации, на который насажен гибкий подшипник 5. Генератор деформирует неподвижно закрепленное гибкое колесо 2 и вводит его в зацепление с подвижным жестким колесом 4, изготовленным заодно с выходным валиком 8, на котором установлена муфта предельного момента 9. Конструктивное оформление электромеханического привода, выполненного по схеме 10б, приведено в [3].

ЗАДАНИЕ № 6

Тема проекта: трехскоростной электромеханический привод [1,2,3,6,7,13,14,18,19].

Техническое задание: разработать конструкцию трехскоростного электромеханического привода по предложенной схеме (рис. 12) в соответствии с заданным вариантом.

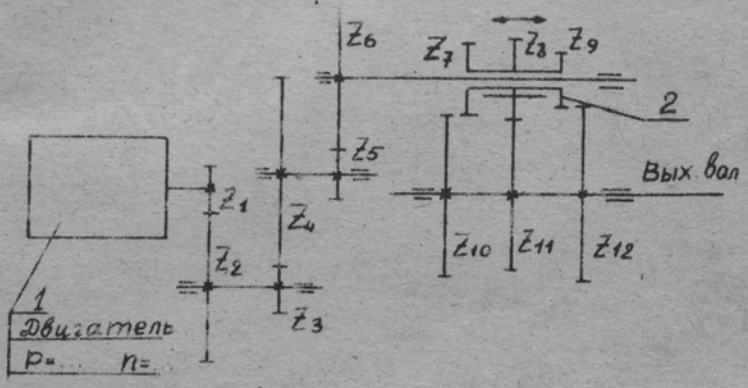


Рис. 12

Основные данные:

№ варианта / Параметры		2	3	4	5	6
Тип электродвигателя	Г-205	Г-202	Г-2I6	Г-203	Г-3I	Г-3I6
Скорости вращения вых. вала ω, $с^{-1}$	0,005 0,009 0,0I62	0,008 0,0II2 0,0I68	0,004 0,064 0,I024	0,0I2 0,0204 0,0347	0,0I8 0,027 0,0405	0,006 0,0078 0,0I0I4
Макс. момент на выходном валу $M_{c\ max}$, Н·мм	I000	I200	I400	II00	I300	I500
Рабочие температуры t °С	-20.. ..+40	+5.. ..+60	-I0.. ..+40	-5.. ..+50	+I0.. ..+50	-20.. ..+40
Характер производства	Серийное		Индивидуальное		Серийное	
Срок службы	5000 часов для всех вариантов					

Дополнительные указания: ступенчатое изменение скорости вращения выходного вала обеспечивается перемещением блока шестерен с фиксацией его положения. Тип и конструкция фиксатора выбираются и обосновываются студентом самостоятельно. Усилие при переключении скоростей - 2...4 Н.

Расчетно-пояснительная записка вместо п.5 типового содержания включает расчет фиксатора.

Схема и краткое описание привода

Трехскоростной электромеханический привод обеспечивает три различные скорости выходного вала. Скорости обычно переключаются вручную перемещением блока зубчатых колес. Привод подобного рода применяется в лентопротяжных механизмах самопишущих приборов, в качестве универсального привода механических систем РЗА, ОЗП и других, где требуется ступенчатое изменение скорости в небольшом диапазоне.

Кинематическая схема привода дана на рис. I2. Вращение от двигателя I с помощью зубчатого редуктора $z_1, \ldots, z_6$ передается на коробку скоростей $z_7, \ldots, z_{12}$. Скорость вращения выходного вала зависит от включения той или иной пары зубчатого блока 2. В положении, указанном на рис. I2, в зацеплении находятся зубчатые колеса z_8 и z_{11}. Для получения других скоростей в зацепление могут быть введены пары колес z_7

z_{10} , или $z_9 - z_{12}$. Пример конструктивного оформления трехскоростного привода представлен на рис. I3. Двигатель I установлен на литом корпусе 2, внутри которого размещается зубчатый редуктор. Переключение скоростей осуществляется с помощью рукоятки 3, при этом блок зубчатых колес 4 перемещается вдоль шлицевого выходного вала 5. Положение блока зубчатых колес фиксируется с помощью фиксатора 6.

ЗАДАНИЕ № 7

Тема проекта : следящий привод возвратно-поступательного движения [I,2,7,8,I5,I8,I9] .

Техническое задание: разработать конструкцию следящего привода возвратно-поступательного движения по предложенной схеме (рис. I4) в соответствии с заданным вариантом.

Основные данные:

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Статическая сила на вых. звене F , Н	8	I2	I6	20	25	30
Скорость движения вых.звена V , м/с	0,025	0,03	0,035	0,04	0,05	0,06
Перемещаемая масса m , кг	6	8	I0	I2	I4	I6
Ускорение движения вых.звена a ,м/с^2	4	5	6	7	8	9
Диаметр делительной окр.колеса реечной передачи d , мм	40	50	60	65	55	45
Рабочий ход вых. звена S , мм	70	50	60	II0	I20	I00
Тип концевого микровыключателя	МП-3	МП-5	МП-I2	МП-3	МП-5	МП-I2
Тип предохранительной муфты	Шариковая		Фрикционная дисковая	Кулачковая зубчатая		
Тип электродвигателя	Серии ДШ для всех вариантов					

Дополнительные указания: поступательное движение исполнительного устройства обеспечивается благодаря установке на выходе следящего привода реечной передачи.

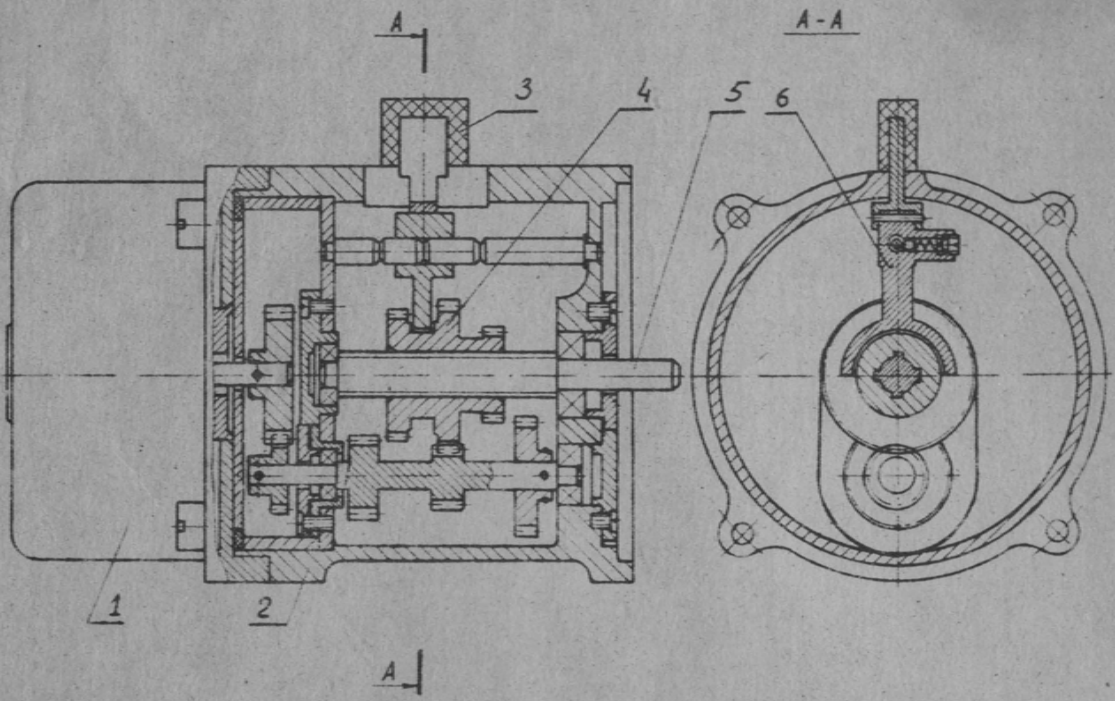


Рис. 13

Для повышения точности привода реечная передача должна быть снабжена люфтовыбирающим устройством.

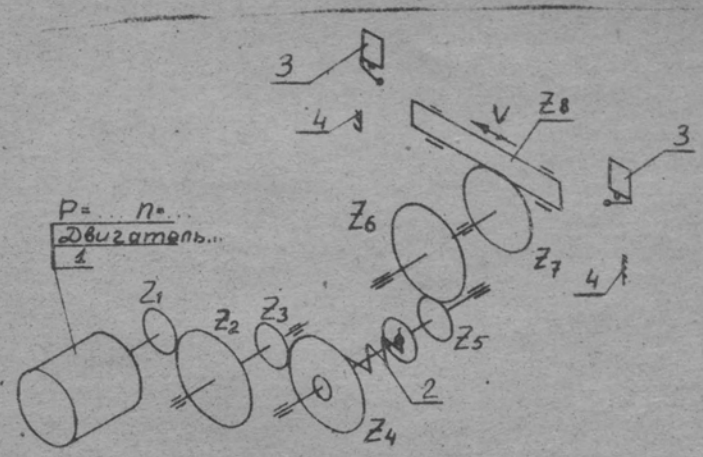


Рис. I4

При предварительном расчете принять КПД всего передаточного механизма привода $\eta = 0{,}6$; КПД реечной передачи $\eta = 0{,}7$. Угловую скорость вращения вала двигателя определять по формуле $\omega = \alpha_ш \cdot f_{пр} / 57{,}3$, где $f_{пр}$ - номинальная частота приемистости двигателя, Гц; $\alpha_ш$ - угловой шаг поворота якоря двигателя при подаче одного импульса, град. Для определения передаточного отношения редуктора необходимо найти угловую скорость вращения зубчатого колеса реечной передачи, $с^{-1}$, по формуле $\omega_7 = 2V / d$.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет пружины люфтовыбирающего устройства.

Схема и краткое описание привода

Следящий привод возвратно-поступательного движения широко используется в оптико-механических приборах и устройствах, системах управления, механических устройствах РЭА и ЭВМ, робототехнике и других устройствах. Применение шагового двига-

теля в следящем приводе позволяет включать этот привод непосредственно в контур управления общей управляющей ЭВМ и делает ненужным сигнал обратной связи. Эти достоинства являются иногда весьма важными.

При разработке конструкции следует исходить из условия получения минимального приведенного момента инерции привода. В конструкции привода надо предусмотреть ограничители движения (как механические, так и электрические), а также защиту механизма от перегрузок с помощью предохранительной муфты.

На рис. I4 представлена кинематическая схема следящего привода возвратно-поступательного движения, где вращение от двигателя I через систему зубчатых колес $z_1, \ldots, z_7$ передается на зубчатую рейку z_8, которая перемещается в направляющих на величину, пропорциональную числу импульсов, поданных на двигатель. Для защиты от силовых перегрузок в механизме установлена предохранительная муфта 2. Микровыключатели 3 и механические упоры 4 устанавливают границы перемещения рейки.

Пример конструктивного оформления привода приведен на рис. I5. В конструкции применен открытый корпус I, состоящий из двух плат, соединенных четырьмя стойками. Вращение вала двигателя 2 с помощью четырехступенчатого зубчатого редуктора передается на выходное зубчатое колесо 4, которое приводит в движение рейку 5. Рейка 5 перемещается в цилиндрических направляющих 6 со шпонкой 7. Шпонка 7 препятствует вращению рейки, а также ограничивает ее перемещения. Микровыключатели 8 и кулачок 9 обеспечивают отключение питания двигателя за пределами рабочей зоны перемещения рейки. Для защиты привода от перегрузок в конструкции используется шариковая предохранительная муфта 3.

ЗАДАНИЕ № 8

Тема проекта: механизм линейных перемещений [I,2,3,4,6, 7,II,I8,I9].

Техническое задание: разработать конструкцию механизма линейных перемещений по предложенной схеме (рис. I6) в соответствии с заданным вариантом.

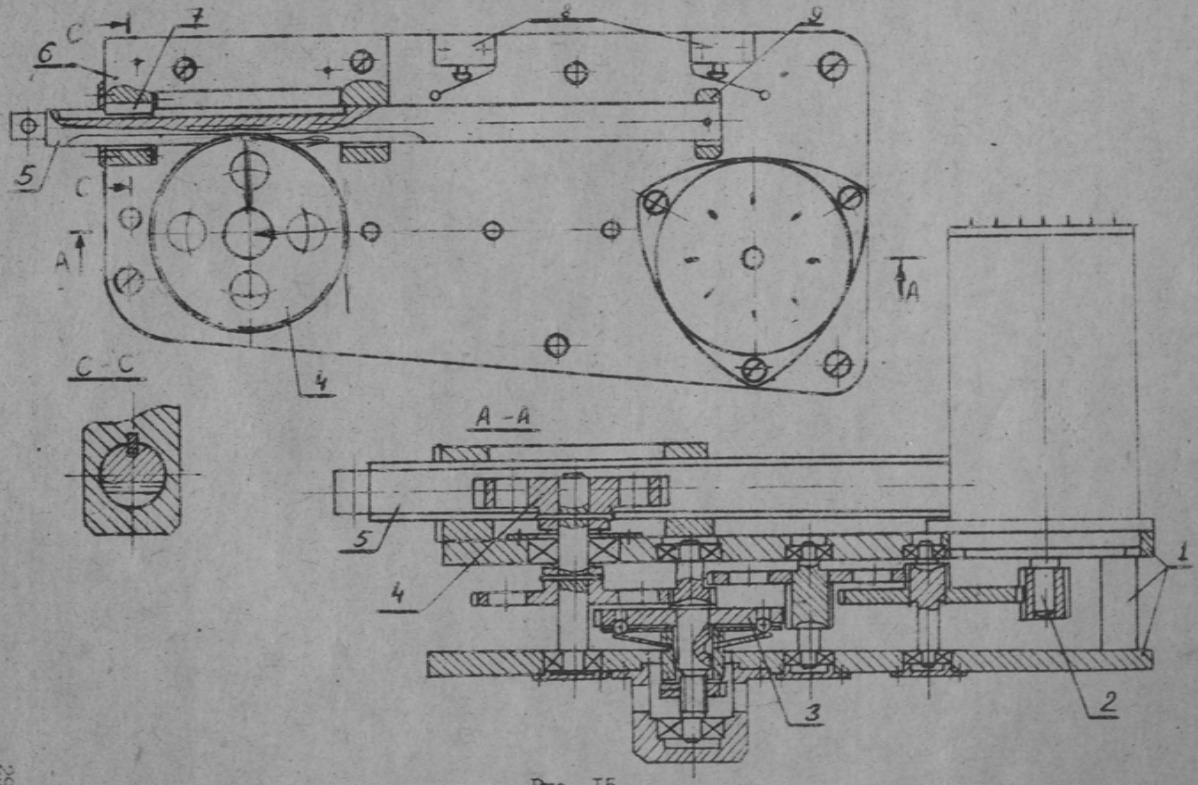


Рис. I5

Основные данные:

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Сила на выходном звене F, Н	500	450	400	400	450	500
Скорость движения вых.звена V, м/с	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016	0,018
Ход вых.звена S, мм	60	70	80	90	65	75
Диаметр и шаг винта выходной пары d/p, мм	$8/_2$	$10/_3$	$10/_3$	$12/_3$	$12/_3$	$14/_3$
Тип предохранительной муфты	Шариковая		Фрикционная дисковая		Кулачковая зубчатая	
Тип электродвигателя	Серии ДАТ для всех вариантов					
Ограничитель движения	Микровыключатели Д-301 или А-802В					

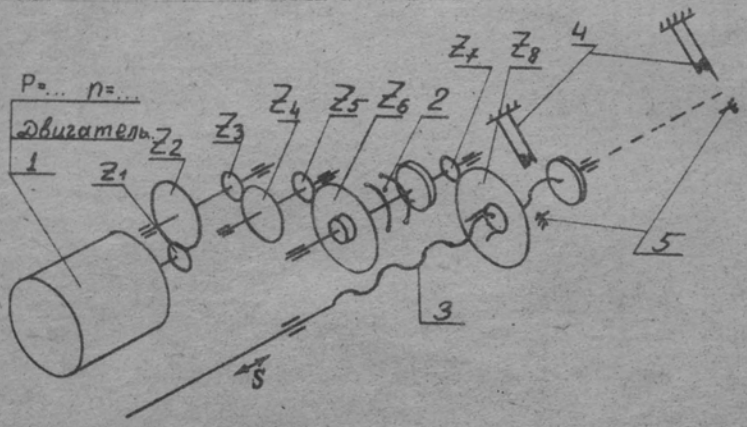


Рис. 16.

Дополнительные указания: линейные перемещения выходного звена обеспечиваются с помощью передачи винт-гайка на выходе

механизма. Для передачи винт-гайка использовать резьбу трапецеидальную нормальную по СТ СЭВ 146-75. Число заходов винта $z = 1$. При предварительном расчете принимать КПД механизма $\eta = 0,4$.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет передачи винт-гайка на прочность.

Схема и краткое описание механизма

Механизмы линейных перемещений широко применяются для преобразования вращательного движения в поступательное в устройствах РЭА, оптико-механических приборах, авиационных приборах и в робототехнике. Кинематическая схема механизма линейных перемещений с выходной парой винт-гайка представлена на рис. 16. Движение от двигателя 1 через редуктор $z_1 - z_8$ передается на зубчатое колесо-гайку z_8. При вращении колеса z_8 винт 3 перемещается в направляющих прямолинейного движения, преодолевая усилие F. Перемещение винта 3 ограничивается концевыми выключателями 4 и жесткими упорами 5. Для защиты механизма от перегрузок предусмотрена муфта предельного момента 2.

Пример конструктивного оформления механизма линейных перемещений приведен на рис. 17. Вращение вала двигателя 1 с помощью четырехступенчатого зубчатого редуктора передается на зубчатое колесо-гайку 2. В ступице колеса-гайки нарезана ходовая трапецеидальная резьба. При вращении колеса-гайки 2 ходовой винт 3 перемещается в цилиндрической направляющей с бронзовой втулкой 4, закрепленной в стакане 5. Шпонка 6 предотвращает вращение винта. Ограничение движения ходового винта осуществляется упорами 7 и микровыключателями 8.

ЗАДАНИЕ № 9

Тема проекта: механизм управления [1,2,3,6,8,15,18,19].

Техническое задание: разработать конструкцию механизма управления объектом по предложенной схеме (рис. 18) в соответствии с заданным вариантом.

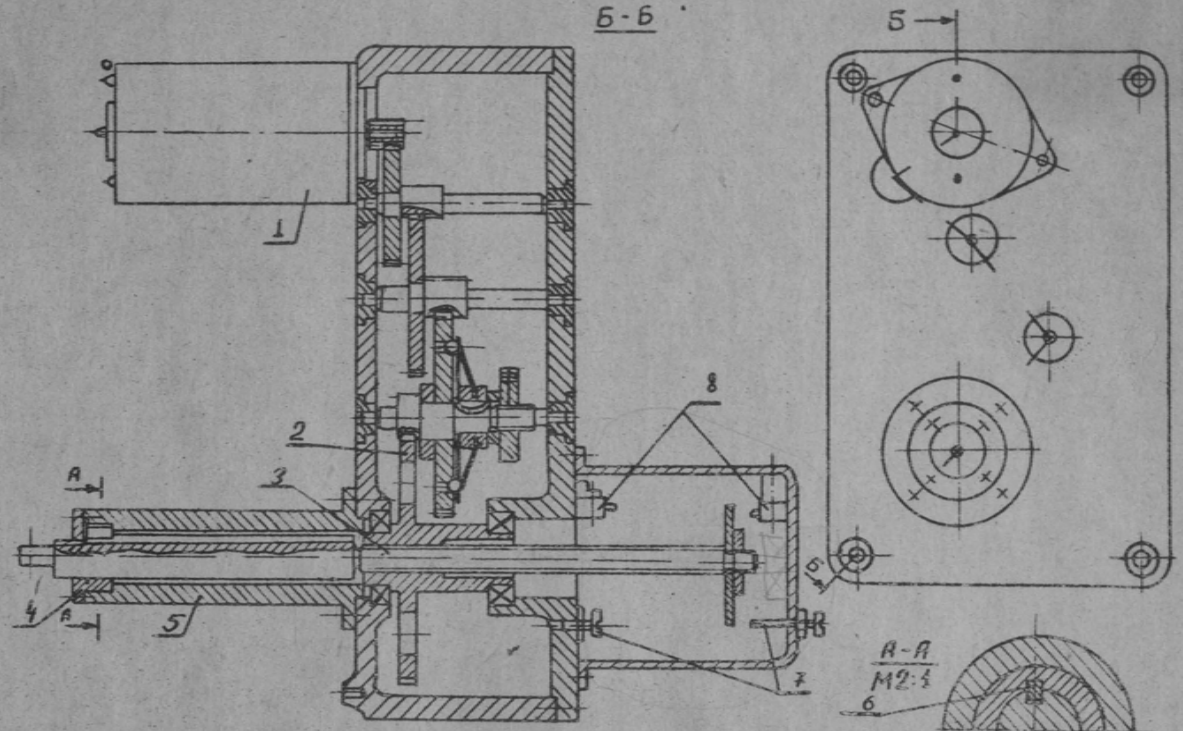


Рис. 17

Основные данные:

№ варианта / Параметры	1	2	3	4	5	6
Момент нагрузки на вых. валу M_c, Н·мм	150	120	100	150	120	100
Скорость вращения вых. вала ω, $с^{-1}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Момент инерции нагрузки J, $кг \cdot м^2$	0,02	0,02	0,015	0,015	0,01	0,01
Ускорение вращения вых. вала ε, $с^{-2}$	20	25	30	30	25	20
Угол поворота вых. вала $\varphi_{раб}$, град.	120	150	180	210	240	270
Цена деления шкалы точного отсчета, град.	0,2	0,2	0,5	0,2	0,4	0,3
Тип электродвигателя	ДПМ или ДПР для всех вариантов					
Тип потенциометра	ПТП, ППМП. Выбирается самостоятельно с соответствующим обоснованием					

Примечание к рис. 18. Шкалы ШГО и ШТО должны вращаться в одну сторону.

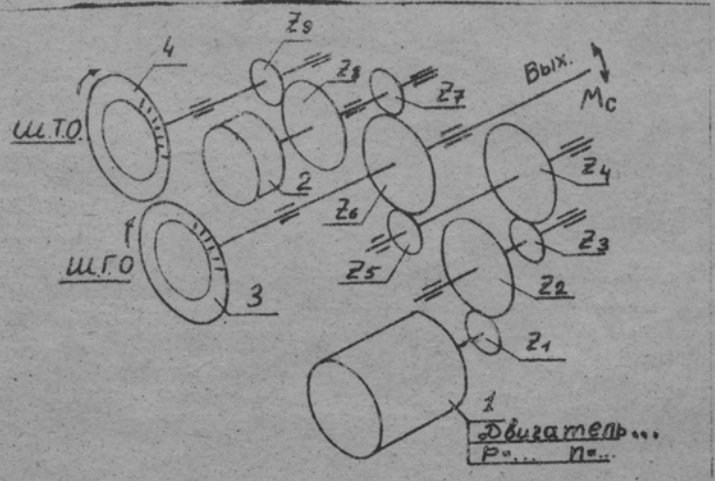


Рис. 18

Дополнительные указания: механизм управления отрабатывает поворот вала исполнительного устройства от 0 до максимального значения и обратно; диаметр шкал грубого и точного отсчета принять одинаковым и равным 30...35 мм; при предварительных расчетах принять КПД всего механизма $\eta_0 = 0{,}8$; коэффициент динамичности $\xi = 1{,}05...1{,}1$.

Расчетно-пояснительная записка помимо типового содержания включает расчет шкального устройства.

Схема и краткое описание механизма

Механизмы управления со шкальным отсчетным устройством широко применяются в приборных устройствах РЭА, ОЭП, дистанционных устройствах управления различного назначения. Такие механизмы позволяют оператору, находящемуся у пульта управления, производить настройку и управлять подвижными объектами, расположенными на значительных расстояниях от пульта.

На рис. 18 приведена кинематическая схема двухшкального механизма, устанавливаемого на объекте. При поступлении на двигатель 1 управляющего сигнала вращение вала двигателя через трехступенчатый редуктор $z_1, \ldots, z_6$ передается на выходной вал, с которым с помощью муфт связан валик исполнительного элемента (на рис. не показан). Для выработки сигнала обратной связи используется потенциометр 2. Для визуального контроля положения вала исполнительного устройства применяется двухшкальное отсчетное устройство, включающее шкалы грубого 3 и точного 4 отсчета.

Пример конструктивного оформления механизма управления показан на рис. 19.

Все узлы механизма монтируются на одноплатном литом корпусе 1. Вращение вала двигателя 2 через трехступенчатый редуктор передается на выходной вал 4. Для визуального контроля используется двухшкальное счетное устройство, состоящее из шкал точного 7 и грубого 8 отсчета. С помощью ускоряющей двухступенчатой передачи осуществляется поворот шкалы точного отсчета 7. Индексы шкал точного и грубого отсчета установлены на задитной панели (на рис. не показано). Согласование НТО и НГО с соответствующими положениями валиков потенциометра 5 и исполнительного элемента 4 осуществляется поворотом шкал в держателях.

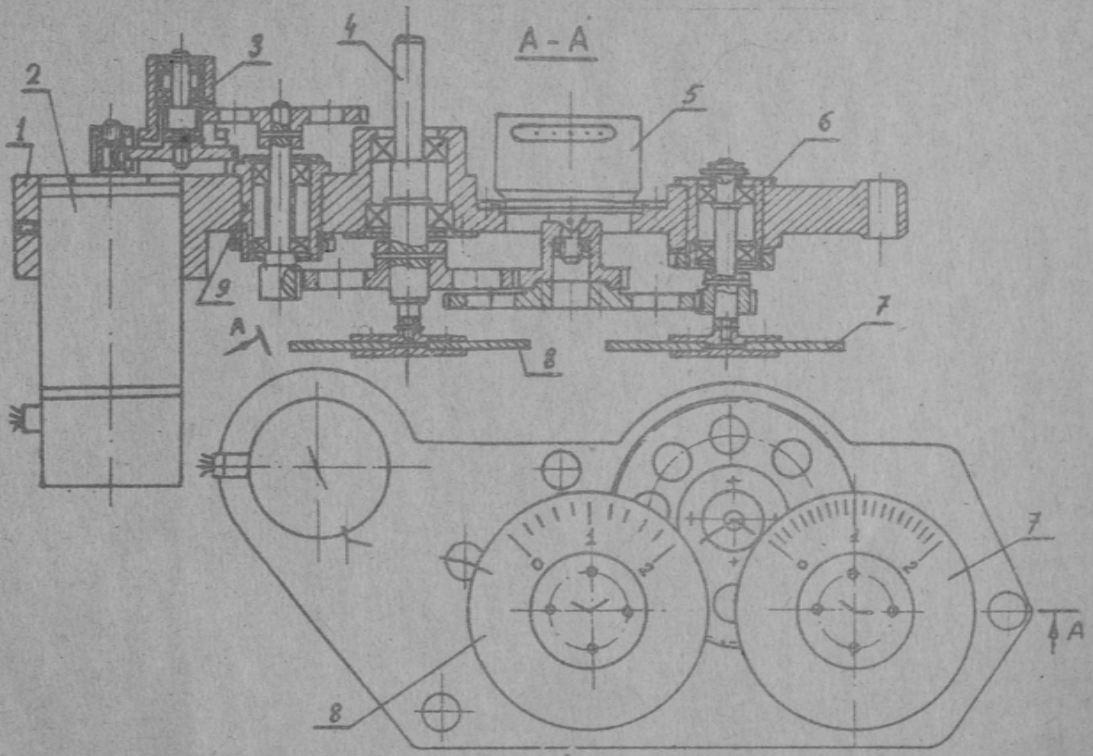


Рис. 19

Конструкция механизма технологична и удобна в сборке, так как расчленена на узлы, собираемые на кронштейне 3 и регулируемых втулках 6 и 9. После регулировки бокового зазора в зацеплении кронштейн 3 и втулки 6 и 9 фиксируются.

Рекомендации по расчету двухшкального отсчетного устройства

В таком устройстве обычно шкала грубого отсчета устанавливается на одном валу с исполнительным устройством, а шкала точного отсчета устанавливается через зубчатую передачу так, чтобы делать полный оборот при повороте ШГО на одно деление.

I. Определить число делений отсчетного устройства

$$N = \varphi_{раб} / H_{што} .$$

2. Задаться числом делений ШТО $N_{што}$, придерживаясь ряда чисел: I0, 20, 50, I00. При этом должно выполняться условие $N_{што} \geq N_{шго}$. Определить число делений ШГО $N_{шго}$ по формуле

$$N_{шго} = N / N_{што} .$$

3. Назначить диаметры шкал из условия $D_ш = 30...35$ мм.

4. Определить параметры шкалы точного отсчета:

а) рассчитать длину шкалы $L_{што}$ по формуле $L_{што} = \pi D_{што}$;

б) определить расстояние между штрихами $b_{што} = L_{што} / N_{што}$.

Величина $b_{што}$ для лабораторных и переносных приборов должна быть не менее 0,5...I,5 мм. В случае, если это условие не выполняется, необходимо или увеличить диаметр шкалы, или уменьшить число делений $N_{што}$ и снова провести расчет.

5. Определить параметры ШГО:

а) $L_{шго} = D_{шго} \cdot \frac{\varphi_{шго}}{114,6}$; ($\varphi_{шго} = \varphi_{раб}$); б) $b_{шго} = L_{шго} / N_{шго}$.

Величина $b_{шго}$ также должна быть не менее 0,5... I,5 мм.

При выполнении кинематического расчета передаточное отношение отсчетного устройства от ШТО к ШГО определяется как

$$i_{што-шго} = N_{шго} .$$

ЗАДАНИЕ № 10

Тема проекта: электромеханический привод с быстрым реверсом выходного вала [1, 2,3,5,9,16,18,19] .

Техническое задание: разработать конструкцию электромеханического привода с быстрым реверсом выходного вала по предложенной схеме (рис. 20) в соответствии с заданным вариантом.

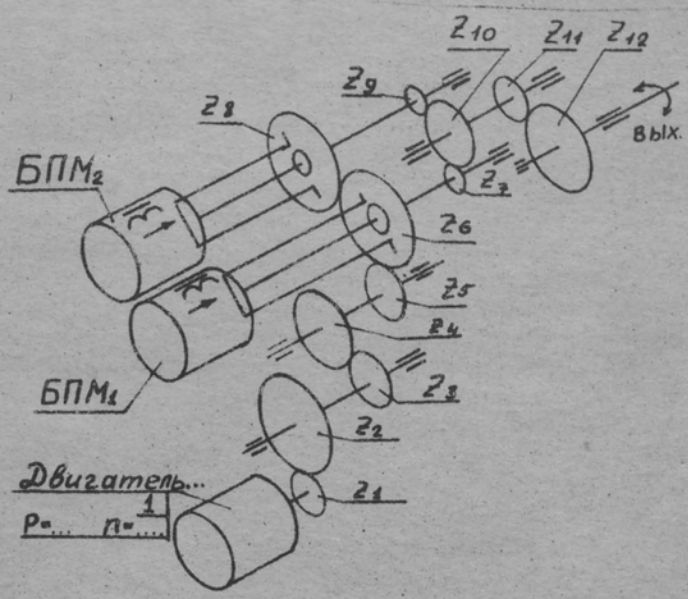


Рис. 20

Основные данные:

№ варианта / Параметры	1	2	3	4	5	6
Статический момент на вых.валу M_c, Н·мм	300	900	1400	2800	3300	4400

№ варианта / Параметры	I	2	3	4	5	6
Скорость вращения вых. вала ω, $с^{-1}$	2,2	0,8	I,8	0,8	I,2	I,4
Момент инерции нагрузки $J_н$, $кг \cdot м^2$	0,05	0,I	0,I2	0,4	0,35	0,3
Ускорение вращения вых.вала ε, $с^{-2}$	20	25	30	20	25	30
Тип сцепной муфты	ПМ-0,5М	ПМ-IМ	ПМ-2	ПМ-2М	ПМ-5	ПМ-5М
Тип двигателя	Серии Д или ДАТ для всех вариантов					
Характер производства	Серийное для всех вариантов					
Срок службы	Ограничен сроком службы двигателя					

Дополнительные указания: в предварительных расчетах принять КПД всего привода η_0 =0,6 (в том числе КПД порошковой муфты - 0,75). Коэффициент динамичности ξ =I,2. Основные параметры и установочные размеры порошковых муфт типа ПМ приведены в табл. и на рис. 2I.

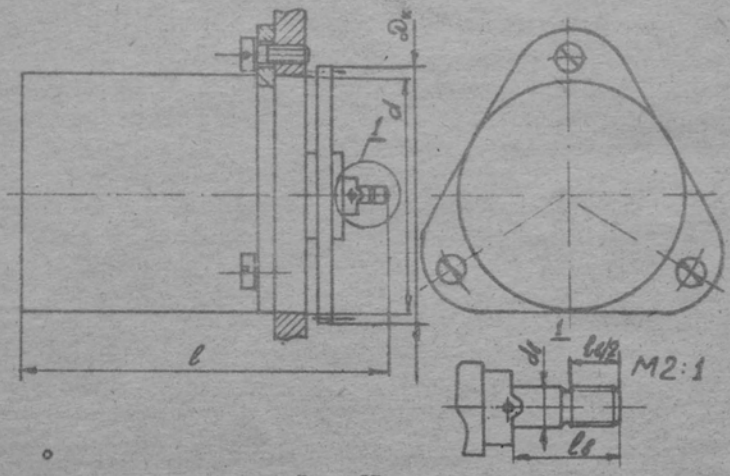


Рис. 2I

Тип муфты	Максимальный момент Н · мм M_{max}	n_{max} об/мин	Момент инерции ведомой части кг·м^2·10^{-8}	Ориентировочные размеры			
				d, мм	ℓ, мм	$d_в$, мм	$\ell_в$, мм
БПМ-0,5М	0,06	1000	0,11	64,7	37,3	3	9
БПМ-1М	0,15	1000	0,28	78,8	50	3	9
БПМ-2	0,22	2000	1,3	95	58	4	12
БПМ-2М	0,45	2000	1,3	95	58	4	12
БПМ-5	0,53	2000	2,9	103	72	5	15
БПМ-5М	0,70	2000	2,9	103	72	5	15

Схема и краткое описание привода

Электромеханические приводы с быстрым реверсом выходного вала широко применяются в механизмах РЭА, оптико-механических системах, в каналах управления и стабилизации ЛА, системах автоматики и других устройствах для мгновенного изменения направления движения исполнительного органа.

Особенностью данного привода является его построение по специальной схеме на базе нереверсируемого двигателя с жесткой характеристикой и блока порошковых муфт (см. рис. 20). Управление скоростью и направлением вращения выходного вала в таком приводе осуществляется соответствующим переключением электромагнитных порошковых муфт. Время реверсирования с помощью подобных схем достигает 0,1...0,05 с . Порошковые электромагнитные муфты являются одновременно муфтами предельного момента.

Кинематическая схема привода представлена на рис. 20. От вала двигателя I через многоступенчатый редуктор вращение передается на выходной вал, к которому присоединяется нагрузка с моментом инерции $J_н$ и статическим моментом M_c. Электромагнитные порошковые муфты $БПМ_1$ и $БПМ_2$ встраиваются в редуктор последовательно друг за другом и соединяются между собой с помощью входных зубчатых колес z_8 и z_8 . Выходные зубчатые колеса z_7 и z_9 зацепляются с колесом z_{10} . При включении муфты $БПМ_1$ осуществляется сцепление зубчатого колеса z_6 с движущейся частью муфты, на которой установлено

колесо z_7 . Тем самым замыкается кинематическая цепь z_1 - z_6, z_{10} . При этом муфта $БПМ_2$ работает вхолостую. Для реверсирования выходного вала муфта $БПМ_1$ выключается, а включается муфта $БПМ_2$, и движение передается по кинематической цепи z_1 - z_9, z_{10} . Место установки блока муфт $БПМ_1$ и $БПМ_2$ в кинематической цепи привода определяется с учетом двух факторов: допустимой скорости вращения вала муфты и максимального передаваемого момента муфты. При выполнении первого условия муфта должна занимать в кинематической цепи такое место, чтобы скорость вращения ее вала не превышала $n_{пред}$ (см. табл.) Учитывая второе условие, место установки муфты можно предварительно определить с учетом передаточного отношения

$$i_{м-в} = \frac{M_\Sigma}{\eta_{м-в} \cdot M_{max}},$$

где M_Σ - суммарный статический и динамический момент нагрузки на выходном валу (определяется по данным задания); M_{max} - предельный момент, передаваемый муфтой (из табл.); $\eta_{м-в}$ - КПД участка кинематической цепи муфта - выходной вал (рекомендуется принять в пределах 0,89...0,92).

Пример конструктивного оформления электромеханического привода с быстрым реверсом выходного вала представлен на рис. 22. В конструкции применен корпус развернутой схемы, изготовленный литьем из литейного магниевого сплава. Приведенный пример конструктивного оформления привода выполнен на базе другой кинематической схемы. На валу 2 (см. рис. 22) установлено паразитное колесо для увеличения межосевого расстояния, поскольку конструктивно оказалось затруднительным обеспечить зацепление зубчатых колес, установленных на валу I двигателя и валу 3 промежуточной ступени.

Примечание: размер $D_к$ определяется по конструктивным соображениям из условия нормального зацепления с зубчатым колесом соседней муфты (см. рис. 20 и рис. 22).

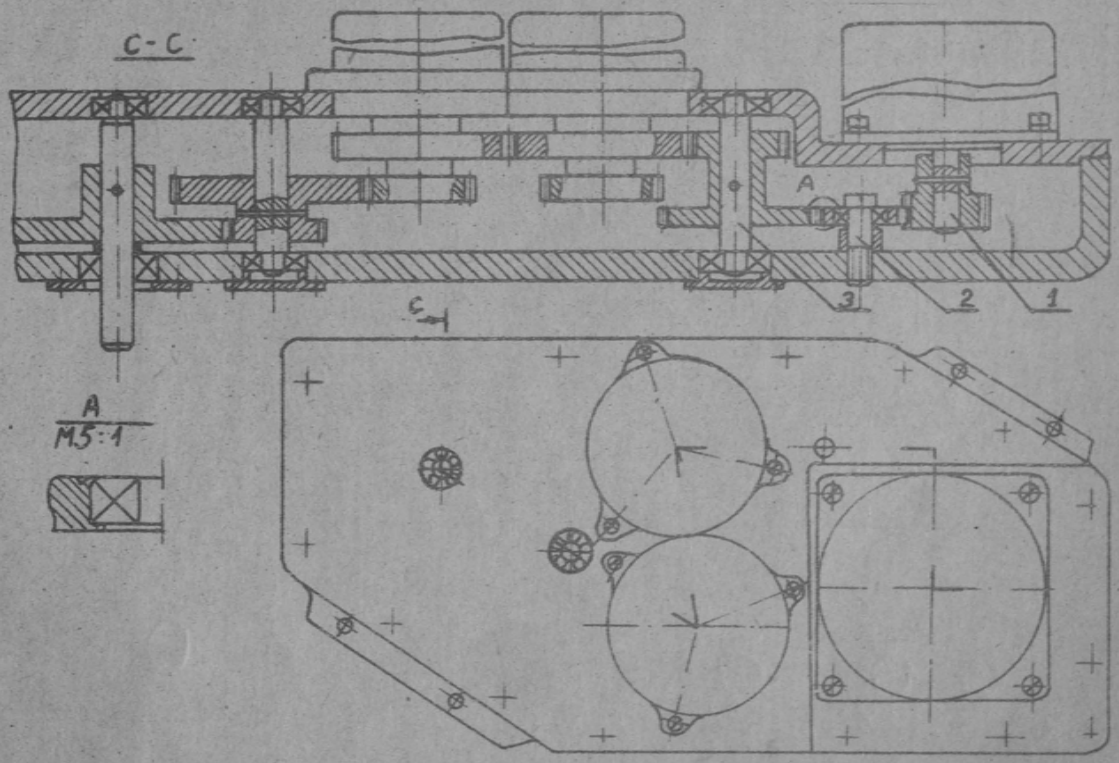


Рис. 22

Литература

I. Буцев А.А., Кокорев Ю.А., Потапцев И.С. Учебное пособие по выполнению курсового проекта по курсу "Элементы приборных устройств" для студентов вечернего отделения. - М.: МВТУ, 1984. - 48 с.

2. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование/ Нестерова Н.П., Коваленко А.П., Тищенко О.Ф. и др. Под ред. Тищенко О.Ф. - М.: Высшая школа, 1978. Ч. I. - 328 с.

3. Атлас конструкций ЭПУ/ Буцев А.А., Еремеев А.И., Кокорев Ю.А. и др. Под ред. Тищенко О.Ф. - М.: Машиностроение, 1982. - 115 с.

4. Слодиков М.Н. Механизмы приводов систем управления летательными аппаратами. - Л.: Машиностроение, 1975. - 384 с.

5. Чурабо Д.Д. Детали и узлы приборов: Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1975. - 559 с.

6. Коваленко А.П., Буцев А.А. Выбор исполнительных электродвигателей приборных устройств. - М.: МВТУ, 1981. - 44 с.

7. Кокорев Ю.А. Проектирование корпусных деталей приборов.- М.: МВТУ, 1980. - 31 с.

8. Первицкий Ю.Д. Расчет и конструирование точных механизмов. - Л.: Машиностроение. 1976. - 456 с.

9. Рощин Г.И. Несущие конструкции и механизмы РЭА. - М.: Высшая школа, 1981. - 375 с.

10. Торгов А.М. Расчет кулачковых механизмов приборов. - М.: МВТУ, 1980. - 36 с.

11. Справочник конструктора оптико-механических приборов/ Панов В.А., Кругер М.Я., Кулагин В.В. и др. Под ред. Панова В.А. - Л.: Машиностроение, 1980. - с. 414-511.

12. Парфенов Е.М. Электромеханические модули точного приборостроения. - М.: Машиностроение, 1984. - 145 с.

13. Торгов А.М. Зажимные устройства, фиксаторы, арретиры, ограничители движения и тормоза. - М.: МВТУ, 1973. - 42 с.

14. Плюснин А.К., Ердаков В.И., Пин Л.Г. Проектирование механических передач приборов. - М.: Высшая школа, 1967. - 364 с.

15. Пименов А.И. Механизмы настройки РЭА. - М.: Высшая школа, 1977. - 221 с.

I6. Коновалов Г.Ф., Коноваленко О.В. Системы автоматического управления с электромагнитными порошковыми муфтами. - М.: Машиностроение, I976. - I56 с.

I7. Элементы приборных устройств. Основной курс./Тищенко О.Ф., Киселев Л.Т., Коваленко А.П. Под ред. Тищенко О.Ф.- М.: Высшая школа, I982. Ч. 2. - 263 с.

I8. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование/ Нестерова Н.П., Коваленко А.П., Тищенко О.Ф. и др. Под. ред. Тищенко О.Ф. - М.: Высшая школа, I978. Ч. 2. - 232 с.

I9. Тищенко О.Ф., Веселова Е.В., Нарыкова Н.И. Оформление рабочих чертежей деталей и узлов. - М.: МВТУ, I986. - 42 с.