

Министерство общего и профессионального  
образования Российской Федерации

Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П.Королева

Б.А.Куликов Ж.Е.Шум Н.П.Коробова

СБОРНИК

ЗАДАНИЙ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ

(для студентов дневного отделения)

Учебное пособие

УДК 621.01

Сборник задания на курсовой проект по теории механизмов (для студентов дневного отделения): Учеб. пособие / В.А.Куликов, М.Б.Шуми, Н.П.Коробова, А.П.Савинов, Б.П.Семенов, А.В.Суслич; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1998. 68 с.

*ISBN 5-7883-0047-9*

В сборнике представлены задания на курсовое проектирование механизмов авиационной и космической техники, а также механизмов общего машиностроения. Задания в методическом контексте разделены на две группы, каждая из которых имеет собственную специфику, изложенную в разделе содержания курсового проектирования. Даны описания принципа работы механизмов, приводятся их кинематические схемы и технические характеристики.

Сборник предназначен для студентов дневного отделения, выполняющих курсовой проект по теории механизмов и машин. Подготовлен на кафедре "Основы конструирования машин".

Табл. 22. Ил. 70. Библиогр.: 9 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Ответственный редактор В.А.Куликов

Рецензенты: Ю.М.Андрушевич, А.А.Авраменко, Д.В.Каршин

*ISBN 5 7883-0047-9*



Самарский государственный аэрокосмический университет, 1998

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИИ

- $l$  - длина звена, м (мм);  
 $V$  - линейная скорость, м/с;  
 $n$  - частота вращения, об/мин;  
 $\omega$  - угловая скорость, 1/с;  
 $J_g$  - центральный момент инерции звена, кг·м<sup>2</sup>;  
 $J_o$  - момент инерции звена относительно оси вращения, кг·м<sup>2</sup>;  
 $d_u$  - диаметр цапфы, м;  
 $F$  - сила, Н;  
 $M$  - момент, Н·м;  
 $t$  - время, с;  
 $G$  - вес, Н;  
 $m$  - масса, кг;  
 $f$  - коэффициент трения скольжения;  
 $\eta$  - коэффициент полезного действия;  
 $a_w$  - межосевое расстояние, мм;  
 $m_{np}, m_{na}$  - модуль зубчатого колеса, мм;  
 $h$  - ход толкателя, м (мм);  
 $\psi$  - угол качания коромысла, град;  
 $[\alpha]$  - допускаемый угол давления, град;  
 $\gamma$  - угол передачи, град;  
 $C$  - жесткость пружины, Нм/рад;  
 $\delta$  - коэффициент неравномерности хода;  
 $i$  - передаточное отношение;  
 $S$  - ход штока гидроцилиндра;  
 $A, B, B$  - законы движения толкателя;  
 $\varphi$  - угол поворота входного звена, град;  
 $a_n$  - число сателлитов планетарного редуктора;  
 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  - углы поворота кулачка, град;  
 $S_T$  - путь толкателя, мм.

## ВВЕДЕНИЕ

Сборник рассматривает вопросы курсового проектирования и расчета механизмов космической, авиационной техники и механизмов общего машиностроения. Приводятся данные, позволяющие получить основные параметры механизмов на основе общего курса теории механизмов и машин. При этом процесс проектирования включает в себя синтез, кинематическое и кинетостатическое исследование реальных механизмов, а также позволяет решать задачи динамического исследования. В сборнике дается краткое описание работы механизмов и последовательность выполнения расчетной и графической частей курсового проекта.

### 1. МЕХАНИЗМЫ АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

#### Содержание курсового проекта

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А1 и сопровождается расчетно-пояснительной запиской, оформленной согласно [1].

#### Часть I. Структурное, кинематическое и динамическое исследование механизма

1. Провести структурный анализ механизма (рис. I заданий).
2. Провести синтез механизма и определить ход штока гидроцилиндра, используя таблицы данных заданий.
3. Построить план положений механизма, разделив ход штока на шесть равных частей [2].
4. Определить приведенную к штоку гидроцилиндра силу и построить график изменения приведенной силы в зависимости от хода  $S$  штока  $F_{пр}(S)$

5. Определить приведенную массу механизма и построить график  $m_{np}(S)$ .
6. Построить диаграмму "энергия-масса" и график  $E(m_{np})$ .
7. Определить истинную скорость точки приведения механизма и построить график  $V_F(S)$ .
8. Определить ускорение точки приведения  $F$  механизма и построить график ускорения  $W_F(S)$ .
9. Определить время срабатывания механизма и построить графики  $1/V_F(S)$  и  $t(S)$ .

### Часть 2. Кинетостатическое исследование механизма

1. Построить для двух указанных преподавателем положений механизма планы скоростей и ускорений [2, 9].
2. Определить массы звеньев. Центры тяжести звеньев, если их положение не указано в задании, принять в середине звеньев.
3. Определить силу аэродинамического сопротивления  $F_{\alpha}$ , направленную против движения:

$$F_{\alpha} = F_0 \cos \theta \quad (F_{\alpha} = 0 \text{ при } \theta \geq 90^\circ).$$

4. Определить уравновешивающую силу  $F_y$  и реакции в кинематических парах.
5. Определить уравновешивающую силу методом рычага Жуковского  $F_y^*$  и сравнить ее с  $F_y$  (ошибка не более 5%).
6. Определить механический КПД механизма в заданном положении. коэффициент трения в парах равен 0,12.

### Часть 3. Проектирование зубчатого редуктора

1. Определить степень подвижности редуктора.
2. Определить общее передаточное отношение редуктора.
3. Определить количество ступеней редуктора, тип каждой ступени и распределить общее передаточное отношение по ступеням.
4. Определить числа зубьев колес передачи, выдержав для его планетарной части условия сборки, соосности и соседства.
5. Определить геометрические параметры зубчатых колес простой ступени.
6. Вычертить картину зацепления, изобразив на каждом колесе по 3 зуба (высота зуба на чертеже должна быть не менее 60 мм), показать теоретическую и рабочую часть линии зацепления, дуги зацепления, рабочие участки профилей зубьев, инволюту, угол зацепления.



7. Построить графики удельных скольжений зубьев.
8. Вычертить кинематическую схему редуктора.
9. Построить планы линейных и угловых скоростей колес редуктора.
10. Определить общий КПД редуктора, приняв КПД одной пары колес равным 0,96.

#### Часть 4. Проектирование кулачкового механизма

1. По заданному закону изменения ускорения найти законы изменения скорости и перемещения толкателя. Построить графики ускорения, скорости и перемещения толкателя в зависимости от угла поворота кулачка (закон задан в таблице данных задания или задается руководителем проекта).

2. Для кулачковых механизмов с роликовым толкателем определить минимальный радиус кулачка, построив график перемещения толкателя в зависимости от аналога скорости толкателя (рис. 2 задания).

3. Для кулачковых механизмов с тарельчатым толкателем определить минимальный радиус кулачка, построив график перемещения толкателя в зависимости от аналога ускорения толкателя [2, 5].

4. Методом обращения движения построить теоретический и рабочий профили кулачка. Определить радиус ролика толкателя.

5. Построить график изменения угла давления в зависимости от угла поворота кулачка.

6. Для всех видов кулачковых механизмов варианты законов движения толкателя необходимо принять следующие:

$$A. \frac{d^2 S_T}{d\varphi^2} = a \sin \frac{2\pi\varphi}{\varphi_0}; \quad B. \frac{d^2 S_T}{d\varphi^2} = a \cos \frac{\pi\varphi}{\varphi_0}; \quad B. \frac{d^2 S_T}{d\varphi^2} = \pm a.$$

#### Задание 1. МЕХАНИЗМ УБОРКИ И ВЫПУСКА ШАССИ САМОЛЕТА

Механизм уборки и выпуска шасси самолета приводится в движение гидроприводом и фиксируется в выпущенном и убранном положении. Стойка шасси убирается в специальный отсек фюзеляжа назад по отношению к направлению полета (рис. 1.1).

Рекомендации:

1. Принять диаметр колеса  $d_k = 800$  мм, масса колеса  $m_k = 100$  кг, масса стойки  $m_c = 150$  кг.

2. Массы звеньев определить по формуле  $m = \rho \ell$ , где  $\rho = 0,06 \text{ кг/мм}$ ,  $\ell$  - длина звена, массами штока и гидроцилиндра пренебречь, диаметр цапфы стойки равен 150 мм.

3. Угол передачи движения кулачке  $\delta_{\text{min}} = 60^\circ$ .

4. Обороты двигателя редуктора привода гидронасоса  $n_{\text{дв}} = 5000 \text{ об/мин}$ .

### Задание 2. МЕХАНИЗМ УБОРКИ И ВЫПУСКА ШАССИ САМОЛЕТА

Механизм уборки и выпуска шасси самолета приводится в движение гидроприводом I и фиксируется в выпущенном и убранном положении.

Стойка шасси убирается в специальный отсек фюзеляжа вперед по отношению к направлению полета (рис. 2.1).

Рекомендации:

1. Принять диаметр колеса  $d_k = 600 \text{ мм}$ , масса колеса  $m_k = 80 \text{ кг}$ .

2. Незаданные массы звеньев определить как  $m = \rho \ell$ , где  $\rho = 0,06 \text{ кг/мм}$ ,  $\ell$  - длина звена. Массами штока и гидроцилиндра пренебречь, диаметр цапфы стойки равен 150 мм.

3. Допустимый угол давления кулачкового механизма  $[\alpha] = 30^\circ$ , фазовые углы  $\varphi_A = \varphi_B = 0$ .

### Задание 3. МЕХАНИЗМ УБОРКИ И ВЫПУСКА ШАССИ САМОЛЕТА

Привод механизма уборки и выпуска шасси самолета осуществляется гидроцилиндром. Выпущенное и убранное положение стойки фиксируется.

Стойка шасси убирается в специальный отсек фюзеляжа вперед по отношению к направлению полета (рис. 3.1).

Рекомендации:

1. Диаметр колеса  $d_k = 700 \text{ мм}$ , массами штока и гидроцилиндра пренебречь, массы других звеньев определить по формуле  $m = \rho \ell$ , где  $\rho = 0,06 \text{ кг/мм}$ ,  $\ell$  - длина звена. Положение центров тяжести  $B_{S_4} = 1/3 BC$ ;  $C_{S_5} = 2/3 CO_5$ . Другие размеры:  $\ell_{AB_1} = 120 \text{ мм}$ ,  $\ell_{TN} = 165 \text{ мм}$ ,  $\ell_n = 110 \text{ мм}$ ,  $\ell_m = 145 \text{ мм}$ ,  $\ell_{DE} = 570 \text{ мм}$ ,  $X_E = 30 \text{ мм}$ ,  $X_D = -250 \text{ мм}$ .

2. Сила аэродинамического сопротивления  $F_{\alpha} = 5000 \text{ Н}$ .

3. Угловая скорость вращения кулачка  $\omega_k = 10^1 / \text{с}$ , угол передачи движения  $\delta_{\text{min}} = 60^\circ$ .

4. В редукторе привода винта  $x_1 = x_3$ ;  $x_2 = x_4$ ;  $x_3 = x_5$ ;  $x_3 = 0,25$ ;  $x_2 = 0,25$  при четном  $(x_3 - x_1)$  и  $x_2 = 0,425$  - при нечетном  $(x_3 - x_1)$ .

#### Задание 4. МЕХАНИЗМ УБОРКИ И ВЫПУСКА ХВОСТОВОЙ ОПОРЫ САМОЛЕТА

Механизм уборки и выпуска хвостовой опоры приводится в движение с помощью гидропривода и фиксируется в выпущенном и убранным положениям (рис. 4.1).

Рекомендации:

1. Массами штока и гидроцилиндра пренебречь, массы других звеньев определить по формуле  $m = q\ell$ , где  $q = 0,06$  кг/мм,  $\ell$  - длина звеньев. Принять  $X_K = 0$ .

2. Сила аэродинамического сопротивления

$$F_{\alpha} = F_0 \cos(\alpha + \theta).$$

Если  $\alpha + \theta = 90^\circ$ , то  $F_{\alpha} = 0$ .

3. Для кулачкового механизма с коромысловым толкателем допустимый угол передачи движения  $\delta_{min} = 55^\circ$ .

#### Задание 5. МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА КАБЕЛЬ-МАЧТЫ

Механизм поворота кабель-мачты предназначен для отведения кабель-мачты из рабочего положения при обслуживании ракеты в стартовое с помощью гидропривода (рис. 5.1).

Рекомендации:

1. Определить положение точки прикрепления гидроцилиндра к стойке, учитывая, что в среднем положении звена  $CB$  угол передачи движения от штока к звену  $CB$  должен быть равен  $90^\circ$ .

2. При силовом расчете механизма учесть ветровую нагрузку, считая, что она приложена в центре масс кабель-мачты и направлена горизонтально. Ветровую нагрузку определить по формуле  $F_B = F_0 \cos \theta$ .

3. Массами гидроцилиндра и штока пренебречь.

4. Определить диаметр гидроцилиндра, если давление гидросмеси в системе подъемника  $\rho = 1200$  Н/см<sup>2</sup>.

5. Центр тяжести мачты принять на расстоянии одной трети от центра вращения, момент инерции мачты определить, считая ее однородным стержнем. Диаметры цапф принять равными 0,20 м.

6. Если лист динамики не выполняется, используются данные графы скорости штока  $V_{шт}$  для кинематического анализа механизма.

7. Коэффициент трения  $f = 0,15$ .



## Задание 6. МЕХАНИЗМ УСТАНОВКИ РАКЕТЫ

Механизм установки ракеты предназначен для поворота платформы с изделием из транспортного положения в рабочее с помощью гидропривода. Гидропривод представляет собой гидроцилиндр двустороннего действия, обеспечивающий безопасное опускание и подъем платформы. Он имеет противодействие на выходе гидросмеси (рис. 6.1).

Рекомендации:

1. При силовом расчете механизма учесть ветровую нагрузку, считая, что она приложена в центре масс платформы и направлена горизонтально. Ветровую нагрузку определить по формуле  $F_0 = F_0 \cos \beta$ . Массами гидроцилиндра и штока пренебречь.

2. Определить диаметр гидроцилиндра, если давление гидросмеси в системе подъемника  $p = 1200 \text{ Н/см}^2$ .

3. Момент инерции системы "платформа-ракета" определить, считая ее однородным стержнем. Диаметры цапф  $d_4$  принять равными 0,2 м.

4. Если лист динамики не выполняется, используются данные графы скорости штока  $V_{шт}$  для кинематического анализа механизма.

## Задание 7. МЕХАНИЗМ СТОРОК СОПЛА РЕАКТИВНОГО АВИАДВИГАТЕЛЯ

Авиадвигатели с форсажной камерой требуют регулируемого сопла. В противном случае возникает перегрев турбины или поломка компрессора. Регулируемое сопло ускоряет и облегчает запуск двигателя, влияет на его приемистость и способствует минимизации расхода топлива на крейсерском режиме. Агрегаты управления выполняются в виде гидроприводов (рис. 7.1).

Рекомендации:

1. Ход поршня  $S = 0,55 S_0 (1 - \cos \frac{\alpha t}{t_c})$  разбить на шесть равных частей. Начальное положение принять при  $\varphi_3 = 0$ . При этом положение створки горизонтально.

2. Принять  $BC = 1,5 O_3 D$ ;  $AB = 2 O_3 D$ ;  $O_3 S_3 = \frac{1}{3} O_3 E$ .

3. Массой ползуна пренебречь.

4. Силы давления газового потока  $F_3$  приложены в середине звена 3 и направлены по нормали к звену.

5. Если лист динамики не выполняется, воспользоваться данными по времени срабатывания механизма  $t_c$  для кинематического анализа.

6. Допускаемый угол давления кулачка  $[\alpha] = 28^\circ$ .

## Задание 8. МЕХАНИЗМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТВОРОК СОПЛА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Регулируемое сопло обеспечивает максимальную степень расширения струи выходящего газа при полете на сверхзвуке и малую степень расширения при дозвуковом крейсерском режиме полета. Двухрядное сопло состоит из двух последовательно расположенных венцов. Площади критического и выходного сечений кинематически связаны. Агрегаты управления выполняются в виде гидродринов (рис. 8.1).

Рекомендации:

1. Ход поршня  $S = 0,55S_0(1 - \cos \frac{\varphi_3}{2})$  необходимо разбить на шесть равных частей, за начальное принять горизонтальное положение створки  $\varphi_3 = \varphi_4 = 0$ .
2. Принять  $O_3F = 0,7O_3E$ ;  $BC = 2O_3D$ ;  $AB = 2O_3D$ ;  $EQ = 1,3O_3E$ .
3. Массами ползунов 2 и 1 пренебречь, массу звена 4 принять равной половине звена 3, положение центра тяжести звена 3  $O_3S_3 = \frac{1}{3}O_3F$ .
4. Силы давления газового потока  $F_3$  и  $F_4$  приложены в середине звеньев и направлены по нормали к звеньям, причем  $F_4 = 0,5F_3$ .
5. Если лист динамики не выполняется, то воспользоваться данными о времени срабатывания механизма  $t_c$  для кинематического анализа.
6. Допускается угол давления кулачка  $\angle \alpha = 32^\circ$ .

## Задание 9. МЕХАНИЗМ АЭРОФОТОЗАТВОРА

Аэрофотозатвор, открывая и закрывая объектив на необходимое время, регулирует выдержку съемки (рис. 9.1).

Рекомендации:

1. В момент наибольшего открытия объектива коромысло находится в крайнем правом положении, а входное звено 1 и шатун 2 расположены на одной прямой. При закрытом объективе коромысло занимает крайнее левое положение. В крайних положениях коромысло 3 симметрично относительно вертикали. Механизм срабатывает за один оборот входного звена  $AB$ .
2. Момент сил сопротивления приложен к звену  $EF$ .
3. Диаметр цапфы принять равным  $0,003$  м.
4. Если лист динамики не выполняется, используются данные времени срабатывания  $t_c = 0,02$  с для кинематического анализа механизма.
5. Движущим моментом является момент от пружины  $M_A = M_{max} - c\varphi$ , где  $c$  - жесткость пружины,  $\varphi$  - угол поворота входного звена. Момент сил полезного сопротивления  $M_C = 0,4M_{max}$ ;  $M_C = const$ .

## Задание 10. МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА АНТЕННЫ РАДИОЛОКАТОРА

Антенна радиолокатора служит для обнаружения предметов в атмосфере. Рефлектор антенны с облучателем совершает два основных движения: вращение вокруг вертикальной оси для обеспечения кругового обзора и колебание вокруг горизонтальной оси. Привод платформы кругового обзора осуществляется с помощью редуктора (рис. 10.1).

Рекомендации:

1. Момент сопротивления вращению платформы антенны определяется по формуле  $M_c = 0,02 V_B^2 F \cos \gamma$ , где  $V_B$  - скорость ветра;  $F$  - площадь рефлектора;  $\gamma$  - угол поворота платформы антенны от начального, при котором направление скорости ветра перпендикулярно плоскости рефлектора.

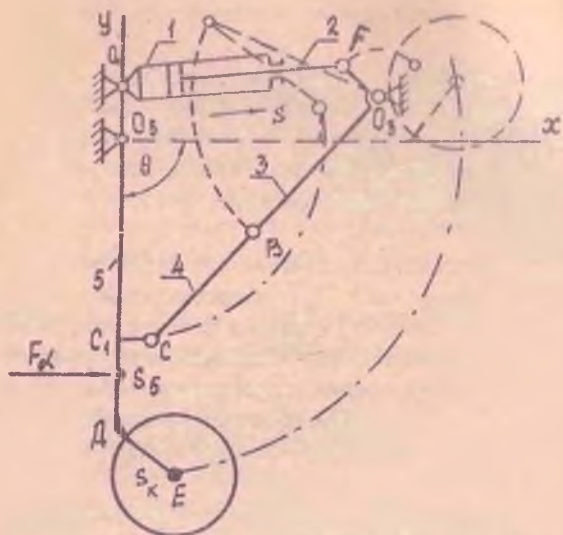
2. Величина момента трения сопротивлению вращению рефлектора соответствует 20% от  $M_c$ . В радиолокационной установке отсутствует кулачковый механизм, проектирование его проводится по дополнительному заданию.

3. Центр тяжести шатуна расположен на расстоянии  $Q35AB - AS_2$ .

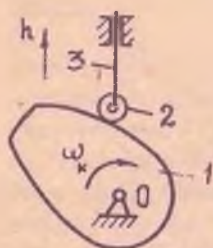
4. Центр тяжести рефлектора расположен на расстоянии  $BS_4 = Q48C; \beta = 45^\circ$ .

5. В крайних положениях угол отклонения рефлектора  $\gamma$  симметричен относительно горизонтали.

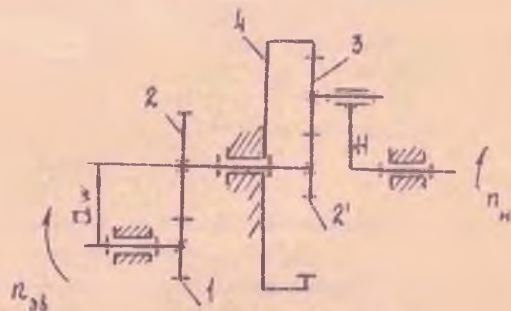
6. Если лист динамики не выполняется, воспользоваться данными времени срабатывания механизма  $t_c$  для кинематического анализа.



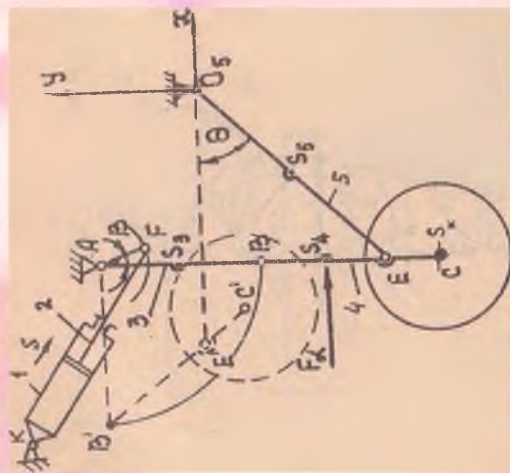
Р и с. 1.1. Механизм уборки и выпуска шасси



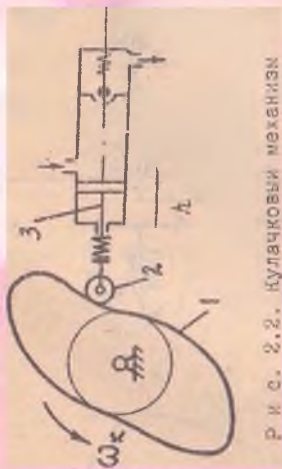
Р и с. 1.2. Кулачковый механизм



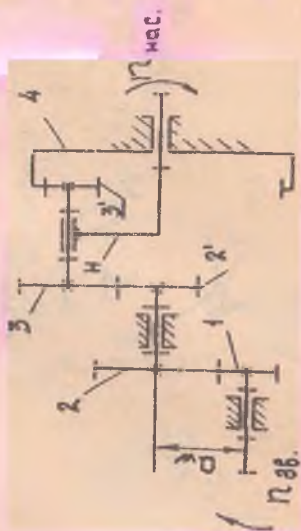
Р и с. 1.3. Редуктор



Р и с. 2.1. Механизм уборки и выпуска стойки шасси

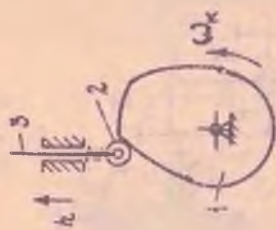


Р и с. 2.2. Кулачковый механизм

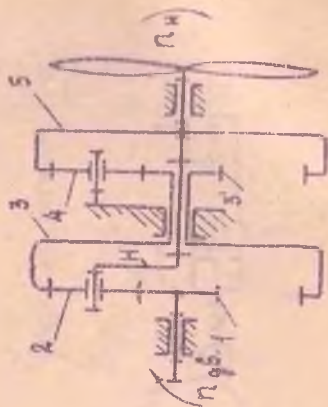


Р и с. 2.3. Редуктор

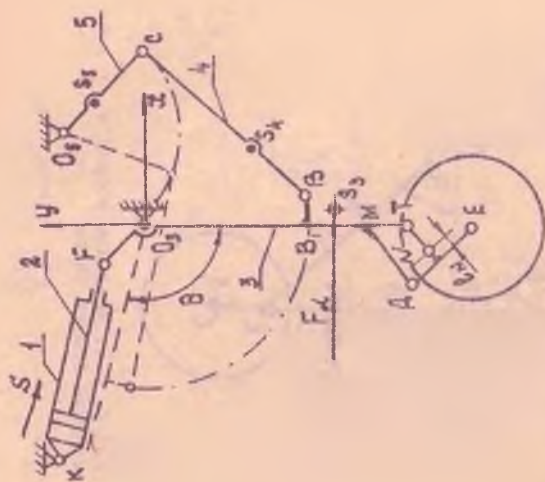




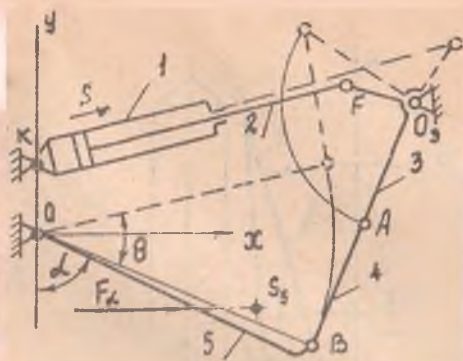
Р и с. 3.2. Булачковий механізм



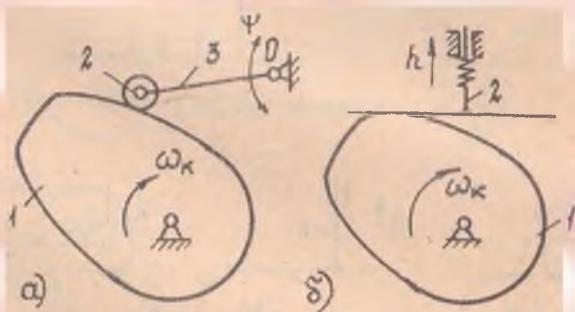
Р и с. 3.5. Редуктор



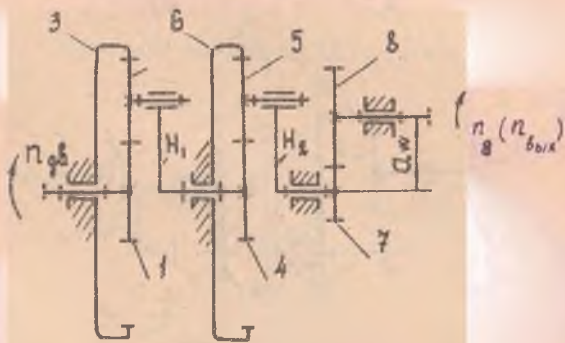
Р и с. 3.1. Механізм усадки і випуску стійки маси



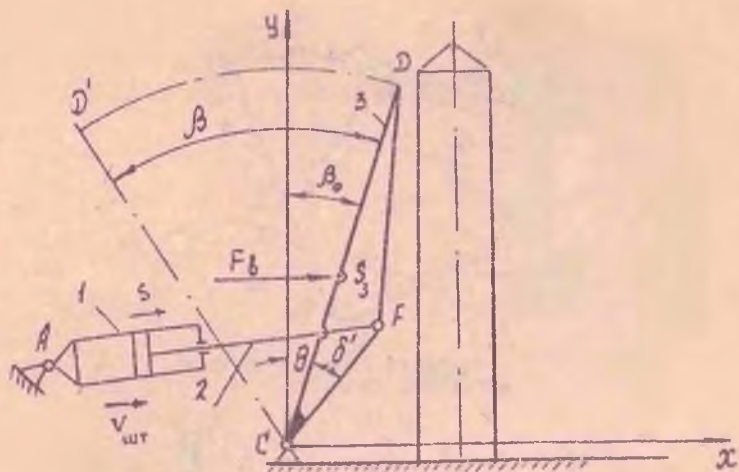
Р и с. 4.1. Механизм уборки и выпуска хвостовой опоры



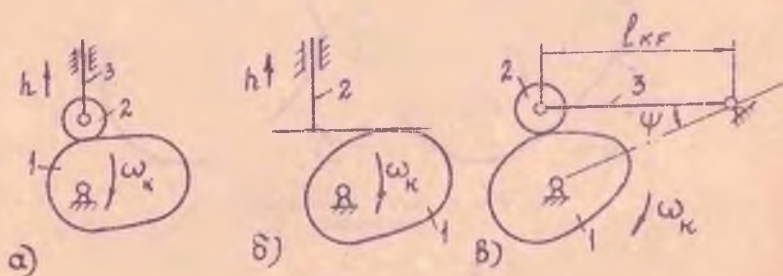
Р и с. 4.2. Кулачковый механизм



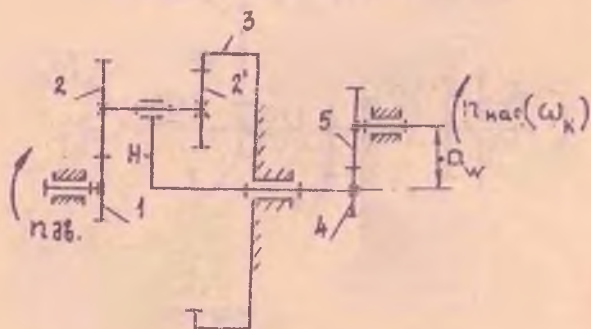
Р и с. 4.3. Редуктор



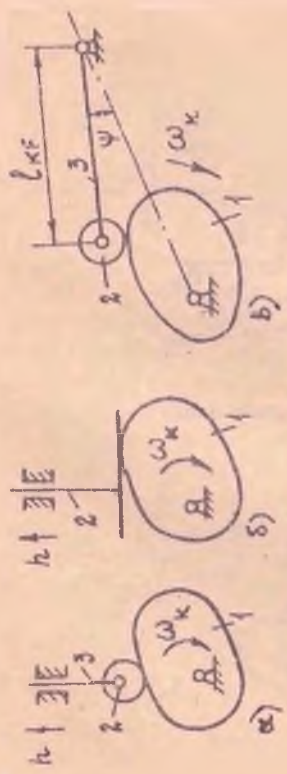
Р и с. 5.1. Механизм поворота кабель-мачты



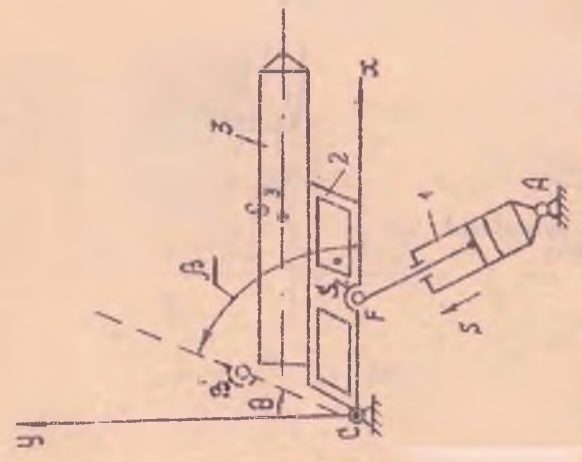
Р и с. 5.2. Кулачковые механизмы



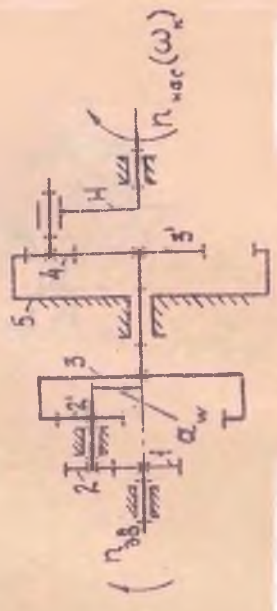
Р и с. 5.3. Редуктор



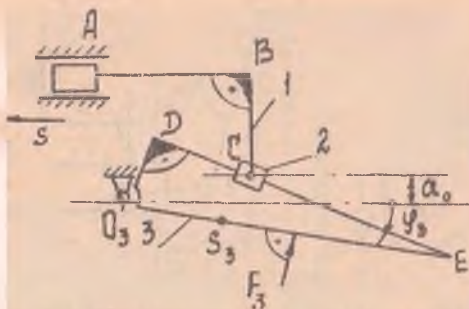
Р и с. 6.2. Куличковые механизмы



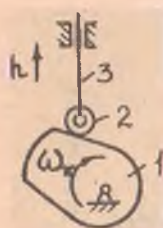
Р и с. 6.1. Механизм установления ракеты



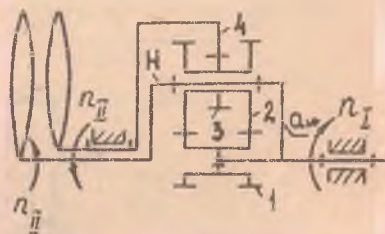
Р и с. 6.3. Редуктор



Р и с. 7.1. Механизм створки сбела

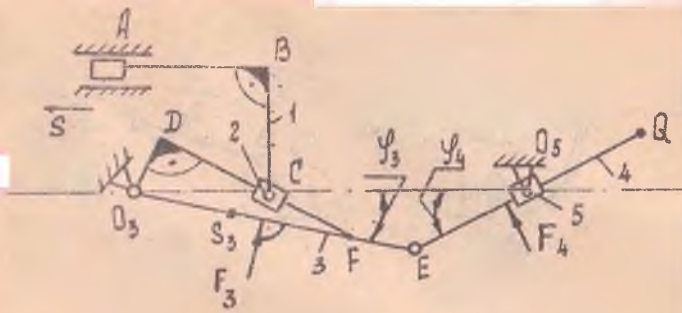


Р и с. 7.2. Кулачковый механизм

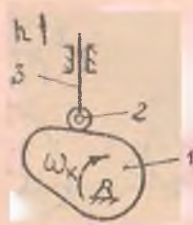


Р и с. 7.3. Редуктор

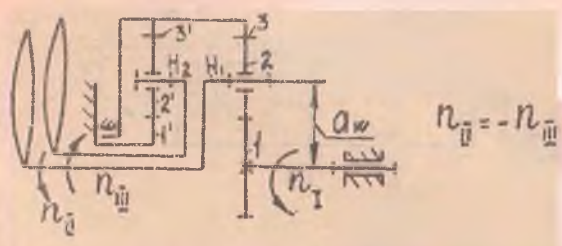




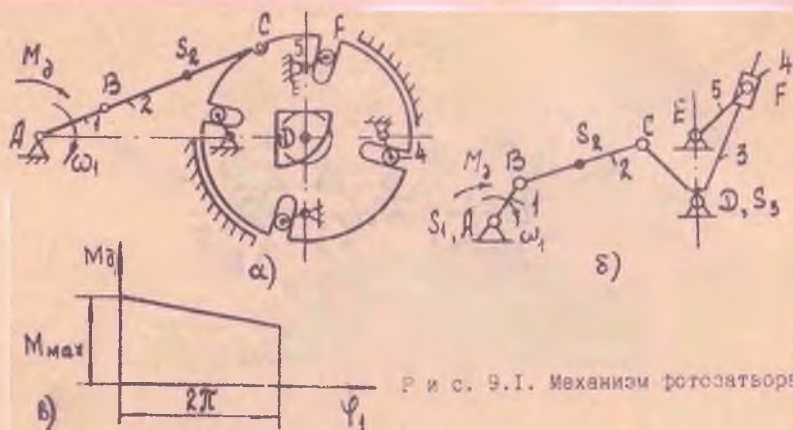
Р и с. 8.1. механизм створки сопла



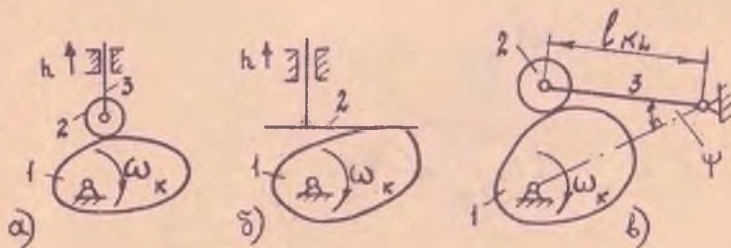
Р и с. 8.2. Кулачковый механизм



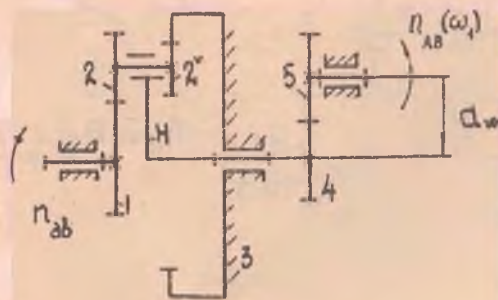
Р и с. 8.3. Редуктор



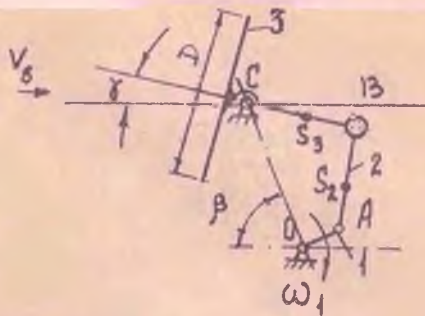
Р и с. 9.1. Механизм фотозаписи



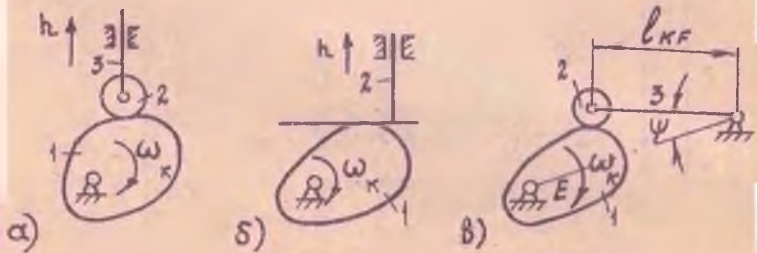
Р и с. 9.2. Кулачковый механизм



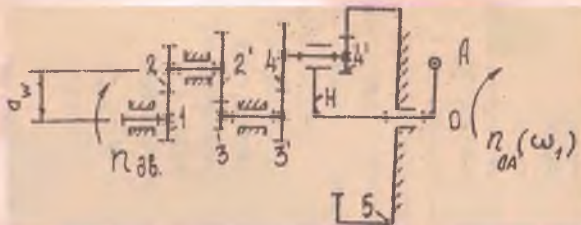
Р и с. 9.3. Редуктор



Р и с. 10.1. Механизм антенны радиолокатора



Р и с. 10.2. Кулачковый механизм



Р и с. 10.3. Редуктор





## В а р и а н т ы

Обоз-  
наче-  
ние

Наименование параметры

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{\text{осе}}$	1835	2000	1390	1680	920	740	700	840	1500	1400
$L_{\text{се}}$	150	100	0	0	75	50	0	0	200	250
$L_{\text{кр}}$	450	250	450	300	225	225	225	150	250	300
$L_{\text{кр}}$	1170	1170	1120	1000	585	585	560	500	1000	900
Координаты узла крепления кривошипа стойки, мм	-1070	-1530	-690	-830	-530	-480	-340	-400	-880	-700
$X_A$	670	570	670	400	335	335	400	200	550	550
$Y_A$	-2450	-2150	-2000	0	0	-1075	-1200	0	-50	0
Координаты узла крепления гидроцилиндра, мм	1080	600	900	200	340	300	600	100	400	500
$\theta$	54	45	60	65	54	50	60	60	55	60
$t$	4	3	3	3,5	4	3,5	3	3,5	4	3
$F_{\text{д}}$	5000	4000	4500	4200	4000	5500	5000	4500	4000	4200
-	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
$h$	18	15	20	25	20	25	15	18	30	20
$\psi_y$	105	100	110	100	100	130	95	120	115	125
$\varphi_B$	75	80	70	80	80	50	85	60	85	55
$Q_H$	58	45	63	65	68	45	78	55	60	42
$m_{\text{пр}}$	3,0	2,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	2,0
$m_{23}$	3,0	2,5	4,0	4,0	4,0	3,0	3,5	3,0	3,5	2,5
$m_{34}$	3,5	3,0	4,5	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0
$\rho_{\text{дв}}$	4500	4500	4000	4000	5000	5500	4500	5000	3000	2400
$\rho_H$	560	400	400	350	500	500	400	450	150	100



Наименование параметров	Обозначение	В а р и а н т ы						
		1	2	3	4	5	6	7
Длина стойки, мм	$l_{037}$	1400	1420	1350	1450	1330	1380	1410
Расстоян. до шарнира В, мм	$l_{038}$	700	845	820	860	800	830	840
Длина кронштейна, мм	$l_{039}$	225	225	200	250	225	220	230
Длина направляющей штанги, мм	$l_{050}$	420	390	420	400	350	390	410
Длина задн.подкоса, мм	$l_{051}$	870	1000	1010	980	950	960	1020
Положен. узла крепления направляющей штанги, мм	$X_{05}$	275	270	250	260	265	275	275
	$Y_{05}$	175	162	168	170	150	165	160
Положен. узла крепления цилиндра подъемника, мм	$X_{06}$	-700	-1000	-1100	-1050	-950	-1000	-800
	$Y_{06}$	450	465	500	420	400	380	360
Координ. шарнира Е, мм	$Y_E$	-1900	-1920	-1850	-1950	-1830	-1880	-1910
Полож. центра тяжести стойки вместе с колес. мм	$X_{S3}$	100	120	110	135	120	115	120
	$Y_{S3}$	900	925	900	950	850	900	920
Угол повор. стойки, град	$\theta$	107	100	110	105	100	110	100
Вес стойки вместе с колесами, Н	$G_3$	3800	4000	3500	4200	3760	4000	4100
Момент инерции стойки с колесами относит. центра тяжести, кгм <sup>2</sup>	$J_{S3}$	162	165	158	170	155	161	164
Закон движения толкателя	-	А	Б	В	А	Б	В	А
Ход толкателя, мм	$h$	10	15	14	16	18	20	15
Фаз. угол удаления, град	$\varphi_1$	60	70	50	45	35	40	50
Фазовый угол дальнего стояния, град	$\varphi_2$	10	15	20	25	25	20	15
Фаз. угол возвращен., град	$\varphi_3$	50	60	60	65	70	60	70
Частота вращения ротора двигателя, об/мин	$n_{98}$	17000	15000	12500	12000	11000	10000	10500
Частота вращения винта, об/мин	$n_n$	1500	1300	1250	1150	1050	1025	1100
Модуль зацепления колес, мм	$m$	4,0	4,5	5,0	4,0	4,5	5,0	4,0
Число сателлитов	$q_n$	3	4	3	3	4	3	4

Наименование параметров	Обоз- наче- ние	В а р и а н т ы						
		1	2	3	4	5	6	7
Длина амортизатора, мм	$l_{AO3}$	400	420	400	450	380	450	480
Длина подкоса, мм	$l_{AB}$	570	550	430	500	520	500	370
Длина шитка, мм	$l_{BO}$	820	800	810	850	830	840	780
Положение узла крепления амортизатора, мм	$X_{O3}$	845	905	870	745	895	875	910
	$Y_{O3}$	305	290	270	310	330	265	295
Положение узла крепления гидроцилиндра, мм	$Y_K$	400	230	270	200	150	250	350
Координаты центра тяжести шитка в выпущенном положении, мм	$X_{S5}$	365	400	450	455	480	495	500
	$Y_{S5}$	475	470	400	490	420	505	415
Длина кронштейна, мм	$l_{O3F}$	200	150	150	100	100	200	250
Угол поворота шитка, град	$\theta$	50	55	50	60	50	50	55
Вес амортизатора, Н	$G_3$	100	120	80	90	90	100	110
Вес шитка, Н	$G_5$	300	350	400	450	420	450	350
Макс. сила аэродинамич. сопротивления, Н	$F_a$	1000	1200	1100	1150	1250	1000	1050
Момент инерции шитка, кгм <sup>2</sup>	$J_{S5}$	5,0	6,0	5,5	6,5	7,0	6,25	5,8
Время уборки хвостовой опоры, с	$t$	2	2	1,7	0,95	1,1	2,0	1,5
Ход толкателя, мм	$h$	20	18	-	15	-	-	25
Длина коромысла, мм	$l_{OA}$	-	-	100	-	110	120	-
Угол поворота коромысла, град	$\psi$	-	-	30	-	25	20	-
Фазовые углы поворота кулачка, град	$\varphi_{\psi}$	70	60	40	90	30	35	60
	$\varphi_{\theta}$	20	30	25	30	25	30	35
	$\varphi_{\beta}$	45	55	50	40	60	50	42
Частота вращения вала электродвигателя, об/мин	$n_{дв}$	1450	1300	1550	840	840	1800	1000
Частота вращения выходного вала, об/мин	$n_B$	20	15	25	10	12	22	15
Модуль зацепления в планетарной ступени, мм	$m_{пл}$	1,25	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0	1,5
Модуль зацепления в простой ступени, мм	$m_{пр}$	1,5	1,75	2,0	3,0	2,5	2,0	1,5
Межосевое расстояние, мм	$a_N$	46	59	65	75	66	82	47
Вид кулачкового механизма	-	$\delta$	$\delta$	$a$	$\delta$	$a$	$a$	$\delta$
Закон движения толкателя	-	A	B	B	A	B	B	A

Вариант	$\rho_{сф}$ , М	$\rho_{сд}$ , М	$\rho_{сд}$ , М	$\rho_{сд}$ , г/см <sup>3</sup>	$\beta$ , град	$\delta'$ , град	$V_{ср}$ , М/с	$F_0$ , кН	$h$ , М	$\psi_1$ , град	$\psi_2$ , град	$\psi_3$ , град
1	1	8	7	10	40	10	0,15	20	0,02	30	50	50
2	1,2	9,6	8	15	45	8	0,12	25	0,05	40	100	50
3	1,4	11,2	9	10	45	10	0,10	30		60	80	40
4	1,6	12	10	15	40	8	0,08	35	0,03	70	60	50
5	1,8	13	11	10	45	10	0,06	40	0,06	60	50	30
6	2	16	12	15	40	8	0,07	38		50	100	60
7	1,3	10	8,5	10	45	8	0,09	36	0,04	40	80	60
8	1,5	11,6	9,5	15	40	10	0,11	34	0,03	50	60	70
9	1,7	12,5	10,5	10	45	8	0,13	32		40	50	60
10	1,9	14	11,5	15	40	10	0,14	28	0,03	50	40	80

Закон движения	Масса мяча, кг	$\rho_{ср}$ , об/мин	$\rho_{ср}$ , об/мин	$\rho_{ср}$ , об/мин	$\psi_{ср}$ , град	$\delta_{ср}$ , мм	$\rho_{ср}$ , мм	$\rho_{ср}$ , мм	Вид кулачкового механизма	$\rho_{ср}$ , град
A	$10 \cdot 10^3$	860	30	3	4	4	4	4	в	28
B	$12 \cdot 10^3$	800	40	3,5	5	5	5	5	б	30
B	$14 \cdot 10^3$	1200	50	2,5	4	4	4	4	в	40
A	$16 \cdot 10^3$	780	60	3	5	5	5	5	в	32
B	$18 \cdot 10^3$	1440	70	3,5	4	4	4	4	б	34
B	$20 \cdot 10^3$	1760	80	3	5	5	5	5	в	45
A	$22 \cdot 10^3$	1440	90	2,5	4	4	4	4	в	28
B	$24 \cdot 10^3$	1800	100	3	4	4	4	4	б	30
B	$28 \cdot 10^3$	2200	110	3	5	5	5	5	в	30
A	$30 \cdot 10^3$	1600	120	4	5	5	5	5	в	32





## Варианты

Наименование параметров	Обозначение	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ход поршня, м	$S_0$	0,14	0,16	0,18	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31
Время хода, с	$t_c$	12	15	18	21	24	27	30	35	42	48
Длина звена, м	$L_{зв}$	0,06	0,07	0,1	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,3
Смещение, м	$a_0$	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Длина звена, м	$L_{эф}$	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0	1,05
Масса звена 1, кг	$m_1$	3	3,5	4	4,2	4,5	4,7	5	5,2	5,5	5,7
Масса звена 3, кг	$m_3$	2	2,5	3	3,5	4	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9
Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	$J_{зз}$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,18	0,2	0,3	0,35
Сила, Н	$F_3$	100	200	250	300	400	500	600	700	800	1000
Закон движения толкателя	-	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А
Ход толкателя, мм	$h$	12	14	16	18	20	16	17	19	21	22
Фазовый угол удаления, град	$\varphi_у$	60	70	80	90	60	70	60	80	75	95
Фазовый угол дальнего стояния, град	$\varphi_д$	20	15	25	15	20	25	15	20	25	15
Фазовый угол возвращения, град	$\varphi_в$	60	80	60	80	90	60	80	50	70	60
Модуль колес 1, 2, мм	$m_{1,2}$	3	4	2,5	5	3,5	4,5	5	5,5	4	3
Модуль колес 3, 4, мм	$m_{3,4}$	3	4	2,5	5	3,5	4,5	5	5,5	4	3
Кэф. сцепления	$x_1 = x_2$	0,1	0,1	0,15	0,17	0,2	0,21	0,23	0,19	0,22	0,16
Частота вращения вала I, об/мин	$n_1$	2000	1800	1200	1100	1000	1800	1600	900	825	760
Частота вращения винта об/мин	$n_2$	1160	1115	935	750	800	950	900	755	730	727



Таблица к заданию 8

Наименование параметра	Обозначение	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ход поршня, мм	$S_0$	0,12	0,14	0,15	0,15	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,2
Время хода, с	$t_c$	12	15	18	21	24	27	30	36	42	48
Длина звена, м	$l_{ззз}$	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,15	0,1
Длина звена, м	$l_{ззз}$	0,25	0,3	0,32	0,35	0,4	0,42	0,45	0,48	0,50	0,5
Длина звена, м	$l_{ззз}$	0,37	0,45	0,49	0,52	0,5	0,52	0,58	0,70	0,72	0,7
Масса звена 1, кг	$m_1$	2,5	3	3,2	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5
Масса звена 3, кг	$m_3$	2	2,5	2,7	3	3,5	4	4,5	4,7	4,9	5,0
Момент инерции звена, кг·м <sup>2</sup>	$J_{зз}$	0,015	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,2	0,3
Сила, Н	$F_3$	50	100	150	200	300	400	500	600	700	750
Закон движения толкателя	-	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
Фазовый угол уделен, град	$\varphi_y$	60	70	50	80	80	50	90	45	65	70
Фазовый угол дельного стоянки, град	$\varphi_g$	0	10	20	15	25	0	15	20	25	10
Фазовый угол возвращения, град	$\varphi_8$	50	60	60	70	70	70	50	90	70	60
Модуль колес, мм	$m$	2	2,5	3	2,5	4	4,5	5	5	5,5	5,5
Число сателлитов	$a_n$	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Коэф. смещения	$x_1, x_2$	0,15	0,20	0,22	0,30	0,10	0,12	0,15	0,20	0,23	0,2
Частота вращения вала I, об/мин	$n_I$	10000	8000	8000	8500	9000	8000	8000	8000	11000	120
Частота вращения вала II, об/мин	$n_{II}$	834	762	746	714	686	586	541	533	850	880

Т а б л и ц а к заданию 9

Вариант	$\rho_{AD}$ , М	$\rho_{AB}$ , М	$\rho_{AC}$ , М	$\rho_{CD}$ , М	$\rho_{ED}$ , М	$\rho_{FE}$ , М	$C_2$ , Н	$J_{S1} \cdot 10^{-6}$ , КГ·М <sup>2</sup>	$J_{S2} \cdot 10^{-6}$ , КГ·М <sup>2</sup>	$\rho_{D00}$ , ОБ/МИН	$h_2$ , ММ	$\rho_y$ , ГРАД	$\psi$ , ГРАД
1	0,120	0,024	0,092	0,044	0,040	0,01	600	26	64	1000	10	140	-
2	0,122	0,023	0,093	0,043	0,038	0,011	610	27	65	1200	9	135	-
3	0,124	0,025	0,094	0,042	0,036	0,012	620	28	66	1400	-	130	30
4	0,128	0,022	0,095	0,041	0,042	0,013	630	29	67	1600	8	125	-
5	0,130	0,021	0,094	0,045	0,044	0,012	640	30	68	1800	9	120	-
6	0,128	0,026	0,093	0,044	0,042	0,011	650	27	69	2000	-	115	30
7	0,126	0,021	0,092	0,043	0,040	0,010	660	28	70	1900	10	110	-
8	0,124	0,022	0,091	0,042	0,038	0,011	670	29	65	1700	11	105	-
9	0,122	0,023	0,090	0,041	0,040	0,012	680	28	67	1500	-	100	30
10	0,120	0,024	0,092	0,040	0,042	0,013	690	26	69	1300	10	95	-

$\rho_0$ , ГРАД	$\rho_1$ , ГРАД	$\rho_{KF}$ , М	Закон Движ. ковото толкат. механизма	$J_{S5} \cdot 10^{-6}$ , КГ·М <sup>2</sup>	$\rho_{AB}$ , ОБ/МИН	$m_{пр}$ , ММ	$m_{пл}$ , ММ	$\rho_{W}$ , ММ	$M_{max}$ , Н	$C_1$ , Н·М/ГРАД
20	80	30	А	90	60	2,0	1,0	44	0,28	0,025
25	85	30	Б	95	70	2,5	1,5	45	0,29	0,029
30	90	40	В	97	80	3,0	2	40	0,30	0,026
35	95	30	А	98	90	2,0	1,5	42	0,32	0,028
40	100	30	Б	95	110	2,5	1	32	0,34	0,036
35	105	35	В	96	120	3	1,5	40	0,35	0,034
30	110	30	А	97	115	2,0	1,0	34	0,38	0,032
25	110	30	Б	98	105	2,5	2	44	0,40	0,028
20	115	40	В	95	95	3,0	1,5	42	0,42	0,03
15	120	30	А	95	75	2,5	2,0	46	0,44	0,026

Т а б л и ц а к заданию I

Вари- ант	$\rho_{вс}$ , М	$\rho_{ос}$ , М	$\delta$ , град	$D$ , М	$h$ , М	$\psi_{max}$ , град	$\ell_{кф}$ , М	$\psi_1$ , град	$\psi_2$ , град	$\psi_3$ , град	Закон движ. толкат., град	Вид кулач кового механизма	
1	1,25	1,75	10	2,5	0,035	-	-	80	30	70	A	30	а
2	1,30	1,80	12	2,6	0,04	-	-	50	60	40	B	32	б
3	1,20	1,70	15	2,4	-	30	0,1	90	20	80	B	28	в
4	1,15	1,65	12	2,3	0,03	-	-	60	50	60	A	30	а
5	1,25	1,75	15	2,2	0,04	-	-	100	10	50	B	32	б
6	1,10	1,60	10	2,1	-	35	0,12	75	40	65	B	28	в
7	1,30	1,80	12	2,2	0,035	-	-	120	60	50	A	30	а
8	1,20	1,70	15	2,3	0,03	-	-	40	80	40	B	32	б
9	1,10	1,60	12	2,4	-	30	0,11	70	50	80	B	28	в
10	1,05	1,55	10	2,5	0,04	-	-	110	0	90	A	30	б

$\rho_{кр}$ , об/мин	$m_{пл}$ , мм	$m_{пр}$ , мм	$\alpha_{пл}$ , мм	$\rho_{гг}$ , об/мин	$\rho_{ок}$ , об/мин	$C_1$ , Н	$C_2$ , Н	$C_3$ , Н	$J_{st}$ , кг-м <sup>2</sup>	$J_{s2}$ , кг-м <sup>2</sup>	$V_1$ , м/с	$t_{сг}$ , с
120	3	4	75	1500	50	30	70	120	1,2	0,1	20	3
130	2,5	3,5	65	1440	45	20	60	130	1,3	0,12	21	4
140	3,5	4,5	80	1400	40	25	65	140	1,4	0,11	22	б
150	4	4	75	1350	45	30	80	130	1,5	0,13	23	б
140	2,5	3,5	67	1300	35	35	80	120	1,6	0,14	24	б
130	3	4	73	1350	40	40	90	150	1,7	0,15	25	б
120	3,5	4,5	82	1300	40	20	50	145	1,8	0,16	26	4
110	3	4	74	1400	35	25	55	150	1,9	0,17	27	б
120	4	4	76	1440	40	30	65	155	2,0	0,18	28	б
130	2,5	3,5	82	1500	45	25	55	135	1,1	0,09	29	б

### Содержание курсового проекта

Курсовой проект выполняется на листах формата А4 и сопровождается расчетно-пояснительной запиской, оформленной согласно [1].

#### Часть I. Проектирование и кинематическое исследование механизма

1. Провести структурный анализ механизма [2, 3].
2. Определить размеры звеньев механизма и угловую скорость кривошипа (рис. 1, таблица данных задания).
3. Вычертить кинематическую схему механизма для 12 положений.
4. Вычислить перемещение, скорость и ускорение ползуна в функции времени для 12 положений механизма и построить графики перемещения, скорости и ускорения ползуна.
5. Построить планы скоростей и ускорений для заданных преподавателем положений механизма. Сравнить значения скорости и ускорения, полученные с помощью планов, с расчетными значениями по п. 4 в соответствующих положениях механизма. Расхождение не должно превышать 5%.

#### Часть 2. Силовой расчет механизма

1. Для положений механизма определить силы полезного сопротивления механизма, приняв их направление против скорости звена, к которому они приложены [2, 3].
2. Определить силы инерции, моменты сил инерции и центры качания звеньев.
3. Определить реакции в кинематических парах механизма, уравновешивающую силу и уравновешивающий момент.
4. Определить уравновешивающую силу с помощью рычага Н.Е. Жуковского. Сравнить уравновешивающие силы, найденные в пп. 3 и 4 (расхождение не более 5%).
5. Определить мощность трения в кинематических парах и механический КПД механизма, приняв  $f = 0,1$  в поступательной и вращательной парах (если не задан).



### Часть 3. Проектирование зубчатого редуктора

1. Определить степень подвижности редуктора (рис. 3 задания).
2. Определить общее передаточное отношение редуктора.
3. Определить количество ступеней редуктора, тип каждой ступени и передаточные отношения каждой ступени [2, 4].
4. Определить числа зубьев колес редуктора.
5. Провести расчет гесметрических параметров зубчатых колес простой ступени с внешним зацеплением.
6. Вычертить картину зацепления, изобразив на каждом колесе по 3 зуба (высота зуба на чертеже не менее 60 мм), показать теоретическую и рабочую части линии зацепления, рабочие участки профилей зубьев, инволюту, шаг и дугу зацепления по начальной окружности.
7. Построить графики удельных скольжений зацепления.
8. Вычертить кинематическую схему редуктора в двух проекциях и построить планы линейных и угловых скоростей колес редуктора.
9. Определить КПД редуктора, приняв КПД одной пары колес 0,96.

### Часть 4. Проектирование кулачкового механизма

1. По заданному закону изменений ускорения толкателя найти законы изменения скорости и перемещения толкателя. Построить графики перемещения, аналогов скорости и ускорения толкателя [5].
2. Для кулачков с роликовым толкателем определить минимальный радиус кулачка с помощью графика перемещения толкателя в зависимости от изменения аналога скорости толкателя.
3. Для кулачковых механизмов с тарельчатым толкателем определить минимальный радиус кулачка с помощью графика перемещения толкателя в зависимости от изменения аналога ускорения толкателя.
4. Методом обращения движения построить теоретический и рабочий профили кулачка, определить радиус ролика.
5. Определить длину направляющей толкателя кулачкового механизма.
6. Построить график угла давления в зависимости от угла поворота кулачка.
7. Для кулачковых механизмов законы движения толкателя следующие:



$$A. \frac{d^2 S_T}{d \varphi^2} = a \sin \frac{2\pi}{\varphi_0} \varphi;$$

$$B. \frac{d^2 S_T}{d \varphi^2} = a \cos \frac{2\pi}{\varphi_0} \varphi;$$

$$B. \frac{d^2 S_T}{d \varphi^2} = \pm a.$$

8. Принять (если нет в задании):

$[\alpha] = 40^\circ$  для качающегося толкателя;

$[\alpha] = 25^\circ$  для поступательно движущегося толкателя.

### Часть 5. Динамический анализ механизма

Целью динамического исследования механизма является определение значения приведенного момента инерции звена приведения машинного агрегата, при котором его угловая скорость находилась бы в период установившегося движения в заданных пределах, определяемых коэффициентом неравномерности хода [6].

1. Построить диаграмму сил полезного сопротивления.

2. С помощью рычага Жуковского определить величины приведенных сил сопротивления с учетом веса звеньев и построить график  $M_c(\varphi)$ .

3. На графике  $M_c(\varphi)$  построить график момента движущих сил из условия  $M_g(\varphi) = const$ .

4. Вычислить приведенный к входному звену момент инерции для 8 положений механизма. Построить график изменения  $J_n(\varphi)$  за цикл установившегося движения механизма.

5. Построить диаграмму изменения кинетической энергии  $T(\varphi)$ .

6. Построить диаграмму  $T(J_n)$ .

7. С помощью диаграммы  $T(J_n)$  вычислить момент инерции добавочной массы  $J_m$ , обеспечивающей заданный коэффициент неравномерности хода:

Примечание: а) для двигателей внутреннего сгорания  $\delta = 0,02$ ; для строгальных станков  $\delta = 0,04$ ; для конвейеров  $\delta = 0,05$ ;

б) величина момента инерции звеньев, если она не задана, определяется по формулам  $J_5 = 0,1 ml^2$ ,  $J_0 = \frac{1}{3} ml^2$

в) для двигателя внутреннего сгорания принять в пп. 2, 3  $M_c(\varphi) = const$ ,  $M_g(\varphi)$  определять с помощью индикаторной диаграммы [7].

### Задание 11. МЕХАНИЗМ КОМПРЕССОРА

Двухцилиндровый компрессор предназначен для наполнения газообразным кислородом самолетных и парашютных баллонов и приборов.

Рекомендации:

1. Массы звеньев  $m_3 = 3m_2$ ;  $m_5 = 3m_4$  (рис. 11.1).
2. Изменение давления в цилиндрах компрессора задано индикаторной диаграммой.

3. Диаметры цапф  $d_3 = 0,05$  м.

4. Частота вращения привода редуктора  $n_{\text{пр}} = 4000$  об/мин (рис. 11.3).

5. Принять  $CS_4 = \frac{2}{3}CD$ ;  $AS_2 = \frac{2}{3}AB$ ;  $AB = 4$  ОА.

### Задание 12. МЕХАНИЗМ КОМПРЕССОРА

Горизонтальный двухступенчатый компрессор предназначен для получения сжатого воздуха, необходимого в работе самолетного и аэродромного оборудования.

Рекомендации:

1. Давление воздуха в цилиндрах задано индикаторной диаграммой (рис. 12.1).

2. Массы шатунов определить по формуле  $m = \rho l$ , где  $\rho = 15$  кг/м.

Массы ползунов  $m_3 = 3m_2$ ;  $m_5 = 3m_4$ .

3. Диаметры цапф  $d_3 = 0,05$  м.

4. Частота вращения привода редуктора  $n_{\text{пр}} = 4200$  об/мин.

5. Принять:

$$AS_2 = \frac{2}{3}AB; CS_4 = \frac{2}{3}CD; F_{\text{max}} = 5000 \text{ Н.}$$

### Задание 13. МЕХАНИЗМ КОМПРЕССОРА

Двухступенчатый компрессор представляет собой кривошипно-ползунный механизм, ползун которого выполнен в виде ступенчатого профиля. При вращении кривошипа поршень сжимает воздух последовательно в полости 1, затем в полости 2. Для уменьшения затрат мощности используют дополнительное промежуточное охлаждение воздуха. Редуктор понижает обороты привода до оборотов кривошипа компрессора. Кулачковый механизм связан с валом компрессора и управляет подачей воздуха в магистраль (рис. 13.1).

Рекомендации:

1. Длина шатуна  $AB = (4 \div 6)OA$ ;  $AS_2 = 0,4AB$ .

2. Масса ползуна  $m_3 = 2m_2$ .
3. Диаметры цапф  $d_4 = 0,05m$

Задание 14. МЕХАНИЗМ ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В двигателе энергия нагретых до высокой температуры газов преобразуется в механическую работу. Рабочий процесс в каждом из цилиндров совершается за четыре такта-хода поршня, что соответствует двум оборотам кривошипа. Работа всасывающего и выхлопного клапанов обеспечивается распределительным кулачковым механизмом (рис. 14.1).

Рекомендации:

1. Принять  $OA = AC$ ,  $AB = CE$ ,  $AB = 3 OA$ . Центры масс  $S_2$ ,  $S_4$  расположены на расстоянии  $1/3$  от головок  $A$ ,  $C$ .
2. Принять диаметры цапф  $d_4 = 0,05m$ .
3. Передаточное отношение зубчатого механизма привода распределительного вала  $i_{np} = 2$ .

Задание 15. МЕХАНИЗМ V-ОБРАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В двигателе энергия нагретых до высокой температуры газов, расширяясь, преобразуется в механическую работу. Рабочий процесс в каждом из цилиндров совершается за четыре такта-хода поршня, что соответствует двум оборотам кривошипа. Согласованное действие всасывающего и выхлопного клапанов обеспечивается распределительным кулачковым механизмом (рис. 15.1).

Рекомендации:

1. Принять  $AP = 3 OA$ ;  $AC = \frac{3}{4} AB$ ;  $AS_2 = \frac{1}{3} AB$ ;  $AS_4 = \frac{1}{3} AC$ .
2. Давления в цилиндрах определять по индикаторной диаграмме.
3. Передаточное отношение зубчатого механизма привода распределительного вала  $i_{np} = 2$ .

Задание 16. МЕХАНИЗМ V-ОБРАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В двигателе энергия нагретых до высокой температуры газов, расширяясь, преобразуется в механическую работу. Двигатель четырехтактный, т.е. рабочий процесс в каждом из цилиндров совершается за четыре такта-хода, что соответствует двум оборотам коленчатого вала. согласо-

ванное действие всасывающего и выхлопного клапанов обеспечивается распределительным кулачковым механизмом (рис. 16.1).

Рекомендации:

1. Длины звеньев механизма  $AB=3OA$ ;  $AC=\frac{1}{3}AB$ ;  $CD=0,75AB$ ;  $AS_2=\frac{1}{3}AB$ ;  $CS_4=\frac{1}{3}CD$ .  
Угол  $BAC = 90^\circ$ .

2. Передаточное отношение зубчатого механизма привода распределительного вала  $i_{np} = 2$ .

### Задание 17. МЕХАНИЗМ ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

Поперечно-строгальный станок применяется для обработки плоских поверхностей. Наиболее распространена схема кривошипно-кулисного механизма станка. Кулисный механизм сокращает время холостого хода по сравнению со временем рабочего хода в 1,5-2,4 раза. Ползун с резцом приводится в движение шестизвенным кривошипно-кулисным механизмом; ход ползуна  $H$  может меняться и выбирается в зависимости от длины обрабатываемой поверхности. Средняя скорость выбирается в зависимости от твердости заготовки и меняется с помощью коробки скоростей. Подача заготовки осуществляется кулачково-рычажным механизмом (рис. 17.1).

Рекомендации:

1. Построить кинематическую схему механизма для левого крайнего положения механизма, при котором кривошип и кулиса образуют прямой угол. Принять это положение за начальное.

2. Крайние положения кулисы симметричны относительно вертикали.

3. Центры масс звеньев принять расположенными в середине. Моменты инерции звеньев определить, считая звенья однородными стержнями, т.е.  $J_5 = 0,1mc^2$ ,  $J_6 = \frac{1}{3}mc^2$ .

4. Угол поворота коромысла  $\psi = 35^\circ$ .

### Задание 18. МЕХАНИЗМ ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

Поперечно-строгальный станок применяется для обработки плоских поверхностей резанием. В основе механизма станка лежит кривошипно-кулисный механизм, который сокращает время холостого хода станка в 1,5-2,5 раза. Ползун с резцовой головкой является частью механизма. Длина хода ползуна  $H$  может изменяться при наладке станка, средняя скорость выбирается в зависимости от твердости металла и меняется с помощью коробки скоростей. Подача заготовки осуществляется кулачково-рычажным механизмом (рис. 18.1).



Рекомендации:

1. Построить кинематическую схему механизма для левого крайнего положения, при котором кривошип и кулиса образуют прямой угол. Принять это положение за начальное. Определить размеры звеньев по заданному ходу реза  $S$  и углу размаха кулисы  $\theta$ .

2. Центры масс звеньев принять расположенными в середине. Моменты инерции звеньев определить:  $J_S = 0,1 m l^2$ ,  $J_0 = \frac{1}{3} m l^2$

3. Крайние положения кулисы симметричны относительно вертикали.

4. Принять диаметры цапф  $d_{ц} = 0,05$  м.

5. Фазовый угол дальнего стояния  $\varphi_D = 50^\circ$ .

### Задание 19. МЕХАНИЗМ ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

Поперечно-строгальный станок применяется для обработки плоских поверхностей резанием. В основе механизма станка лежит кривошипно-кулисный механизм, который сокращает время холостого хода станка в 1,5-2,4 раза. Ползун с резовою головкой является частью механизма с качающейся кулисой. Длина хода ползуна  $H$  может изменяться при наладке станка, средняя скорость выбирается в зависимости от твердости металла и меняется с помощью коробки скоростей. Подача заготовки осуществляется кулачно-рычажным механизмом (рис. 19.1).

Рекомендации:

1. Построить кинематическую схему механизма для крайнего левого положения, при этом кривошип и кулиса образуют прямой угол. Принять это положение за начальное.

2. Крайние положения кулисы симметричны относительно вертикали.

3. Центры масс звеньев принять расположенными в середине. Моменты инерции звеньев определить, считая звенья однородными стержнями, т.е.

$$J_S = 0,1 m l^2; J_0 = \frac{1}{3} m l^2$$

4. Принять диаметр цапф  $d_{ц} = 0,05$  м.

### Задание 20. МЕХАНИЗМ ВИБРОКОНВЕЙЕРА

Виброконвейер предназначен для сортировки и перемещения различных грузов и материалов. Он представляет собой кулисно-коромысловый механизм, с которым жестко связан лоток для перемещения грузов. Планетарный редуктор понижает обороты двигателя до оборотов кривошипа. Кулачковый механизм, жестко связанный с валом кулисы, обеспечивает прерывистую подачу груза на лоток виброконвейера (рис. 20.1).



Рекомендации:

1. Размеры звеньев:  $BD=3,38C$ ;  $AC=1,5BC$ ;  $CS_4=0,5AC$ ;  $BC=0,48D$ .

2. Массы звеньев:  $m_1=0$ ;  $m_2=0,3m_4$ ;  $m_3=0,1m_4$ ;  $m_5=2m_4$ .

3. Моменты инерции звеньев определить, считая их однородными стержнями, т.е.  $I_3=0,1ml^2$ ;  $I_5=\frac{1}{3}ml^2$ .

### Задание 21. МЕХАНИЗМ КАЧАЮЩЕГОСЯ ГРОХОТА-КОНВЕЙЕРА

Качающийся грохот-конвейер предназначен для сортировки кускового материала (руды, угля и т.п.) и для перемещения в горизонтальном направлении. На ползуне основного механизма закреплён лоток-желоб. Подача материала из бункера питания регулируется с помощью кулачкового механизма. Обороты кривошипа регулируются с помощью редуктора (рис. 21.1).

Рекомендации:

1. За начальное положение механизма принять его крайнее правое положение.

2. Скорость ползуна при прямом и обратном ходе неодинакова. Коэффициент изменения скорости для механизмов такого типа  $k_v=1,4$ .

3. Массы звеньев определить исходя из формулы  $m=q\ell$ , где  $q=10$  кг/м;  $\ell$  - длина звена.

4. Центры масс звеньев считать расположенными в середине.

5. Принять диаметр цапф  $d_4=0,05$  м.

6. Ход штока толкателя  $h=0,015$  м.

### Задание 22. МЕХАНИЗМ ПОДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Податливое устройство обеспечивает перемещение детали в зону обработки.

Средняя скорость рабочего хода меньше средней скорости холостого хода ползуна.

Кулачковый механизм жестко связан с кривошипом и обеспечивает управление.

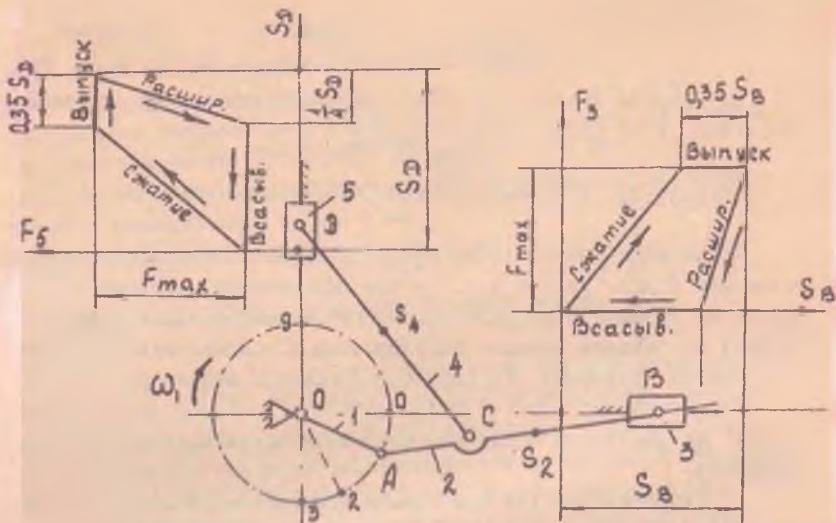
Планетарный редуктор понижает обороты электродвигателя до оборотов кривошипа.

Рекомендации:

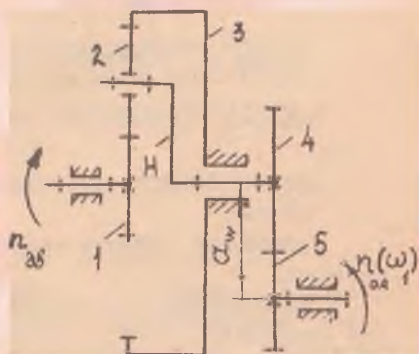
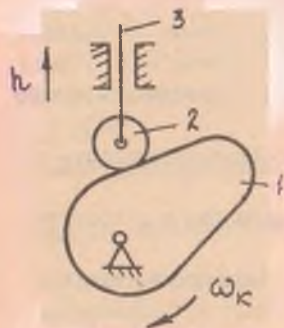
1. Длины звеньев принять  $EC=a+\frac{H^2}{16a}$ ;  $BE=0,5EC$ ;  $DC=10(EC-a)$ ;  
 $d=\frac{1}{3}\ell$ .  $OA+DE<AB+BE$ .

2. Массы звеньев  $m_3=2m_2$ ;  $m_4=0,5m_2$ ;  $m_5=m_2$ .

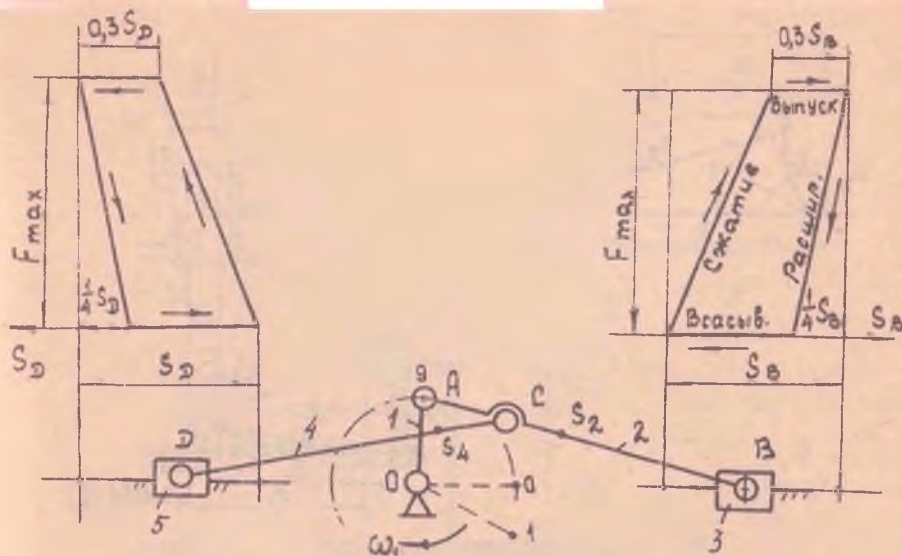
3. Максимальная ордината нагрузочной диаграммы  $F_{max}=1500$  Н.



Р и с. II.1. Кинематическая схема механизма компрессора и его индикаторные диаграммы



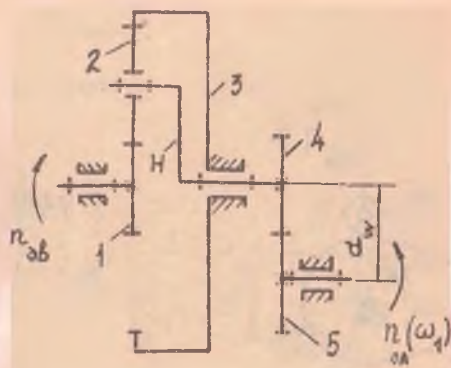
Р и с. II.2. Кулачковый механизм Р и с. II.3. Редуктор



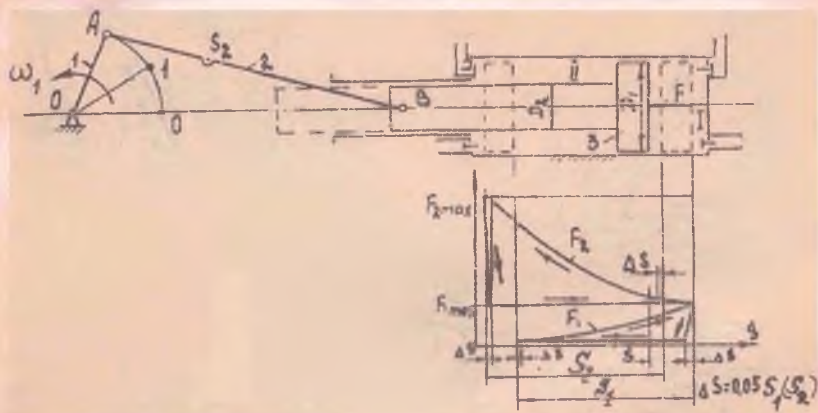
Р и с.12.1. Кинематическая схема механизма компрессора и его индикаторные диаграммы



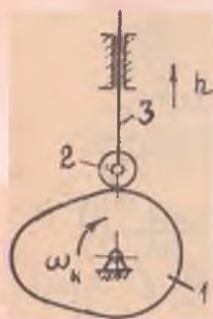
Р и с. 12.2. Кулачковый механизм



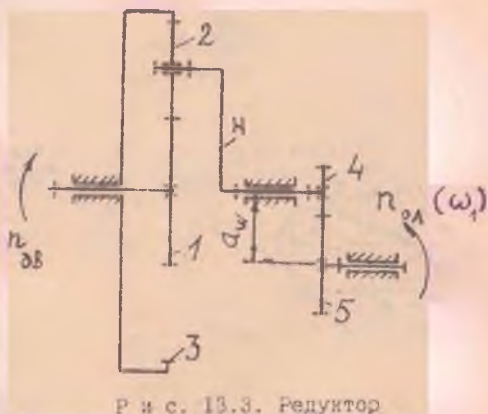
Р и с. 12.3. Редуктор



Р и с. 13.1. Кинематическая схема механизма компрессора и его индикаторная диаграмма



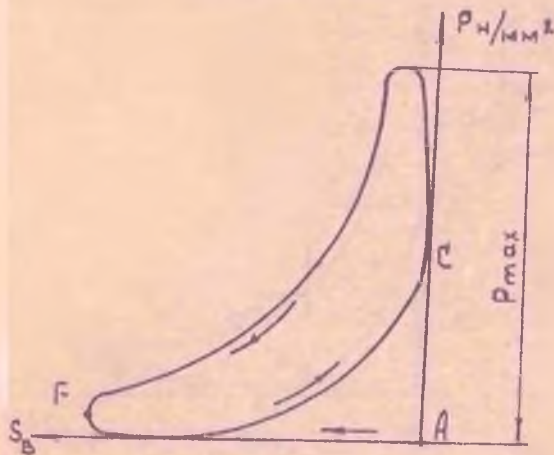
Р и с. 13.2. Кулачковый механизм



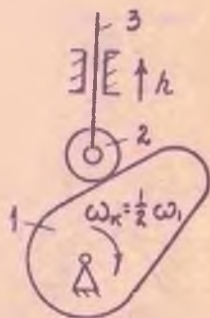
Р и с. 13.3. Редуктор



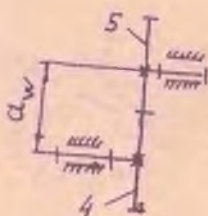
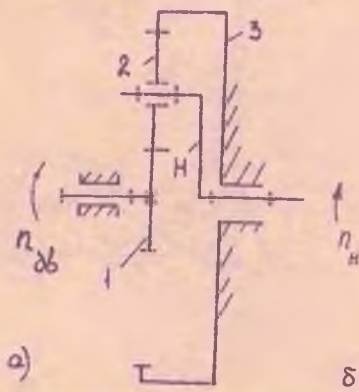
Р и с. 14.1. Кинематическая схема механизма двигателя



Р и с. 14.2. Индикаторная диаграмма

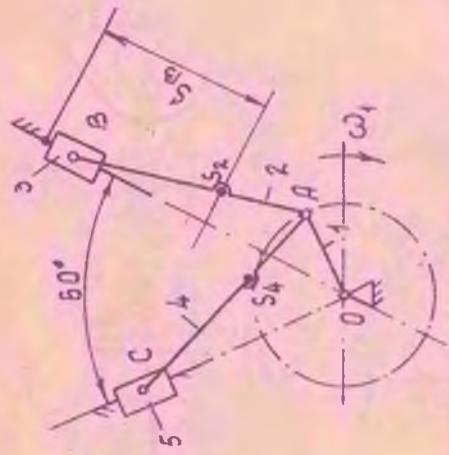


Р и с. 14.3. Кулачковый механизм

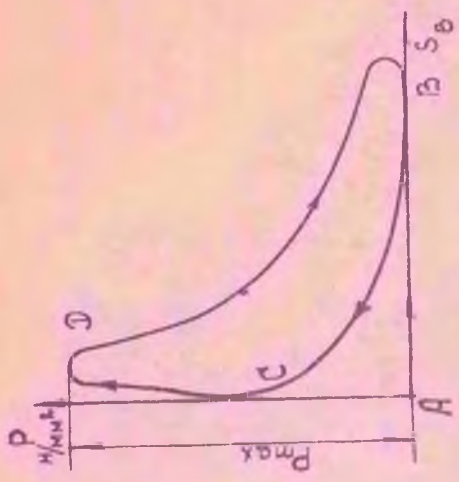


Р и с. 14.4. Редуктор

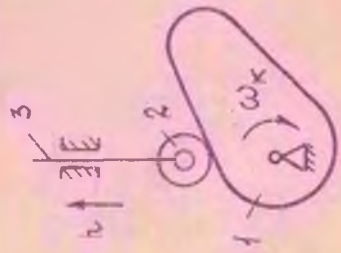




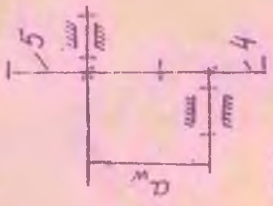
Р и с. 15.1. Кинематическая схема механизма двигателя



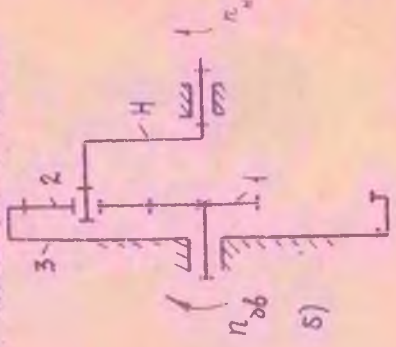
Р и с. 15.2. Индикаторная диаграмма



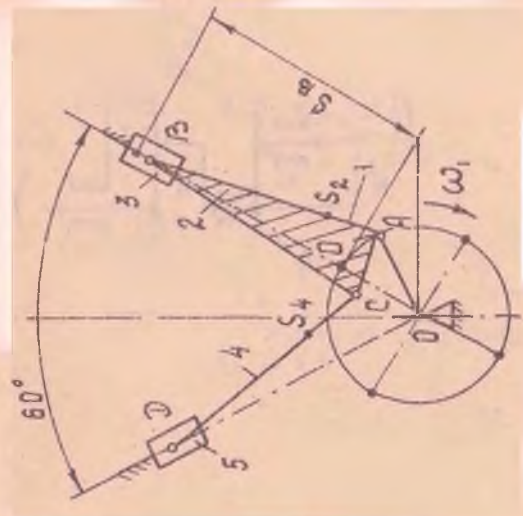
Р и с. 15.3. Кулачковый механизм



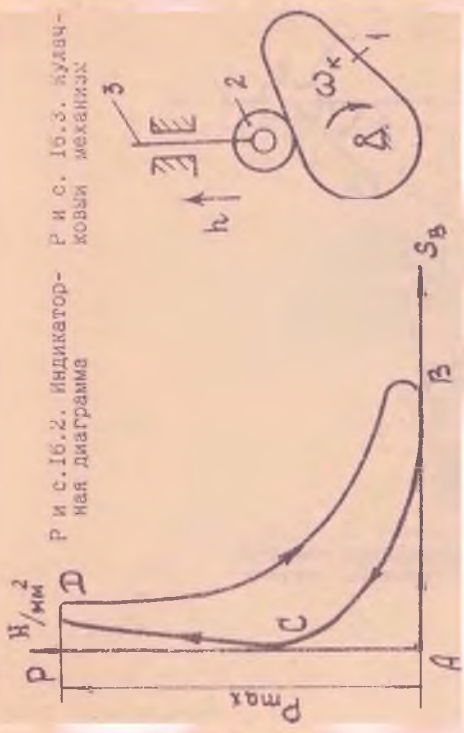
а)



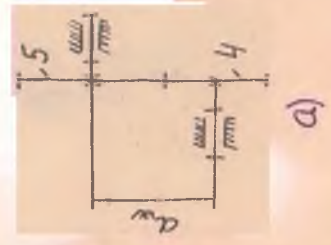
Р и с. 15.4. Редуктор



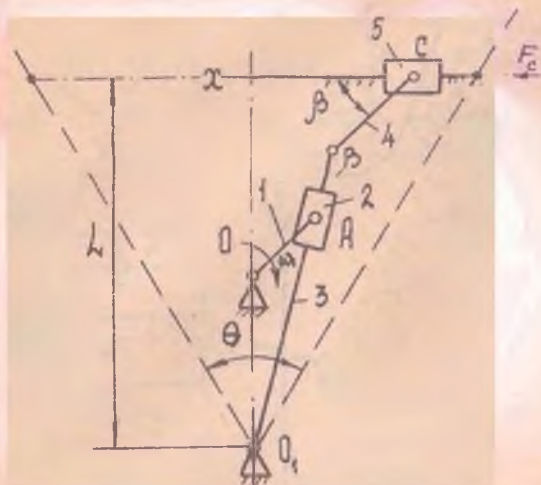
Р и с. 16.1. Кинематическая схема механизма двигателя



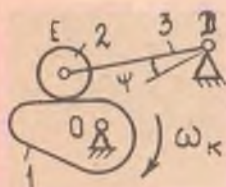
Р и с. 16.2. Индикаторная диаграмма  
Р и с. 16.3. Кулачковый механизм



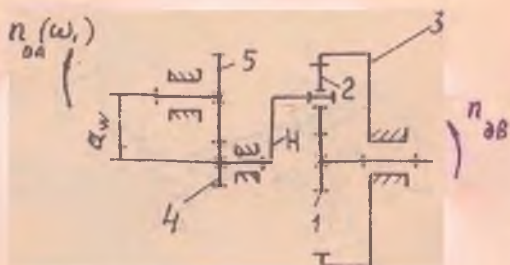
Р и с. 16.4. Редуктор



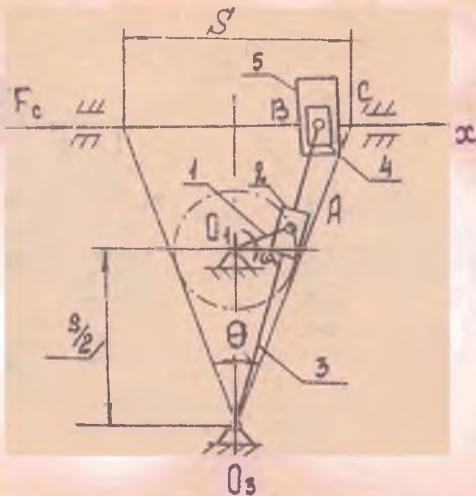
Р и с. 17.1. Кинематическая схема механизма поперечно-строгального станка



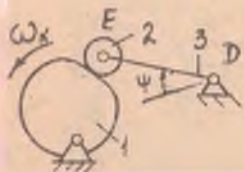
Р и с. 17.2. Кулачковый механизм



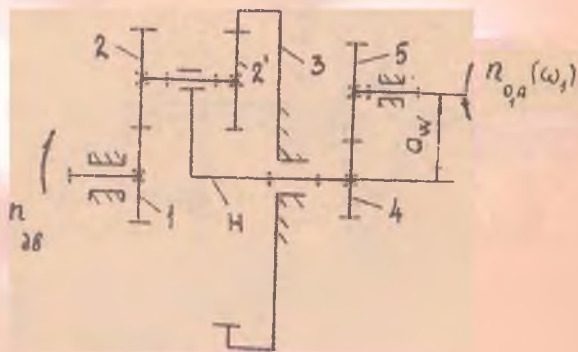
Р и с. 17.3. Редуктор



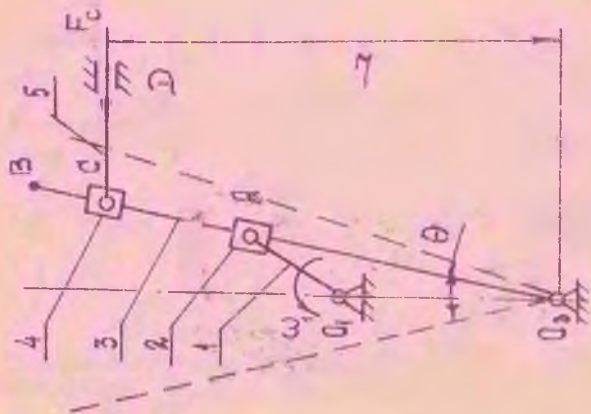
Р и с. 18.1. Кинематическая схема механизма поперечно-строгального станка



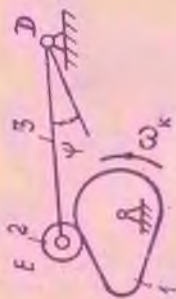
Р и с. 18.2. Кулачковый механизм



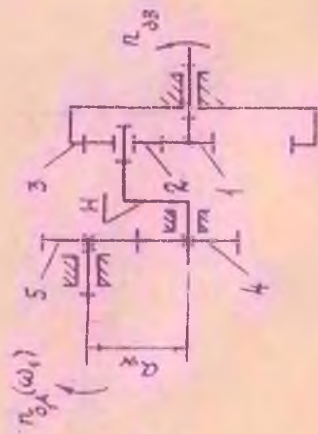
Р и с. 18.3. Редуктор



Р и с. 19.1. Кинематическая схема механизма поперечно-строгального станка

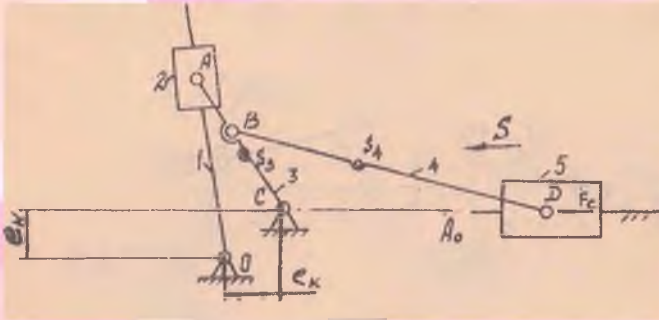


Р и с. 19.2. Кулачковый механизм

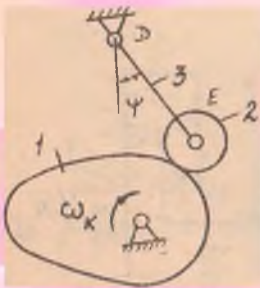


Р и с. 19.3. Редуктор

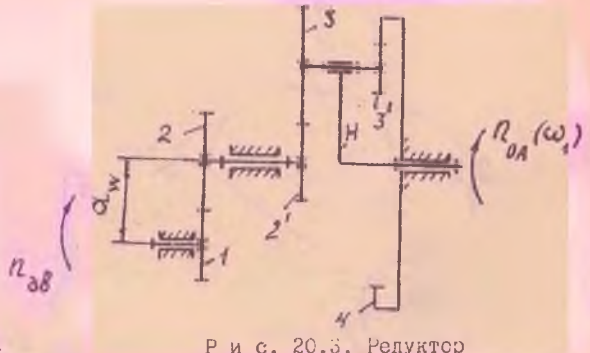




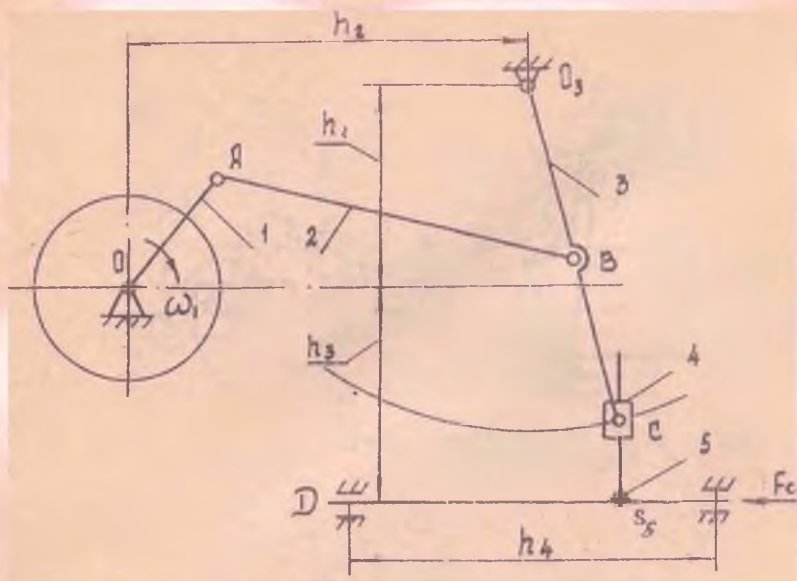
Р и с. 20.1. Кинематическая схема механизма грохота-конвейера



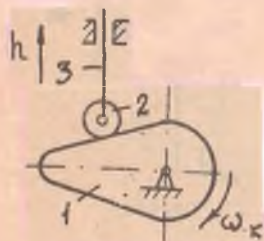
Р и с. 20.2. Кулачковый механизм



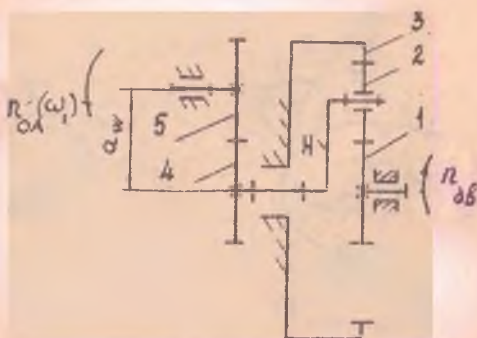
Р и с. 20.3. Редуктор



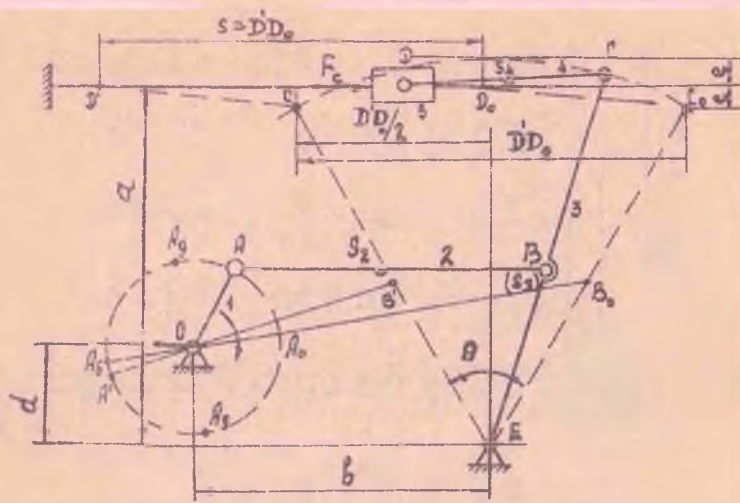
Р и с. 2I.1. Кинематическая схема механизма грохота-конвейера



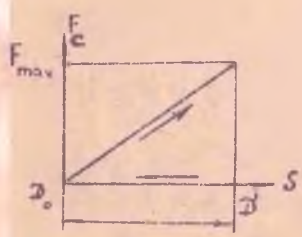
Р и с. 2I.2. Кулачковый механизм



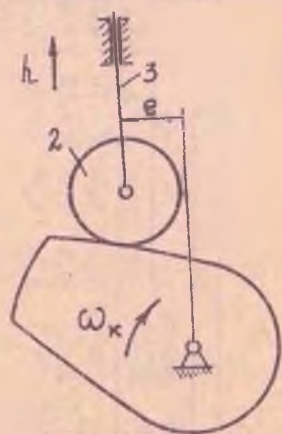
Р и с. 2I.3. Редуктор



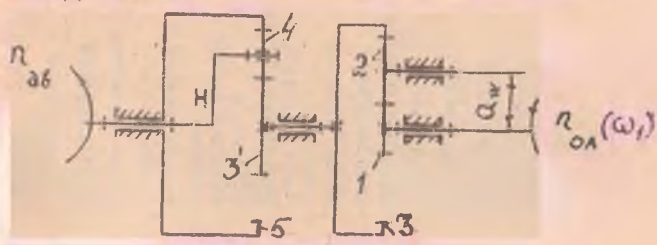
Р и с. 22.1. Кинематическая диаграмма механизма подающего устройства



Р и с. 22.2. Диаграмма нагрузки



Р и с. 22.3. Кулачковый механизм



Р и с. 22.4. Редуктор

Таблица к заданию:

Данные	Обозначения	Размерность	Варианты											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Ход поршня	$S_p$	м	0,32	0,28	0,30	0,26	0,24	0,30	0,26	0,28	0,32	0,28	0,32	0,32
Средняя скорость	$V_{ср}$	м/с	4,5	4,0	4,25	3,5	3,0	4,0	3,0	3,5	4,2	3,5	4,2	4,2
Длина звена СД	$L_{СД} / L_{СДВ}$		1,2	1,0	1,1	0,9	1,0	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0
Длина звена АС	$L_{АС} / L_{АСВ}$		1/5	1/4	1/5	1/4	1/5	1/4	1/5	1/4	1/5	1/4	1/5	1/5
Максимальная сила сопротивления	$F_{max}$	Н	5100	5400	5600	5300	5500	5000	5100	5500	5600	5500	5600	5600
Масса звеньев	$m_2$	кг	14	13	14	15	14	16	15	15	16	15	16	12
	$m_4$	кг	16	13	15	14	14	18	15	14	16	14	16	14
Межосевое расстояние	$O_1O_2$	мм	80	85	90	100	110	70	70	80	85	80	85	100
Модуль простоя ступени	$M_2, пр$	мм	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,0	4,5	5,5
Модуль планетар. ступени	$M_2, пр$	мм	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,0	4,5	5,5
Закон движения			А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
Ход толкателя	$h$	мм	12	20	20	14	16	12	20	18	15	15	20	20
Фазовые углы	$\varphi_1$	град	60	70	90	50	70	60	80	80	75	80	75	50
	$\varphi_2$	град	20	15	15	20	25	15	25	20	30	20	30	30
	$\varphi_3$	град	60	80	90	80	90	60	60	80	50	80	50	60



Данные	Обозна- чения	Размер- ность	В а р и а н т ы									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длины звеньев	$l_{OA}$	м	0,21	0,20	0,19	0,21	0,26	0,28	0,29	0,27	0,22	0,23
	$l_{AB}$	м	0,80	0,75	0,81	0,82	0,95	0,86	0,88	0,84	0,78	0,80
	$l_{AC}$	м	0,17	0,16	0,14	0,16	0,21	0,18	0,20	0,19	0,15	0,12
	$l_{CD}$	м	0,75	0,80	0,78	0,75	0,80	0,84	0,82	0,80	0,75	0,76
Число оборотов кривошипа	$n_{OA}$	об/мин	420	440	450	450	300	320	330	350	420	350
Максимальная сила сопротивления	$F_{max}$	Н	4800	4100	5500	4600	6300	7200	6200	6800	5200	7000
Массовое расстояние	$r_{OA}$	мм	75	35	80	115	110	130	150	100	110	50
	$r_{AB}$	мм	4,0	4,5	4,0	5,5	5,5	6,0	6,5	5,0	5,5	4,5
Модуль планетарной ступени	$m_{пл}$	мм	3,5	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	4,0	4,5	4,0
	—	—	А	Б	Б	А	Б	В	А	Б	В	А
Ход толкателя	$h$	мм	12	14	16	18	13	15	17	18	15	16
	$\varphi_{пл}$	град	60	70	80	90	90	50	60	75	60	70
Фазовые углы	$\varphi_{\alpha}$	град	30	20	40	30	40	25	30	25	25	30
	$\varphi_{\beta}$	град	80	80	60	60	60	75	90	50	70	50

Наименование параметра	Обозначения	Размерность	В а р и а н т ы											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Ход поршня	$S$	мм	500	500	450	450	400	400	400	350	350	300	300	300
Средняя скорость поршня	$V_{cp}$	м/с	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	
Масса шатуна	$m_2$	кг	10	9	8	6	5	10	9	8	7	6	5	
Коэф. трения вращат.парн	$f_8$	—	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,08	
Коэф. трения поступ.парн	$f_n$	—	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	
Сила сопротивления	$F_{соп}$	Н	5000	4800	4600	4400	4200	4000	4000	4200	4400	4600	4800	
Сила сопротивления	$F_{сопх}$	Н	2600	2500	2400	2300	2400	2100	2200	2200	2300	2400	2500	
Частота вращения двигателя	$n_{дв}$	об/мин	2200	2500	2800	3000	3200	3400	3600	3600	3200	3500	3800	
Максимальное расстояние простоя ступени	$S_{пр}$	мм	100	96	92	88	84	82	78	76	74	72	72	
Модуль зубчатого колеса простоя ступени	$m_{пр}$	мм	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	
Модуль зубчатых колес планетарной ступени	$m_{пл}$	мм	5,0	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Ход толкателя	$h$	мм	16	14	12	10	6	16	14	12	10	8	8	
Закон движения толкателя	—	—	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A	A	
Допустимый угол давления	$[\alpha]$	град	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	30	
Фаза удаления	$\varphi_4$	град	60	70	80	60	70	80	60	60	70	80	60	
Фаза дальнего встоя	$\varphi_8$	град	40	30	20	40	30	20	40	30	20	30	30	
Фаза возврата	$\varphi_8$	град	80	100	120	80	100	120	80	100	120	80	80	

## Варианты

Данные

Обозначение - Размерность

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Ход поршня	$S_p$	м	0,165	0,175	0,180	0,2	0,22	0,145	0,15	0,24	0,21	0,2
Средняя скорость	$V_{ср}$	м/с	14,0	14,8	15,0	15,8	16,5	12,5	13,5	16,9	16,0	17,1
Вес шатунов	$G_2 = G_4$	Н	21	21	23	27	21	21	21	27	27	27
Вес поршней	$G_3 = G_5$	Н	30	32	35	40	41	31	32	40	41	35
Моменты инерции шатунов	$J_{ср} = J_{ш}$	кг·м <sup>2</sup>	0,022	0,022	0,032	0,039	0,046	0,022	0,032	0,054	0,04	0,0
Макс. уд. давление в цилиндрах	$P_{max}$	Н/см <sup>2</sup>	4,5	4,5	4,0	3,5	3,5	5,0	5,0	5,5	5,0	4,0
Диаметр поршня	$D$	мм	150	150	160	170	170	140	140	170	150	170
Диаметр шат.	$d$	мм	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,03	0,04	0,06	0,07	0,0
Коэф. трения	$f$		0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,0
Число оборотов вала	$\Omega_N$	об/мин	600	550	550	600	600	550	540	600	500	600
Механическое сопротивление	$\Omega_M$	мм	38	55	54	76	56	65	72	56	68	4,1
Модуль зацепления распредел. механизма	$m_{пр}$	мм	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	0,0
Модуль зацепления планетарного редуктора	$m_{пл}$	мм	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
Закон движения	-		A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
Ход толкателя	$h$	мм	12	12	13	13	13	14	14	15	15	14
Фазовые углы	$\varphi_1$	град	27	28	26	20	30	25	29	24	25	23
	$\varphi_2$	град	57	58	70	75	80	75	74	65	72	76
	$\varphi_3$	град	40	39	39	41	34	44	41	45	40	40

## Варианты

Данные

	Свойства	Размерности									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ход поршня	$S_5$	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,14	0,16	0,22	0,21	0,20
Средняя скорость	$V_{ср}$	13,9	14,2	15,0	15,8	16,7	12,1	13,0	16,1	15,4	16,0
Вес шатуна ABC	$G_2$	21	21	28	27	21	21	21	27	27	26
Вес шатуна CD	$G_4$	15	16	18	18	17	18	16	18	17	17
Вес поршня	$G_3 = G_5$	30	32	35	40	31	30	32	40	41	38
Момент инерции шатуна ABC	$J_{52}$	0,022	0,022	0,032	0,039	0,046	0,022	0,032	0,046	0,04	0,046
Момент инерции шатуна CD	$J_{54}$	0,015	0,015	0,016	0,018	0,023	0,015	0,016	0,025	0,02	0,023
Макс. уд. давление в цилиндрах 3 и 5	$P_{max}$	4,5	4,5	4,0	3,5	3,5	5,0	6,0	5,5	5,0	4,5
Диаметры поршня	$D$	150	150	160	170	170	140	140	170	170	150
Диаметр цапф	$d$	0,07	0,06	0,065	0,075	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,075
Коэф. трения цапф	$f$	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04
Число оборотов вала	$n_H$	600	560	550	620	550	620	540	550	600	600
Искосовое расстояние	$a_H$	40	55	65	75	55	65	40	65	70	66
Модуль простой ступени	$m_{пр}$	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	6,0	5,0	4,0	5,0
Модуль планетарной ступени	$m_{пл}$	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,5	3,5
Закон движения толк. —		A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
Ход толкателя	$h$	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16
Фазовые углы	$\varphi_1$	25	26	27	20	23	24	25	26	27	24
	$\varphi_2$	67	68	70	65	70	75	60	65	70	75
	$\varphi_3$	40	40	42	34	44	46	40	45	42	42



## В а р и а н т ы

Д а н н ы е      Р а з м е р -  
н о с т ь

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\beta$	10	15	10	15	10	15	15	10	15	10
$n_1$	50	65	80	100	120	160	50	65	80	100
$m_{np}$	5	6	8	5	6	8	8	6	8	5
$m_{npn}$	6	8	6	8	5	6	8	8	6	5
$d$	30	40	30	40	40	30	30	30	40	40
$f$	0,1	0,12	0,12	0,1	0,15	0,12	0,12	0,1	0,1	0,15
$z_{DE}$	120	120	120	130	130	140	120	120	140	130
$\theta$	40	36	30	35	40	36	30	40	40	36
$\gamma_{min}$	50	50	55	55	60	60	55	55	60	55
$l_{CA}$	90	95	100	105	110	105	120	120	130	110
$l_{CO}$	400	410	420	425	430	440	450	455	440	450
$l_{D, \delta}$	600	625	650	700	600	625	650	700	720	700
$F_C$	2500	3000	3200	3200	2500	4000	3200	3600	3600	3500
$m_5$	35	40	45	35	50	40	45	35	45	30
$m_3$	25	35	25	30	35	35	40	30	40	40
	A	5	B	A	A	B	B	B	B	A
$\varphi_4$	90	95	100	105	90	95	100	105	95	100
$\varphi_9$	10	15	20	10	15	25	10	15	25	10
$\varphi_8$	100	105	110	110	105	120	100	105	120	100
$L$	520	540	550	560	570	580	560	570	560	600
$m_{gb}$	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1500	1500	1500	2000
$Q_H$	250	300	320	250	300	320	250	300	320	250

Наименование параметров Обозначение - Размерность

## Варианты

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Частота вращения	$n_1$	52	55	84	100	127	160	55	161	90	35
Ход реза	$S$	400	350	300	320	380	420	310	340	440	410
Угол размаха кулисы	$\theta$	40	45	48	50	52	55	58	60	55	70
Масса кулисы	$m_3$	20	20	20	20	20	15	15	15	15	15
Масса ползуна	$m_5$	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40
Сила сопротивления	$F_c$	4000	4000	3500	3500	3000	3000	2500	4500	2800	3000
Фазовый угол подъема	$\varphi_1$	150	140	145	160	155	150	135	130	145	150
Фазовый угол опускания	$\varphi_2$	100	110	105	95	100	105	120	90	110	95
Длина толкателя	$L_{\text{ТК}}$	120	120	130	130	140	140	150	160	170	160
Угол поворота коромысла	$\psi$	30	25	20	28	35	40	30	35	25	28
Закон движения толкателя	-	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А
Частота вращения двигателя	$n_{\text{дв}}$	2000	2000	1500	1550	1340	1800	2000	1700	1750	2100
Модуль планетарной ступени	$M_{\text{пл}}$	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4
Модуль простой ступени	$M_{\text{пр}}$	6	5	5,5	7	8	6	5	8	6	5
Межцентровое расстояние	$a_{\text{ш}}$	260	205	200	195	190	185	175	170	165	160
Фазовый угол востоя толкателя	$\varphi_0$	90	80	90	85	90	95	100	80	85	95

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	В а р и а н т ы									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина кривошипа	$L_{0A}$	мм	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140
Межосевое расстояние	$L_{0B}$	мм	400	410	420	425	430	440	450	475	480	500
Длина кулисы	$L_{0B}$	мм	700	725	750	775	800	825	840	850	860	875
Расстояние от $O_3$ до направляющей	$L$	мм	520	540	550	560	570	590	600	630	640	680
Частота вращения кривошипа	$n_1$	об/мин	52	55	84	100	127	160	52	65	84	100
Сила полезного сопротивления	$F_0$	Н	2500	2500	3000	3000	3500	3500	4000	4000	4500	4500
Масса звена б	$m_5$	кг	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Масса кулисы	$m_3$	кг	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Закон движения кулачка	-	-	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А
Длина коромысла	$L_{23}$	мм	120	125	130	135	140	145	150	155	160	170
Угол размера коромысла	$\psi$	град	25	30	35	40	25	30	35	40	30	35
Угол удаления	$\varphi_4$	град	90	95	100	105	90	95	100	105	95	100
Базовый угол возвращения	$\varphi_5$	град	100	105	120	100	105	120	100	105	120	100
Базовый угол двукратного стояния	$\varphi_6$	град	10	15	20	10	15	25	10	15	25	10
Частота вращения электродвигателя	$n_{23}$	об/мин	1500	1430	1550	2000	2000	2000	2000	1430	1500	1550
Модуль зацепления простой ступени	$m_{np}$	мм	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Модуль зацепления планетарной ступени	$m_{пл}$	мм	6	8	5	8	6	8	5	6	6	6
Межосевое расстояние простой ступени	$O_2$	мм	260	255	240	245	215	235	225	230	240	250

Наименование параметров	Обозначения	Размерность	Варианты									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ход ползуна	$S$	мм	150	180	200	220	250	150	180	200	220	250
Средняя скорость движения ползуна	$V_{ср}$	м/с	15	12	10	8	15	12	10	8	12	10
коэф. изменения средней скорости	$K$		2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,5
Смещение оси вращ. кулисы	$e_k$	мм	20	25	30	25	30	20	25	30	25	30
Масса ватуна	$m_4$	кг	40	50	50	40	30	40	50	60	30	50
коэф. трения вращ. пары	$f_в$	-	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12
Диаметр цапф вращ. пары	$d_4$	мм	40	40	45	45	50	50	40	45	50	45
коэф. трения поступ. пары	$f_п$	-	0,1	0,11	0,12	0,15	0,15	0,1	0,11	0,12	0,15	0,15
Частота вращения двигателя	$n_{дв}$	об/мин	3000	3600	4000	4500	5000	3000	3500	4000	4500	5000
Межосев. расстояние протой ступени	$a_{ш}$	мм	100	130	140	150	160	170	160	150	140	150
Модуль зуб. колес протой ступени	$m_{пр}$	мм	5,0	4,5	4,0	5,0	4,5	4,0	5,0	4,5	4,0	5,0
Модуль зуб. колес планетарной ступени	$m_{пл}$	мм	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,0
Длина звена AC	$l_{ac}$	мм	70	75	80	85	90	70	75	80	85	90
Угол качан. коромысла	$\varphi$	град	20	22	24	25	27	30	20	25	30	30
Закон движ. коромысла	-	-	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
Допустимый угол давления	$[\alpha_{д}]$	град	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
фаза удаления	$\varphi_у$	град	50	70	50	50	50	60	70	50	60	70
фаза дальнего выстоя толкателя	$\varphi_д$	град	20	30	20	20	30	20	20	40	30	30
фаза возврата	$\varphi_в$	град	90	120	80	100	100	90	100	90	90	140



## Наименование параметров

Обозначения

Размерности

## В а р и а н т ы

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Расст. между опорами $O_1$ и $O_2$ по вертикали	$h_1$	мм	98	112	113	130	140	120	120	150	120	140
Расст. между опорами $O_1$ и $O_3$ по горизонтали	$h_2$	мм	282	270	275	320	300	295	300	325	350	300
Расст. между опорами $O_2$ и $O_3$ по горизонтали	$h_3$	мм	300	200	185	250	200	200	210	180	190	200
Расст. между опорами 5 звена	$h_4$	мм	380	400	450	350	500	400	450	500	400	450
Длина кривошипа	$l_{O_1A}$	мм	70	90	95	100	120	100	105	110	110	120
Длина шатуна	$l_{AB}$	мм	220	302	315	300	360	320	350	310	330	300
Длина коромысла	$l_{O_2C}$	мм	270	270	275	350	310	290	300	300	290	300
Расстояние между шарнирами $O_3$ и В	$l_{O_3B}$	мм	160	160	170	200	180	160	200	150	165	160
Частота вращ. кривошипа	$n_{O_1}$	об./мин	50	57	70	80	55	55	60	65	70	80
Част. вращ. эл. двигателя	$n_{дв}$	об./мин	950	943	1470	950	970	935	980	950	1450	1000
Частота вращ. кулачка	$n_k$	об./мин	15	25	30	40	40	30	25	15	25	30
Фазовый угол удаления кулачка	$\varphi_1$	град	100	120	140	100	110	100	130	95	105	110
Фаз. угол дальн. стояния	$\varphi_2$	град	160	160	160	160	100	150	90	140	145	135
Фаз. угол возвращения	$\varphi_3$	град	90	80	60	60	100	80	100	90	100	80
Закон движ. толкателя	—	—	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A
Модуль планет. ступени	$m_{пл}$	мм	4	3,5	3	4	3,5	4,5	4	3,5	4	4
Модуль простой ступени	$m_{пр}$	мм	3	4	4	5	5	5	3,5	4,5	5	3,5
Межцент. расстояние	$Q_m$	мм	95	100	100	120	110	115	100	120	125	130
Масса полузвезда с грузом	$m_5$	кг	60	70	80	85	65	75	70	60	85	90
Сила трения полузвезда	$F_r$	H	120	140	200	265	130	150	170	165	210	240

Наименование параметров, чекни	Оборн- Размер- ность	В а р и а н т ы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
ход ползуна	S	200	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	
частота перемены ползуна	n	150	120	130	150	130	120	150	180	120	120	120	
коэф. изменения средней скорости	K	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,4	1,4	
Длина звена СБ	$l_{CB}$	500	510	520	530	500	550	700	900	620	650	650	
Длина стойки	b	300	350	400	400	400	450	450	500	500	500	500	
Масса шатуна 2	m <sub>2</sub>	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	8,0	8,0	10	
частота вращения вала двигателя	n <sub>дв</sub>	3600	3600	3600	3200	3200	3200	3200	3000	3000	3000	3000	
Межосевое расстояние простой ступени	Q <sub>п</sub>	45	55	60	50	65	56	45	70	50	50	50	
Модуль колес простой ступени	m <sub>пр</sub>	3,0	3,5	3,5	3,0	3,75	3,5	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	
Модуль колес планетар- ной ступени	m <sub>пл</sub>	4,0	3,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	
Ход толкателя	h	10	12	14	16	18	20	10	16	18	18	20	
Закон движ. толкателя	-	A	B	B	A	B	B	A	B	B	B	B	
Смещение оси толкателя	e	5	3	7	3	5	7	3	5	7	7	5	
Допустимый угол давления	[α]	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	30	
Фаза удаления	φ <sub>у</sub>	60	70	80	90	60	70	80	90	60	60	70	
Фаза дальнего выстоя	φ <sub>д</sub>	40	30	30	40	30	30	40	40	30	40	40	
Фаза возврата	φ <sub>в</sub>	90	110	120	130	90	110	120	110	120	110	120	

1. Сборник нормативно-технических и руководящих документов / Сост. ред. А.А.Ткаченко. Куйбышев, КуАИ, 1990.
2. Ястребов В.М. и др. ТММ в авиастроении. Самара, СГАУ, 1993.
3. Шум Ж.Е. Проектирование рычажных механизмов. Куйбышев, КуАИ, 1989.
4. Савинов А.И. и др. Кинематическое проектирование зубчатых передач. Куйбышев, КуАИ, 1972.
5. Коробова Н.П. и др. Синтез плоских кулачковых механизмов. М., МАИ, 1992.
6. Артоболевский И.И. и др. Сборник задач по теории механизмов и машин. М.: Наука, 1973.
7. Шум Ж.Е. Индикаторная диаграмма. Самара, СГАУ, 1994.
8. Семенов Б.П. и др. Модульное моделирование механизмов. Самара, СГАУ, 1996.
9. Шум Ж.Е. Проектирование и исследование механизмов с гидродри-  
водами. Самара, СГАУ, 1996.

перечень условных обозначений .....	3
Введение .....	3
I. МЕХАНИЗМЫ АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, ...	4
Задание 1. Механизм уборки и выпуска шасси самолета .....	6
Задание 2. Механизм уборки и выпуска шасси самолета .....	7
Задание 3. Механизм уборки и выпуска шасси самолета .....	7
Задание 4. Механизм уборки и выпуска хвостовой опоры самолета .....	8
Задание 5. Механизм поворота кабель-мачты .....	8
Задание 6. Механизм установки ракеты .....	9
Задание 7. Механизм створок сопла реактивного авиадвигателя.....	9
Задание 8. Механизм регулирования створок сопла авиационного двигателя .....	10
Задание 9. Механизм азрофотозатвора .....	10
Задание 10. Механизм поворота антенны радиолокатора	11
2. МЕХАНИЗМЫ ОБЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ .....	32
Задание 11. Механизм компрессора .....	35
Задание 12. Механизм компрессора .....	35
Задание 13. Механизм компрессора .....	35
Задание 14. Механизм четырехтактного двигателя внутреннего сгорания .....	36
Задание 15. Механизм Y-образного двигателя внутреннего сгорания .....	36
Задание 16. Механизм V-образного двигателя внутреннего сгорания .....	36
Задание 17. Механизм поперечно-строгального станка..	37
Задание 18. Механизм поперечно-строгального станка..	37
Задание 19. Механизм поперечно-строгального станка..	38
Задание 20. Механизм виброконвейера .....	38
Задание 21. Механизм качающегося грохота-конвейера..	39
Задание 22. Механизм подающего устройства .....	39
библиографический список .....	64



УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

К о р о б о в а Нинель Петровна,  
К у л и к о в Борис Александрович,  
С а в и н о в Адольф Павлович,  
С е м е н о в Борис Петрович,  
С у с л и н Алексей Васильевич,  
Ш у м Жанна Ефимовна

СБОРНИК ЗАДАНИЙ  
НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ  
ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ  
(для студентов дневного отделения)

Учебное пособие

Редактор Т.И.К у з н е ц о в а  
Техн.редактор Г.А.У с а ч е в а  
Корректор Т.И.Щ е л о к о в а

Лицензия ЛР № 020301 от 30.12.96.

Подписано в печать 15.05.98. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага газетная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 3,95.  
Усл.кр.-отт. 4,07. Уч.-изд.л. 4,25. Тираж 100 экз.  
Заказ **74**. Арт.С.18/98.

Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П.Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

ИПО СГАУ 443001 Самара, ул.Молодогвардейская, 151.