

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА» В Г.НОВОРОССИЙСКЕ
(НФ БГТУ им. В.Г.Шухова)

Кафедра: Технических дисциплин



**Методические указания к расчётно-графическому
заданию**
по дисциплине
Теория механизмов и машин

направление подготовки:

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Новороссийск -2020

Содержание:

| | |
|-------------------------|----|
| Введение | 4 |
| Задачи | 5 |
| Список литературы | 19 |

Введение.

Студент выбирает номер варианта по последней цифре шифра (номера зачётной книжки). В каждый вариант РГЗ входят задачи с номерами из таблицы 1.

Таблица 1

| Вариант | № задач в варианте РГЗ |
|---------|------------------------|
| 1 | 1, 11, 21, 31, 41 |
| 2 | 2, 12, 22, 32, 42 |
| 3 | 3, 13, 23, 33, 43 |
| 4 | 4, 14, 24, 34, 44 |
| 5 | 5, 15, 25, 35, 45 |
| 6 | 6, 16, 26, 36, 46 |
| 7 | 7, 17, 27, 37, 47 |
| 8 | 8, 18, 28, 38, 48 |
| 9 | 9, 19, 29, 39, 49 |
| 0 | 10, 20, 30, 40, 50 |

Значения углов даны в градусах, где не оговорено другое.

Каждое задание выполняется в отдельной тетради (ученической) (или на листах А4, вложенных в отдельный файл), страницы которой нумеруются, допускается компьютерное оформление работ. На обложке указываются: название дисциплины, номер работы, фамилия и инициалы студента, учебный шифр, факультет, специальность. На первой странице тетради записываются: номер контрольной работы.

Решение каждой задачи обязательно начинать на развороте тетради (на четной странице, начиная со второй, иначе работу трудно проверять). Сверху указывается номер задачи, далее делается чертёж (можно карандашом) и записывается, что в задаче дано и что требуется определить (текст задачи не переписывается). Чертёж выполняется с учётом условий решаемого варианта задачи; на нем все углы, действующие силы, число тел и их расположение на чертеже должны соответствовать этим условиям. В результате в целом ряде задач чертёж получается более простой, чем общий.

Чертёж должен быть аккуратным и наглядным, а его размеры должны позволять ясно показать все силы или векторы скорости и ускорения и др.; показывать все эти векторы и координатные оси на чертеже, а также указывать

единицы получаемых величин *нужно обязательно*. Решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями (какие формулы или теоремы применяются, откуда получаются те или иные результаты и т. п.) и *подробно излагать весь ход расчетов*. На каждой странице следует оставлять поля для замечаний рецензента.

Работы, не отвечающие всем перечисленным требованиям, проверяться не будут, а будут возвращаться для переделки.

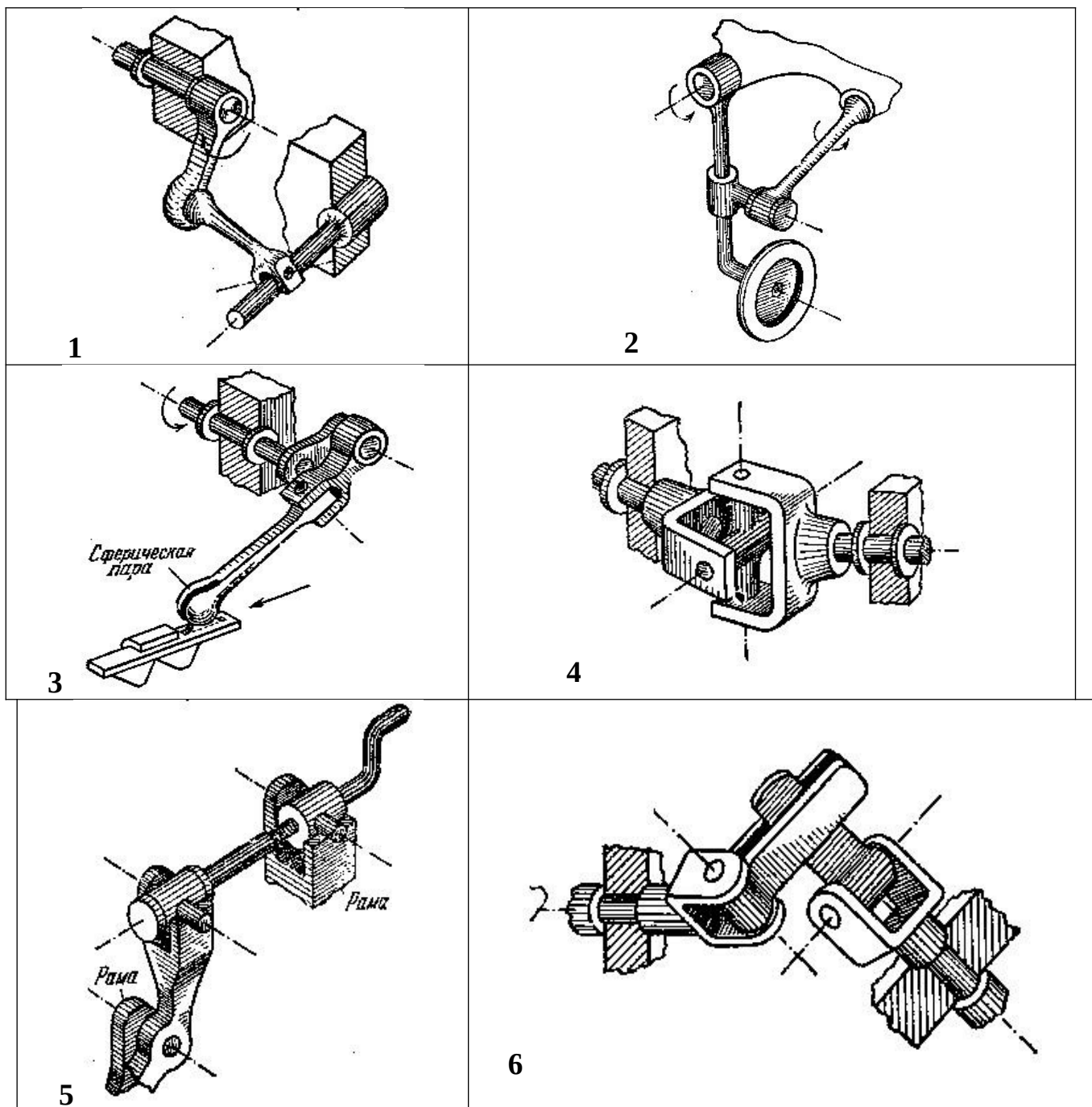
К работе, высылаемой на повторную проверку (если она выполнена в другой тетради), должна обязательно прилагаться не зачтённая работа.

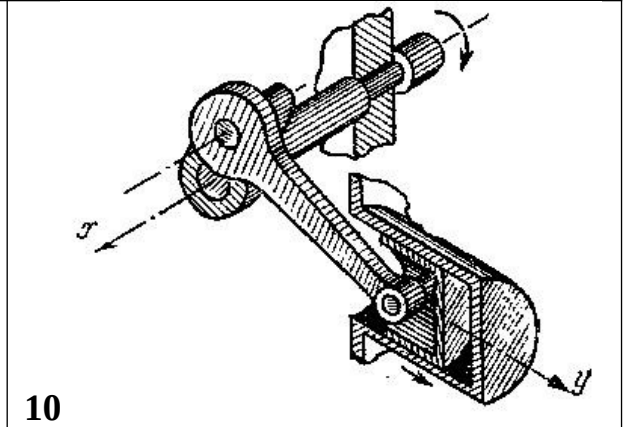
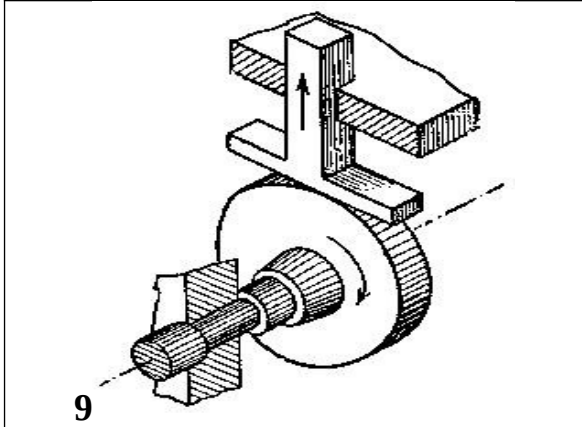
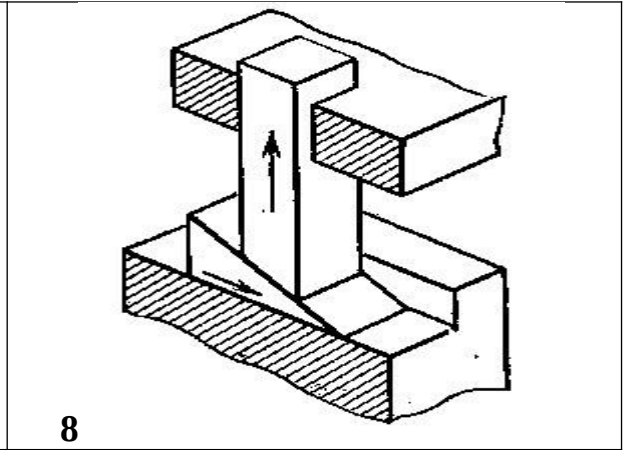
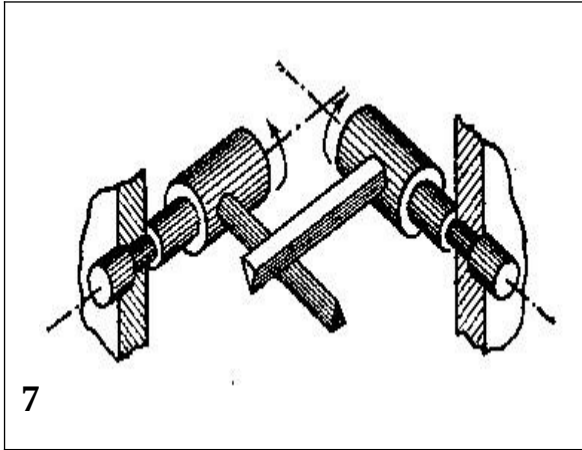
На экзамене необходимо представить зачтённые расчётно-графические задания, в которых все отмеченные рецензентом погрешности должны быть исправлены.

ЗАДАЧИ 1-10

1-10. Составить кинематическую схему механизма. Подсчитать число звеньев и кинематических пар, его образующих. Определить семейство механизма и класс кинематических пар.

Рисунки к задачам 1-10





ЗАДАЧИ 11—20

(задачи решаются построением планов положений, скоростей и ускорений)

11. Найти абсолютные скорость и ускорение точки E и угловые скорость и ускорение звена CD (звена 3) четырёхзвенного четырёхшарнирного механизма. Дано: $l_{AB} = 30$ мм, $l_{BC} = l_{CD} = l_{AD} = 60$ мм, $l_{BE} = l_{CE} = 35$ мм, $\varphi_1 = 30^\circ$, угловая скорость кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 20$ сек⁻¹.

12. Найти угловые скорость и ускорение звена BC (звена 2) кривошипно-ползунного механизма. Дано: $l_{AB} = 60$ мм, $l_{BC} = 180$ мм, $\varphi_1 = 120^\circ$, угловая скорость кривошипа AB постоянна и равна $\omega_1 = 100$ сек⁻¹.

13. Найти угловые скорость и ускорение звена 3 механизма Витворта. Дано: $l_{AB} = 30$ мм, $l_{AC} = 60$ мм, $\varphi_1 = 240^\circ$, угловая скорость кривошипа AB постоянна и равна $\omega_1 = 10$ сек⁻¹.

14. Найти абсолютные скорость и ускорение точки D кривошипного механизма с качающимся ползуном. Дано: $l_{AB} = 30$ мм, $l_{AC} = 60$ мм, $l_{BD} = 120$ мм, $\varphi_1 = 150^\circ$, угловая скорость кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 40$ сек⁻¹.

15. Найти абсолютные скорость и ускорение точки D_2 ползуна 2 механизма ротационного насоса. Дано: $l_{AB} = 50$ мм, $l_{BC} = 70$ мм, $l_{BD_2} = 16$ мм, $\varphi_1 = 30^\circ$, угловая скорость кулисы (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 100$ сек⁻¹.

16. Найти абсолютные скорость и ускорение точки B_3 звена 3 синусного механизма, совпадающей с точкой B . Дано: $l_{AB} = 50$ мм, $\varphi_1 = 45^\circ$, угловая скорость кривошипа AB (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 10$ сек⁻¹.

17. У механизма муфты Ольдгейма найти скорость и ускорение точки B_2 звена 2, совмещенной с точками B_1 и B_3 , находящимися на пересечении осей направляющих Ax и Cy . Дано: $l_{AC} = 40$ мм, $\varphi_1 = 30^\circ$, угловая скорость кривошипа Ax (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 10$ сек⁻¹.

18. У тангенсного механизма найти абсолютные скорость и ускорение точки B_3 (звена 3). Дано: $H = 250$ мм, $\varphi_1 = 30^\circ$, угловая скорость кулисы (звена 1) постоянна и равна $\omega_1 = 5$ сек⁻¹.

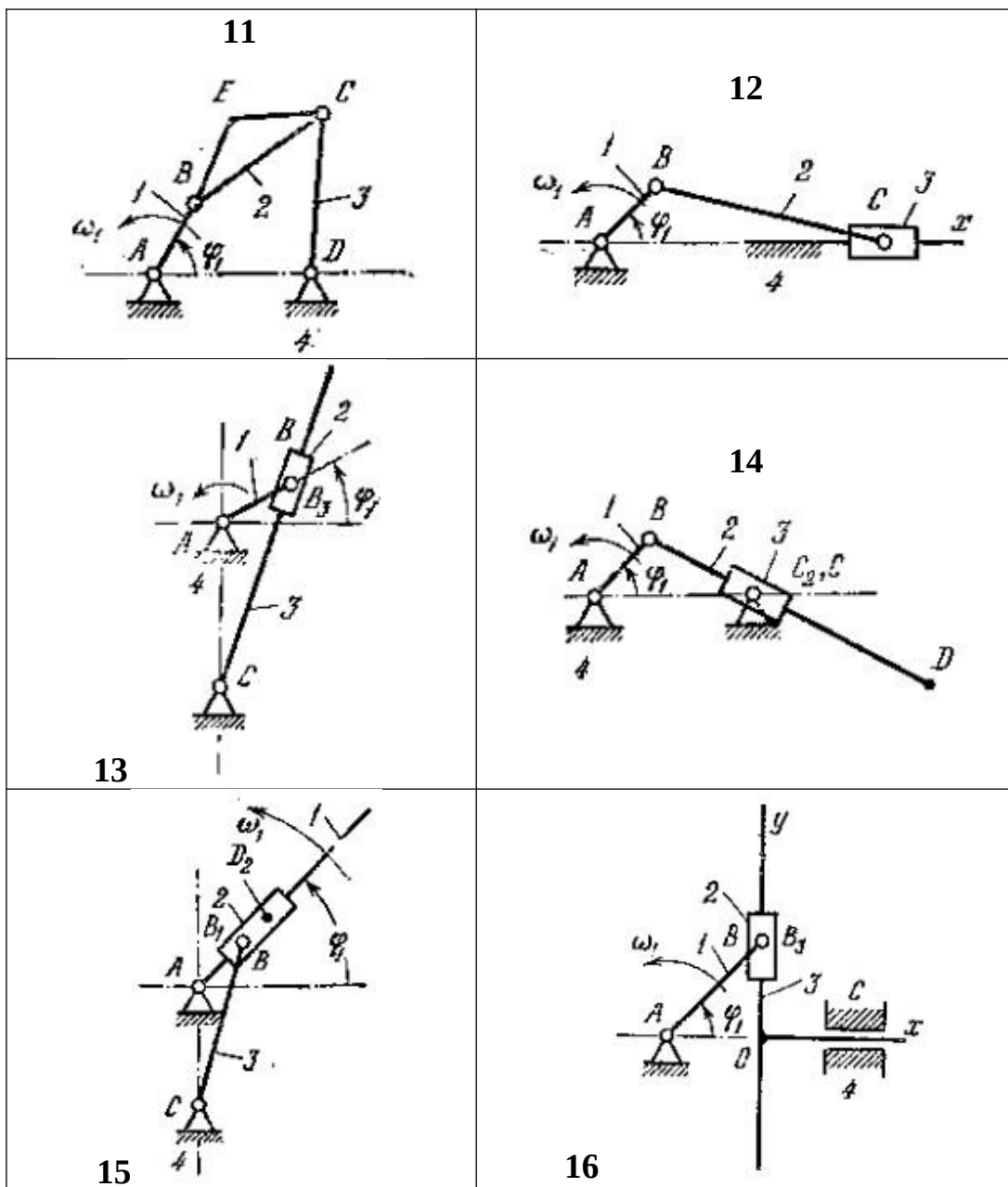
19. В кулачковом механизме, в котором кулачок представляет собой эксцентрично вращающийся диск, найти скорость и ускорение толкателя 2 (точки B_2 его). Дано: $R = 50$ мм, $l_{AO} = 30$ мм, $\varphi_1 = 135^\circ$, угловая скорость кулачка постоянна и равна $\omega_1 = 20$ сек⁻¹.

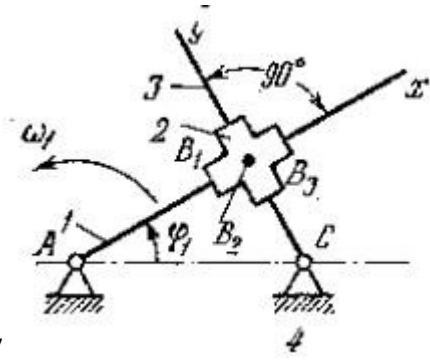
У к а з а н и е. Предварительно следует построить заменяющий механизм.

20. У кулачкового механизма, в котором кулачок представляет собою эксцентрично вращающийся диск, найти скорость и ускорение толкателя (звена 2).
 Дано: $R = 50 \text{ мм}$, $l_{AO} = 30 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 135^\circ$, угловая скорость кулачка постоянна и равна $\omega_1 = 20 \text{ сек}^{-1}$.

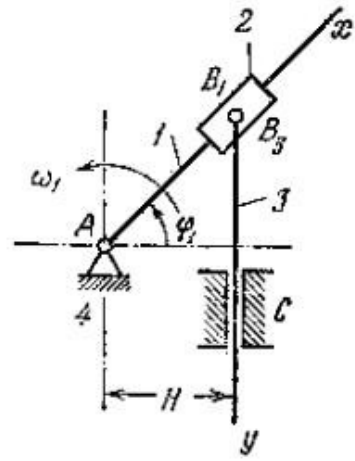
У к а з а н и е. Предварительно надо построить заменяющий механизм.

Рисунки к задачам 11-20

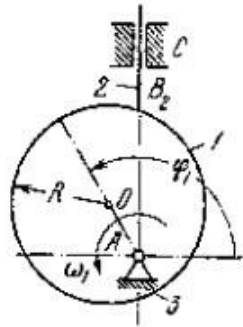




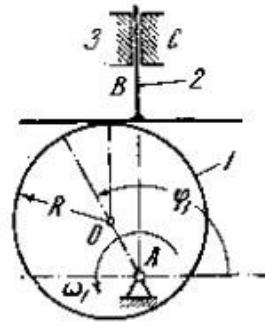
17



18



19



20

ЗАДАЧИ 21-30

21. Определить инерционный момент M_u махового колеса при его разгоне, если величина угловой скорости в начале разгона $\omega_0 = 0 \text{ сек}^{-1}$, а в конце разгона $\omega = 21 \text{ сек}^{-1}$, промежуток времени разгона $t = 3 \text{ сек}$. Угловая скорость во время разгона изменяется по закону прямой линии. Момент инерции махового колеса относительно его оси вращения A равен $I = 20 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Центр масс колеса лежит на его оси вращения.

22. Определить силу инерции P_u махового колеса, вращающегося равномерно со скоростью 600 об/мин ; масса махового колеса равна $m = 50 \text{ кг}$, его центр масс S находится на расстоянии $l_{AS} = 2 \text{ мм}$ от его оси вращения A . Принять $\pi \approx 3.0$.

23. Найти силу инерции P_{u3} ползуна кривошипно-ползунного механизма при положениях его, когда угол φ_1 принимает значения $0, 90^\circ$ и 180° , если длина кривошипа равна $l_{AB} = 50 \text{ мм}$, длина шатуна $l_{BC} = 200 \text{ мм}$, масса ползуна $m_3 = 2 \text{ кг}$, угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 300 \text{ сек}^{-1}$.

24. Определить инерционную нагрузку шатуна BC шарнирного четырёхзвенника в положении, при котором оси кривошипа AB и коромысла CD вертикальны, а ось шатуна BC горизонтальна. Длины звеньев равны $l_{AB} = 100 \text{ мм}$, $l_{BC} = l_{CD} = 400 \text{ мм}$. Масса шатуна BC равна $m_2 = 4.0 \text{ кг}$, и его центральный момент инерции $I_{S2} = 0.08 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; центр масс звена BC лежит на середине отрезка BC . Угловая скорость кривошипа AB постоянна и равна $\omega_1 = 100 \text{ сек}^{-1}$.

25. Определить силы инерции P_{uB} и P_{uC} шатуна BC кривошипно-ползунного механизма при статическом распределении массы шатуна в центры шарниров B и C . Задачу решить для положения, когда угол $\varphi_1 = 90^\circ$. Дано: $l_{AB} = 100 \text{ мм}$, $l_{BC} = 400 \text{ мм}$, $l_{BS2} = 100 \text{ мм}$, точка S_2 — центр масс шатуна, масса шатуна $m_2 = 4.0 \text{ кг}$, угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 100 \text{ сек}^{-1}$.

26. Определить инерционную нагрузку шатуна Bx механизма с качающимся ползуном при том положении его, когда угол $ABC = 90^\circ$. Дано: $l_{AB} = 100 \text{ мм}$, $l_{AC} = 200 \text{ мм}$, координата центра масс шатуна $l_{BS2} = 86 \text{ мм}$, масса шатуна $m_2 = 20 \text{ кг}$; центральный момент инерции шатуна $I_{S2} = 0.074 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 40 \text{ сек}^{-1}$.

27. Определить силу инерции толкателя 2 кулачкового механизма при том положении его, при котором линия OA горизонтальна (кулачок представляет собою диск радиуса $R_1 = 200 \text{ мм}$). Размер $l_{AO} = 100 \text{ мм}$, масса толкателя 2 $m_2 = 2 \text{ кг}$; угловая скорость кулачка постоянна и равна $\omega_1 = 20 \text{ сек}^{-1}$.

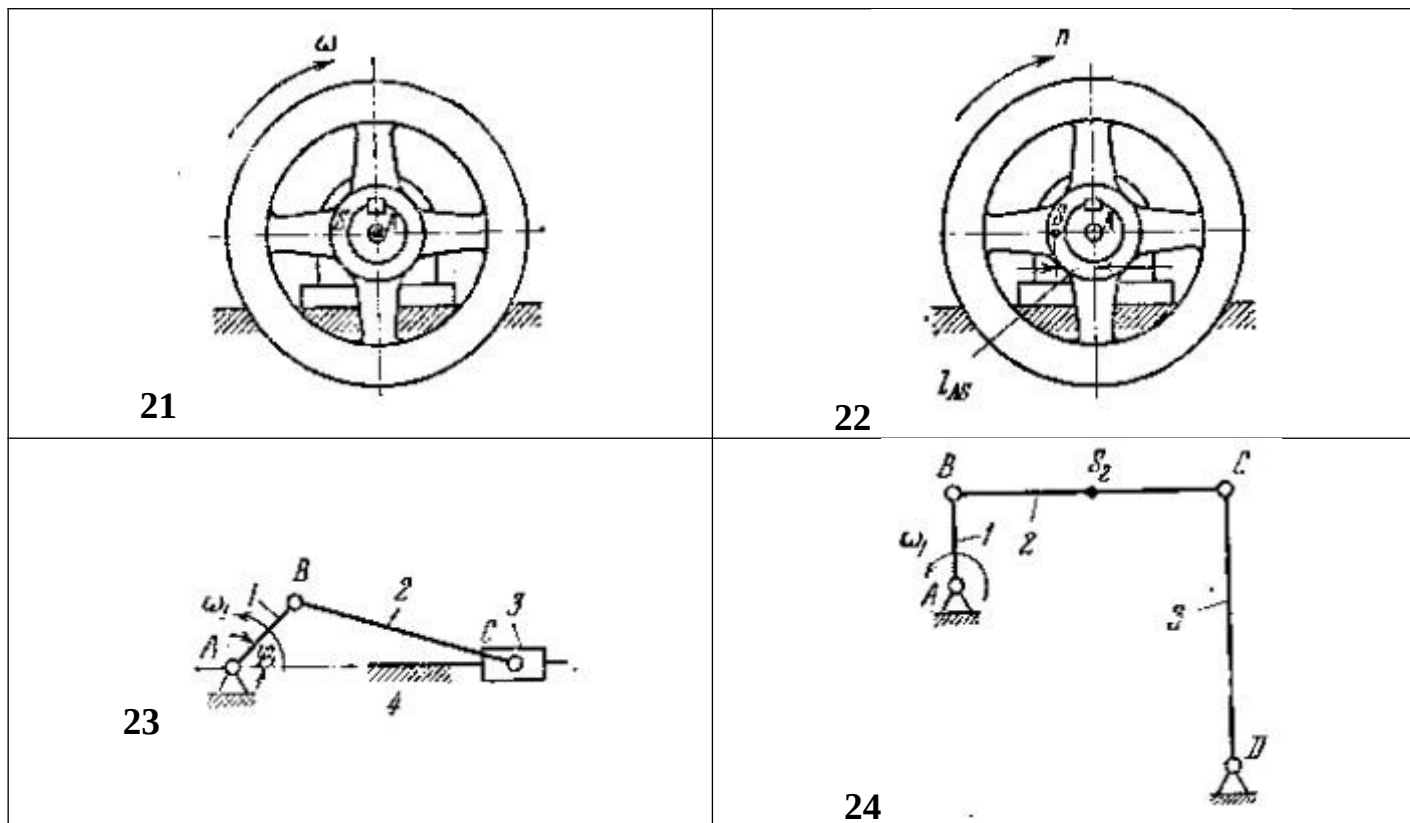
28. Определить инерционную нагрузку всех звеньев механизма шарнирного четырёхзвенника при том положении его, когда оси кривошипа AB и коромысла CD вертикальны, а ось шатуна BC горизонтальна. Дано: $l_{AB} = 100$ мм, $l_{BC} = l_{CD} = 200$ мм; центры масс S_1, S_2, S_3 звеньев делят межшарнирные расстояния пополам; массы звеньев $m_1 = m_2 = m_3 = 1.0$ кг, момент инерции шатуна относительно его центральной оси S_2 $I_{S_2} = 0.005$ кг·м²; угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 20$ сек⁻¹.

29. Определить инерционную нагрузку кулисы Cx механизма Витворта при том положении его, когда угол $ABC = 90^\circ$. Дано: $l_{AB} = 100$ мм, $l_{AC} = 200$ мм, центр масс кулисы Cx совпадает с центром шарнира C , центральный момент инерции кулисы $I_{S_3} = 0.2$ кг·м²; угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 20$ сек⁻¹.

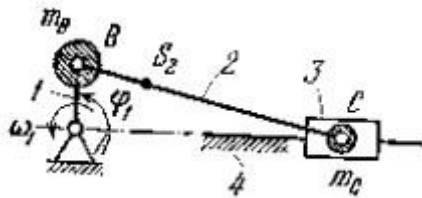
30. Определить инерционную нагрузку коромысла CD механизма шарнирного четырёхзвенника при том положении его, когда оси кривошипа AB и шатуна BC горизонтальны, а ось коромысла вертикальна. Дано: $l_{AB} = 100$ мм, $l_{BC} = l_{CD} = 400$ мм; центр

масс S_3 коромысла CD совпадает с его осью вращения D , его центральный момент инерции равен $I_{S_3} = 0.1$ кг·м²; угловая скорость кривошипа постоянна и равна $\omega_1 = 20$ сек⁻¹.

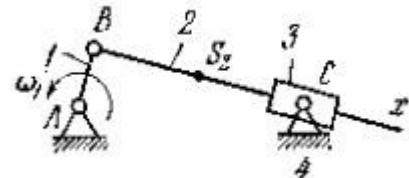
Рисунки к задачам 21-30



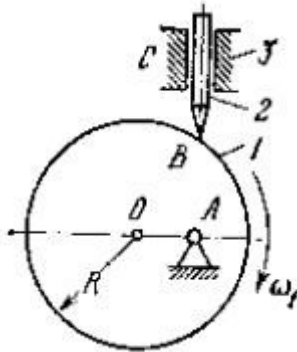
25



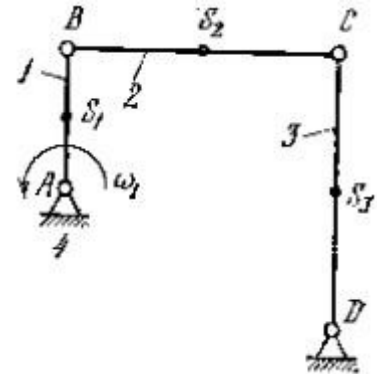
26



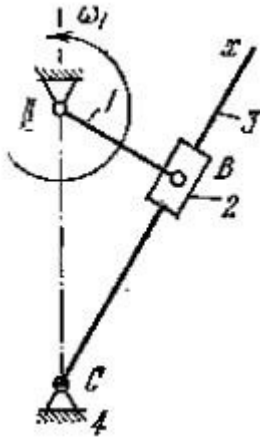
27



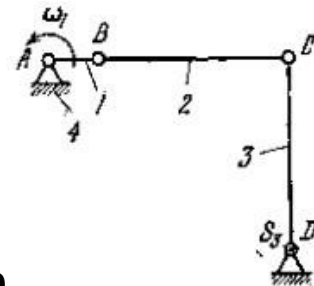
28



29



30



ЗАДАЧИ 31—40

31. Спроектировать кулачковый механизм I вида. Построение провести для двенадцати положений механизма. Известно, что ход толкателя $h = 42$ мм; закон изменения первой производной от функции положения толкателя задан графиком

$$\frac{ds_2}{d\varphi_1} = \frac{ds_2}{d\varphi_1}(\varphi_1), \text{ радиус ролика } r = 10 \text{ мм, минимальный радиус кулачка } r_0 = 25 \text{ мм,}$$

фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = \pi$.

32. Спроектировать кулачковый механизм I вида. Построение произвести для двенадцати положений механизма. Известно, что ход толкателя $h = 36$ мм; закон изменения второй производной от функции положения толкателя задан графиком

$$\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(\varphi_1), \text{ радиус ролика } r = 10 \text{ мм, минимальный радиус кулачка } r_0 = 25 \text{ мм,}$$

фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = \pi$.

33. Для кулачкового механизма I вида определить величины углов давления для семи положений механизма на фазе подъёма. Известно, что ход толкателя $h = 42$ мм; минимальный радиус кулачка $r_0 = 24$ мм; закон изменения первой производной

от функции положения толкателя задан графиком $\frac{ds_2}{d\varphi_1} = \frac{ds_2}{d\varphi_1}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = \pi$.

34. Для кулачкового механизма I вида определить величины углов давления для семи положений механизма на фазе подъёма. Известно, что ход толкателя $h = 36$ мм; минимальный радиус кулачка $r_0 = 20$ мм, закон изменения второй производной

от функции положения толкателя задан графиком $\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = \pi$.

35. Для кулачкового механизма III вида определить минимальный радиус r_0 кулачка, исходя из требования, чтобы профиль кулачка был очерчен выпуклой кривой, если ход толкателя $h = 36$ мм, а закон изменения второй производной от

функции положения толкателя задан графиком $\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = 0.5\pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = 0.5\pi$.

36. Для кулачкового механизма III вида определить, на каком расстоянии l от оси A_u толкателя произойдет соприкосновение профиля кулачка с тарелкой толкателя, если кулачок повернут на угол $\varphi_1 = 45^\circ$ из положения, указанного на

чертеже. Дано: ход толкателя $h = 40$ мм, закон изменения второй производной от функции положения толкателя задан графиком $\frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2} = \frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$.

37. Для кулачкового механизма III вида определить минимальный поперечный размер тарелки D_2 толкателя, если ход толкателя $h = 36$ мм, а закон изменения второй производной от функции положения толкателя задан графиком $\frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2} = \frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = 0.5\pi$, фазовый угол опускания $\varphi_o = 0.5\pi$.

38. Для кулачкового механизма I вида определить угол давления при повороте кулачка на угол $\varphi_1 = 45^\circ$ из положения, указанного на чертеже. Дано: ход толкателя $h = 40$ мм, минимальный радиус кулачка $r_0 = 40$ мм, закон изменения первой производной от функции положения толкателя задан графиком $\frac{ds_2}{d\varphi_1} = \frac{ds_2}{d\varphi_1}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$.

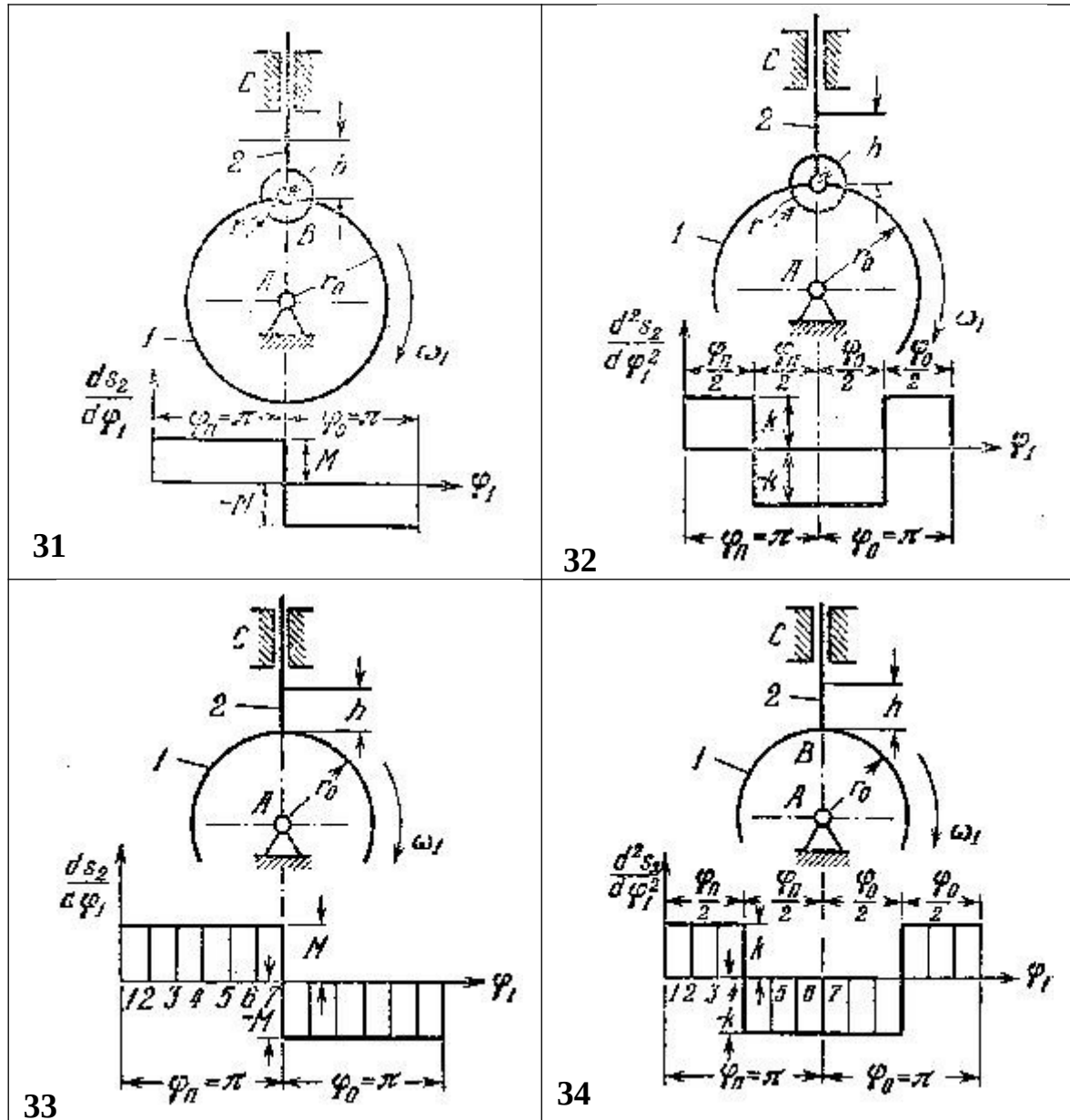
39. Для кулачкового механизма I вида определить радиус кривизны ρ профиля кулачка в месте его касания с концом толкателя, которое получается при повороте кулачка на угол 45° из положения, показанного на чертеже. Известно, что ход толкателя $h = 40$ мм, минимальный радиус кулачка $r_0 = 40$ мм, закон изменения второй производной от функции положения толкателя задан графиком $\frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2} = \frac{d^2 s_2}{d \varphi_1^2}(\varphi_1)$, фазовый угол подъёма (удаления) $\varphi_n = \pi$.

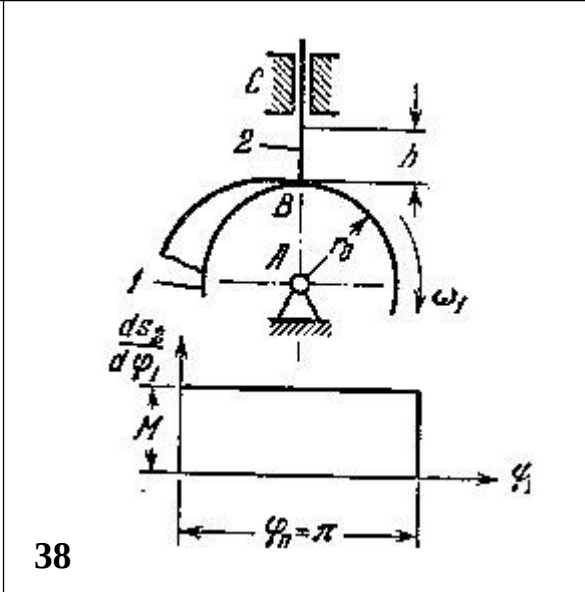
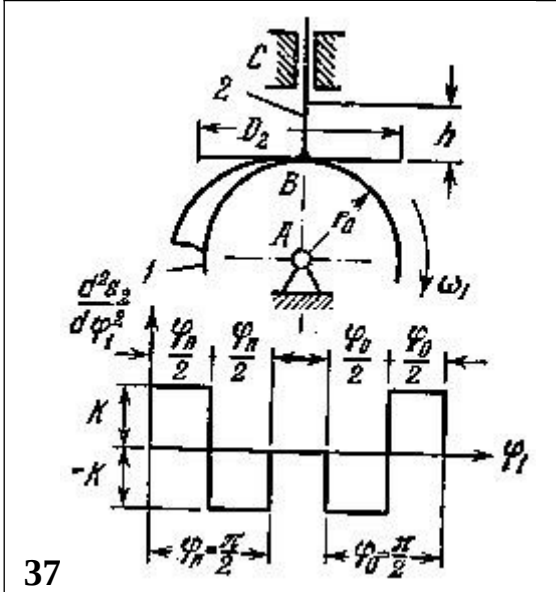
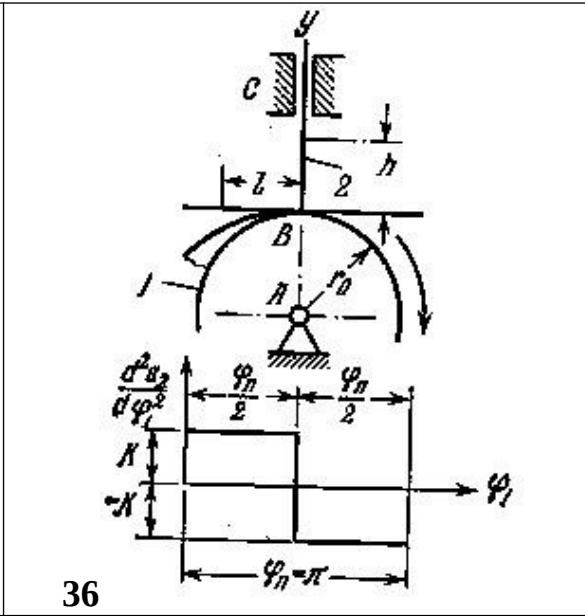
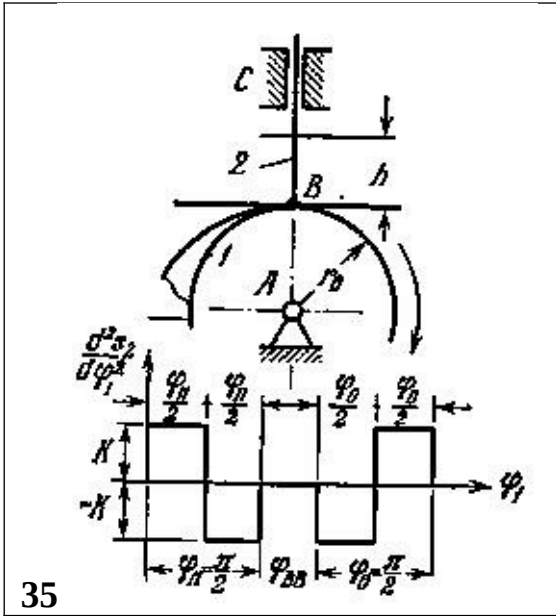
У к а з а н и е. Задачу решить путем построения планов скоростей и ускорении механизмов.

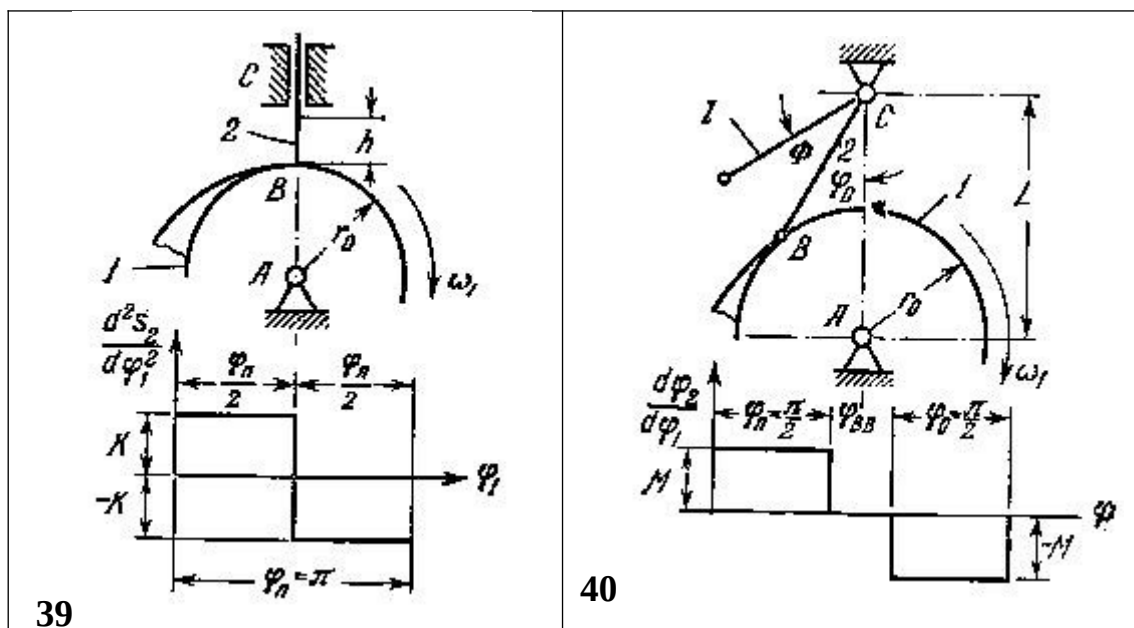
40. Для кулачкового механизма IV вида определить угол давления α в том положении механизма, которое получится в результате поворота кулачка на угол $\varphi_1 = 45^\circ$. Известно, что расстояние между осями вращения кулачка и толкателя $L = 120$ мм; длина толкателя $l = 90$ мм, начальный угол отклонения толкателя от линии центров AC $\varphi_1 = 30^\circ$, ход толкателя $\Phi = 30^\circ$, закон изменения

первой производной от функции положения толкателя графика $\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}(\varphi_1)$, фазовый угол $\varphi_n = 0.5\pi$.

Рисунки к задачам 31-40







ЗАДАЧИ 41-50

41. Спроектировать одноступенчатый однорядный планетарный редуктор типа Джемса при условии, что зацепление колёс неисправленное (нормальное), угол зацепления при сборке $\alpha_{сб} = 20^\circ$, высота головок зубьев $h_r = m$; должно отсутствовать заклинивание колес, передаточное отношение от колеса 1 к водилу H $i_{1H}^3 = 4.5$ и модуль $m = 2$ мм.

Найти числа зубьев всех колёс z_1, z_2 и z_3 , максимально допустимое число сателлитов k и радиусы начальных окружностей всех колёс R_1, R_2 и R_3 .

42. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 5$ и модуль $m = 2$ мм.

43. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 6$ и модуль $m = 2$ мм.

44. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 7$ и модуль $m = 2$ мм.

45. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 8$ и модуль $m = 2$ мм.

46. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 5,5$ и модуль $m = 2$ мм.

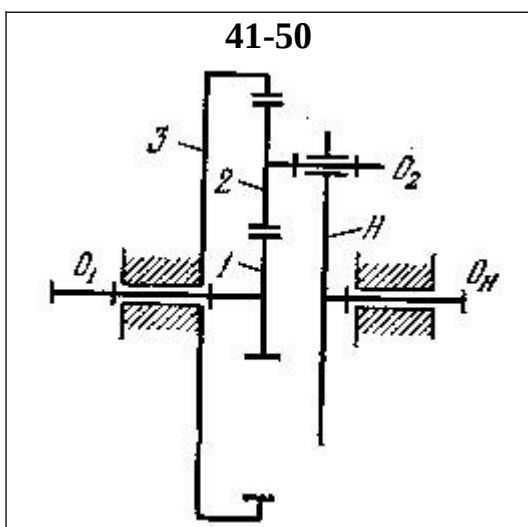
47. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3 = 6,5$ и модуль $m = 2$ мм.

48. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3=7,5$ и модуль $m = 2$ мм.

49. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3=3,5$ и модуль $m = 2$ мм.

50. Руководствуясь условием задачи 41, спроектировать редуктор по данным $i_{1H}^3=3$ и модуль $m = 2$ мм.

Рисунки к задачам 41-50



Список литературы:

Основная литература

1 Фролов К.В., Попов С.А., А.К. Мусатов и др. Теория механизмов и машин. - М.: Высшая школа

2 Белоконев И.М., Балан С.А., Белоконев К.И Теория механизмов и машин. Конспект лекций. - М.: Дрофа.

3 Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин.- М.: Наука.

Дополнительная литература

1 Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин.- М.: Наука.

2 Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин.- М.: Наука.

3 Зиновьев Б.А. Курс теории механизмов и машин.- М.: Наука.

4 Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. - М.: Машиностроение.

5 Кореняко А.С. и др. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин.- М.: Машиностроение.

6 Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов под ред. К.Ф.Фролова - М.: Высшая школа.

7 Самарский А.А. Введение в численные методы. - М.: Наука.

8 Уральский В.И. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов (матричный метод). Методические указания к выполнению курсовых проектов по теории механизмов и машин для студентов спец. 17.05.08, 17.05.09 - БелГТАСМ, Белгород.

9 Уральский В.И. Кинематический анализ рычажных механизмов (метод преобразования координат): Учеб. пособие.- Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000.

10 Гончаров С.И., Суслов В. И., Уральский В. И. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: Учеб. пособие.- Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000.