

ОПД.Ф.02.03 ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Учебное пособие

Учебное пособие написано в соответствии с требованиями ООП подготовки инженеров по направлениям 655400 «Энерго-, ресурсоберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (по специальности 170500 «Машины и аппараты химических производств»), 655800 «Пищевая инженерия» (по специальностям 170600 «Машины и аппараты пищевых производств», 271300 «Пищевая инженерия малых предприятий»). Оно предназначено для закрепления теоретических знаний дисциплины цикла СД (170500), ОИД (170600, 271300). Приведены варианты заданий для курсового проектирования и алгоритмы их выполнения. Кратко изложены требования к оформлению графической части и пояснительной записки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Общие положения.....	5
1.1. Цель и задачи курсового проекта.....	5
1.2. Организация работы над курсовым проектом.....	6
2. План выполнения курсового проекта.....	8
2.1. Порядок выполнения графической части.....	8
2.1.1. Метрический синтез и кинематический анализ шарнирного механизма (лист 1).....	8
2.1.2. Синтез кулачкового механизма (лист 2)	9
2.1.3. Синтез зубчатой передачи (лист 3).....	10
2.1.4. Силовой расчет шарнирного механизма (лист 4)...	11
2.2. Содержание пояснительной записи.....	12
2.2.1. Метрический синтез и кинематическое исследование шарнирного механизма.....	12
2.2.2. Синтез кулачкового механизма.....	13
2.2.3. Синтез зубчатого механизма.....	13
2.2.4. Силовой расчет механизма.....	14
3. Оформление курсового проекта.....	15
3.1. Графическая часть.....	15
3.2. Пояснительная записка.....	16
3.2.1. Общие требования.....	16
3.2.2. Построение пояснительной записи.....	17
3.2.3. Изложение текста пояснительной записи.....	18
3.2.4. Оформление иллюстраций.....	19
Вопросы для самопроверки.....	20
Библиографический список	24
Приложение 1.....	25
Приложение 2.....	55
Приложение 3.....	57
Приложение 4.....	59
Приложение 5.....	60
Приложение 6.....	61
Приложение 7.....	62

ВВЕДЕНИЕ

Теория механизмов и машин (ТММ) – научная основа проектирования и исследования механизмов и машин. Это первый предмет, вводящий студентов в круг общих и специальных машиностроительных дисциплин. Он является базой для их подготовки к слушанию специальных курсов и фундаментом, на котором строится техническое образование будущего инженера.

Курсовое проектирование в ТММ способствует закреплению основных теоретических положений важнейшего инженерного курса, развитию навыков в различных методах исследования механизмов и проектирования их схем независимо от конкретного назначения машины, прибора или аппарата, развивает элементы творчества, самостоятельности и прививает навыки научно-исследовательской работы.

Многолетний опыт преподавания показывает, что основные трудности, испытываемые студентами при курсовом проектировании по ТММ, заключаются в отсутствии навыков по выполнению и оформлению таких комплексных работ и недостаточном умении пользоваться учебной и специальной литературой. Поэтому в данном пособии приводятся общие требования, предъявляемые к курсовому проекту, порядок его выполнения и оформления, конкретизируется объем работы по каждому разделу (листу), содержатся рекомендации по решению различного рода задач курсового проекта, предлагаются вопросы для самопроверки.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель и задачи курсового проекта

Целью курсового проектирования является закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, а также их применение к комплексному решению конкретной инженерной задачи по исследованию и расчету механизмов.

Задание на курсовой проект, его объем и содержание определяются рабочей программой дисциплины, разработанной кафедрой на основании ГОС ВПО подготовки инженеров специальностей 170500, 170600 и 271300. Варианты исходных данных приведены в прил. 1 – 3.

Тематика листов:

- метрический синтез и кинематический анализ шарнирного механизма (лист 1).
- синтез кулачкового механизма (лист 2).
- синтез зубчатого механизма (лист 3).
- силовой расчет шарнирного механизма (лист 4).

Специфика курсового проектирования по ТММ заключается в том, что студенты, приступающие к выполнению одного из первых в процессе своего обучения проектов, еще не имеют специальных знаний и опыта решения подобного рода инженерных задач, а следовательно, еще не могут квалифицированно учесть степень влияния различных факторов на общую схему проектирования. В этой связи предложено выдавать к проектированию разработанные структурные схемы механизмов.

Одна из задач состоит в самостоятельном подборе недостающих параметров по некоторым заданным условиям, вытекающим из требований технологического процесса. Так, например, при синтезе кинематической схемы механизма требуется по заданному коэффициенту неравномерности движения ведомого звена механизма, его ходу и другим данным определить недостающие основные размеры и т.д. В состав проектных заданий входят, кроме шарнирно-рычажных механизмов, также кулачковые и зубчатые механизмы.

При проектировании кулачкового механизма, наряду с его структурной схемой, предложен закон движения толкателя в виде диаграммы изменения его аналога ускорения, относительные временные интервалы фазовых перемещений. Помимо задачи профилирования кулачка, обеспечивающего воспроизведение заданного закона движения (кинематический синтез), приходится еще определять и рациональные размеры механизма (динамический синтез). Выбор этих размеров, т.с. находящихся области возможного расположения центра вращения кулачка, обуславливается не только конструктивными соображениями, но и предельными значениями заданного угла давления, при котором создаются благоприятные условия работы проектируемого кулачкового механизма.

Определение основных элементов зацепления предложено для исправленного (корrigированного) эвольвентного зубчатого зацепления. Расчет исправленной передачи имеет своей целью не только устранение подрезания зуба, но и улучшение эксплуатационных качеств эвольвентного зацепления. Задача построения профилей эвольвентного зацепления по найденным параметрам сопряженных колес решается графическим путем.

Силовой расчет механизма ставит задачу определения реакций в кинематических парах и уравновешивающей силы, приложенной к ведущему звену. Расчет проводится по упрощенной схеме, без учета сил трения. Однако получаемое приближенное решение для большинства технических расчетов вполне удовлетворяет требованиям практики.

1.2. Организация работы над курсовым проектом

Приступая к выполнению курсового проекта, студент обязан:

- внимательно изучить задание;
- используя прил. 1 – 3, выбрать исходные данные по варианту, выданному преподавателем;
- изучить рекомендации по выполнению и защите проекта.

При выполнении соответствующего раздела (листа) проекта необходимо:

- внимательно изучить содержание и объем работы по этому разделу;
- ознакомиться с рекомендованной литературой;
- строго соблюдать требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- регулярно, по установленному графику выполнения проекта и расписанию консультаций, представлять руководителю проекта выполненную работу. Графическая и текстовая (пояснительная записка) части проекта выполняются параллельно.

Защита курсового проекта проводится согласно учебному графику, утвержденному деканами факультетов. По результатам защиты выставляется дифференцированная оценка, которая учитывает как качество графической и текстовой частей, так и сроки выполнения.

При подготовке к защите курсового проекта студент должен:

- полностью оформить графическую и текстовую части проекта, переплести пояснительную записку;
- содержание пояснительной записи согласовать с руководителем проекта. На всех листах графической части должны быть подписи студента и руководителя проекта;
- повторить содержание, порядок и методы выполнения каждого раздела проекта, основные теоретические положения курса [1-6], которые были использованы при выполнении проекта.

С целью облегчения подготовки студентов к защите курсового проекта в пособии приведены вопросы для самопроверки, которые помогут систематизировать основные положения курса ТММ, обратить внимание на практическое использование методов анализа и синтеза механизмов.

2. ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Порядок выполнения графической части

2.1.1. Метрический синтез и кинематический анализ шарнирного механизма (лист 1)

Исходные данные для выполнения первого листа включают в себя:

- структурную схему механизма;
- ход ведомого звена (H , м);
- коэффициент неравномерности движения ведомого звена (k);
- допустимый угол давления между звеньями (α_{\max} , град);
- угловую скорость ведущего звена (ω_1 , с^{-1}).

2.1.1.1. По заданным исходным параметрам провести метрический синтез шарнирного механизма, изобразив его в двух крайних положениях, и определить неизвестные размеры звеньев.

2.1.1.2. Приняв одно из крайних положений, соответствующее началу рабочего хода, за первое, построить в масштабе 6 совмещенных положений механизма (планов механизма), поворачивая ведущее звено в направлении ω_1 на углы, кратные 60 градусам. Если второе крайнее положение не попадает в число 6, построить его дополнительно (седьмым). Положения механизма пронумеровать в направлении вращения кривошипа таким образом, чтобы, начиная с первого положения, механизм по ходу движения попадал в рабочий ход. Одно из заданных положений механизма вычеркнуть контурными линиями, а остальные – тонкими. Звенья механизма пронумеровать, а центры шарниров и другие характерные точки обозначить заглавными буквами только в указанном положении.

2.1.1.3. Построить для всех 6(7) положений механизма планы скоростей и планы ускорений. Кроме того, для одного из заданных положений на плане механизма показать направления угловых скоростей и ускорений всех звеньев.

2.1.1.4. Построить на 10...12 точках диаграмму перемещения выходного звена по данным планов механизма. Масштаб по оси

ординат выбирать таким, чтобы отрезок по оси ординат, изображающий ход механизма, был в 2...2,5 раза меньше отрезка по оси абсцисс, изображающего время одного оборота.

2.1.1.5. Методом графического дифференцирования диаграммы перемещения построить диаграмму скоростей и ускорений выходного звена в зависимости от времени.

2.1.2. Синтез кулачкового механизма (лист 2)

2.1.2.1. Исходные данные для выполнения второго листа включают в себя (прил. 1-3):

- структурную схему кулачкового механизма;
- вид замыкания высшей кинематической пары;
- закон изменения аналога ускорения движения толкателя;
- максимально допустимый угол давления (α_{\max} , град) между кулачком и толкателем (для кулачковых механизмов с роликовым толкателем);
- максимальный ход толкателя (H , м);
- относительные временные интервалы фазовых перемещений толкателя;

2.1.2.2. По заданным исходным данным построить полную диаграмму аналога ускорения на всех фазах движения толкателя.

2.1.2.3. Методом графического дифференцирования построить диаграммы аналога скорости и перемещения толкателя.

Все диаграммы строить не менее чем по 10 значениям ординат для фазы удаления и для фазы возвращения.

2.1.2.4. Построить методом графического исключения параметра φ (фазовый угол) диаграмму:

a) $S = S\left(\frac{dS}{d\varphi}\right)$ – при проектировании механизма с роликовым

поступательно движущимся толкателем;

b) $\tilde{S} = \tilde{S}\left(\frac{d\tilde{S}}{d\varphi}\right)$ – при проектировании механизма с коромысловым толкателем;

в) $S = S \left(\frac{d^2 S}{d\varphi^2} \right)$ – при проектировании механизма с плоским толкателем.

Определить минимальный радиус шайбы кулачка. В случаях а) и б) при силовом замыкании высшей кинематической пары на участке фазы возвращения диаграмму изобразить пунктироно.

2.1.2.5. Построить теоретический профиль кулачка, определить радиус ролика и построить практический профиль кулачка. Для кулачкового механизма с плоским толкателем построить только практический профиль кулачка.

2.1.2.6. Построить диаграмму изменения угла давления. Для кулачкового механизма с плоским поступательно движущимся толкателем угол давления постоянный и нет необходимости приводить диаграмму его изменения.

2.1.3. Синтез зубчатой передачи (лист 3)

2.1.3.1. Выбрать исходные данные для выполнения третьего листа в соответствии с вариантом задания (прил. 1):

- межцентровое расстояние (a_w , мм);
- передаточное отношение (i);
- модуль зацепления (m , мм);
- способ нарсзания колес – обкатка инструментальной рейкой ($\alpha_0 = 20^\circ, f = 1$).

2.1.3.2. После расчета геометрических параметров зубчатой передачи построить картину эвольвентного зубчатого зацепления в торцевом сечении. На чертеже показать все места трех зубьев каждого колеса. Масштабный коэффициент построения выбрать таким образом, чтобы межцентровое расстояние на чертеже было не менее 850 мм. На чертеже выделить теоретическую и активную (практическую) линии зацепления, рабочие участки профилей зубьев, указав в таблице заданные, контролируемые и справочные параметры зубчатых колес. Определить коэффициент перекрытия через практическую линию зацепления и сравнить с теоретическим значением.

2.1.4. Силовой расчет шарнирного механизма (лист 4)

2.1.4.1. Силовой расчет провести для одного из положений механизма, полученного в результате метрического синтеза (см. лист 1). Диаграмма сил полезного сопротивления и максимальное значение силы полезного сопротивления P_{\max} приведены в прил. 1.

За центры масс принять середины линейных звеньев, массой которых пренебречь. При этом считать, что:

- вес звена $G_i = ql_i$ (Н), где $q = 500$ (Н/м) – вес погонной длины 1 метра, l_i (м) – длина звена;
- момент инерции звена относительно оси, проходящей через его центр тяжести $J_{si} = 0,1m_i l_i^2$ (кг·м²), где m_i (кг) – масса звена.

2.1.4.2. Построить в масштабе диаграмму сил полезного сопротивления для рабочего хода машины, показать на ней все положения выходного звена, используя построенные планы механизма (см. лист 1). Следует иметь в виду, что вектор силы полезного сопротивления направлен против движения выходного звена.

2.1.4.3. Построить в масштабе заданное положение механизма (см. лист 1) и его план скоростей и ускорений. Для этого положения показать картину силовой нагрузки механизма, т.е. приложить к звеньям все внешние силы (моменты), включая силы (моменты сил) инерции.

Вычертить для заданного положения структурные группы Ассура, входящие в состав механизма, приложить к ним все силы и реакции от отброшенных связей и, используя метод планов сил, определить реакции во всех кинематических парах и уравновешивающую силу. Уравновешивающую силу приложить к точке A перпендикулярно к кривошипу OA .

2.1.4.4. Для исследуемого положения механизма методом жесткого "рычага" Н.Е. Жуковского определить уравновешивающую силу с учетом всех движущих сил, включая силы инерции (моменты сил инерции) всех звеньев. Моменты сил изобразить парой сил. Сопоставить численное значение уравновешивающие силы, полученное при силовом расчете и на "рычаге" Н.Е. Жуковского.

2.2. Содержание пояснительной записи

Пояснительная записка должна включать в себя изложение материала, соответствующего названию каждого подраздела, приведенного в прил. 7 (“Оглавление”).

Во введении кратко излагаются цели, задачи и методы решения задач по каждому разделу (листу). Определяются в общих чертах цели курсового проектирования по ТММ. Оговаривается объем выполненной студентом работы.

2.2.1. Метрический синтез и кинематическое исследование шарнирного механизма

Провести структурный анализ шарнирного механизма, т.е. установить количество подвижных звеньев, кинематических пар, их класс. Определить степень подвижности механизма, разбить механизм на структурные группы Ассура, указать их класс и класс механизма.

Описать последовательность синтеза механизма, который включает в себя построение двух крайних положений механизма, соответствующих заданному коэффициенту неравномерности хода ведомого звена.

Определить масштаб построения, размеры звеньев и координаты неподвижных кинематических пар механизма. Полученные размеры звеньев и координат выразить в метрах, округлив до третьей цифры после запятой.

Дать пояснение к построению планов механизма.

Составить и описать таблицу формального метода записи векторных уравнений для построения планов скоростей и ускорений применительно к исследуемому механизму.

В таблице каждый вектор определить по направлению и привести формулы, позволяющие найти его величину.

Подробно выполнить расчеты и дать пояснения к построению планов скоростей и ускорений для заданного положения механизма.

Для остальных положений механизма составить таблицу кинематических параметров (прил. 5).

Кратко изложить методику построения диаграмм перемещений, скоростей и ускорений. Привести расчеты масштабных коэффициентов диаграмм.

Сравнить числовые значения скоростей и ускорений, полученных методами планов и графического дифференцирования, составив сравнительные таблицы для скоростей и ускорений, и вычислить относительную погрешность полученных различными методами результатов для каждого положения механизма.

2.2.2. Синтез кулачкового механизма

Используя исходные данные, описать:

- построение полной диаграммы аналога ускорения движения толкателя;
- методику графического интегрирования и построение диаграмм аналога скорости и перемещения толкателя, подсчитать масштабные коэффициенты;
- методику определения минимального радиуса кулачка;
- построение теоретического профиля кулачка;
- определение радиуса ролика;
- методику построения практического профиля кулачка и кинематической схемы механизма;
- построение диаграммы угла давления в зависимости от угла поворота кулачка, за время его полного оборота, сделать вывод о его работоспособности.

2.2.3. Синтез зубчатого механизма

Рассчитать зубчатое зацепление, определив относительные коэффициенты сдвига и геометрические параметры зубчатых колес [10, подразд. 3.1].

Описать построение картины эвольвентного зубчатого зацепления, нахождение теоретической и практической линий зацепления, рабочих участков зубьев и дуг зацепления. Определить коэффициент перекрытия аналитическим способом и сопоставить

сго значенис с коэффициентом перекрытия через практическую линию зацепления.

2.2.4. Силовой расчет механизма

По диаграмме изменения силы полезного сопротивления (см. прил. 1), определить ее численное значение для исследуемого положения механизма.

Определить для каждого звена силы инерции и моменты сил инерции.

Объяснить методику и порядок силового расчета механизмов на примере одного положения механизма.

Описать силовой расчет структурных групп механизма, составляя при этом требуемую последовательность уравнений равновесия структурных групп или звеньев и определяя реакции из уравнений моментов сил или из построения планов сил.

Для исследуемого положения механизма определить уравновешивающую силу, используя жесткий “рычаг” Н.Е. Жуковского.

Сравнить значения уравновешивающей силы, полученные методами планов сил и Н.Е. Жуковского, приняв последний результат за основу. Относительная погрешность должна быть не более 5 % .

3. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Графическая часть

Основные правила оформления курсового проекта приведены в [11].

Графическая часть каждого раздела проекта оформляется на отдельном стандартном листе формата А1 по ГОСТ 2.301-68.

Необходимо соблюдать все требования государственных стандартов (толщина линий, шрифт, условные обозначения, основные надписи и др.).

Проект выполняется в карандаше на листах чертежной бумаги с сохранением всех вспомогательных построений. На каждом отдельном чертеже (планах, диаграммах, рисунках) должны быть сделаны соответствующие надписи и проставлены масштабные коэффициенты. Масштабные коэффициенты следует подбирать таким образом, чтобы чертеж обладал наибольшей ясностью изображения и на листе не оставались неиспользованные места. При выборе масштабов кинематических схем и других построений, связанных с синтезом и анализом механизмов, допускается отклонение от ГОСТ 2.302-68.

Планы механизмов вычерчиваются линиями построения. Описываемое положение механизма обводится контурными линиями.

Вращательные кинематические пары на схемах и планах механизмов в каждом положении отмечаются кружками диаметром до 3 мм.

Поступательные пары изображаются прямоугольниками (6×12 мм). При построении нескольких планов механизма на одном чертеже поступательную пару достаточно показать в одном положении.

При построении планов длины векторов скорости и ускорения точки, принадлежащей ведущему звену, не должны быть менее 70 мм. Векторы скоростей, ускорений, сил, которые при принятом масштабе должны изображаться отрезками меньше 1 мм, откладывать на чертеже не следует.

Планы скоростей, ускорений и сил обводятся контурной линией. Повернутые планы скоростей, строящиеся для определения уравновешивающего момента по методу жесткого "рычага" Н.Е. Жуковского, вычерчиваются линиями построения.

При построении планов скоростей, ускорений, структурных групп, планов сил положения механизмов, указываются арабской цифрой (шрифт 7) в окружности диаметром 12 мм.

Полученные на кинематических диаграммах точки отмечаются кружками диаметром 1...2 мм. Ординаты и все добавочные построения проводятся линиями построения, искомая же кривая – контурной линией.

Оси координат выделяются линиями несколько большей толщины, чем толщина ординат. На концах осей координат простираются стрелки, показывающие положительные направления осей, рядом даются соответствующие обозначения осей, например, S , V , a и т. д.

На фигурах чертежа применяются общепринятые в учебниках или пособиях обозначения.

Каждый лист проекта должен иметь в правом нижнем углу основную надпись (прил. 6), в которой указываются название учебного заведения, группы, фамилия руководителя проекта и студента, название и номер листа, дата его окончания.

3.2. Пояснительная записка

3.2.1. Общие требования

Пояснительная записка к курсовому проекту должна выполняться в соответствии с требованиями к текстовым документам (ГОСТ 2.105-95).

Она должна быть написана от руки пастой или чернилами на двух сторонах писчей бумаги формата А4 разборчивым почерком или отпечатана на принтере ЭВМ через полтора междустрочных интервала на одной стороне листа. Каждая страница пояснительной записи должна иметь основную надпись (прил. 6).

Для текста стандартом установлены поля: слева и справа – 3 мм, сверху и снизу – 10 мм от основной надписи.

Каждый раздел пояснительной записи рекомендуется начинать с нового листа (страницы). Каждый пункт текста записывается с абзаца. Цифры, указывающие номера пунктов, не должны выступать за границу абзаца.

Описки, опечатки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения записи, допускается исправлять аккуратной подчисткой и нанесением на том же месте исправленного текста (графики).

3.2.2. Построение пояснительной записи

Пояснительную записку делят на разделы и подразделы, в зависимости от количества листов и решаемых вопросов.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записи, обозначенные арабскими цифрами с точкой. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Если записка имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например, 3.1.1.

Заголовки разделов и подразделов должны быть краткими, соответствовать их содержанию, и располагаться с абзаца (с красной строки). Перенос слов в них не допускается. Точку в конце заголовка не ставят. Расстояние между заголовком и последующим текстом 15 мм, расстояние между заголовками раздела и подраздела 8 мм. Расстояние между основаниями строк заголовка принимают таким же, как и в тексте.

В записи обязательно должен быть приведен список использованных источников, он оформляется по ГОСТ 7.1-84. Литературные источники располагаются в порядке появления ссылок в тексте. При их описании нужно придерживаться следующей системы: порядковый номер источника в составляемом списке, фамилия и инициалы автора, наименование книги (статьи, документа), место издания, издательство или издающая организация, год

издания и общее количество страниц. При ссылке на тот или иной источник в квадратных скобках указывается порядковый номер его, под которым он значится в прилагаемом списке, например [1].

В начале записи необходимо поместить содержание, которое включается в ее общее количество листов.

Записка должна быть перспективна. На титульном (первом) листе указываются названия учебного заведения, кафедры, группы, ученоое звание, степень и фамилия руководителя проекта, фамилия студента, название работы (прил. 4).

3.2.3. Изложение текста пояснительной записи

В пояснительной записке необходимо кратко и четко описать все этапы выполнения проекта с обоснованием всех методов, применяемых для синтеза и анализа заданного механизма, а также привести расчеты параметров, необходимых для выполнения требуемых построений. Расчеты и пояснения приводятся для одного из промежуточных положений рабочего хода механизма.

Терминология и определения должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

В формулах нужно применять символы, установленные соответствующими стандартами.

При определении расчетных величин рекомендуется придерживаться следующей системы:

- а) записать формулу, по которой производится расчет;
- б) подставить в формулу числовые значения и привести конечный результат, при этом промежуточные вычисления опускаются.

Все вычисления, за исключением расчета геометрических параметров зубчатого зацепления, можно выполнять со степенью точности, равной степени точности исходных данных. Расчеты геометрических параметров зубчатых колес проводят с большей степенью точности (до 4 значащих цифр после запятой).

Единица измерения одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной.

Все формулы в записке нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например:

$$V_A = \omega_1 L_{OA}. \quad (1.3)$$

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например: "... в формуле (1.3)".

3.2.4. Оформление иллюстраций

Пояснения выполняемых построений необходимо сопровождать достаточным количеством иллюстраций. В курсовых проектах разрешается ссылка на листы графической части.

Иллюстрации, если их более одной, нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: Рисунок 1.1, Рисунок 1.2.

Ссылки на иллюстрации дают по типу "рисунок 1.1", ссылки на ранее упомянутые иллюстрации – с сокращенным словом "смотри", например: см. рисунок 1.1.

Иллюстрации должны иметь тематическое наименование, а при необходимости и пояснительные данные (подрисуночный текст), соответствующие содержанию иллюстраций. Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

Рисунок 1.1 – Структурная схема механизма.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Общие вопросы

1. Исходные данные и задание к проектированию.
2. Цели и задачи, решаемые при проектировании.
3. Анализ полученных результатов.

Метрический синтез и кинематический анализ шарнирного механизма (лист 1)

1. Задачи кинематического синтеза механизмов.
2. Понятие о коэффициенте изменения средней скорости выходного звена.
3. Построение планов механизма и траекторий отдельных точек звеньев.
4. Понятие о звене, кинематической паре и цепи, механизме и машине.
5. Структурный анализ механизмов (класс кинематической пары, степень подвижности механизма, формула Чебышева, структурная группа, ее класс и порядок, класс механизма). Понятия о машине-автомате и автоматической линии.
6. Основные задачи и методы кинематического исследования многозвездных шарнирных механизмов.
7. Допущения, принимаемые при кинематическом исследовании механизмов.
8. Внешние и внутренние кинематические пары. Формальный метод записи векторных уравнений.
9. Планы скоростей и ускорений. Теоремы подобия, масштабы планов.
10. Определение значения и направления угловых скоростей и ускорений звеньев.
11. Абсолютные и относительные ускорения; нормальное, тангенциальное и кориолисово ускорения.
12. Понятия о скорости и ускорении звена (линейных и угловых). Основные формулы.

13. Графическое дифференцирование. Методы определения масштабов.

14. Определение радиуса кривизны траектории какой-либо точки механизма.

Синтез кулачкового механизма (лист 2)

1. Назначение и область применения кулачковых механизмов. Их преимущества и недостатки.

2. Типы кулачковых механизмов и их сравнительная характеристика.

3. Виды замыкания звеньев в кулачковых механизмах. Их преимущества и недостатки.

4. Основные параметры кулачковых механизмов. Понятие о фазовых углах кулачка.

5. Построение диаграмм перемещений, аналогов скоростей и ускорений. Связь между этими функциями. Масштабы.

6. Задачи кинематического и динамического синтеза кулачковых механизмов. Исходные данные.

7. Угол давления. Нахождение угла давления в любом положении механизма (по кинематической схеме механизма и с помощью диаграммы «К»).

8. Зависимость размеров кулачка от величины угла давления.

9. Характеристика законов движения толкателя. “Мягкие” и “жесткие” удары в кулачковых механизмах.

10. Определение минимального радиуса кулачка.

11. Основные требования, предъявляемые к профилю кулачка с плоским толкателем.

12. Причина заклинивания звеньев кулачкового механизма.

13. Сущность метода обращенного движения.

14. Построение теоретического профиля кулачка.

15. Определение радиуса ролика.

16. Построение практического профиля кулачка.

17. Построение для кулачкового механизма мгновенного заменяющего механизма.

Синтез зубчатого механизма (лист 3)

1. Преимущества и недостатки зубчатых передач. Область применения.
2. Типы зубчатых передач и их сравнительная характеристика.
3. Геометрические параметры зубчатых колес (зуб, впадина, высота головки и ножки зуба, шаг).
4. Понятие о передаточном отношении, его знак.
5. Основная теорема зацепления.
6. Эвольвента окружности и ее свойства. Понятие об эвольвенте (основной окружности). Построение эвольвенты окружности. Инволютная функция.
7. Методы изготовления зубчатых колес и их сравнительная характеристика.
8. Модульная прямая производящего контура, коэффициент смещения. Понятие о положительном и отрицательном смещении.
9. Делительная окружность, модуль, шаг зубчатого колеса. Привести расчетные зависимости.
10. Понятие об угле зацепления.
11. Начальные окружности, межосевое расстояние.
12. Радиальный зазор и значение его коэффициента.
13. Преимущества и недостатки косозубых и шевронных зубчатых передач.
14. Понятие о шаге и модуле зубчатых колес. Зависимость между ними.
15. Коэффициент перекрытия.
16. Активная линия зацепления.
17. Явления подрезания. Минимальное число зубьев шестерни.

Силовой расчет шарнирного механизма (лист 4)

1. Задачи силового расчета механизмов и их практическое значение.
2. Понятие о силе (моменте пар сил), массе и моменте инерции звена. Связь между силой и моментом пар сил, массой и мо-

ментом инерции.

3. Характеристика сил, действующих на звенья механизма, их работа.

4. Силы (момент сил) инерции. Определение их значения и направления.

5. Понятия о статически определимой механической системе.

6. Статическая определимость структурной группы.

7. Принцип Даламбера.

8. Методика и порядок силового расчета механизмов.

9. Определение реакций в кинематических парах. Построение планов сил. Правило сложения векторов. Определение реакций во внутренних кинематических парах структурных групп.

10. Уравновешивающая сила и уравновешивающий момент. Их физический смысл.

11. Теорема о жестком “рычаге” Н.Е. Жуковского.

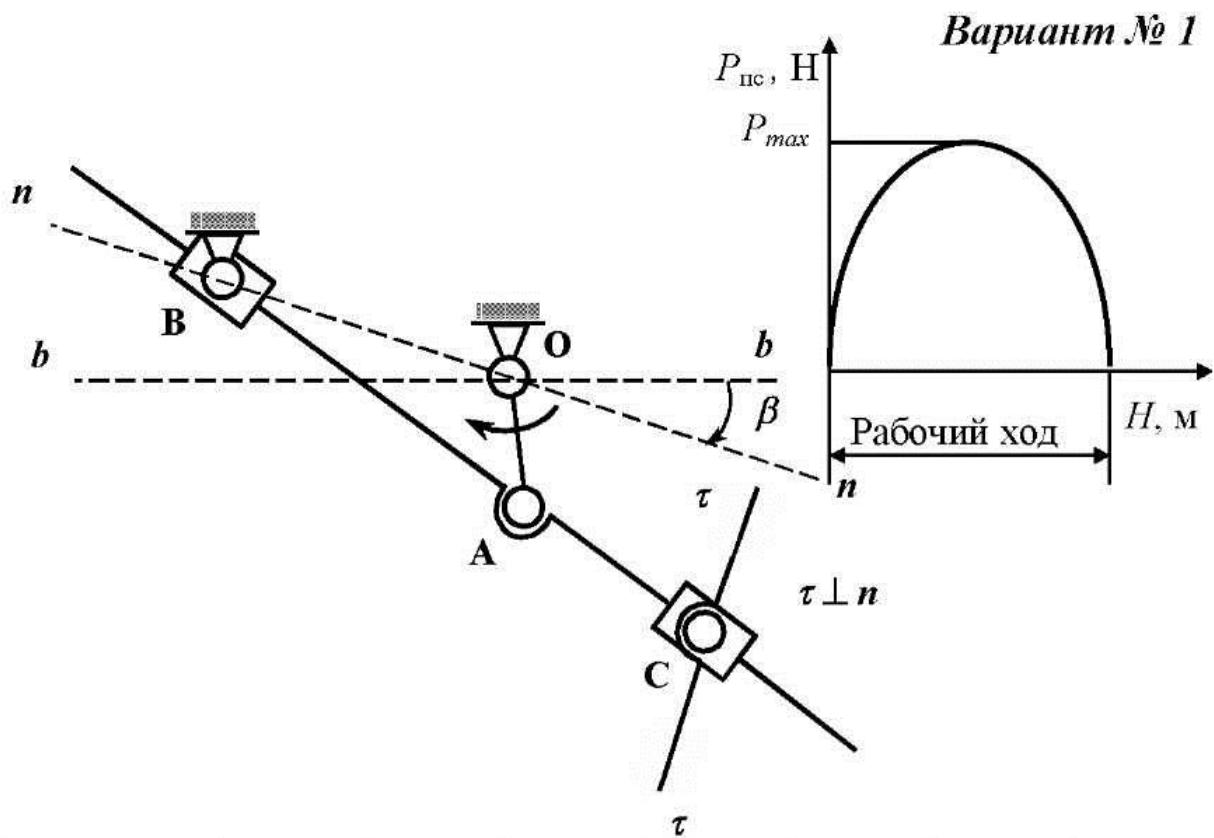
12. Определение мощности, потребляемой машиной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 639 с.
2. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 527 с.
3. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 591 с.
4. Левитская О.Н. Курс теории механизмов и машин / О.Н. Левитская, Н.И. Левитский. – М.: Высш. шк., 1985. – 279 с.
5. Турбин Б.И. Теория механизмов и машин / Б.И. Турбин, В.Д. Карлин. – М.: Высш. шк., 1968. – 336 с.
6. Теория механизмов и механика машин/ Под. ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1998.– 496 с.
7. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: Учеб. пособие / Под ред. А.С. Кореняко. – К.: Вища шк., 1970. – 330 с.
8. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: Учеб. пособие / Под ред. Г.Н. Двойно. – Минск: Вышэйш. шк., 1986. – 284 с.
9. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин / С.А. Попов, Г.А. Тимофеева. – М.: Высшая школа, 1998. – 351 с.
10. Методические указания к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин / Воронеж. гос. технол. акад.; Сост. А.В. Байко, Ю.И. Евтесев. Воронеж, 1995. – 32 с.
11. Методические указания к оформлению расчетно-проектных, расчетно-графических работ, курсовых и дипломных проектов / Воронеж. гос. технол. акад.; Сост. Ю.Н. Шаповалов, В.Г. Савенков, Е.В. Вьюшина. Воронеж, 1998. – 50 с.

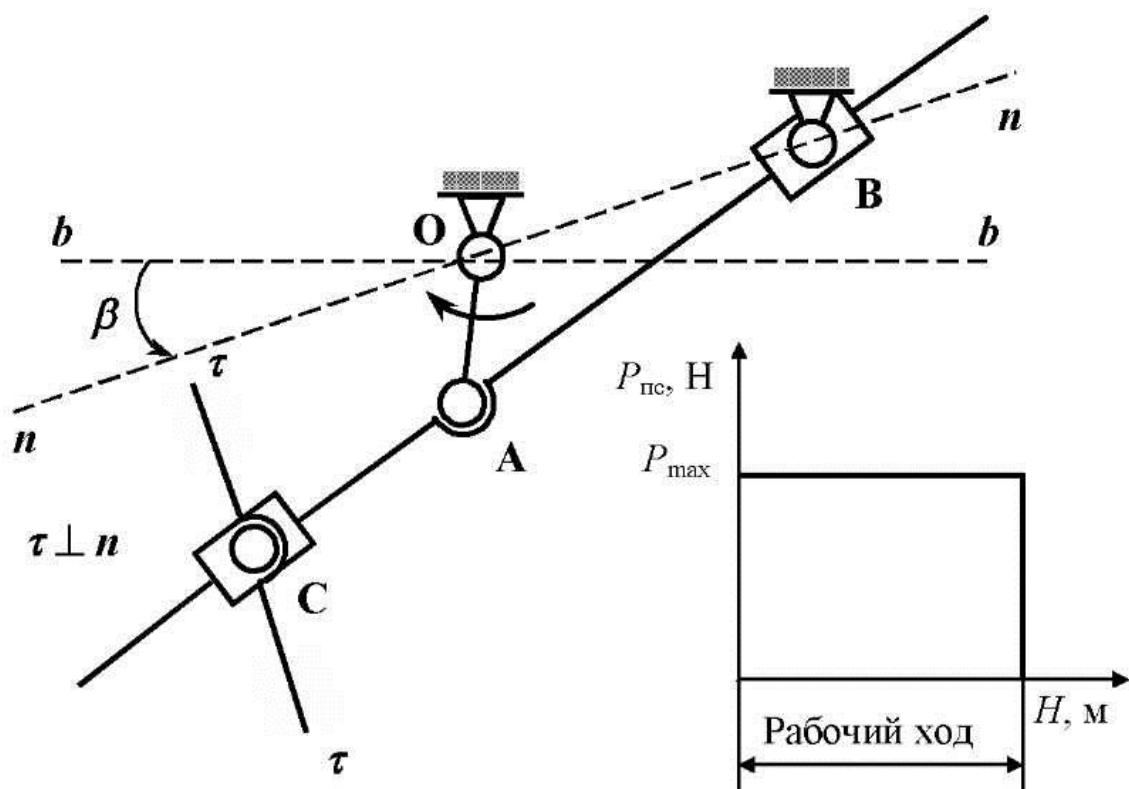
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Исходные данные для выполнения курсового проекта



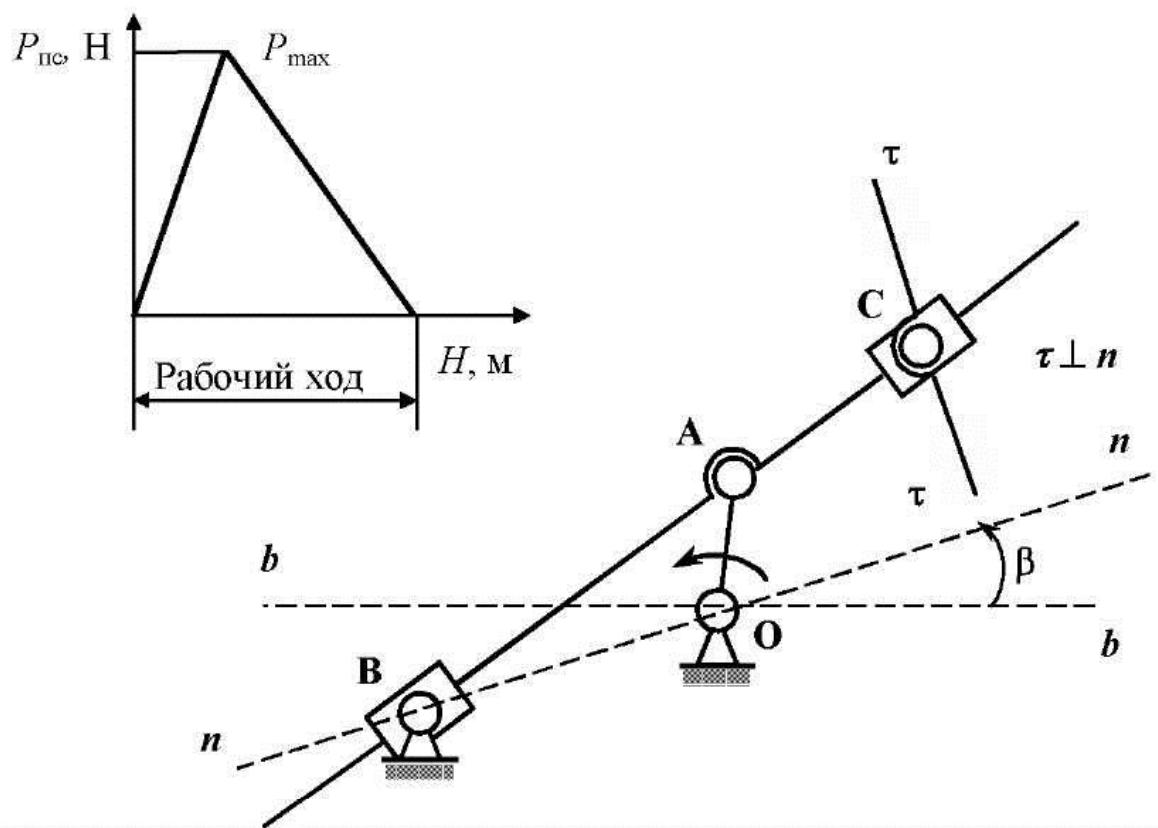
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
H , м	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28
β , град	10	15	20	25	30	35	40
ω_1 , рад/с	10	15	20	13	17	11	16
P_{max} , Н	900	800	700	600	650	750	850
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	2	3	4	5	1	2	3
S , м	0,035	0,030	0,025	0,035	0,008	0,030	0,025
α_{max} , град	30	25	30	25	0	25	30
t_v / T	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23
$t_{дв} / T$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
t_b / T	0,23	0,22	0,21	0,19	0,2	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	89	118	218	106,5	191	254	124
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5

Вариант № 2



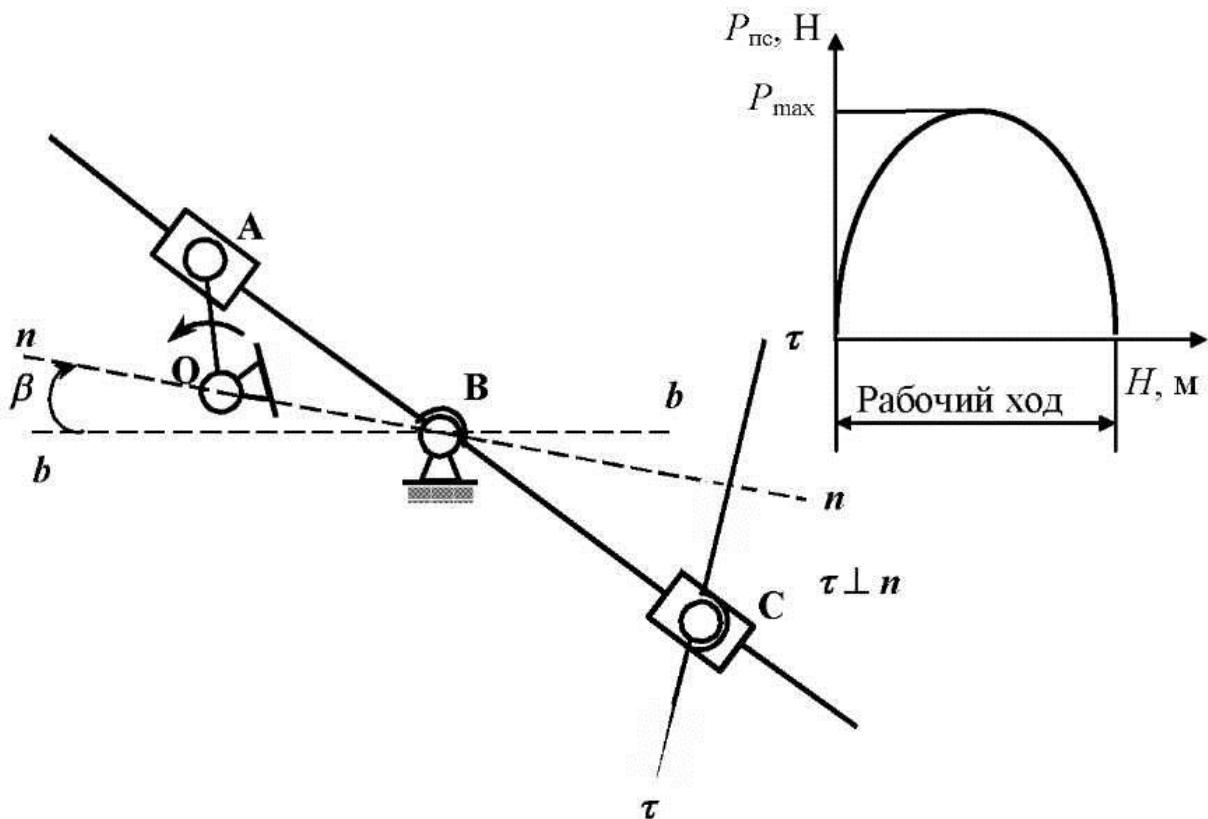
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3
H , м	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
β , град	10	15	20	25	30	35	40
ω_1 , рад/с	23	22	21	20	19	18	17
P_{max} , Н	850	750	650	550	500	600	700
Кулачковый механизм							
Тип	2	3	4	5	1	2	3
Закон	1	2	3	4	5	1	2
S , м	0,033	0,028	0,033	0,009	0,028	0,033	0,028
α_{max} , град	40	35	25	0	35	45	25
t_y/T	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17
$t_{дв}/T$	0,25	0,3	0,25	0,3	0,25	0,3	0,25
t_B/T	0,23	0,22	0,21	0,18	0,20	0,17	0,19
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	163,5	206	123,5	190	162,5	88,5	136,5
m , мм	6	8	5	6	8	5	6
u	2	2	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5

Вариант № 3



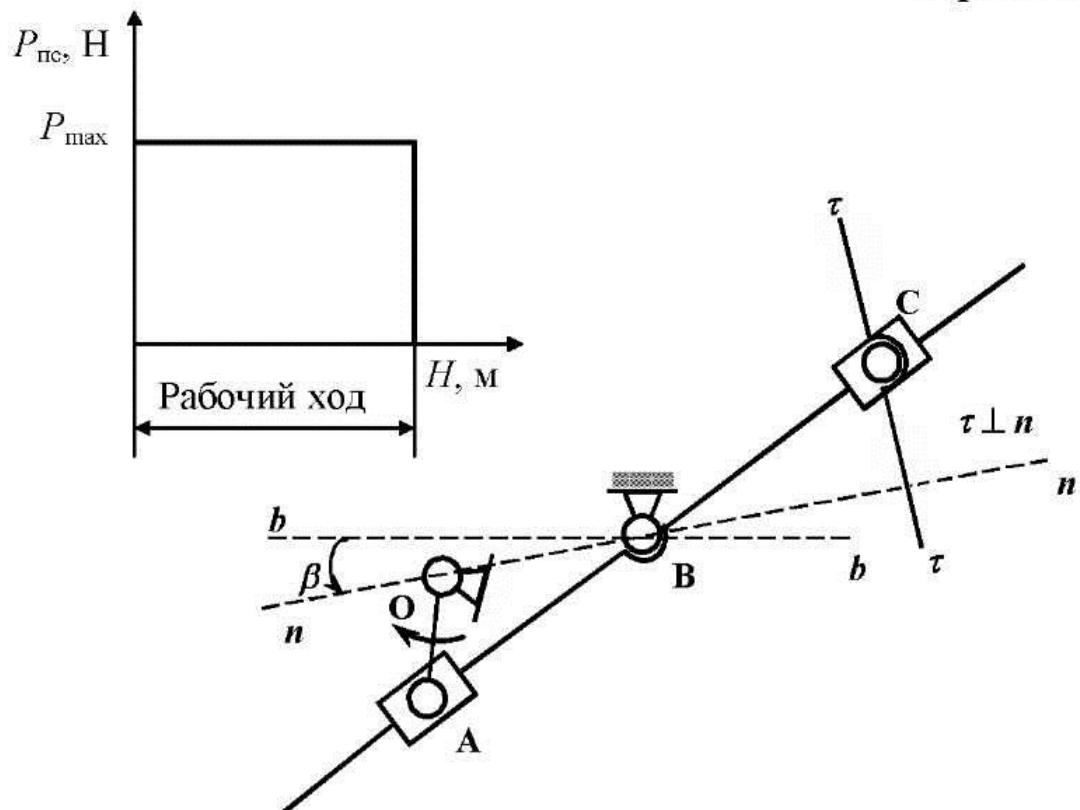
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4
$H, \text{ м}$	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,24	0,12
$\beta, \text{ град}$	45	50	55	60	65	70	75
$\omega_1, \text{ рад/с}$	18	22	18	22	18	22	18
$P_{\max}, \text{ Н}$	400	450	400	450	400	450	400
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	5	1	2	3	4	5	2
$S, \text{ м}$	0,035	0,028	0,01	0,033	0,025	0,038	0,029
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	30	35	0	35	40	30	25
t_v/T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18
$t_{\text{дв}}/T$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
t_b/T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	277	141	122	182	106	137	182
$m, \text{ мм}$	8	5	6	8	5	6	8
u	2,5	2,5	1,5	1,5	2	2	2

Вариант № 4



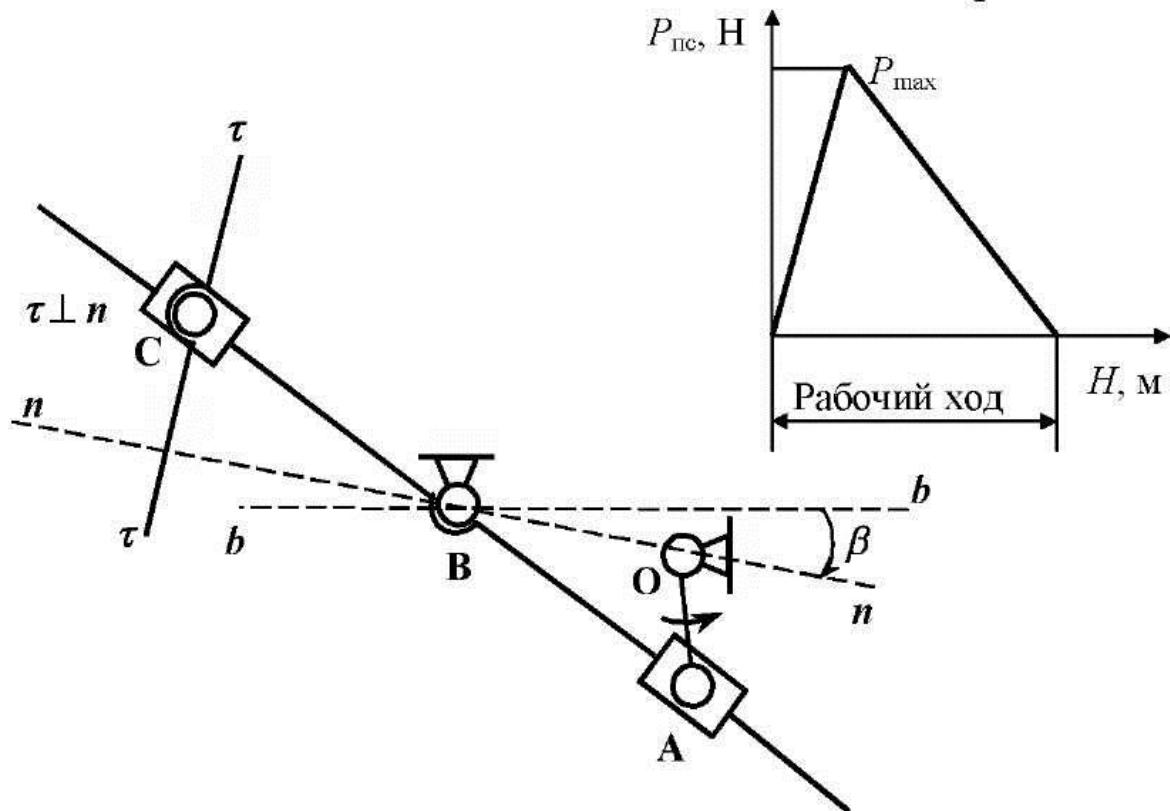
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5
$H, \text{ м}$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
$\beta, \text{ град}$	40	45	50	55	60	65	70
$\omega_1, \text{ рад/с}$	15	19	15	19	15	19	15
$P_{\text{max}}, \text{ H}$	400	500	600	700	650	550	450
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	4	5	1	2	3	5	4
$S, \text{ м}$	0,028	0,006	0,032	0,028	0,032	0,028	0,009
$\alpha_{\text{max}}, \text{ град}$	30	0	35	30	30	35	0
t_v/T	0,20	0,21	0,22	0,23	0,18	0,17	0,19
$t_{\text{дв}}/T$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
t_B/T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	141	166	158	101,5	154,5	171	114
$m, \text{ мм}$	5	6	8	5	6	8	5
u	2,5	2,5	1,5	1,5	2	2	2

Вариант № 5



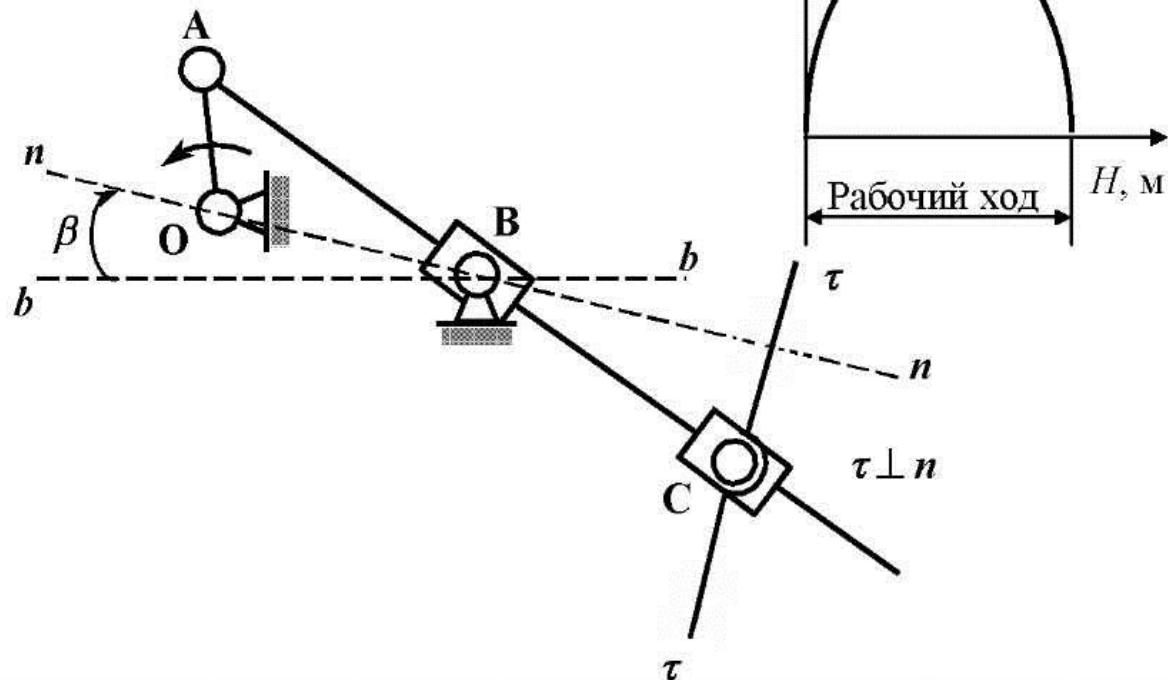
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6
$H, \text{ м}$	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
$\beta, \text{ град}$	10	15	20	25	30	35	40
$\omega_1, \text{ рад/с}$	18	16	18	16	18	16	18
$P_{\max}, \text{ Н}$	500	525	550	575	600	625	650
Кулачковый механизм							
Тип	5	1	2	3	4	5	1
Закон	3	4	5	1	2	4	3
$S, \text{ м}$	0,006	0,026	0,028	0,026	0,028	0,011	0,026
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	0	30	30	30	30	0	30
t_v/T	0,21	0,22	0,23	0,20	0,17	0,18	0,19
$t_{\text{дв}}/T$	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
t_b/T	0,23	0,20	0,22	0,21	0,18	0,19	0,17
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	163	162	113,5	128	226	155,5	170
$m, \text{ мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5

Вариант № 6



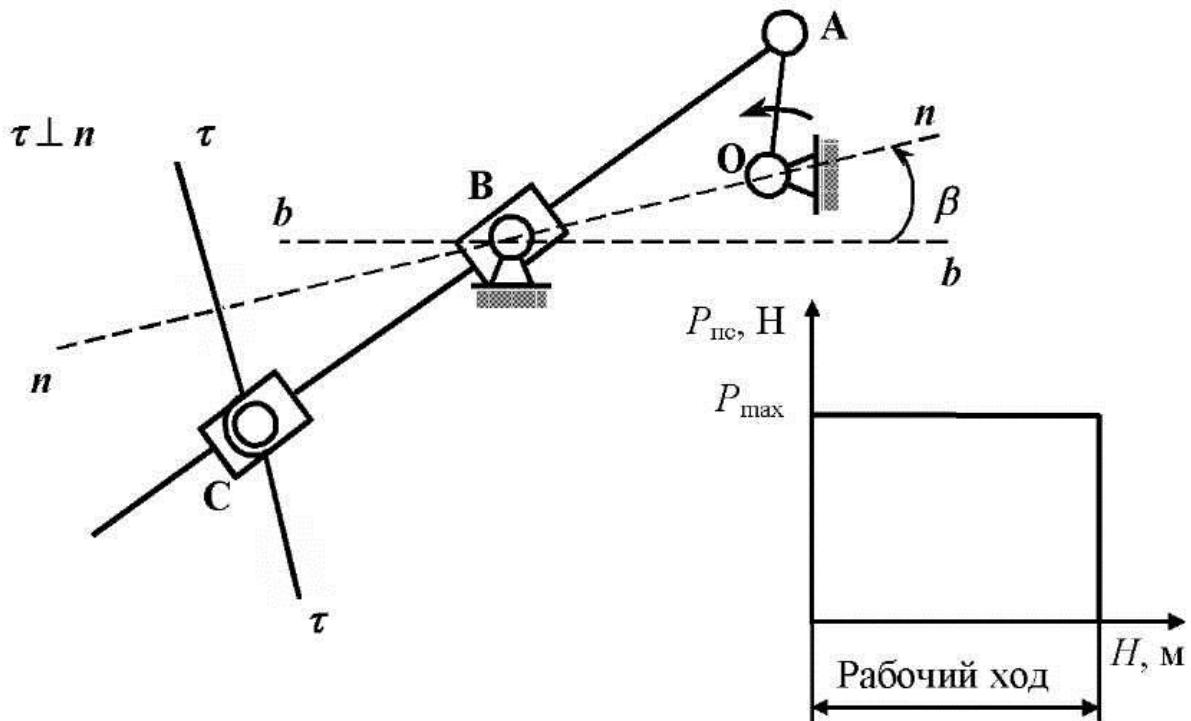
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
H , м	0,19	0,18	0,21	0,17	0,22	0,16	0,23
β , град	40	45	35	30	25	20	15
ω_1 , рад/с	19	14	19	14	19	14	19
P_{\max} , Н	750	725	700	675	650	625	600
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	5	1	2	3	4	2	4
S , м	0,022	0,027	0,022	0,027	0,007	0,022	0,027
α_{\max} , град	35	35	35	35	0	35	35
t_y / T	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
$t_{\text{дв}} / T$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t_b / T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,17	0,18	0,19
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	194	141,5	149	199	114	148	242
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	2	2	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5

Вариант № 7



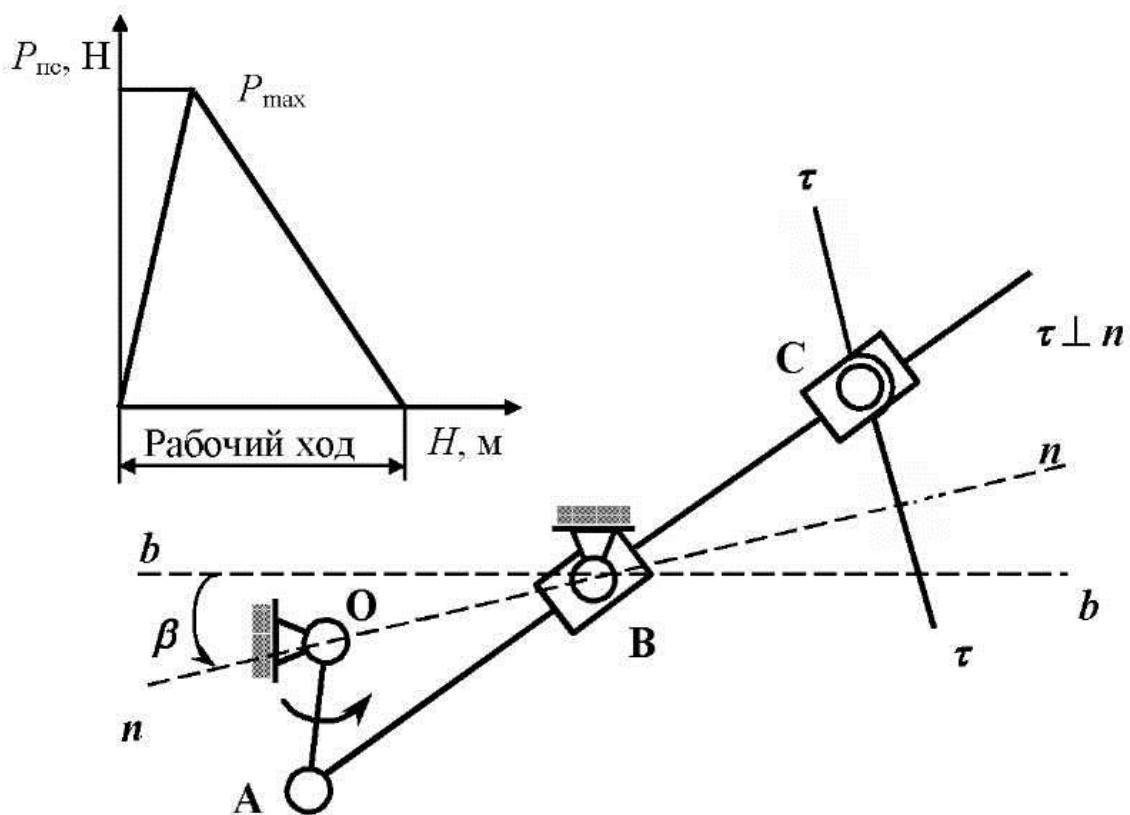
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
$H, \text{м}$	0,28	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21
$\beta, \text{град}$	55	60	65	70	75	80	85
$\omega_1, \text{рад/с}$	21	23	19	13	11	15	17
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	900	925	950	975	875	850	825
Кулачковый механизм							
$T_{\text{ип}}$	2	3	4	5	1	2	3
Закон	3	4	5	1	2	4	1
$S, \text{м}$	0,032	0,035	0,032	0,011	0,035	0,032	0,035
$\alpha_{\text{ макс}}, \text{град}$	30	30	30	0	30	30	30
t_y/T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
$t_{\text{дв}}/T$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
t_b/T	0,22	0,16	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	123,5	145,5	198	174	121,5	143	151
$m, \text{мм}$	5	6	8	5	6	8	5
u	2	2	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5

Вариант № 8



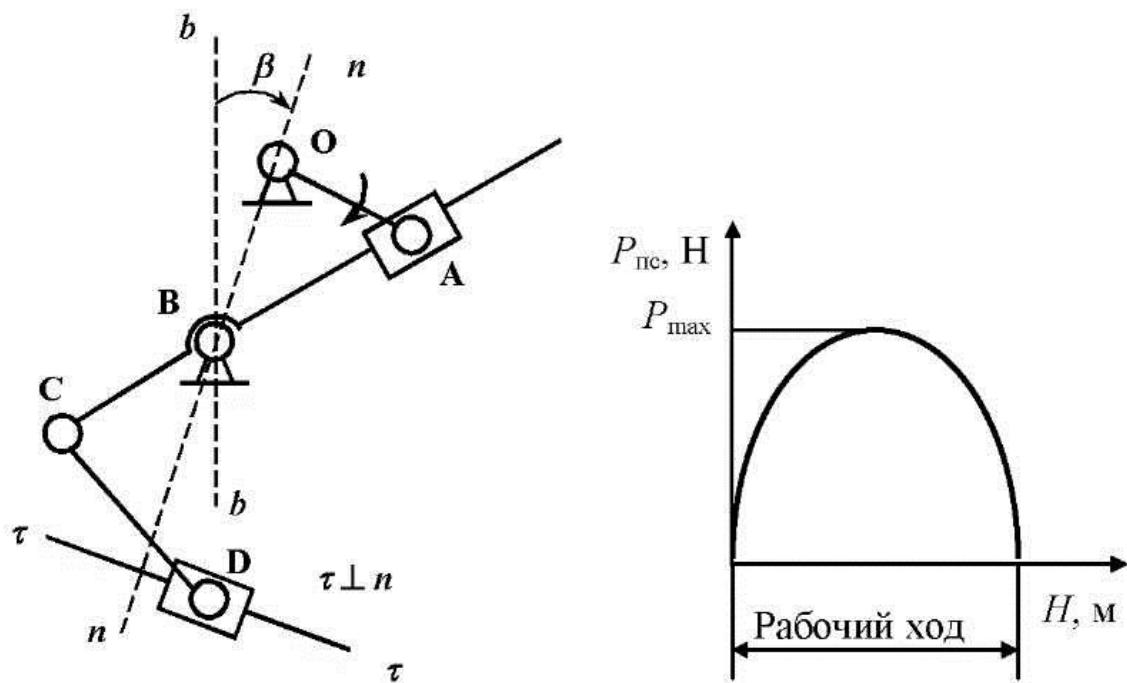
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{м}$	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
$\beta, \text{град}$	45	40	50	35	55	60	65
$\omega_1, \text{рад/с}$	10	12	14	16	18	20	22
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	750	800	725	775	825	675	850
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	4	5	1	2	3	2	3
$S, \text{м}$	0,038	0,031	0,011	0,038	0,031	0,038	0,031
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	25	25	0	25	25	25	25
t_y/T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$t_{\text{дв}}/T$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
t_B/T	0,21	0,20	0,22	0,23	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	169,5	305	101	107	302	121,5	136,5
$m, \text{мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	2,5	2,5	1,5	1,5	2	2	2

Вариант № 9



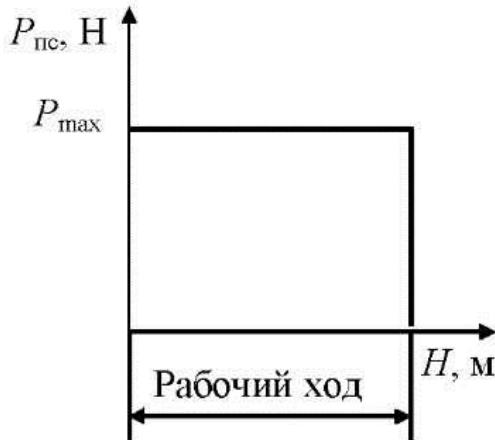
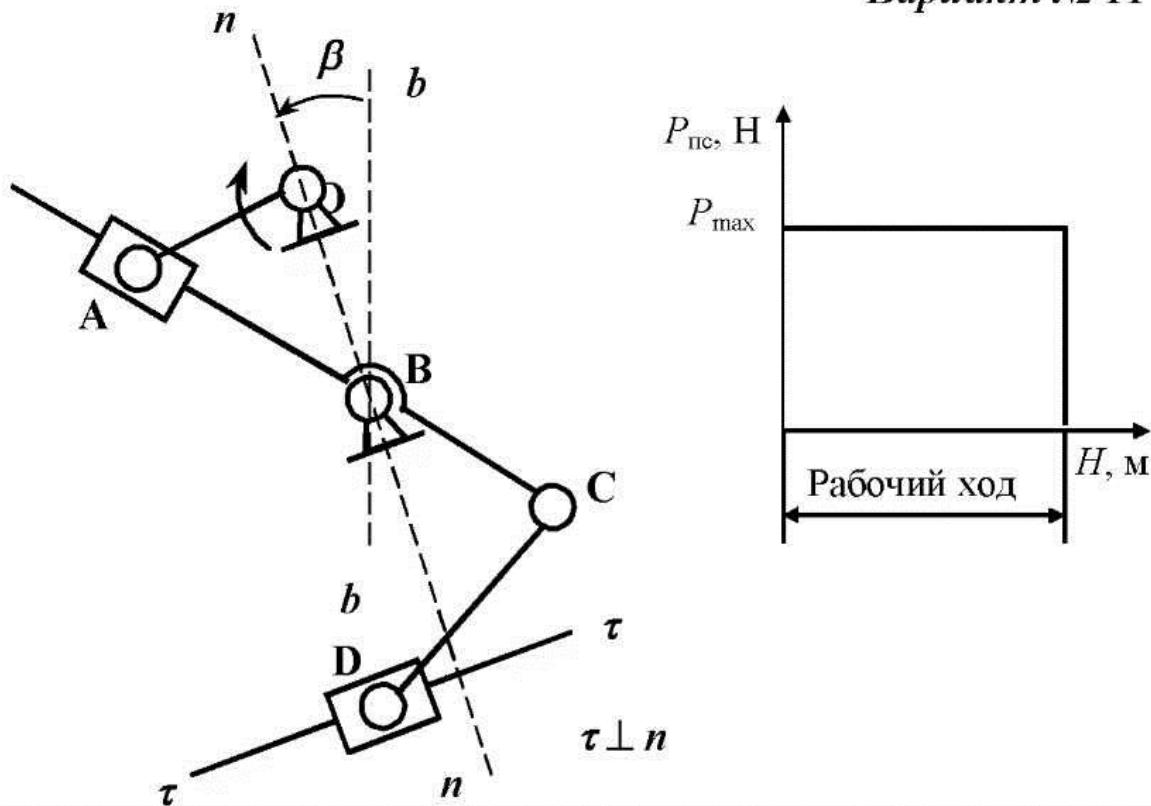
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3
$H, \text{ м}$	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
$\beta, \text{ град}$	70	65	60	55	50	45	40
$\omega_1, \text{ рад/с}$	14	15	16	17	18	19	20
$P_{\max}, \text{ Н}$	980	940	900	860	830	990	800
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	5	1	2	3	4	2	3
$S, \text{ м}$	0,04	0,007	0,038	0,04	0,038	0,4	0,008
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	35	0	30	35	25	30	0
t_v / T	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17
$t_{\text{дв}} / T$	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
t_b / T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	142	99	199,5	170	159	148,5	306
$m, \text{ мм}$	8	5	6	8	5	6	8
u	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5

Вариант № 10



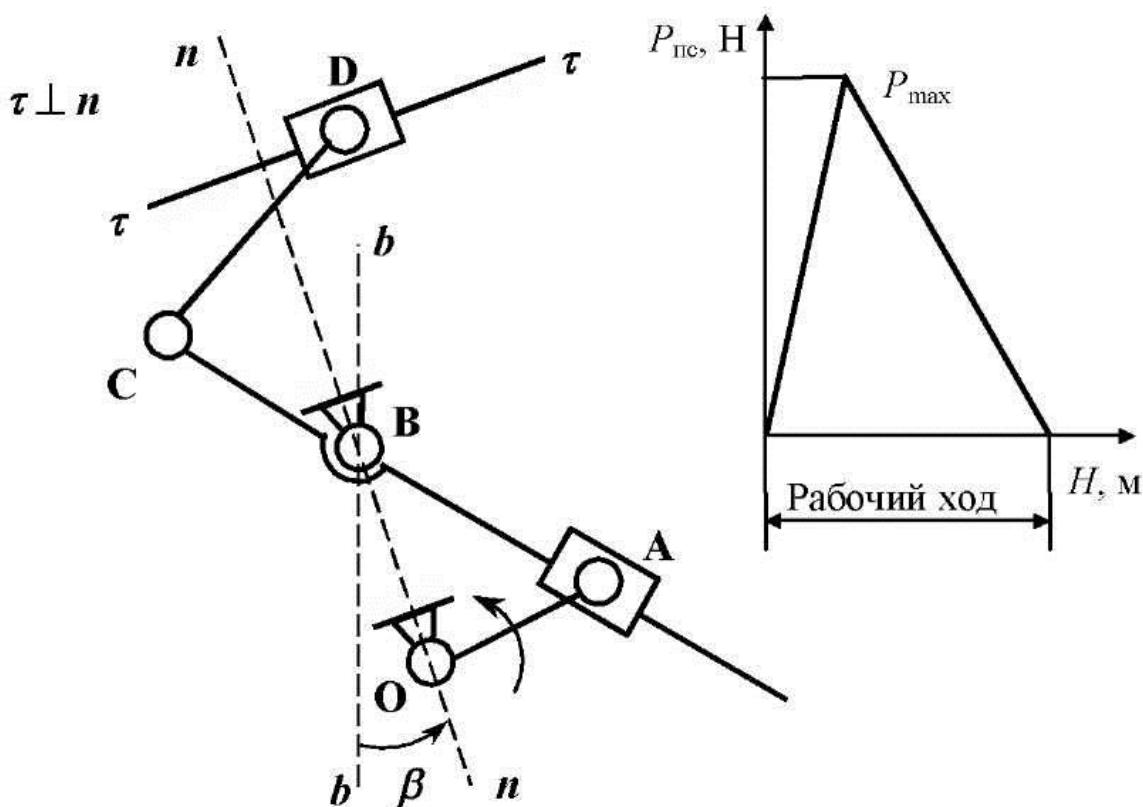
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4
H , м	0,15	0,16	0,14	0,13	0,17	0,12	0,18
β , град	15	20	25	30	35	40	45
ω_1 , рад/с	19	21	17	14	15	18	17
α_{\max} , град	25	30	25	30	25	30	25
P_{\max} , Н	1000	1050	950	975	1025	1075	925
Кулачковый механизм							
Тип	5	1	2	3	4	5	1
Закон	5	1	2	3	4	5	1
S , м	0,009	0,025	0,028	0,032	0,034	0,011	0,031
α_{\max} , град	0	25	30	35	30	0	25
t_y/T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18
$t_{\text{дв}}/T$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
t_b/T	0,21	0,16	0,20	0,19	0,18	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	113,5	106,5	222	139	127,5	182,5	121
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	1,5	1,5	2,5	2,5	2	2	2

Вариант № 11



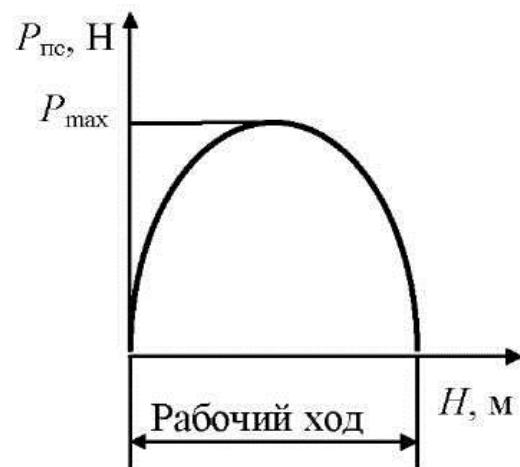
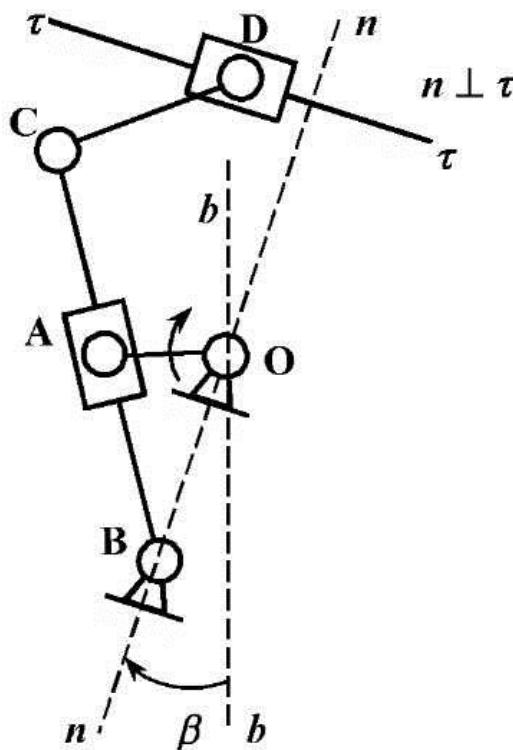
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5
$H, \text{ м}$	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19
$\beta, \text{ град}$	50	55	60	65	70	75	80
$\omega_1, \text{ рад/с}$	31	29	31	29	31	29	31
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	25	30	25	25	30	25	30
$P_{\max}, \text{ Н}$	500	600	700	550	650	750	800
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	3	4	5	1	2	3	4
$S, \text{ м}$	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	25	40	25	25	0	25	40
t_v / T	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19
$t_{\text{дв}} / T$	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
t_b / T	0,22	0,16	0,21	0,19	0,23	0,19	0,18
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	137,5	194,5	111	133	254,5	158,5	187
$m, \text{ мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	2	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

Вариант № 12



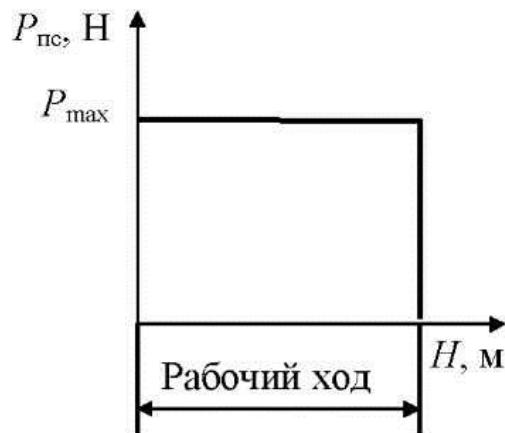
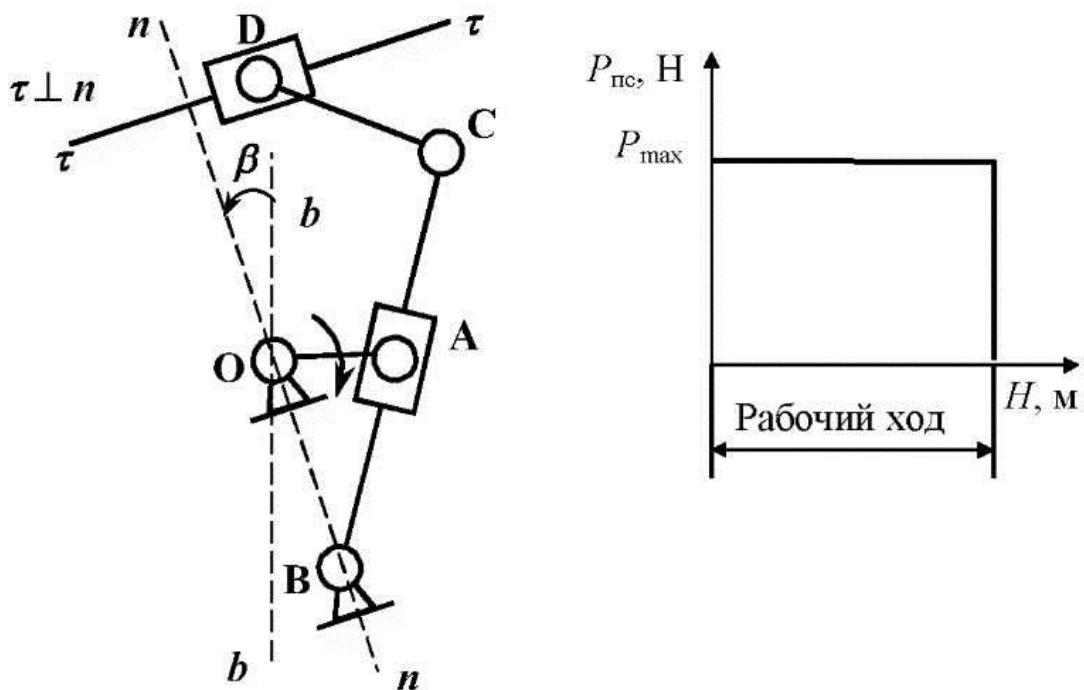
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6
H , м	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
β , град	60	55	50	45	40	35	30
ω_1 , рад/с	10	11	12	13	14	15	16
α_{max} , град	30	30	25	25	30	25	30
P_{max} , н	1050	1100	1150	1200	1175	1125	1075
Кулачковый механизм							
Тип	2	3	4	5	1	2	3
Закон	4	5	1	2	3	1	2
S , м	0,039	0,037	0,039	0,012	0,037	0,039	0,037
α_{max} , град	35	25	30	0	25	30	35
t_y / T	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20
$t_{\text{дв}} / T$	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
t_b / T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	282,5	177	169,5	226	136,5	167	222
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5	1,5

Вариант № 13



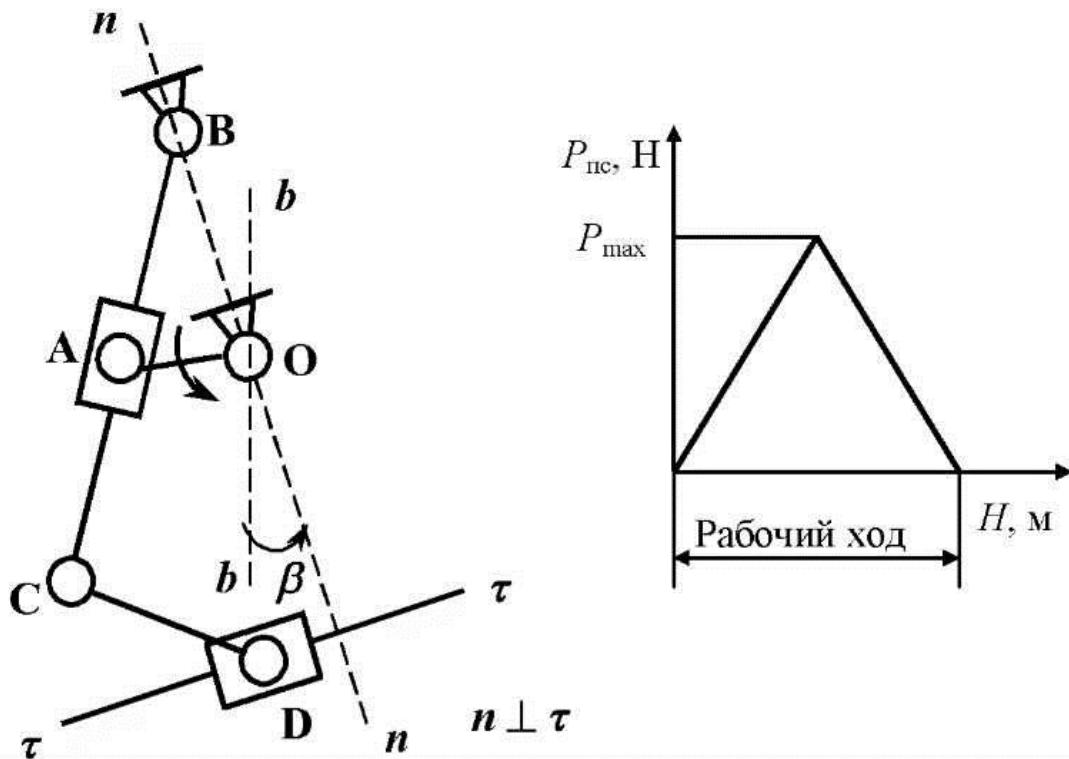
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
H , м	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
β , град	10	15	20	25	30	35	40
ω_1 , рад/с	18	13	17	14	20	15	12
α_{\max} , град	25	25	25	25	30	25	30
P_{\max} , Н	800	825	850	875	900	925	950
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	2	3	4	5	1	2	3
S , м	0,029	0,035	0,008	0,029	0,035	0,029	0,035
α_{\max} , град	25	25	0	30	30	25	25
t_y/T	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
$t_{\Delta y}/T$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
t_b/T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	136	166,5	282	194	160	230,5	151,5
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	1,5	1,5	2,5	2,5	2	2	2

Вариант № 14



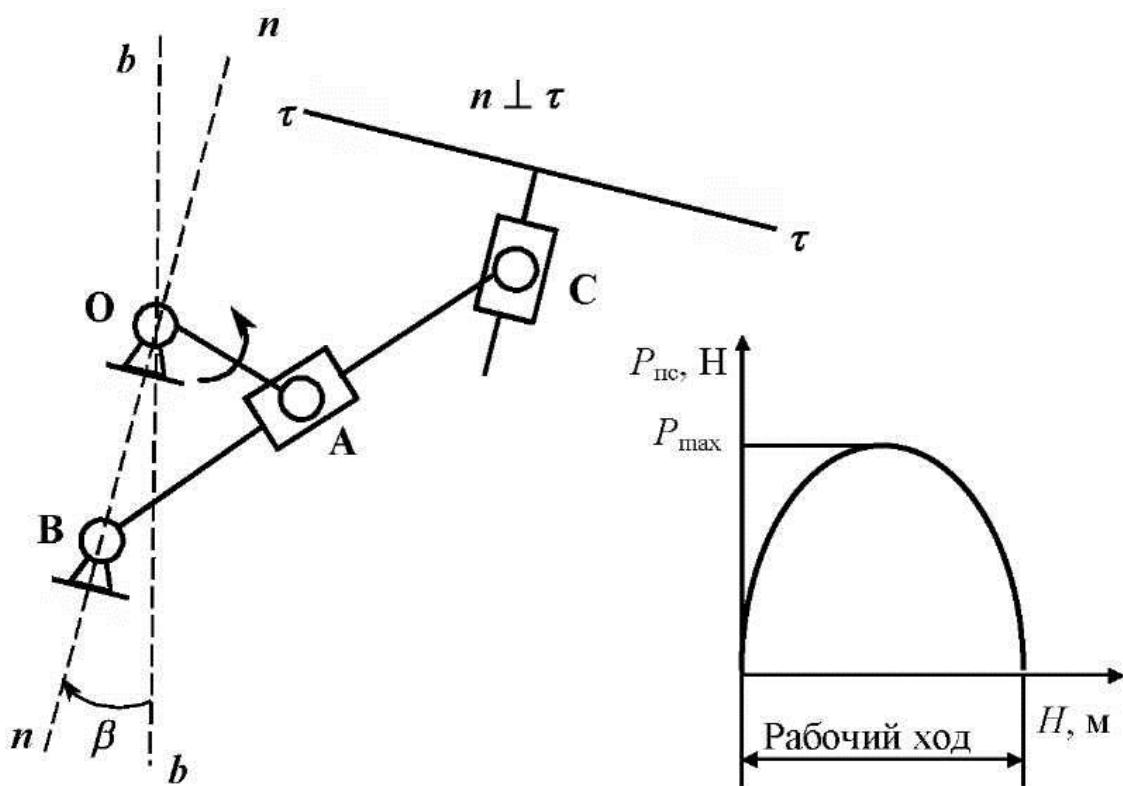
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
H , м	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
β , град	75	70	65	60	55	50	45
ω_1 , рад/с	18	21	18	21	18	21	18
α_{\max} , град	25	30	25	25	30	25	30
P_{\max} , Н	600	625	650	675	700	725	750
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	5	4	3	2	1	5	3
S , м	0,030	0,012	0,035	0,030	0,035	0,030	0,009
α_{\max} , град	30	0	25	30	25	30	0
t_v / T	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
$t_{дв} / T$	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
t_B / T	0,21	0,22	0,23	0,24	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	141	173	197,5	126	149,5	149,5	156,5
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	2	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

Вариант № 15



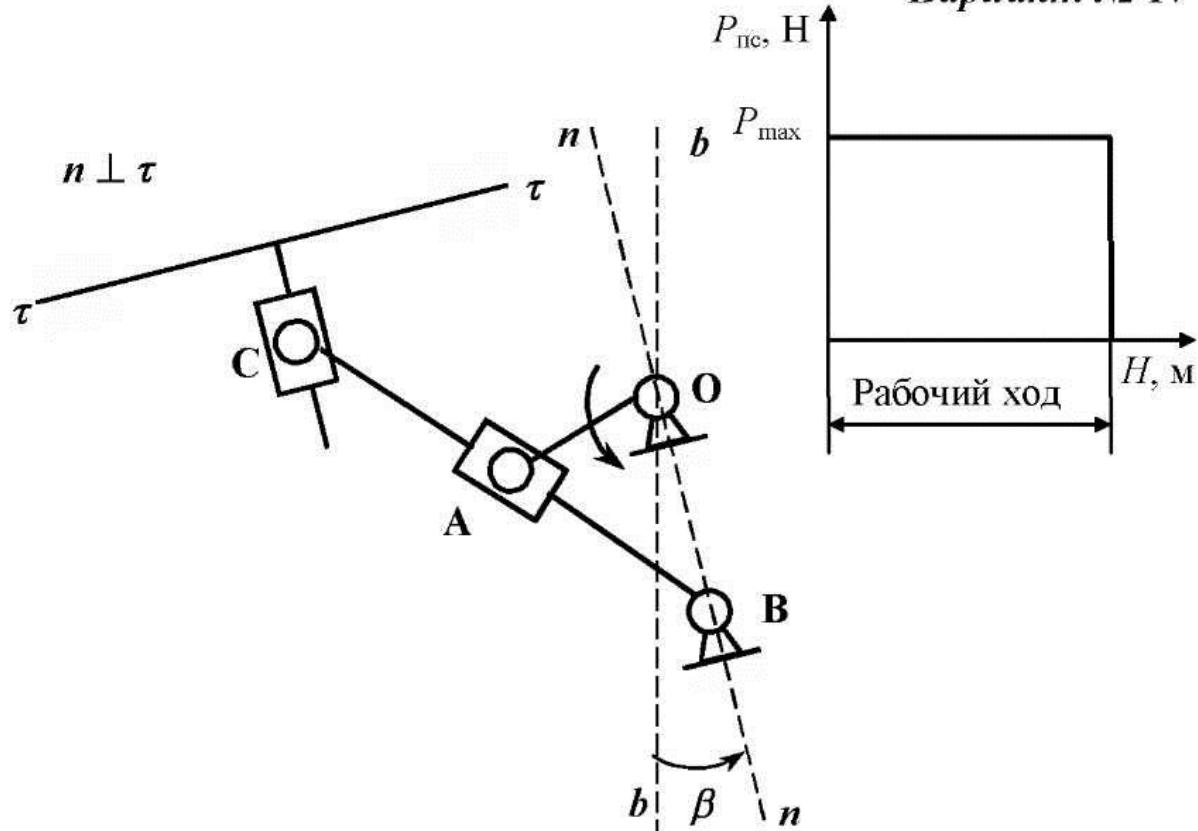
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{м}$	0,11	0,12	0,14	0,15	0,18	0,19	0,21
$\beta, \text{град}$	75	70	65	60	55	50	45
$\omega_1, \text{рад/с}$	16	15	14	13	12	11	10
$\alpha_{\text{ max}}, \text{град}$	30	30	30	25	30	25	30
$P_{\text{ max}}, \text{Н}$	600	700	600	700	600	700	600
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	2	3	4	5	1	3	4
$S, \text{м}$	0,033	0,007	0,036	0,033	0,036	0,033	0,006
$\alpha_{\text{ max}}, \text{град}$	30	0	25	35	30	25	0
t_v/T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$t_{\text{дв}}/T$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
t_b/T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	208	250	143,5	164	198	136	172,5
$m, \text{мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5	1,5

Вариант № 16



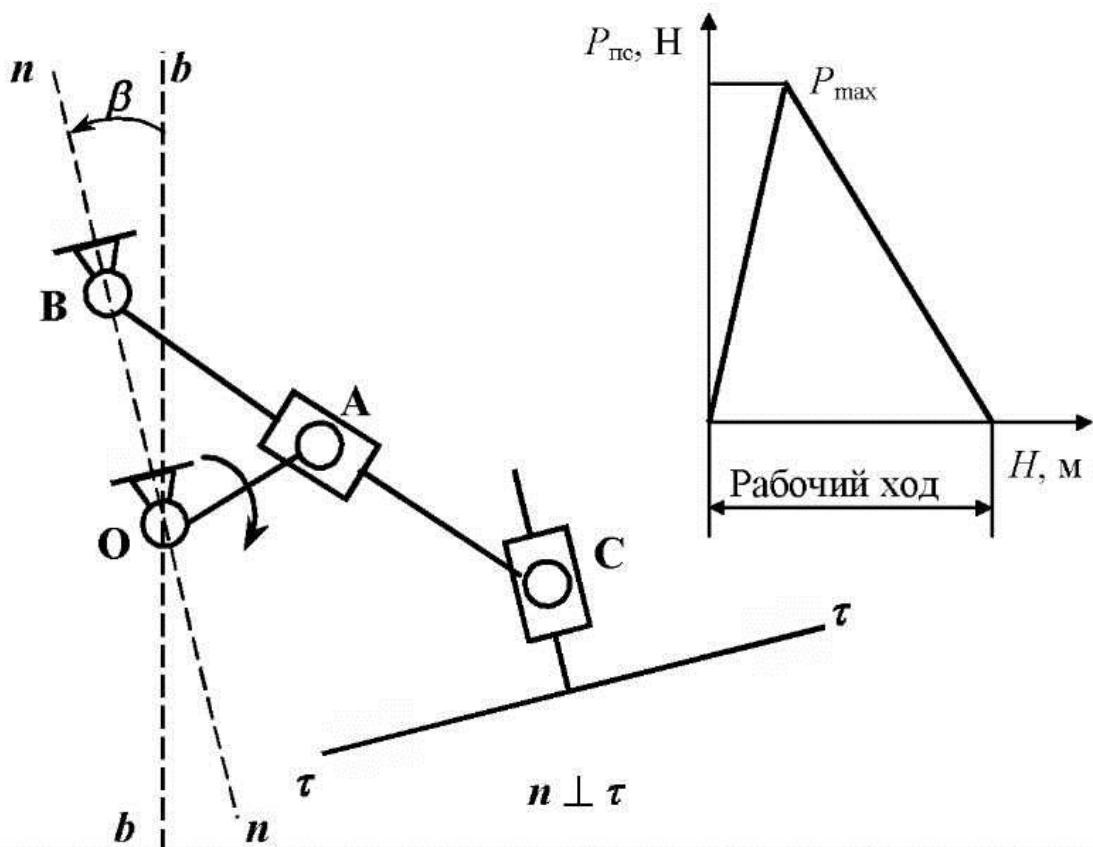
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3
H , м	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28
β , град	15	20	25	30	35	40	45
ω_1 , рад/с	14	15	11	12	13	17	18
P_{max} , Н	900	930	960	990	860	830	800
Кулачковый механизм							
Тип	5	1	2	3	4	5	1
Закон	3	2	3	1	5	1	4
S , м	0,006	0,039	0,032	0,039	0,032	0,008	0,039
α_{max} , град	0	25	30	35	25	0	30
t_v/T	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17
$t_{дв}/T$	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
t_b/T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	202,5	126,5	212	254,5	144	164	230
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	1,5	1,5	2,5	2,5	2	2	2

Вариант № 17



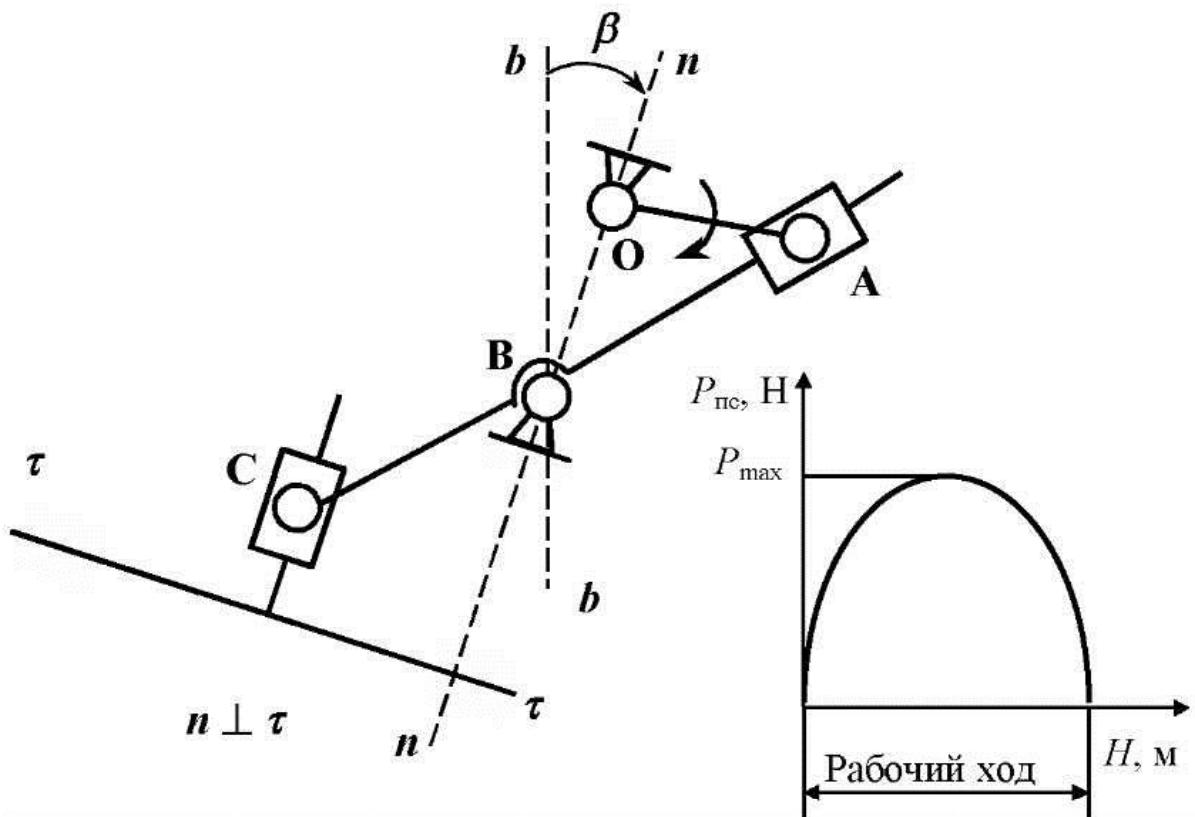
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4
H , м	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31
β , град	20	25	30	35	40	45	50
ω_1 , рад/с	18	19	17	10	12	21	23
P_{\max} , Н	600	625	650	675	700	725	750
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	5	1	2	3	4	5	1
S , м	0,029	0,033	0,029	0,033	0,012	0,029	0,033
α_{\max} , град	30	35	30	35	0	30	35
t_v / T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18
$t_{дв} / T$	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
t_B / T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	218,5	136,5	148,5	202	173,5	208,5	214
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	2	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

Вариант № 18



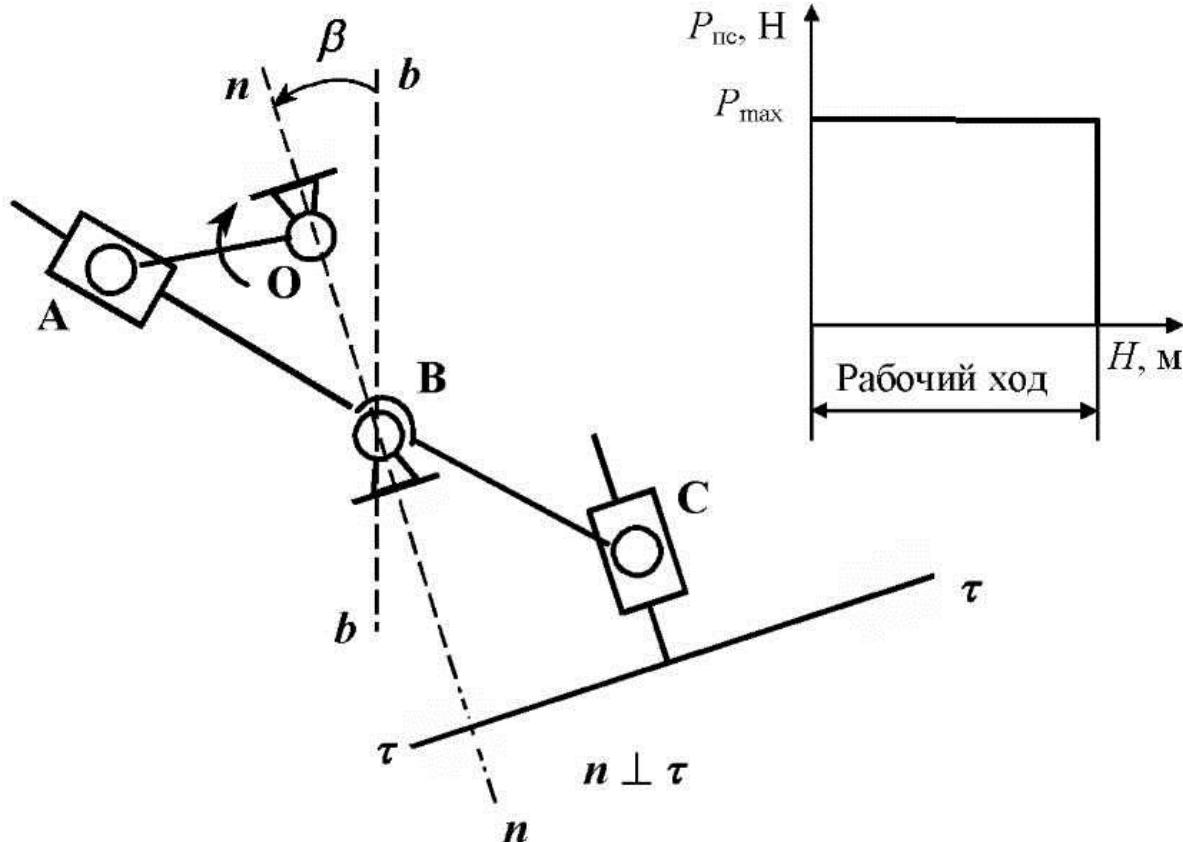
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5
H , м	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
β , град	80	75	70	65	60	55	50
ω_1 , рад/с	19	15	10	13	12	22	17
P_{\max} , Н	800	825	775	750	850	875	725
Кулачковый механизм							
Тип	2	3	4	5	1	2	3
Закон	5	4	3	2	1	4	5
S , м	0,036	0,026	0,036	0,012	0,026	0,036	0,026
α_{\max} , град	35	30	30	0	25	40	35
t_v / T	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19
$t_{\text{дв}} / T$	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
t_b / T	0,24	0,23	0,16	0,22	0,21	0,20	0,17
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	176	211,5	202	128,5	152	178	136
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5	2

Вариант № 19



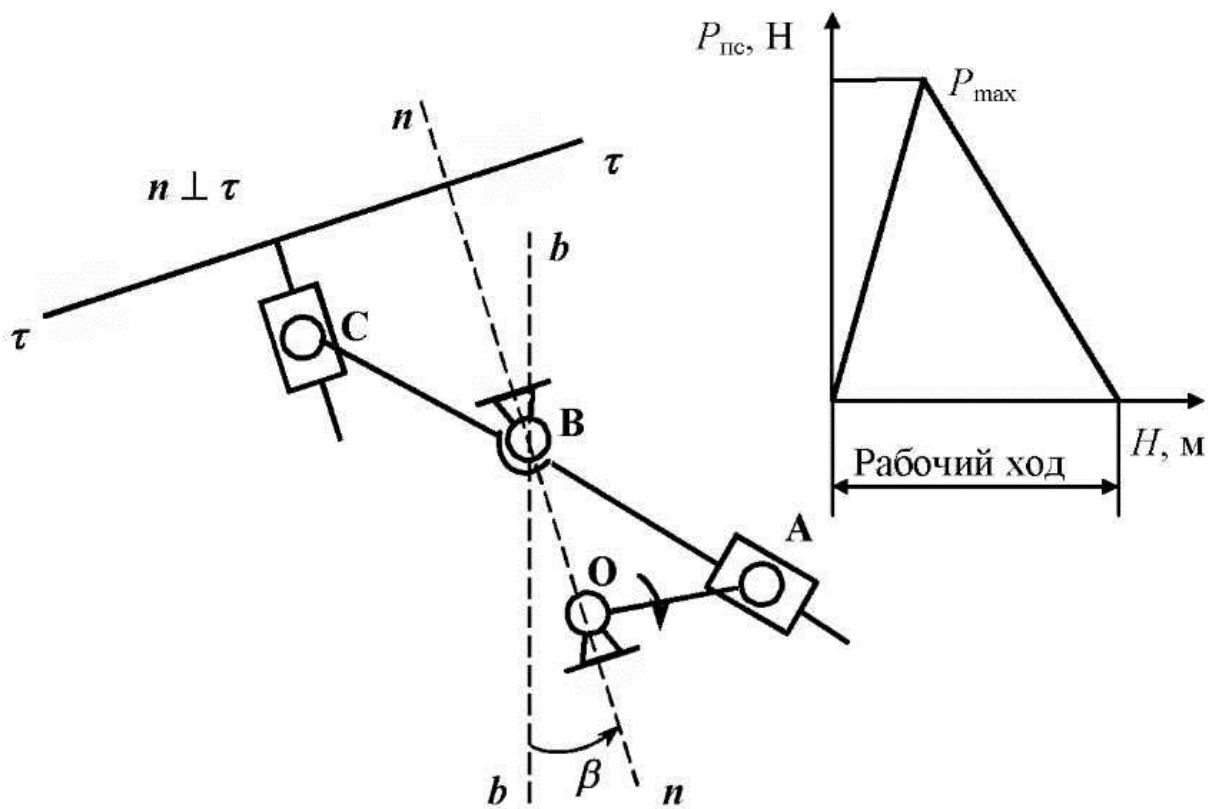
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6
$H, \text{м}$	0,26	0,25	0,24	0,23	0,18	0,19	0,21
$\beta, \text{град}$	25	30	35	40	45	50	55
$\omega_1, \text{рад/с}$	16	22	14	20	12	19	11
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	925	900	875	850	825	800	775
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	3	4	5	1	2	3	4
$S, \text{м}$	0,027	0,031	0,007	0,027	0,031	0,027	0,031
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	30	35	0	35	45	30	35
t_y / T	0,21	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20
$t_{\text{дв}} / T$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
t_e / T	0,17	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	151,5	182,5	176,5	187,5	206,5	129	155
$m, \text{мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	1,5	1,5	2,5	2,5	2	2	2

Вариант № 20



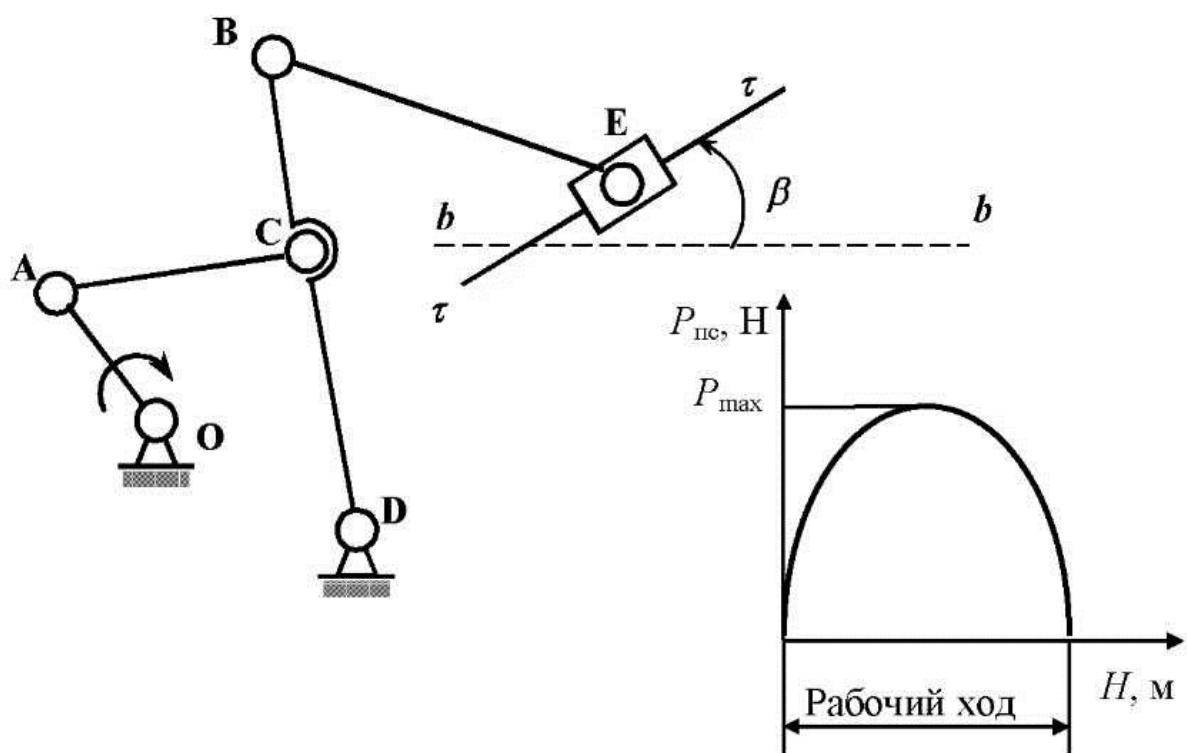
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
H , м	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
β , град	10	15	20	25	30	35	40
ω_1 , рад/с	17	18	16	20	15	21	14
P_{\max} , Н	500	450	475	425	525	550	575
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	2	1	5	4	2	3	1
S , м	0,024	0,009	0,026	0,024	0,026	0,024	0,011
α_{\max} , град	35	0	30	25	35	30	0
t_y/T	0,22	0,23	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
$t_{\Delta B}/T$	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
t_B/T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	146	190	124	137	223	121	166,5
m , мм	6	8	5	6	8	5	6
u	2	2	1,5	1,5	2,5	2	2,5

Вариант № 21



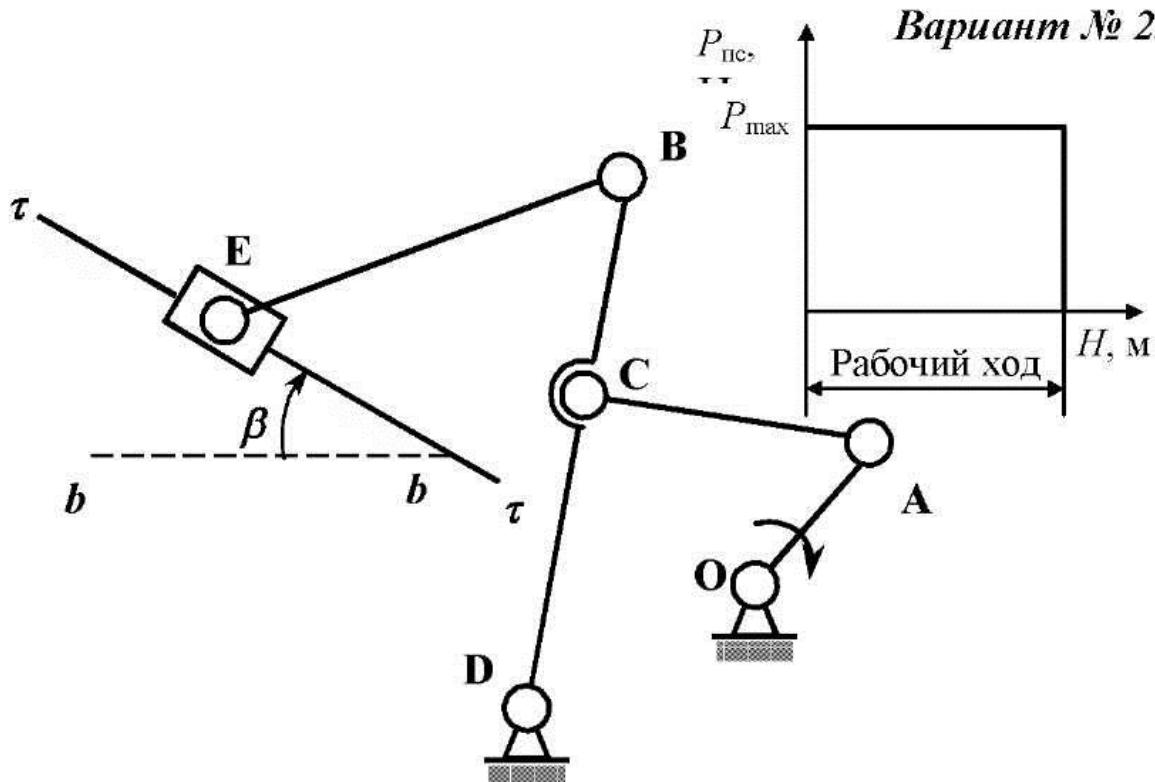
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
H , м	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
β , град	15	20	25	30	35	40	45
ω_1 , рад/с	14	19	13	18	12	17	14
P_{max} , Н	825	850	875	900	925	950	975
Кулачковый механизм							
Тип	5	1	2	3	4	5	1
Закон	1	2	3	4	5	2	1
S , м	0,006	0,024	0,026	0,024	0,026	0,008	0,024
α_{max} , град	0	30	25	30	25	0	30
t_v/T	0,23	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
$t_{дв}/T$	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
t_b/T	0,16	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	225,5	151	169	242	156,5	232,5	250
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	2	2	1,5	2	2	2,5	2

Вариант № 22



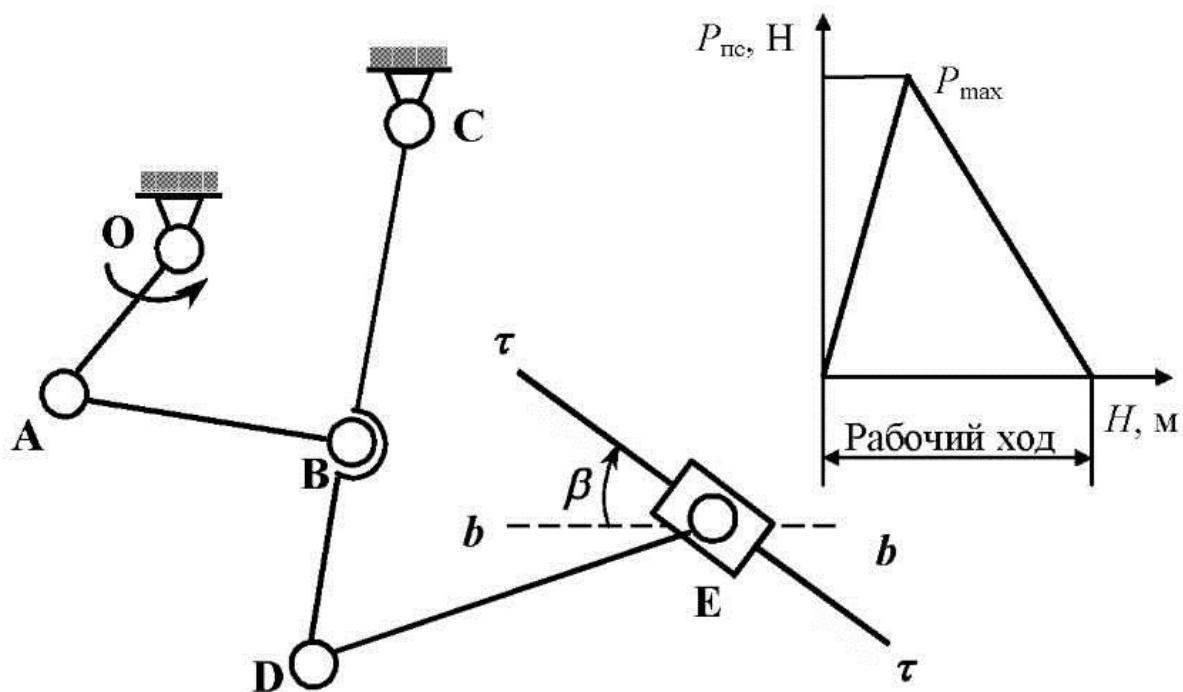
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,2
$H, \text{м}$	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,24	0,26
$\beta, \text{град}$	10	15	20	25	30	35	40
$\omega_1, \text{рад/с}$	11	13	15	17	19	12	14
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	25	30	25	30	25	30	25
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	800	850	900	950	900	850	800
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	2	1	5	4	3	3	4
$S, \text{м}$	0,030	0,025	0,030	0,025	0,009	0,030	0,025
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	30	30	30	30	0	30	30
t_y/T	0,16	0,23	0,17	0,22	0,18	0,21	0,19
$t_{\text{дв}}/T$	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
t_b/T	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	139	133,5	242,5	191,5	151	249,5	138,5
$m, \text{мм}$	5	6	8	5	6	8	5
u	1,5	2	2	2,5	2	2	2,5

Вариант № 23



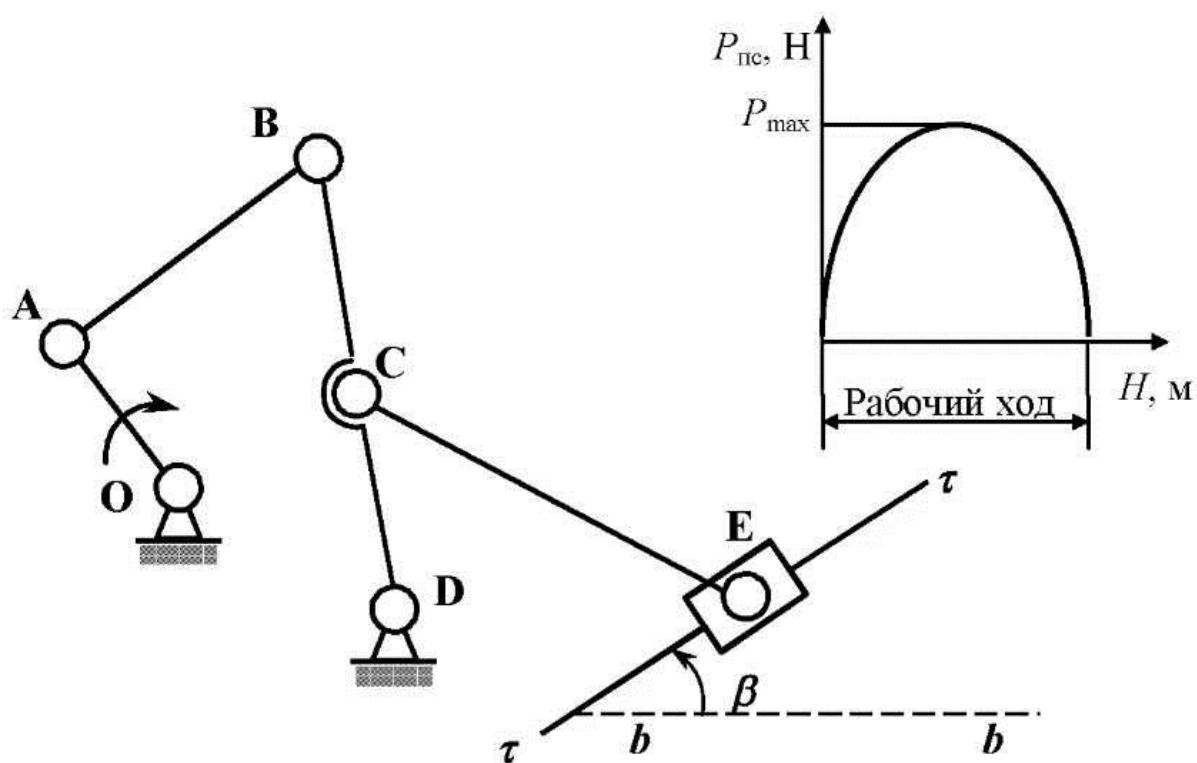
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3
H , м	0,24	0,23	0,22	0,21	0,25	0,14	0,18
β , град	25	20	15	10	15	20	25
ω_1 , рад/с	13	17	15	11	16	19	14
α_{\max} , град	25	30	25	30	25	30	25
P_{\max} , Н	700	750	800	850	900	950	925
Кулачковый механизм							
Тип	2	3	4	5	1	3	2
Закон	3	4	5	1	2	3	4
S , м	0,033	0,034	0,033	0,011	0,034	0,033	0,034
α_{\max} , град	35	35	35	0	35	35	35
t_y / T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$t_{\text{дв}} / T$	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
t_b / T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	142,5	238	104	160,5	178	148,5	151,5
m , мм	6	8	5	6	8	5	6
u	2	2	2	2	2	2	2

Вариант № 24



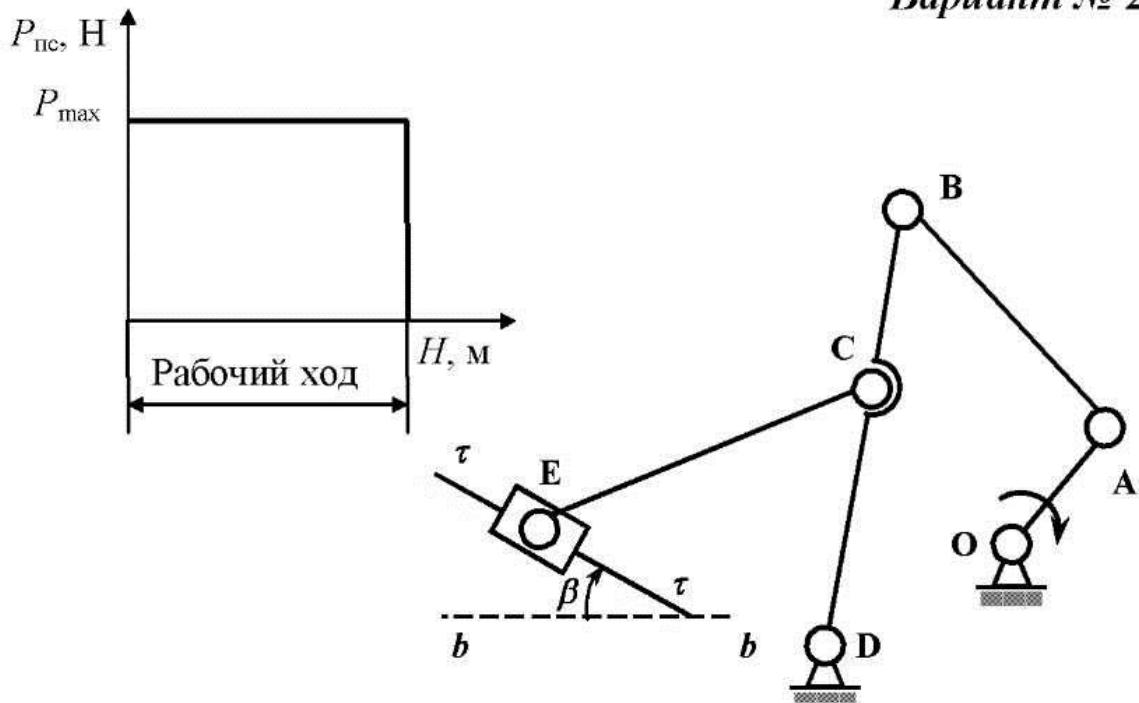
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,2	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2
H , м	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
β , град	40	35	30	25	20	15	10
ω_1 , рад/с	12	13	18	17	16	15	19
α_{\max} , град	25	30	25	30	25	30	25
P_{\max} , Н	900	900	900	900	900	900	900
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	5	1	2	3	4	4	5
S , м	0,037	0,038	0,007	0,037	0,038	0,037	0,038
α_{\max} , град	25	25	0	25	25	25	25
t_v / T	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,17
$t_{\text{дв}} / T$	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
t_b / T	0,20	0,21	0,22	0,23	0,19	0,18	0,21
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	138,5	142	177,5	145	111,5	181,5	189,5
m , мм	5	6	8	6	5	6	8
u	1,5	2	2	2,5	2	2	2

Вариант №25



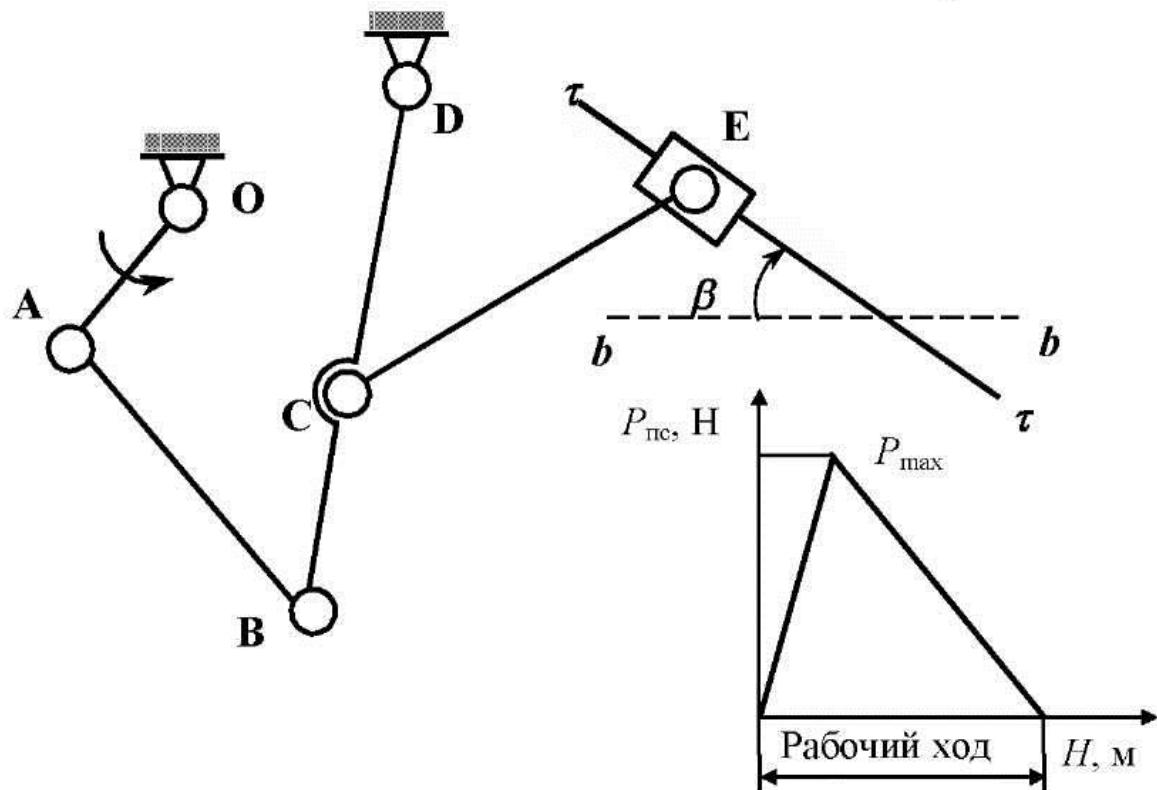
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,4
H , м	0,33	0,22	0,18	0,14	0,16	0,19	0,23
β , град	35	40	30	25	15	20	10
ω_1 , рад/с	14	15	16	17	18	19	20
α_{\max} , град	25	30	25	30	25	30	25
P_{\max} , Н	800	800	800	800	800	800	800
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	2	3	4	5	1	3	2
S , м	0,026	0,008	0,026	0,026	0,026	0,026	0,009
α_{\max} , град	25	0	35	30	25	30	0
t_v/T	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,16	0,17
$t_{\text{дв}}/T$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
t_b/T	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	124,5	186,5	201,5	133	99	194	182
m , мм	6	5	8	6	5	8	6
u	2	1,5	2	2	2	2,5	2

Вариант № 26



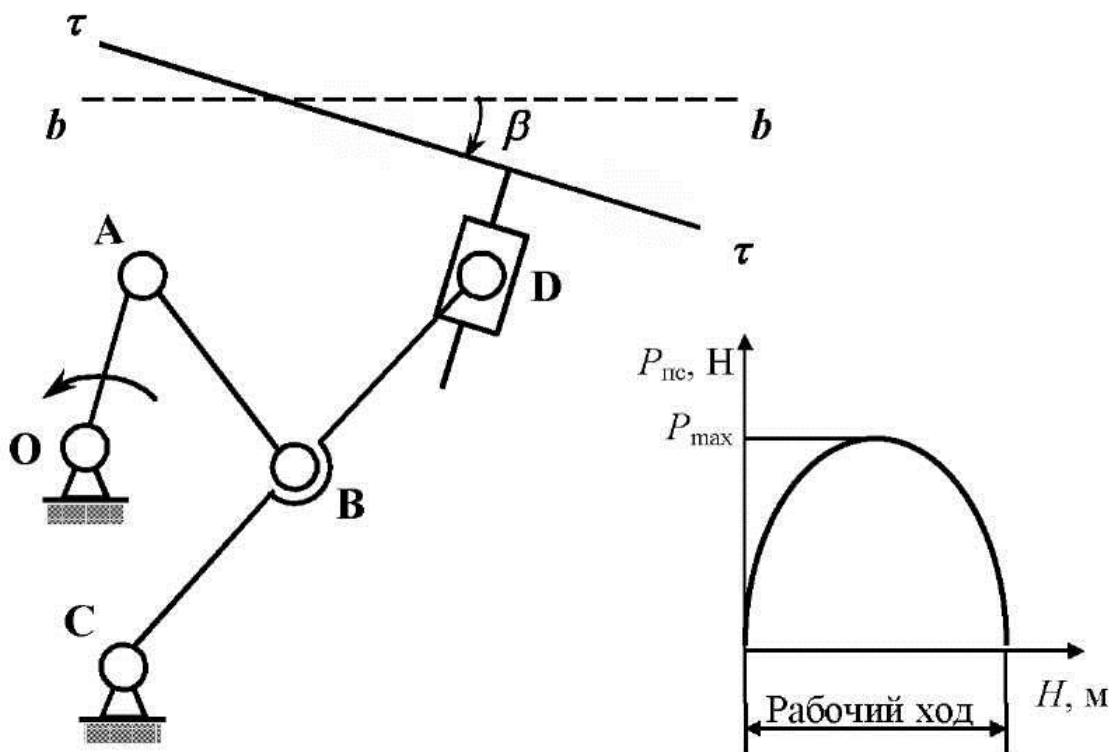
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3
$H, \text{ м}$	0,21	0,23	0,25	0,19	0,17	0,16	0,13
$\beta, \text{ град}$	30	10	35	15	40	20	25
$\omega_1, \text{ рад/с}$	14	15	16	17	18	19	20
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	25	30	25	30	25	30	25
$P_{\max}, \text{ Н}$	700	600	800	750	850	900	950
Кулачковый механизм							
Тип	5	1	2	3	4	5	1
Закон	2	3	4	5	1	3	2
$S, \text{ м}$	0,006	0,034	0,034	0,034	0,034	0,007	0,034
$\alpha_{\max}, \text{ град}$	0	30	35	30	35	0	30
t_v/T	0,16	0,23	0,17	0,22	0,18	0,21	0,19
$t_{\text{дв}}/T$	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
t_b/T	0,24	0,17	0,23	0,18	0,22	0,19	0,20
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{ мм}$	107,5	219	12	128,5	163,5	124,5	146,5
$m, \text{ мм}$	6	8	5	6	8	5	6
u	1,5	2	2	2	1,5	2,5	2

Вариант № 27



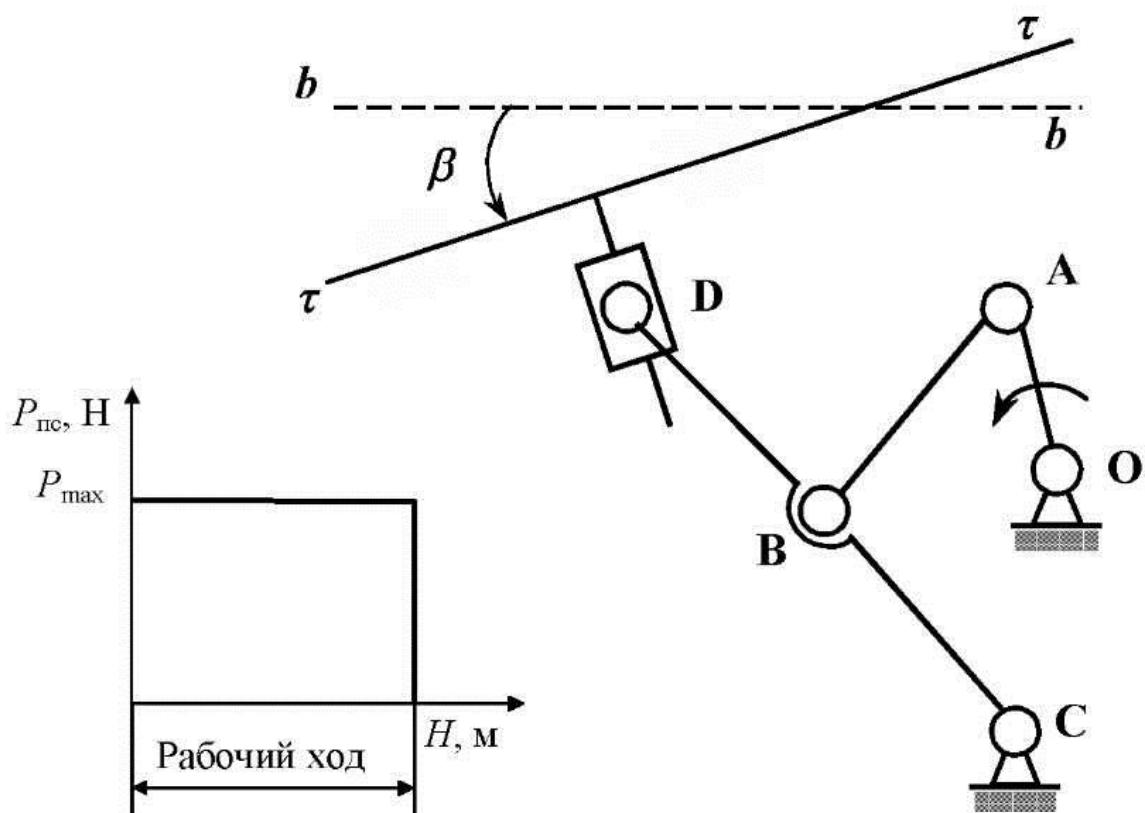
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2
$H, \text{м}$	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$\beta, \text{град}$	40	35	30	25	20	15	10
$\omega_1, \text{рад/с}$	17	22	19	15	13	14	12
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	30	25	30	25	30	25	30
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	900	800	900	800	950	850	950
Кулачковый механизм							
Тип	1	2	3	4	5	1	2
Закон	1	2	3	4	5	1	2
$S, \text{м}$	0,019	0,023	0,017	0,022	0,007	0,018	0,021
$\alpha_{\text{max}}, \text{град}$	35	30	25	25	0	35	30
t_v / T	0,18	0,17	0,19	0,20	0,22	0,21	0,23
$t_{\text{дв}} / T$	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
t_b / T	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,17	0,19
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	199	142	122,5	171	114,5	137,5	195
$m, \text{мм}$	8	5	6	8	5	6	8
u	2,5	2,5	1,5	2	2	2	2

Вариант № 28



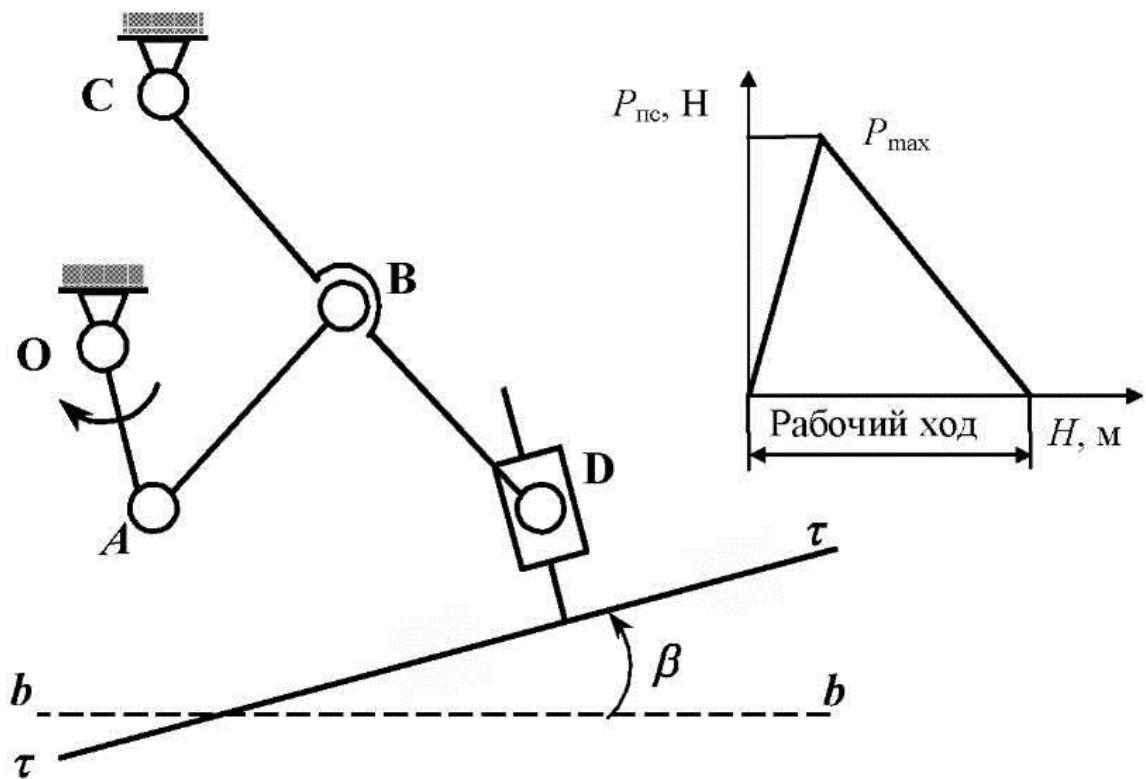
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,3
H , м	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
β , град	35	10	30	15	25	20	40
ω_1 , рад/с	14	19	13	18	15	16	12
P_{max} , Н	800	850	900	950	925	875	825
Кулачковый механизм							
Тип	2	3	4	5	1	2	3
Закон	3	4	5	1	2	3	4
S , м	0,031	0,032	0,033	0,011	0,034	0,035	0,036
α_{max} , град	35	35	30	0	35	30	30
t_v / T	0,23	0,21	0,19	0,17	0,18	0,20	0,22
$t_{\text{дв}} / T$	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
t_b / T	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	183	118,5	150	143	133	156	231
m , мм	8	5	6	8	5	6	8
u	2	2	2,5	1,5	2	2	2

Вариант № 29



Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3
$H, \text{м}$	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
$\beta, \text{град}$	10	40	15	35	20	30	25
$\omega_1, \text{рад/с}$	16	15	14	13	12	11	10
$P_{\text{max}}, \text{Н}$	900	850	800	825	875	925	950
Кулачковый механизм							
Тип	3	4	5	1	2	3	4
Закон	2	3	4	5	1	2	3
$S, \text{м}$	0,032	0,031	0,008	0,03	0,029	0,028	0,027
$\alpha_{\text{ макс}}, \text{град}$	35	30	0	25	30	35	30
t_v/T	0,20	0,22	0,24	0,16	0,17	0,18	0,19
$t_{\text{дв}}/T$	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
t_b/T	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
Зубчатое зацепление							
$a_w, \text{мм}$	142,5	152,5	207	125	164,5	183	152
$m, \text{мм}$	5	6	8	5	6	8	5
u	2	1,5	2	2,5	2	1,5	2

Вариант № 30



Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Рычажный механизм							
k	1,4	13	1,2	1,4	1,3	1,2	1,3
H , м	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
β , град	15	10	20	25	40	35	30
ω_1 , рад/с	17	16	15	14	13	12	11
P_{max} , Н	900	950	925	975	875	850	825
Кулачковый механизм							
Тип	4	5	1	2	3	4	5
Закон	5	4	3	2	1	3	2
S , м	0,04	0,011	0,038	0,04	0,038	0,04	0,009
α_{max} , град	30	0	35	35	30	30	0
t_v/T	0,19	0,20	0,21	0,18	0,17	0,16	0,24
$t_{\text{дв}}/T$	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
t_b/T	0,24	0,16	0,23	0,17	0,22	0,21	0,20
Зубчатое зацепление							
a_w , мм	102	137,5	227	107	118,5	205,5	138
m , мм	5	6	8	5	6	8	5
u	1,5	2	2,5	2	1,5	2	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

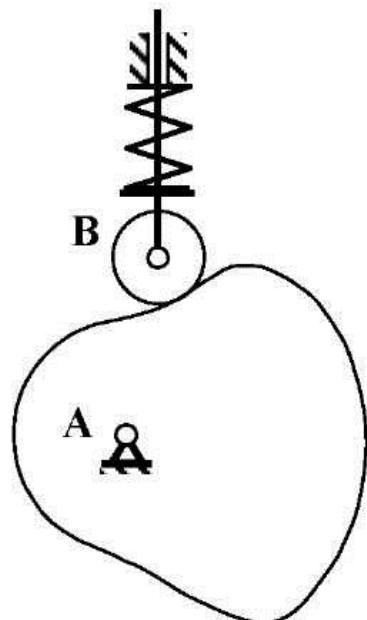
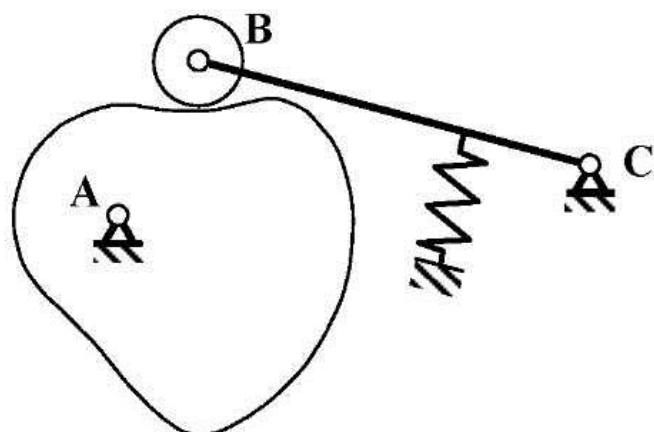
Типы кулачковых механизмов

Тип 1

Кулачковый механизм с роликовым толкателем

Замыкание высшей кинематической пары – силовое.

Направление вращения кулачка соответствует направлению вращения кривошипа рычажного механизма.

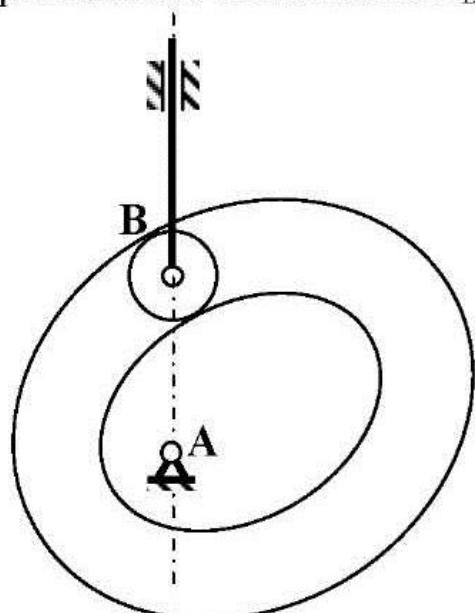


Тип 2

Кулачковый механизм с коромысловым толкателем

Замыкание высшей кинематической пары – силовое.

Направление вращения кулачка соответствует направлению вращения кривошипа рычажного механизма. $L_{BC} = 2,5S_{\max}$.



Тип 3

Кулачковый механизм с роликовым толкателем (центральный)

Замыкание высшей кинематической пары – кинематическое.

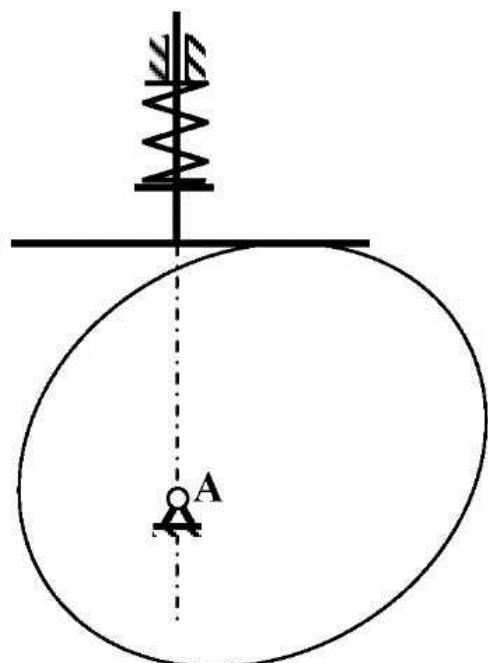
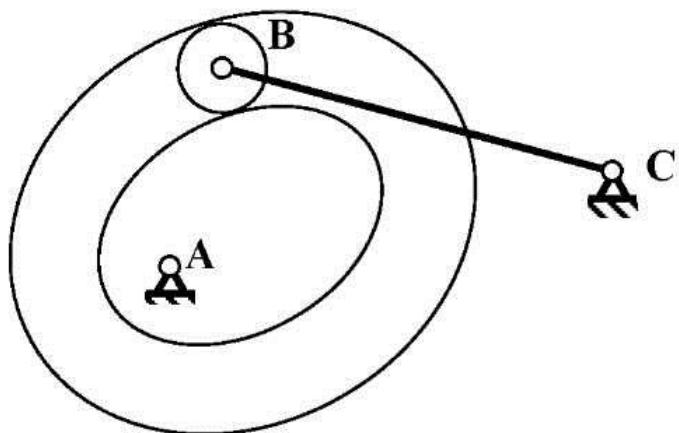
Направление вращения кулачка соответствует направлению вращения кривошипа рычажного механизма.

Тип 4

Кулачковый механизм с коромысловым толкателем

Замыкание высшей кинематической пары – кинематическое.

Направление вращения кулачка соответствует направлению вращения кривошипа рычажного механизма. $L_{BC} = 3S_{\max}$.



Тип 5

Кулачковый механизм с плоским толкателем (центральный)

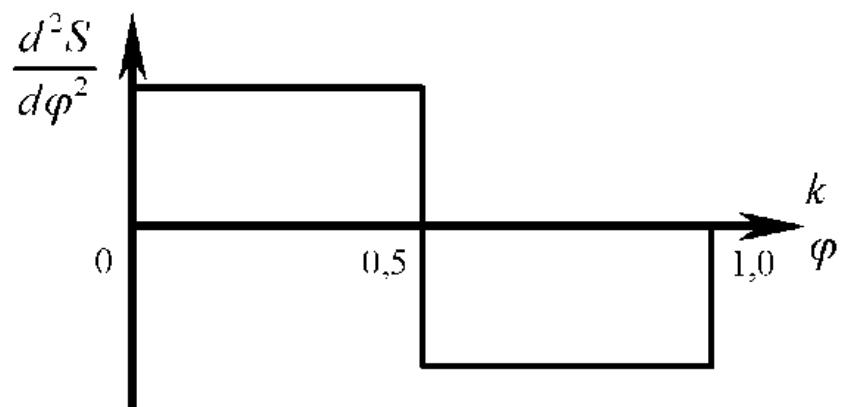
Замыкание высшей кинематической пары – силовое.

Направление вращения кулачка соответствует направлению вращения кривошипа рычажного механизма.

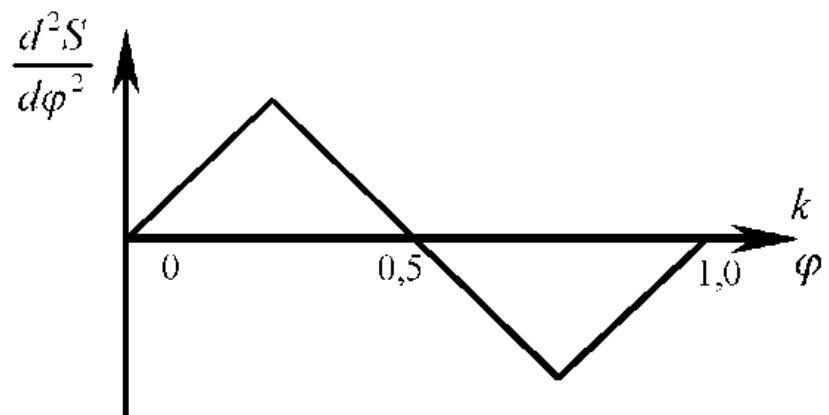
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Законы движения толкателя

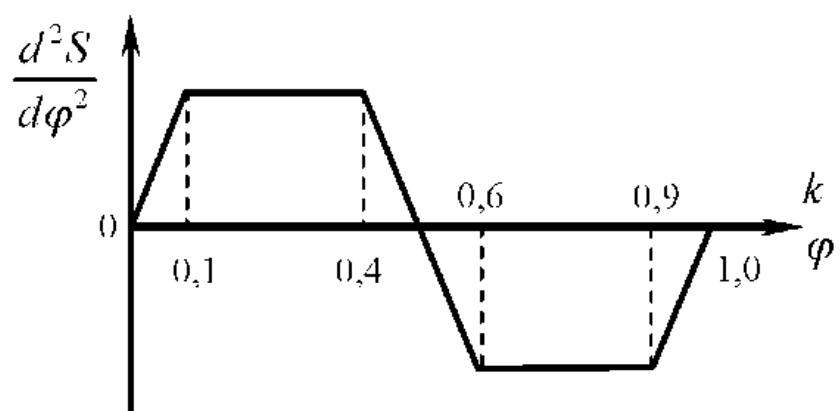
1. Равноускоренный



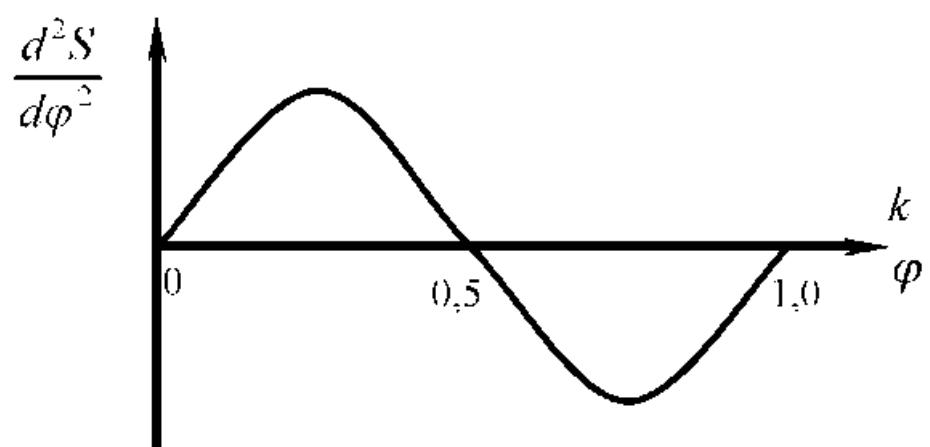
2. Треугольный



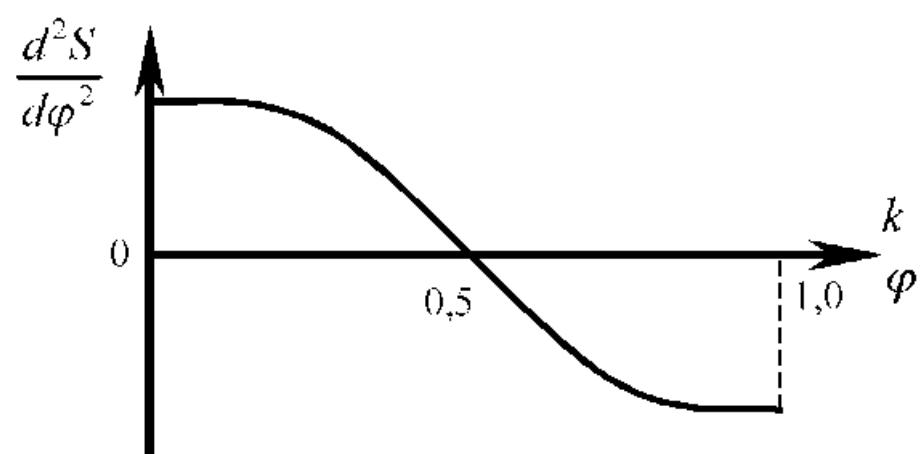
3. Трапециoidalный



4. Синусоидальный



5. Косинусоидальный



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Пример сводной таблицы изменяющихся параметров

Параметр	Положения механизма						
	1	2	3	4	5	6	7
$AB, \text{мм}$	97	139	153	134	65	64	97
$I_{AB}, \text{м}$	0,129	0,185	0,204	0,178	0,086	0,084	0,129
...							
$a_2a_3, \text{мм}$	80	50	6	59	79	14	80
$v_{A_3A_2}, \text{м/с}$	1,34	0,83	0,10	0,98	1,31	0,23	1,33
...							
$\omega_3, \text{рад/с}$	0	5,58	6,48	5,04	2,10	15,69	0
...							
$a_{A_3A_2}^{kop}, \text{м/с}^2$	0	9,26	1,18	9,89	5,51	6,78	0
$a_2k_1, \text{мм}$	0	25	3	23	16	19	0
...							
$\varepsilon_3, \text{рад/с}^2$	224,8	51,1	3,6	65,2	287,7	134,6	224,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Примеры выполнения основных надписей

Основная надпись на чертеже

Изм.	Лист	№ документ	Подп.	Лист	Кинетостатический расчет механизма			Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов							У		
Проф.										
Т.контр.								Лист 1	Листов 1	
Н.контр.										
Чтвд										

Основная надпись первого листа текстового документа

Изм.	Лист	№ документ	Подп.	Лист	Синтез и анализ плоских механизмов			Лист	Лист	Листов
Разраб.	Иванов							У	2	33
Проф.										
Т.контр.										
Н.контр.										
Чтвд										

Основная надпись последующих листов текстового документа

Изм.	Лист	№ документ	Подп.	Лист				Лист
								3

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Пример содержания пояснительной записи

Введение

1. Метрический синтез и кинематическое исследование шарнирного механизма

1.1. Исходные данные и задание к проектированию

1.2. Структурный анализ исследуемого механизма

1.3. Метрический синтез шарнирного механизма

1.4. Построение планов механизма

1.5. Кинематический анализ механизма графоаналитическим методом

1.5.1. Формальный метод составления векторных уравнений для построения планов скоростей и ускорений

1.5.2. Построение планов скоростей

1.5.3. Построение планов ускорений

1.6. Кинематический анализ механизма графическим методом

1.7. Сравнительный анализ методов и результатов кинематического исследования, полученных различными методами

2. Синтез кулачкового механизма

2.1. Исходные данные и задание к проектированию

2.2. Построение диаграммы аналога ускорения движения толкателя

2.3. Построение диаграмм аналогов скорости и перемещения толкателя

2.4. Определение минимального радиуса кулачка

2.5. Построение теоретического профиля кулачка

2.6. Определение радиуса ролика и построение практического профиля кулачка

2.7. Построение диаграммы изменения угла давления в любой момент времени

3. Синтез зубчатого зацепления

3.1. Исходные данные и задание к проектированию

3.2. Определение относительных коэффициентов сдвига для каждого зубчатого колеса

3.3. Определение геометрических параметров зубчатых колес

3.4. Описание построения картины эвольвентного зацепления

3.5. Определение параметров качества зацепления

4. Силовой расчет шарнирного механизма

4.1. Исходные данные и задание к проектированию

4.2. Определение внешних сил, действующих на механизм

4.3. Определение сил инерций и моментов от главных векторов сил инерций

4.4. Методика и порядок силового расчета механизма

4.5. Последовательность расчета каждой структурной группы, входящей в состав механизма и ведущего звена

4.6. Определение уравновешивающей силы с помощью “рычага” Н.Е. Жуковского.