

ОПД.Ф.02.03 ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Пособие по курсовому проектированию для студентов
механических специальностей

Приведены многовариантные задания, изложены общие методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин» и его оформлению в соответствии с требованиями действующих стандартов, дана соответствующая терминология и список рекомендуемой литературы.

Предназначено для использования в работе над курсовыми проектами студентами механических специальностей.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Терминология по курсу теории механизмов и машин.....	5
1.1 Структура механизмов.....	5
1.1.1 Общие понятия.....	5
1.1.2 Виды кинематических пар.....	5
1.1.3 Виды механизмов и звеньев.....	6
1.2 Кинематический анализ механизмов.....	7
1.3 Динамический анализ механизмов.....	8
1.4 Синтез механизмов.....	9
1.5 Основы теории машин.....	10
2 Задания к курсовому проекту.....	11
Задание № 1. Механизм долбежного станка.....	12
Задание № 2. Механизм формовочной машины.....	14
Задание № 3. Механизм качающегося конвейера.....	16
Задание № 4. Механизм зубодолбежного станка.....	18
Задание № 5. Механизм поперечно-строгального станка.....	20
Задание № 6. Механизм сенного пресса.....	22
Задание № 7. Механизм грохота.....	24
Задание № 8. Механизм вязального аппарата.....	26
Задание № 9. Механизм комбайна.....	28
Задание № 10. Механизм комбайна.....	30
Задание № 11. Механизм зубострогального станка для нарезания конических колес.....	32
Задание № 12. Механизм стана холодной калибровки труб.....	34
Задание № 13. Механизм кислородного двухцилиндрового компрессора.....	36
Задание № 14. Механизм двухступенчатого компрессора.....	38
Задание № 15. Механизм гидропульсационной машины.....	40
Задание № 16. Механизм пресс-автомата двойного действия.....	42
Задание № 17. Механизм поперечно-строгального станка.....	44
Задание № 18. Механизм вытяжного пресса.....	46
Задание № 19. Механизм двухступенчатого двухцилиндрового компрессора.....	48
Задание № 20. Механизм привода глубинного насоса.....	50
Задание № 21. Механизм щековой дробилки с простым качанием щеки....	52
Задание № 22. Механизм судового дизельного четырехтактного двигателя внутреннего сгорания.....	54
3 Порядок выполнения курсового проекта.....	56
3.1 Проектирование рычажного механизма по коэффициенту неравномерности движения.....	56
3.2 Силовой расчет рычажного механизма с учетом динамических нагрузок.....	58
3.3 Построение картины эвольвентного зацепления.....	58
4 Правила оформления проекта.....	59
Список литературы.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Теория механизмов и машин (ТММ) – наука об общих методах исследования свойств механизмов и машин и проектирования их схем. Курс ТММ входит в общетехнический цикл дисциплин, формирующих знания инженеров по конструированию, изготовлению и эксплуатации машин.

Важность курса теории механизмов и машин для подготовки инженеров-конструкторов, проектирующих новые механизмы и машины, очевидна, так как общие методы синтеза механизмов, излагаемые в курсе, дают возможность не только находить параметры механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам, но и определять их оптимальные сочетания с учетом многих дополнительных условий.

Большое значение курс ТММ имеет и для подготовки инженеров-механиков по технологии изготовления и эксплуатации машин, так как знание видов механизмов и их кинематических и динамических свойств необходимо для ясного понимания принципов работы отдельных механизмов и их взаимодействия в машине.

Курс ТММ является основой для последующего изучения специальных видов машин. В целях лучшего усвоения теоретического материала и приобретения навыков самостоятельного решения практических инженерных задач студенты выполняют курсовой проект по теории механизмов и машин. В курсовом проекте решается комплексная задача проектирования и исследования взаимосвязанных механизмов, которые являются составными частями машины. В процессе выполнения проекта у студентоврабатываются навыки в проектировании шарнирно-рычажных, зубчатых и других механизмов. Пособие содержит основные разделы курса теории механизмов и машин и способствует закреплению и углублению теоретических знаний.

В первой части пособия даны терминология по курсу ТММ, задания к курсовому проекту, а также сведения о порядке выполнения разделов курсового проекта и правилах его оформления.

1 ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО КУРСУ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

1.1 Структура механизмов

1.1.1 Общие понятия

Механизм – система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других твердых тел.

*** В теории механизмов и машин под твердыми телами понимают как абсолютно твердые, так и деформируемые и гибкие тела.

Звено механизма – твердое тело, входящее в состав механизма.

*** Звено механизма может состоять из нескольких деталей (отдельно изготовленных частей механизма), не имеющих между собой относительного движения.

Стойка – звено, принимаемое за неподвижное.

Входное звено – звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев.

Выходное звено – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм.

Начальное звено – звено, которому приписывается одна или несколько обобщенных координат механизма.

Обобщенная координата механизма – каждая из независимых между собой координат, определяющих положение всех звеньев механизма относительно сложки.

Число степеней свободы механизма – число независимых вариаций обобщенных координат механизма.

Кинематическая пара – соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение.

Элемент кинематической пары – совокупность поверхностей, линий и отдельных точек звена, по которым оно может соприкасаться с другим звеном, образуя кинематическую пару.

Кинематическая цепь – система звеньев, связанных между собой кинематическими парами.

Структурная схема механизма – схема механизма, указывающая стойку, подвижные звенья, виды кинематических пар и их взаимное расположение.

1.1.2 Виды кинематических пар

Одно-, двух-, трех-, четырех-, пятиподвижная пара – кинематическая пара с одной, двумя, тремя, четырьмя, пятью степенями свободы в относительном движении ее звеньев.

Класс кинематической пары – число связей, наложенных на относительное движение звеньев.

Поступательная пара – одноподвижная пара, допускающая прямолинейно-поступательное движение одного звена относительно другого.

Вращательная пара – одноподвижная пара, допускающая вращательное движение одного звена относительно другого.

Винтовая пара – одноподвижная пара, допускающая винтовое движение одного звена относительно другого.

Цилиндрическая пара – двухподвижная пара, допускающая вращательное и поступательное (вдоль оси вращения) движения одного звена относительно другого.

Двухподвижная сферическая пара – двухподвижная пара, допускающая сферическое движение одного звена относительно другого.

Трехподвижная сферическая пара – трехподвижная пара, допускающая сферическое движение одного звена относительно другого.

Низшая пара – кинематическая пара, в которой требуемое относительное движение звеньев может быть получено постоянным соприкосновением ее элементов по поверхности.

*** *Фактическое соприкосновение звеньев, образующих низшую пару, может быть как по поверхности, так и по линиям и в точках.*

Высшая пара – кинематическая пара, в которой требуемое относительное движение звеньев может быть получено только соприкосновением ее элементов по линиям и в точках.

1.1.3 Виды механизмов и звеньев

Плоский механизм – механизм, подвижные звенья которого совершают плоское движение, параллельное одной и той же неподвижной плоскости.

*** *Все остальные механизмы относятся к «пространственным механизмам».*

Сферический механизм – механизм, в котором все постоянные и мгновенные оси вращения звеньев пересекаются в одной точке.

Рычажный механизм – механизм, звенья которого образуют только вращательные, поступательные, цилиндрические и сферические пары.

Шарнирный механизм – механизм, звенья которого образуют только вращательные пары.

Крикошип – вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси.

Коромысло – вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот вокруг неподвижной оси.

Шатун – звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.

Ползун – звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.

Кулиса – звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару.

*** В зависимости от степени протяженности элемента поступательной пары различают следующие звенья: «камень» – звено, имеющее меньшую протяженность элемента поступательной пары, и «направляющая» – звено, имеющее большую протяженность элемента поступательной пары.

Шарнирный четырехзвенник – шарнирный четырехзвенный механизм.

Кривошипно-коромысловый механизм – шарнирный четырехзвенник, в состав которого входит кривошип и коромысло.

Кривошипно-ползунный механизм – рычажный четырехзвенный механизм, в состав которого входят кривошип и ползун.

Коромысло-ползунный механизм – рычажный четырехзвенный механизм, в состав которого входят коромысло и ползун.

Кулисный механизм – рычажный механизм, в состав которого входит кулиса.

Кулачок – звено, имеющее элемент высшей пары, выполненный в виде поверхности переменной кривизны.

Кулачковый механизм – механизм, в состав которого входит кулачок.

Передаточный механизм – механизм для воспроизведения заданной функциональной зависимости между перемещениями звеньев, образующих кинематические пары со стойкой.

Направляющий механизм – механизм для воспроизведения заданной траектории точки звена, образующего кинематические пары только с подвижными звеньями.

Выстой – длительная остановка выходного звена при непрерывном движении входного звена.

Шаговый механизм – механизм, в котором выходное звено совершает движение в одном направлении с периодическими остановками.

1.2 Кинематический анализ механизмов

Кинематический анализ механизма – определение движения звеньев механизма по заданному движению начальных звеньев.

Кинематическая схема механизма – структурная схема механизма с указанием размеров звеньев, необходимых для кинематического анализа механизма.

Шатунная кривая – траектория, описываемая какой-либо точкой шатуна.

Крайнее положение звена – положение звена, из которого оно может двигаться только в одном направлении.

Крайнее положение механизма – положение механизма, при котором хотя бы одно звено механизма занимает крайнее положение.

Масштабный коэффициент – отношение численного значения физической величины в свойственных ей единицах к длине отрезка в миллиметрах, изображающего эту величину (на схеме, графике и т.п.).

Передаточное отношение – отношение угловых скоростей звеньев.

*** При параллельных осях вращения передаточное отношение считается положительным при одинаковом направлении угловых скоростей звеньев, при

непараллельных осях вращения передаточное отношение равно отношению модулей угловых скоростей звеньев.

Аналог скорости точки – производная радиуса-вектора точки по обобщенной координате механизма.

Аналог угловой скорости звена – первая производная угла поворота звена по обобщенной координате механизма.

Аналог ускорения точки – вторая производная радиуса-вектора точки по обобщенной координате механизма.

Аналог углового ускорения звена – вторая производная угла поворота звена по обобщенной координате механизма.

Коэффициент изменения средней скорости выходного звена – отношение средних скоростей выходного звена за время его движения в прямом и обратном направлениях.

1.3 Динамический анализ механизмов

Динамический анализ механизма – определение движения звеньев механизма по приложенными к ним силам или определение сил по заданному движению звеньев.

Приведенная сила – сила, условно приложенная к одной из точек механизма (точке приложения) и определяемая из равенства элементарной работы этой силы сумме элементарных работ сил и пар сил, действующих на звенья механизма.

*** Различают «приведенную движущую силу», «приведенную силу сопротивления», «приведенную силу инерции» и др.

Приведенная пара сил – пара сил, условно приложенная к одному из звеньев механизма (звену приведения) и определяемая из равенства элементарной работы этой пары сил сумме элементарных работ сил и пар сил, действующих на звенья механизма.

*** Различают «приведенную пару движущих сил», «приведенную пару сил сопротивления», «приведенную пару сил инерции» и др.

Приведенный момент сил – момент приведенной пары сил.

Приведенная масса механизма – масса, которую надо сосредоточить в данной точке механизма (точке приведения), чтобы кинетическая энергия этой материальной точки равнялась сумме кинетических энергий всех звеньев механизма.

Приведенный момент инерции механизма – момент инерции, которым должно обладать одно из звеньев механизма (звено приведения) относительно оси его вращения, чтобы кинетическая энергия этого звена равнялась сумме кинетических энергий всех звеньев механизма.

Ведущее звено – звено, для которого элементарная работа приложенных к нему внешних сил положительна.

Ведомое звено – звено, для которого элементарная работа приложенных к нему внешних сил отрицательна или равна нулю.

Установившееся движение механизма – движение механизма, при котором его кинетическая энергия является периодической функцией времени.

Цикл установившегося движения механизма – период изменения кинетической энергии.

Коэффициент неравномерности движения механизма – отношение разности максимального и минимального значений обобщенной скорости механизма к ее среднему значению за один цикл установившегося движения механизма.

Полезная работа механизма – работа движущих сил за вычетом работы, затраченной на преодоление сил вредного сопротивления в механизме.

Цикловой коэффициент полезного действия механизма – отношение полезной работы к работе движущих сил за цикл установившегося движения механизма.

Мгновенный коэффициент полезного действия механизма – взятое с обратным знаком отношение мощности внешних сил на ведомом звене к мощности внешних сил на ведущем звене, определяемое из условий статического равновесия механизма с учетом сил трения в кинематических парах.

1.4 Синтез механизмов

Синтез механизма – проектирование схемы механизма по заданным его свойствам.

Структурный синтез механизма – проектирование структурной схемы механизма.

Кинематический синтез механизма – проектирование кинематической схемы механизма.

Динамический синтез механизма – проектирование кинематической схемы механизма с учетом его динамических свойств.

Функция положения механизма – зависимость координаты выходного звена от обобщенных координат механизма.

Отклонение от заданной функции – разность между функцией, воспроизведенной механизмом, и заданной функцией.

Полное уравновешивание врачающегося звена – распределение масс врачающегося звена, устраняющее давление от сил инерции этого звена на стойку.

Статическое уравновешивание врачающегося звена – распределение масс врачающегося звена, переводящее его центр масс на ось вращения.

Уравновешенный механизм – механизм, для которого главный вектор и главный момент сил давления стойки на фундамент (или опору стойки) остаются постоянными при заданном движении начальных звеньев.

Уравновешивание механизма – распределение масс звеньев или подбор внешних сил, действующих на звенья механизма, при которых механизм становится уравновешенным.

Уравновешивание масс механизма – распределение масс звеньев, устраняющее давление стойки на фундамент (или опору стойки) от сил инерции звеньев.

Статическое уравновешивание масс механизма – распределение масс звеньев, переводящее его центр масс в точку, неподвижную относительно стойки.

1.5 Основы теории машин

Машина – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека.

*** Под материалами понимаются обрабатываемые предметы, перемещаемые грузы и т. д.

Машина-автомат – машина, в которой все преобразования энергии, материалов и информации выполняются без непосредственного участия человека.

Энергетическая машина – машина, предназначенная для преобразования энергии.

Машина-двигатель – энергетическая машина, предназначенная для преобразования энергии любого вида в механическую энергию твердого тела.

Машина-генератор – энергетическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии твердого тела в энергию любого вида.

Гидромашина – энергетическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии твердого тела в механическую энергию жидкости (или наоборот).

Пневмомашина – энергетическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии твердого тела в механическую энергию газа (или наоборот).

Технологическая машина – машина, предназначенная для преобразования обрабатываемого предмета, состоящего в изменении его размеров, формы, свойств или состояния.

Транспортная машина – машина, предназначенная для перемещения людей и грузов.

Информационная машина – машина для получения и преобразования информации.

Автоматическая линия – совокупность машин-автоматов, соединенных между собой автоматическими транспортными устройствами и предназначенных для выполнения определенного технологического процесса.

Привод машины – система, состоящая из двигателя и связанных с ним устройств для приведения в движение одного или нескольких твердых тел, входящих в состав машины.

Исполнительный орган машины – твердое тело, выполняющее в технологических машинах заданные перемещения с целью изменения или контроля формы, размеров и свойств обрабатываемого предмета.

Такт движения – промежуток времени, в течение которого не меняется состояние (наличие или отсутствие движений) ни одного из исполнительных органов.

Тактограмма машины – схема согласованности перемещений исполнительных органов в зависимости от их положения.

Циклограмма машины – схема согласованности перемещений исполнительных органов в зависимости от времени.

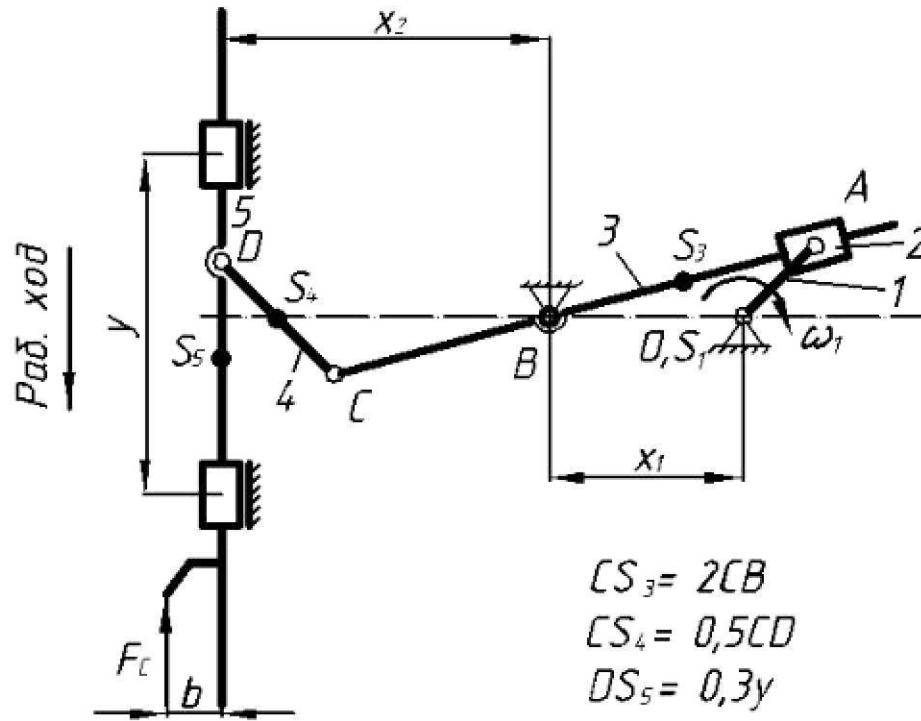
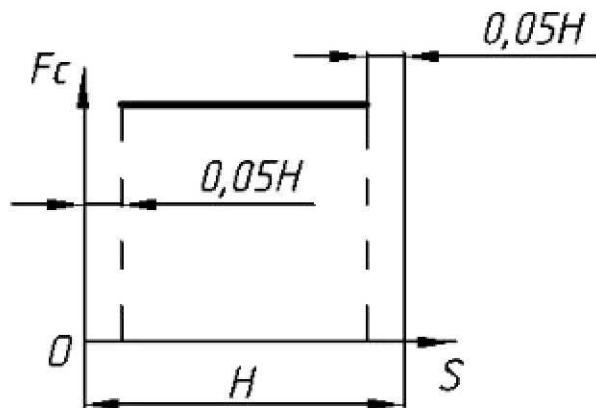
Программа машины – совокупность предписаний, обеспечивающих выполнение технологического процесса в машине.

Система управления машины – система, обеспечивающая согласованность перемещений всех исполнительных органов в соответствии с заданной программой машины.

2 ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Задание и вариант следует выбирать по двум последним цифрам номера зачеткой книжки. Например, студент с номером зачетной книжки 58645 выполняет задание 5, вариант 4. Если номер зачетной книжки 58610, то выбирается задание 10, вариант 1. Если предпоследняя цифра 0, следует выполнять 10-й вариант задания. По усмотрению преподавателя схема механизма и числовые значения могут быть заменены.

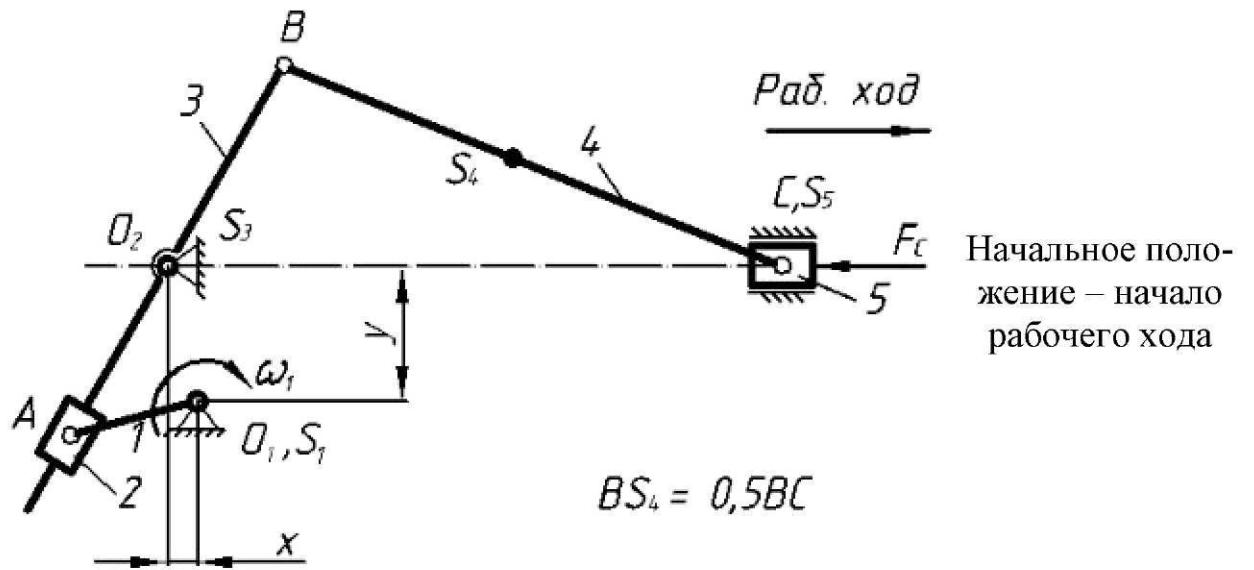
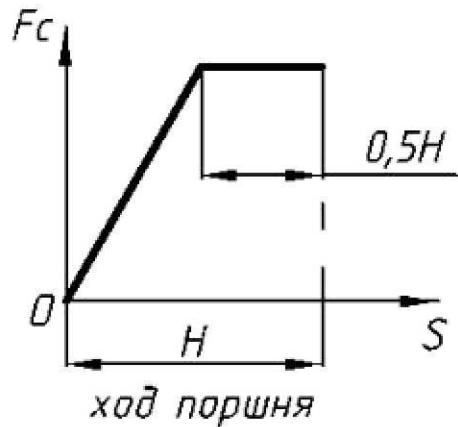
Задание №1. Механизм долбяжного станка



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,08	0,10	0,11	0,09	0,05	0,07	0,09	0,08	0,08	0,10
	$x_1 = 2x_2$	м	0,15	0,19	0,19	0,21	0,10	0,13	0,20	0,15	0,22	0,20
	y	м	0,16	0,20	0,22	0,18	0,12	0,14	0,18	0,16	0,18	0,20
	l_{BC}	м	0,10	0,12	0,13	0,15	0,11	0,09	0,17	0,11	0,14	0,12
	l_{CD}	м	0,10	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,12
	b	м	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	157,0	168,0	225,0	168,0	270,0	252,0	250,0	238,0	160,0	305,0
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	9,50	11,00	8,00	12,00	15,00	6,50	18,50	16,00	14,00	20,00
	m_3	кг	22,00	25,00	20,00	18,00	17,00	18,00	25,00	20,00	18,00	25,00
	m_4	кг	4,50	5,00	4,00	4,00	3,50	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00
	m_5	кг	45,00	45,00	40,00	40,00	35,00	40,00	45,00	40,00	40,00	50,00
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	кг·м ²	0,50	0,50	0,50	0,40	0,30	0,40	0,50	0,40	0,30	0,50
	J_{S3}	кг·м ²	0,70	0,80	0,80	0,60	0,50	0,70	0,70	0,60	0,50	0,80
	J_d	кг·м ²	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,04	0,03
Макс. Усилие резания	F_C	кН	1,60	1,50	2,00	1,60	1,50	1,60	1,20	2,00	2,50	2,00
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	30	60	120	150	210	240	300	330	120	150
Число зубьев колес	z_1	—	14	13	12	15	11	14	12	14	13	11
	z_2	—	22	26	18	28	22	28	15	26	26	24
Модуль зубчатых колес	m	мм	5	5	5	4,5	6	5	6	5	4,5	6

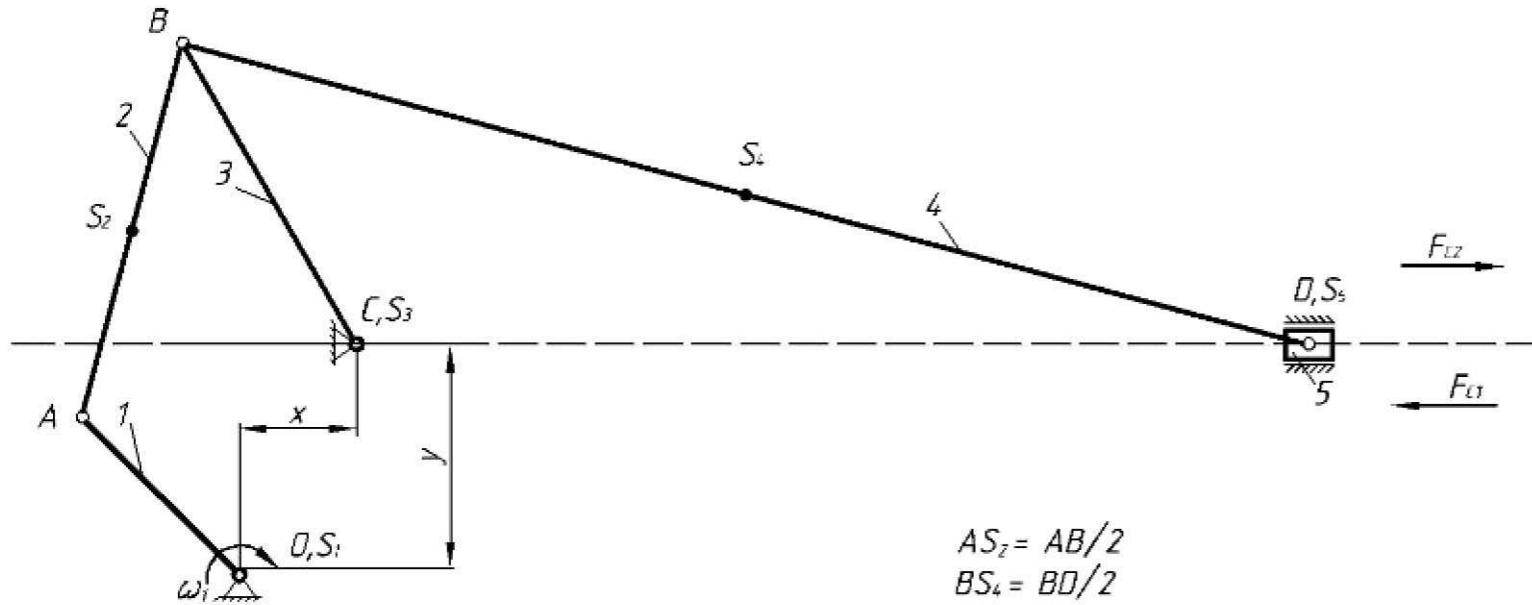
Задание №2. Механизм формовочной машины



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	x	м	0,07	0,09	0,10	0,07	0,08	0,00	0,05	0,04	0,03	0,06
	y	м	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,12	0,14	0,10	0,14	0,12
	l_{O1A}	м	0,15	0,18	0,20	0,14	0,16	0,25	0,30	0,20	0,30	0,25
	l_{O2B}	м	0,22	0,25	0,28	0,20	0,23	0,40	0,48	0,32	0,50	0,42
	l_{BC}	м	0,60	0,75	0,80	0,55	0,65	1,00	1,2'0	0,80	1,20	1,00
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	5,00	5,20	6,00	4,50	4,70	4,00	3,80	3,90	4,60	5,20
	m_4	кг	12,00	13,00	15,00	11,00	12,00	11,00	10,00	10,00	13,00	14,00
	m_5	кг	25,00	26,00	30,00	22,00	24,00	20,00	19,00	21,00	24,00	30,00
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,25	0,30	0,28	0,20	0,23	0,20	0,18	0,20	0,25	0,30
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,31	0,28	0,32	0,30	0,32	0,33	0,29	0,31	0,40	0,42
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,60	0,50	0,62	0,60	0,63	0,64	0,51	0,50	0,60	0,70
	$J_{Д}$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Максимальное усилие формования	F_C	Н	600,0	700,0	750,0	580,0	680,0	400,0	450,0	500,0	550,0	620,0
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	300	210	60	120	150	240	30	60	120	150
Число зубьев колес	z_1	—	13	10	13	14	12	13	12	10	11	12
	z_2	—	26	30	26	33	24	39	26	25	25	26
Модуль зубчатых колес	m	мм	6	5	4	5	6	6	7	4	5	5

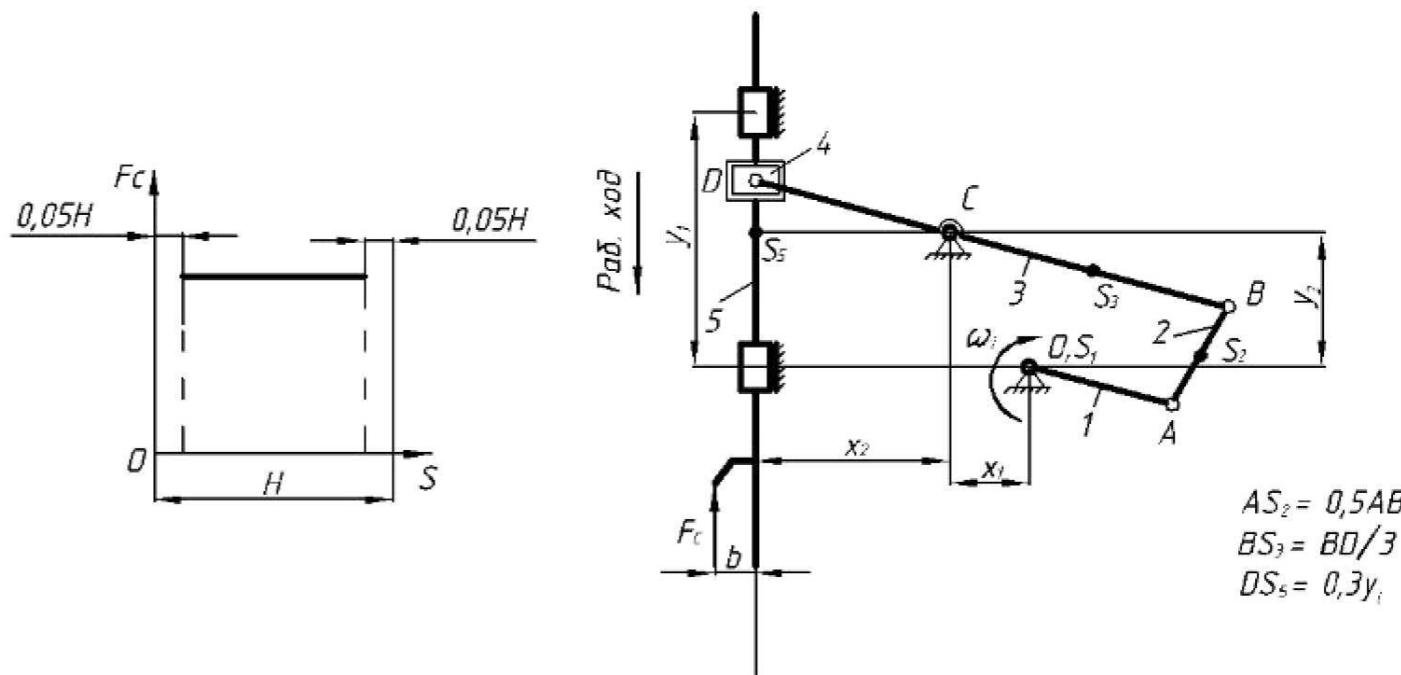
Задание №3. Механизм качающегося конвейера



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,12	0,10	0,14	0,09	0,10	0,12	0,10	0,14	0,12	0,10
	l_{AB}	м	0,40	0,45	0,28	0,38	0,46	0,46	0,38	0,28	0,55	0,40
	l_{BC}	м	0,33	0,40	0,35	0,30	0,33	0,39	0,32	0,35	0,40	0,30
	x	м	0,33	0,35	0,32	0,30	0,34	0,33	0,29	0,32	0,41	0,30
	y	м	0,06	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,07	0,30
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	104,0	147,0	167,0	162,0	210,0	216,0	136,0	157,0	140,0	315,0

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	20,0	18,0	16,0	17,0	20,0	18,0	18,0	16,0	25,0	17,0
	m_4	кг	100,0	90,0	80,0	90,0	90,0	100,0	80,0	100,0	90,0	90,0
	m_5	кг	500,0	450,0	400,0	450,0	500,0	500,0	450,0	400,0	500,0	450,0
Масса перемещаемого материала	m_m	кг	900,0	900,0	800,0	920,0	900,0	900,0	950,0	800,0	980,0	950,0
Моменты инерции звеньев	J_{01}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	1,00	1,10	1,00	1,20	1,00	1,10	1,20	1,00	1,50	1,20
	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,50	0,60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,40	0,80	0,50
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10	1,20	1,00	1,50	1,10
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	40,0	42,0	35,0	40,0	38,0	42,0	45,0	35,0	45,0	40,0
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
Сила сопротивления при движении желоба слева направо	F_{C1}	кН	1,50	1,40	1,20	1,50	1,40	1,40	1,60	1,20	1,70	1,50
Сила сопротивления при обратном ходе желоба	F_{C2}	кН	4,00	3,80	3,50	4,00	3,80	3,80	4,50	3,50	4,60	4,00
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,01	0,09
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	150	120	60	30	210	240	300	330	30	60
Число зубьев колес	z_1	—	9	10	9	11	10	12	10	12	11	10
	z_2	—	25	30	29	33	28	36	30	36	27	30
Модуль зубчатых колес	m	мм	8	8	7	8	9	9	10	10	11	9

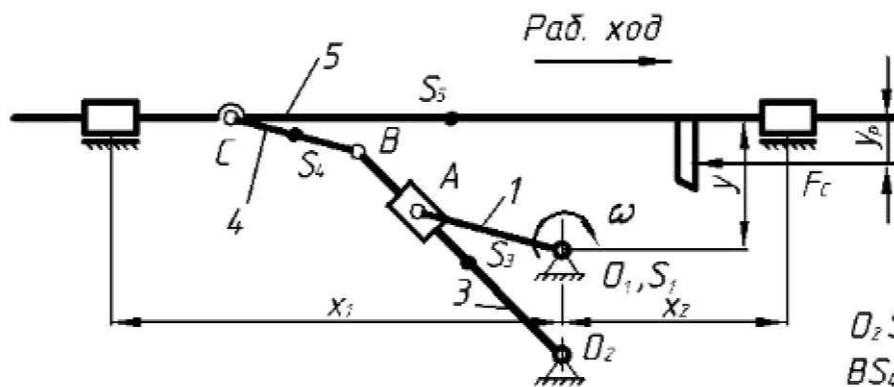
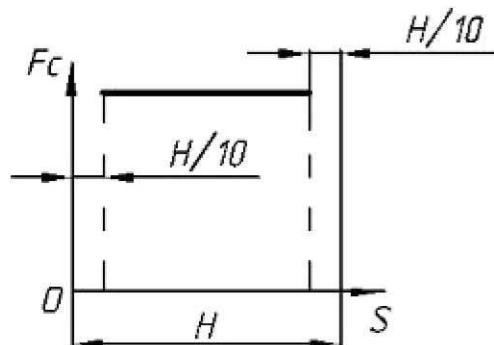
Задание №4. Механизм зубодолбечного станка



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,15	0,10	0,16	0,20	0,12	0,14	0,10	0,15	0,20	0,25
	l_{AB}	м	0,65	0,43	0,68	0,87	0,52	0,61	0,43	0,65	0,87	1,10
	l_{BC}	м	0,65	0,43	0,68	0,87	0,52	0,61	0,43	0,65	0,87	1,10
	l_{CD}	м	0,23	0,15	0,25	0,31	0,18	0,21	0,15	0,23	0,31	0,38
	b	м	0,05	0,07	0,08	0,06	0,09	0,04	0,10	0,05	0,07	0,06
	x_1	м	0,75	0,50	0,80	1,00	0,60	0,70	0,50	0,75	1,00	1,25
	x_2	м	0,24	0,16	0,27	0,32	0,19	0,22	0,16	0,24	0,32	0,40
	y_1	м	0,60	0,40	0,64	0,80	0,48	0,56	0,40	0,60	0,80	1,00
	y_2	м	0,55	0,38	0,60	0,72	0,40	0,36	0,30	0,50	0,70	0,80

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	5,00	4,00	5,10	6,00	4,00	4,20	4,00	5,00	6,00	6,30
	m_3	кг	6,00	5,00	6,20	7,00	5,00	5,30	5,00	6,00	7,00	7,20
	m_5	кг	24,00	18,00	25,00	25,00	18,00	23,00	18,00	24,00	24,00	27,00
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,30	0,20	0,31	0,36	0,22	0,34	0,20	0,30	0,36	0,38
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,07	0,05	0,07	0,08	0,06	0,06	0,05	0,08	0,09	0,07
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,10	0,12	0,14	0,10	0,12	0,10	0,13	0,15	0,16
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08
Макс. усилие резания	F_C	кН	1,35	1,45	1,75	2,4	1,2	1,5	1,8	1,6	2,1	3,0
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	330	300	240	210	150	120	60	30	210	240
Число зубьев колес	z_1	—	12	12	10	13	9	14	11	12	13	10
	z_2	—	24	27	20	20	18	22	22	18	26	17
Модуль зубчатых колес	m	мм	8	6	8	8	10	8	8	8	6	10

Задание №5. Механизм поперечно-строгального станка



Начальное положение – крайнее правое положение звена 5

$$O_2 S_3 = 0,5 O_2 B$$

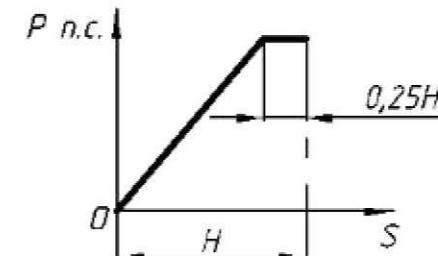
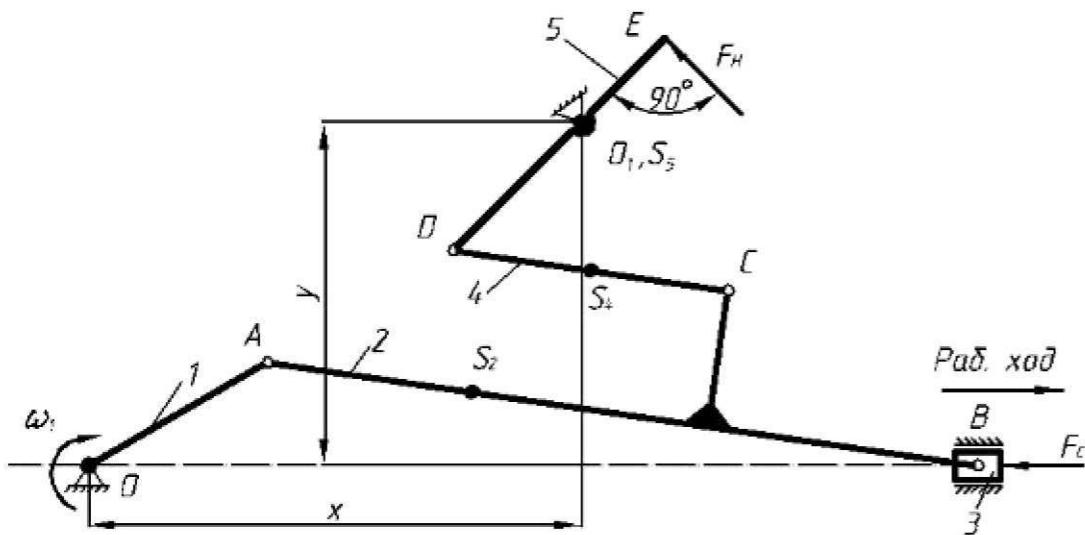
$$B S_4 = 0,5 C B$$

$$C S_5 = 0,3 H$$

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	$l_{O_1 A}$	м	0,09	0,10	0,12	0,11	0,13	0,15	0,14	0,12	0,16	0,10
	$l_{O_1 O_2}$	м	0,65	0,72	0,45	0,41	0,43	0,50	0,40	0,44	0,37	0,70
	$l_{O_2 B}$	м	1,15	1,27	0,83	0,76	0,81	0,93	0,77	0,80	0,68	1,25
	$l_{B C}$	м	0,40	0,44	0,29	0,27	0,28	0,32	0,28	0,30	0,24	0,40
	y	м	0,50	0,55	0,37	0,33	0,36	0,41	0,34	0,38	0,28	0,55
	$x_1 = 1,3x_2$	м	0,65	0,65	0,55	0,50	0,55	0,60	0,50	0,55	0,55	0,60
	y_d	м	0,10	0,11	0,08	0,07	0,10	0,11	0,08	0,08	0,10	0,10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	93,0	140,0	105,0	145,0	122,0	137,0	146,0	143,0	131,0	112,0

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	20,00	21,00	18,00	17,00	16,00	20,00	15,00	19,00	14,00	20,00
	m_3	кг	5,00	5,50	4,00	4,00	4,00	5,00	3,00	4,00	3,00	5,50
	m_4	кг	3,60	3,80	2,00	2,50	3,00	3,75	1,50	2,75	3,50	5,00
	m_5	кг	72,00	75,00	68,00	65,00	62,00	70,00	58,00	65,00	52,00	70,00
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,25	0,28	0,24	0,20	0,15	0,25	0,20	0,20	0,20	0,25
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	1,60	1,80	1,20	1,20	1,10	1,50	0,90	1,20	0,70	1,70
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	0,02	0,04	0,02	0,05
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,05	0,05	0,04	0,05	0,1	0,05	0,1	0,04	0,1	0,05
Макс. усилие резания	F_C	кН	1,80	2,00	2,00	1,80	1,60	1,80	0,20	2,00	1,80	2,00
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,06	0,04	0,05	0,03
Положение кривошипа при силовом расчете	ϕ_1	град.	150	210	240	300	330	30	60	120	150	60
Число зубьев колес	z_1	—	11	13	12	10	13	11	14	15	10	16
	z_2	—	24	26	25	26	26	25	23	28	28	24
Модуль зубчатых колес	m	мм	8	8	10	8	8	8	10	8	8	8

Задание №6. Механизм сенного пресса

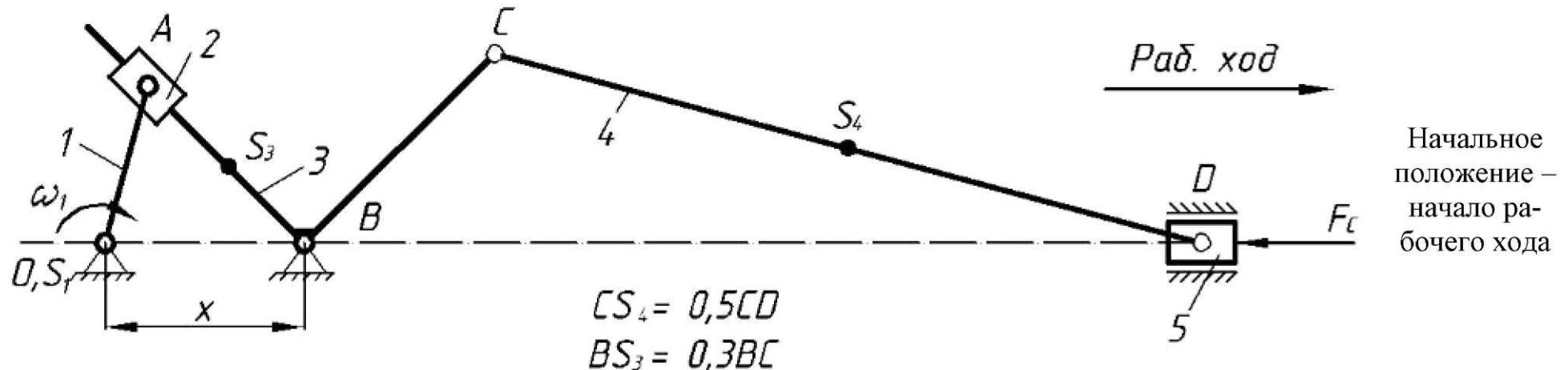


Начальное положение – начало рабочего хода

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,30	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,28	0,32	0,43	0,48
	l_{AB}	м	1,02	1,19	1,25	1,36	1,43	1,52	0,95	1,09	1,46	1,63
	l_{AC}	м	0,60	0,70	0,75	0,80	0,84	0,90	0,56	0,64	0,86	0,96
	l_{CB}	м	0,45	0,53	0,56	0,60	0,63	0,68	0,42	0,48	0,64	0,72
	l_{CD}	м	0,42	0,48	0,52	0,56	0,59	0,63	0,38	0,45	0,60	0,67
	l_{OID}	м	0,22	0,25	0,28	0,29	0,30	0,33	0,21	0,23	0,31	0,35
	l_{OIE}	м	0,52	0,60	0,65	0,69	0,72	0,78	0,34	0,56	0,75	0,83
	x	м	0,57	0,66	0,71	0,76	0,80	0,85	0,53	0,61	0,62	0,91
	y	м	0,58	0,67	0,72	0,77	0,88	0,87	0,54	0,62	0,83	0,92

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	60,00	48,00	63,00	61,00	72,00	130,0	55,00	84,00	110,0	48,00
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	10,00	14,00	17,00	18,00
	m_3	кг	40,00	42,00	45,00	46,00	50,00	50,00	35,00	36,00	50,00	55,00
	m_4	кг	3,20	3,30	3,40	3,50	4,00	4,40	4,50	2,80	5,00	5,00
	m_5	кг	10,00	11,00	12,00	12,00	13,00	13,00	9,00	10,00	14,00	14,00
Моменты инерции звеньев	J_{01}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,65	0,66	0,67	0,68	0,7	0,4	0,41	0,65	0,68	0,72
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,42	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,32	0,36	0,54	0,56
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,04	0,05	0,06	0,08
	J_{S5}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,10	0,12	0,20	0,22
Сила сопротивления при движении пресса слева направо	F_{C1}	кН	30	25	27	33	20	17	18	25	27	28
Сила сопротивления при обратном ходе пресса	F_{C2}	кН	3	2,8	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,1	0,12	0,14	0,11	0,12	0,13	0,1	0,14	0,1	0,12
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	60	30	120	210	240	330	150	300	210	120
Число зубьев колес	z_1	–	15	12	14	11	13	15	12	13	11	14
	z_2	–	30	24	28	24	26	30	24	26	23	28
Модуль зубчатых колес	m	мм	10	14	11	13	12	10	13	12	14	11

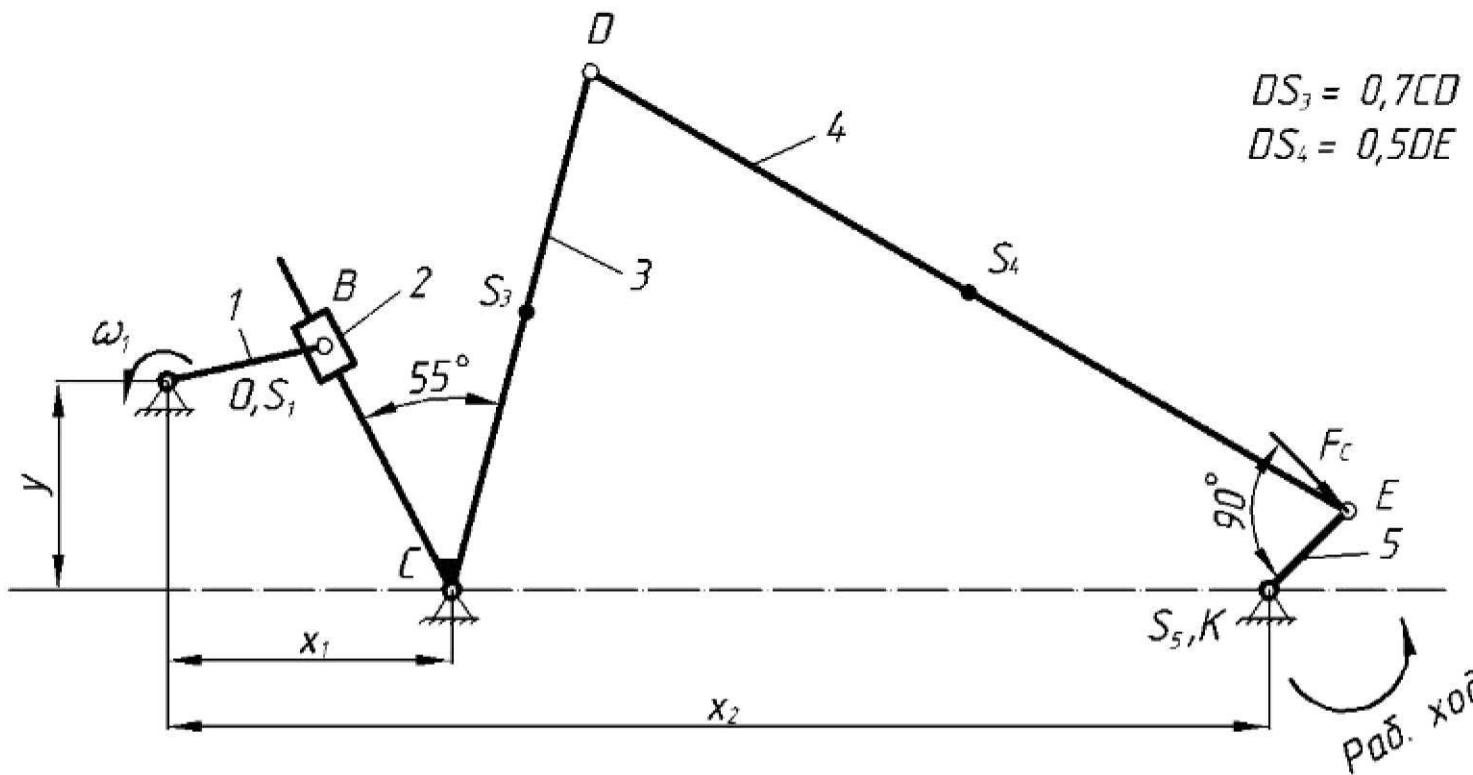
Задание №7. Механизм грохота



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,30	0,25	0,20	0,35	0,40	0,20	0,25	0,28	0,18	0,30
	l_{BC}	м	0,24	0,20	0,16	0,28	0,32	0,15	0,18	0,20	0,13	0,22
	l_{CD}	м	1,05	0,90	0,70	1,25	1,40	0,80	1,00	1,15	0,75	1,20
	x	м	0,09	0,08	0,06	0,11	0,12	0,10	0,15	0,08	0,08	0,06
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	15,00	10,00	12,00	25,00	8,00	10,00	15,00	25,00	10,00	14,00
	m_3	кг	10,00	8,00	6,00	10,00	12,00	11,00	7,00	9,00	10,00	12,00
	m_4	кг	15,00	16,00	14,00	18,00	20,00	14,00	16,00	20,00	13,00	15,00
	m_5	кг	200,0	250,0	180,0	300,0	350,0	180,0	250,0	220,0	280,0	140,0
Моменты инерции звеньев	J_{01}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,52	0,50	0,50	0,55	0,60	0,50	0,55	0,60	0,45	0,52
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	1,60	1,40	1,00	1,80	2,00	1,20	1,30	1,40	0,80	1,50
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	3,50	3,00	2,80	4,00	4,50	2,80	3,00	4,00	2,60	3,50
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,15	0,25	0,15	0,15	0,20	0,20	0,15	0,25	0,15	0,20
Максимальное усилие грохочения	F_C	Н	400,0	500,0	350,0	600,0	700,0	350,0	500,0	550,0	400,0	650,0
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	120	30	60	150	330	210	240	300	210	30
Число зубьев колес	z_1	—	12	13	14	12	13	14	12	13	14	12
	z_2	—	28	36	38	29	26	33	34	31	36	34
Модуль зубчатых колес	m	мм	3,5	3	3	4	4,5	3,5	4	3,5	3,5	3

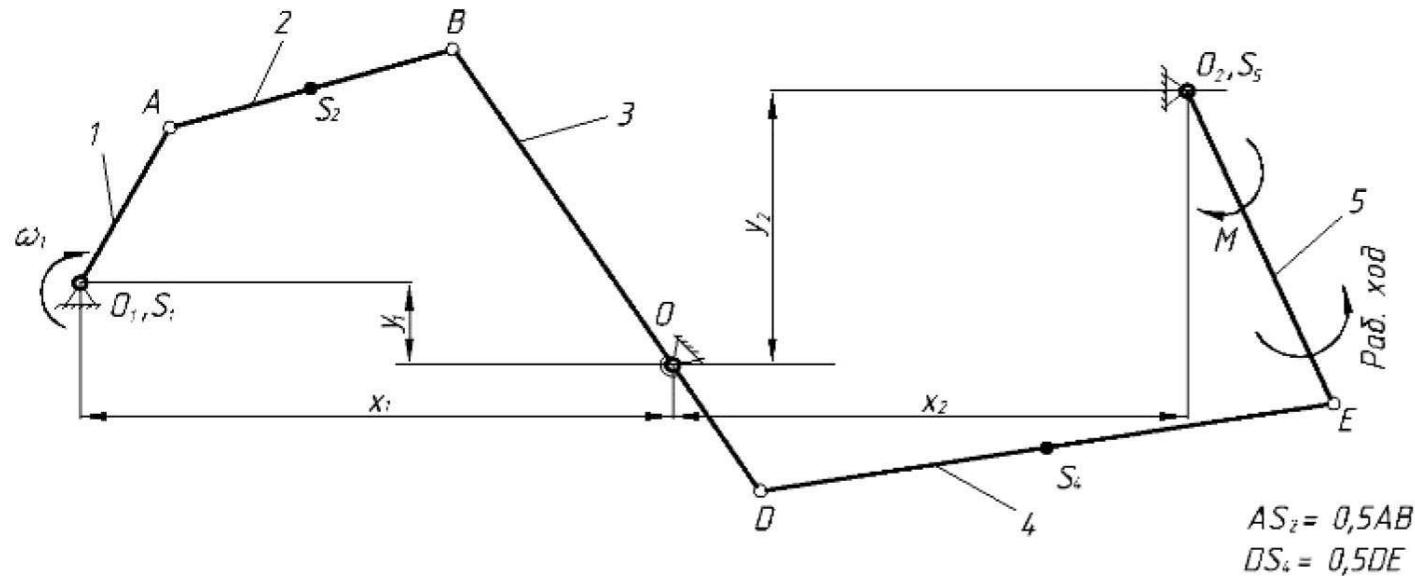
Задание №8. Механизм вязального аппарата



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OB}	м	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18
	$l_{CD} = l_{DE}$	м	0,38	0,42	0,45	0,50	0,55	0,57	0,61	0,63	0,65	0,70
	l_{KE}	м	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28
	$x_1 = 0,5y$	м	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,23
	x_2	м	0,53	0,57	0,61	0,65	0,75	0,75	0,77	0,82	0,90	0,94

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	65	112	112	168	100	72	72	72	144	122
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0	5,0	6,0
	m_3	кг	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	8,0
	m_4	кг	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	4,0
	m_5	кг	5,0	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20
	J_{S5}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,11	0,12	0,13	0,15	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22	0,23
Максимальная сила сопротивления при вязании	F_C	Н	260	270	280	290	300	320	330	340	350	400
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,25	0,22	0,24	0,23	0,20	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	30	330	60	300	120	240	150	210	330	30
Число зубьев колес	z_1	–	11	10	14	12	10	11	13	14	12	11
	z_2	–	24	28	25	26	26	25	22	23	24	30
Модуль зубчатых колес	m	мм	2,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	3

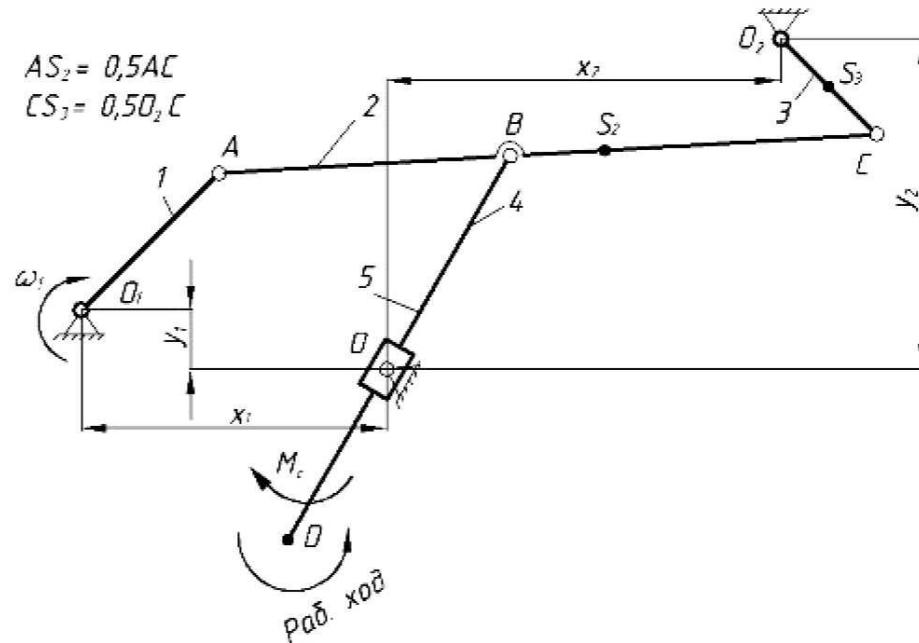
Задание №9. Механизм комбайна



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{O1A}	м	0,10	0,15	0,05	0,10	0,20	0,14	0,11	0,20	0,25	0,12
	l_{AB}	м	0,74	0,10	0,37	0,60	0,60	0,56	0,44	0,63	1,0	0,48
	l_{BD}	м	0,50	0,75	0,25	0,70	0,70	0,65	0,51	0,93	1,16	0,56
	l_{OB}	м	0,30	0,45	0,45	0,40	0,40	0,45	0,35	0,35	0,45	0,25
	l_{DE}	м	1,0	1,50	0,50	0,90	1,10	0,70	0,54	1,0	1,25	0,60
	l_{O2E}	м	0,30	0,45	0,45	0,50	0,40	0,48	0,37	0,69	0,86	0,41
	x_1	м	0,80	1,20	0,40	0,60	0,90	0,60	0,47	0,66	1,00	0,52
	x_2	м	0,90	1,35	0,45	0,70	1,00	0,65	0,50	0,93	1,16	0,56
	y_1	м	0,10	0,15	0,10	0,20	0,10	0,18	0,14	0,26	0,32	0,15
	y_2	м	0,20	0,30	0,15	0,30	0,20	0,24	0,19	0,34	0,41	0,20

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	105	147	150	153	147	125	136	150	152	150
Массы звеньев рычажного механизма	$m_2 = m_5$	кг	4	5	3	4	5	5	6	7	8	7
	m_4	кг	20	30	15	25	25	45	50	40	50	30
Моменты инерции звеньев	J_{A1}	кг·м ²	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
	J_{S2}	кг·м ²	0,12	0,15	0,09	0,14	0,06	0,08	0,11	0,15	0,09	0,10
	J_{S4}	кг·м ²	0,18	0,20	0,22	0,14	0,15	0,18	0,24	0,22	0,15	0,17
Максимальный момент сил сопротивления при работе	M_C	Н·м	40	50	30	55	60	70	80	60	50	80
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,08	0,07	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,10	0,10	0,09
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	30	60	120	150	330	300	210	240	330	210
Число зубьев колес	z_1	—	9	12	14	11	10	13	15	11	13	9
	z_2	—	58	64	70	62	54	52	50	68	56	60
Модуль зубчатых колес	m	мм	7	6	5	8	6,5	8,5	6	5	7	6

Задание №10. Механизм комбайна

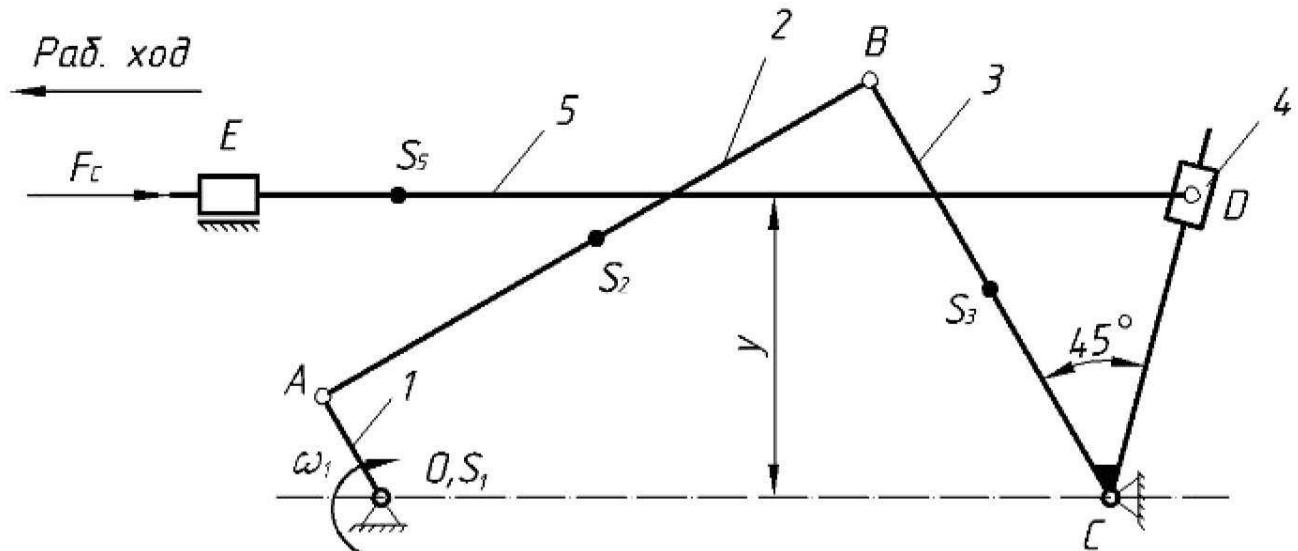


Начальное положение –
крайнее правое положение звена 3

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{O1A}	м	0,12	0,25	0,20	0,11	0,14	0,20	0,10	0,06	0,15	0,10
	l_{AB}	м	0,48	1,00	0,63	0,44	0,56	0,80	0,60	0,37	1,10	0,74
	l_{BD}	м	0,56	1,16	0,93	0,51	0,65	0,70	0,70	0,25	0,75	0,50
	l_{AC}	м	1,25	2,60	2,10	1,14	1,46	1,65	1,38	0,94	2,80	1,55
	l_{O2C}	м	0,20	0,40	0,31	0,17	0,22	0,45	0,40	0,10	0,30	0,30
	x_1	м	0,52	1,0	0,86	0,47	0,60	0,90	0,60	0,40	1,20	0,80
	x_2	м	0,69	1,43	1,10	0,62	0,80	0,90	1,00	0,55	1,65	1,10
	y_1	м	0,15	0,32	0,26	0,14	0,18	0,10	0,20	0,10	0,15	0,10
	y_2	м	0,43	0,89	0,71	0,40	0,50	0,60	0,70	0,30	0,75	0,50

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	105	147	150	153	125	147	136	150	152	150
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	30	40	35	25	30	35	30	20	45	35
	m_3	кг	7	8	7	6	5	5	4	3	5	4
Моменты инерции звеньев	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,18	0,20	0,22	0,14	0,15	0,18	0,24	0,22	0,15	0,17
Максимальный момент сил сопротивления при работе	M_C	Н·м	80	50	60	70	80	60	55	30	50	40
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,09	0,10	0,10	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,07	0,08
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	210	240	30	60	120	330	150	300	150	30
Число зубьев колес	z_1	—	9	11	10	9	14	13	12	10	15	11
	z_2	—	20	24	22	21	26	28	30	24	28	26
Модуль зубчатых колес	m	мм	6	8	10	8	7	8	9	10	7	7

Задание №11. Механизм зубострогального станка для нарезания конических колес



$$\begin{aligned} AS_2 &= 0,5AB \\ CS_3 &= 0,2BC \\ DS_5 &= OC \end{aligned}$$

Начальное положение – начало рабочего хода

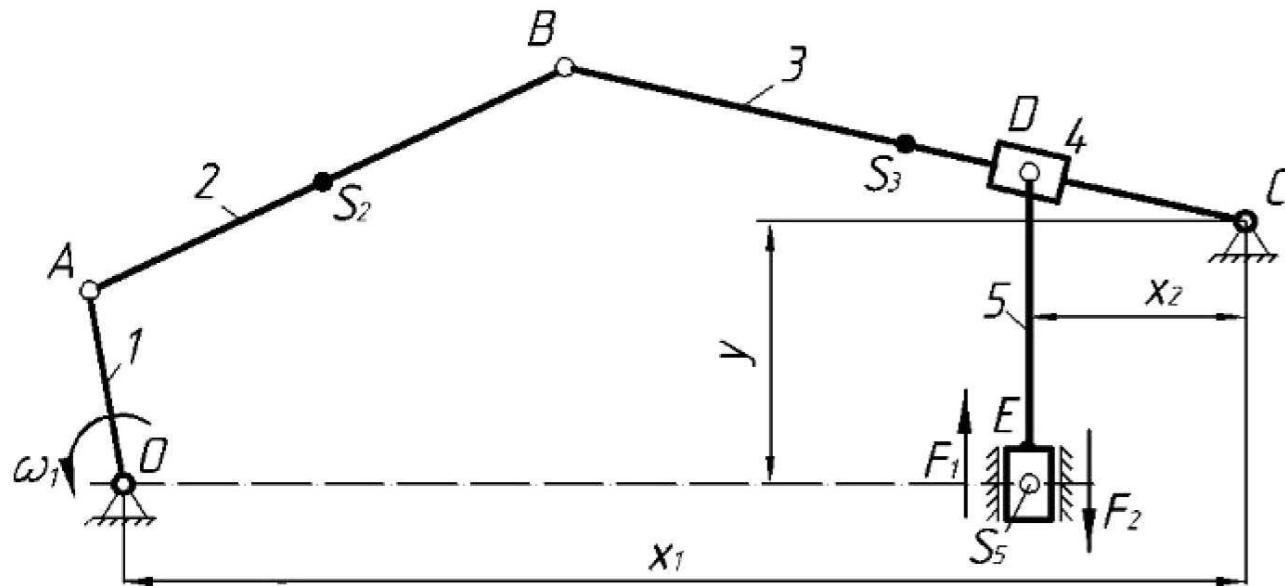
Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,05	0,07
	$l_{AB} = l_{BC}$	м	0,24	0,26	0,20	0,25	0,28	0,30	0,32	0,25	0,22	0,30
	l_{OC}	м	0,34	0,37	0,28	0,35	0,39	0,42	0,45	0,35	0,31	0,42
	y	м	0,17	0,18	0,14	0,18	0,20	0,21	0,23	0,17	0,15	0,20
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	140	150	280	260	160	130	140	270	286	144
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	10	12	13	14	14	11	13	14	15	12
	m_3	кг	13	16	18	20	18	14	15	17	19	18
	m_4	кг	10	15	20	15	25	16	18	20	24	22
	m_5	кг	15	18	20	22	20	16	17	19	21	20

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Моменты инерции звеньев	J_{01}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,14	0,16	0,18	0,13	0,15	0,17	0,16	0,15	0,16
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,10	0,12	0,14	0,16	0,11	0,13	0,15	0,14	0,15	0,15
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,20	0,22	0,33	0,45	0,33	0,44	0,33	0,30	0,43	0,32
	J_A	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02
Максимальная сила резания	F_C	Н	500	800	1000	1500	1100	1300	900	2000	1400	1800
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	330	300	120	240	150	30	60	210	150	300
Число зубьев колес	z_1	–	12	13	14	11	15	12	10	12	13	14
	z_2	–	32	33	34	35	37	35	29	30	31	36
Модуль зубчатых колес	m	мм	10	10	12	12	8	8	9	9	10	12

Задание №12. Механизм стана холодной калибровки труб

$$AS_2 = 0,5AB$$

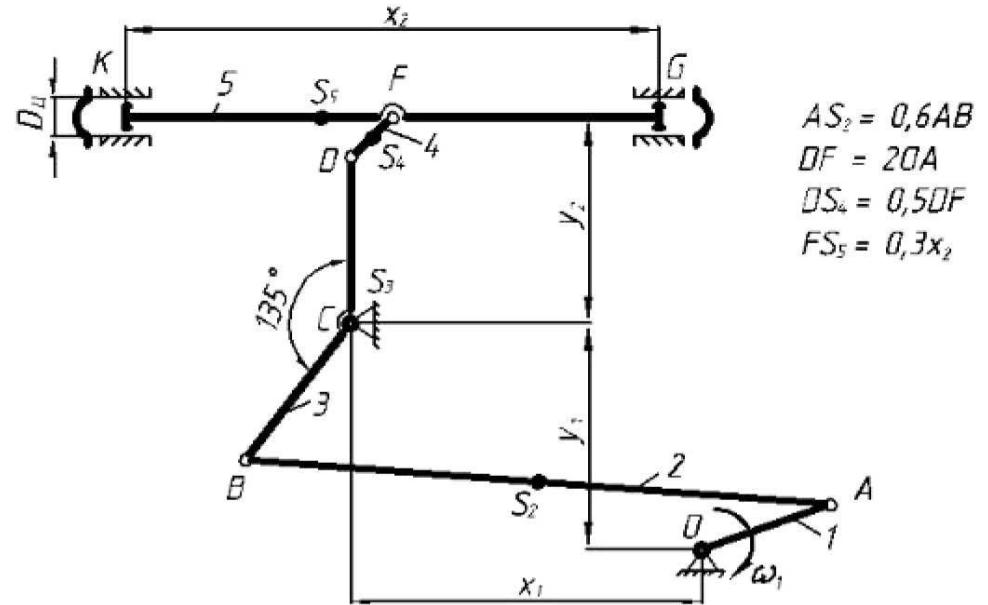
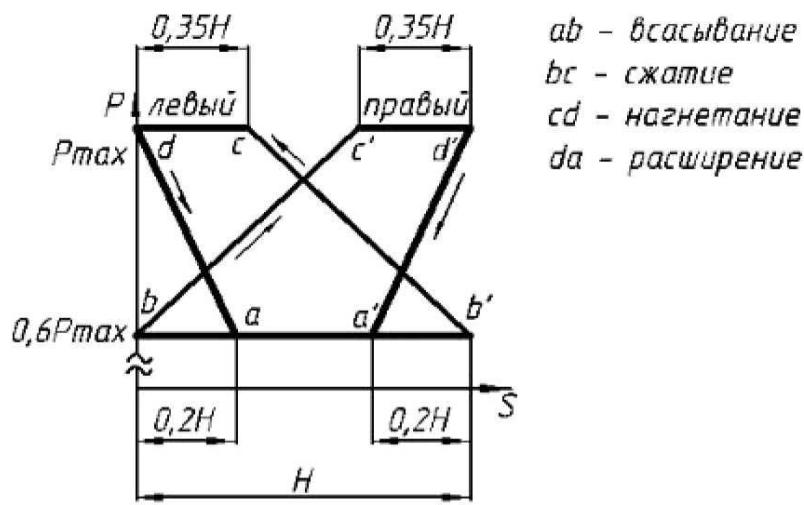
$$BS_3 = 0,5BC$$



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,18	0,17	0,16
	l_{AB}	м	0,30	0,33	0,34	0,38	0,39	0,40	0,40	0,37	0,35	0,32
	l_{BC}	м	0,75	0,78	0,80	0,82	0,90	0,95	1,0	0,92	0,85	0,80
	x_1	м	0,70	0,73	0,74	0,80	0,85	0,88	0,92	0,85	0,78	0,74
	x_2	м	0,28	0,30	0,30	0,35	0,35	0,36	0,40	0,37	0,34	0,32
	y	м	0,17	0,20	0,20	0,21	0,21	0,23	0,24	0,22	0,20	0,19

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	103	90	147	110	157	81	177	133	109	121
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	15	18	20	22	25	23	19	21	18	17
	m_3	кг	80	90	85	95	100	105	110	120	110	100
	m_4	кг	50	70	65	80	95	100	90	110	80	90
	m_5	кг	800	900	1000	1100	1200	1300	1250	1400	1400	1350
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,11	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,15	0,13	0,14
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,25	0,25	0,30	0,35	0,33	0,32	0,36	0,38	0,33	0,32
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,05	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07
Сила сопротивления при движении стана вверх	F_{C1}	кН	12	11	13	16	14	17	15	20	25	23
Сила сопротивления при движении стана вниз	F_{C2}	Н	900	950	975	1000	1050	1100	1120	1300	1870	1200
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,07	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	120	60	30	150	210	240	300	120	60	330
Число зубьев колес	z_1	—	14	13	12	15	12	13	14	15	13	14
	z_2	—	48	42	40	47	43	44	45	50	45	47
Модуль зубчатых колес	m	мм	10	12	10	13	12	10	15	13	12	10

Задание №13. Механизм кислородного двухцилиндрового компрессора

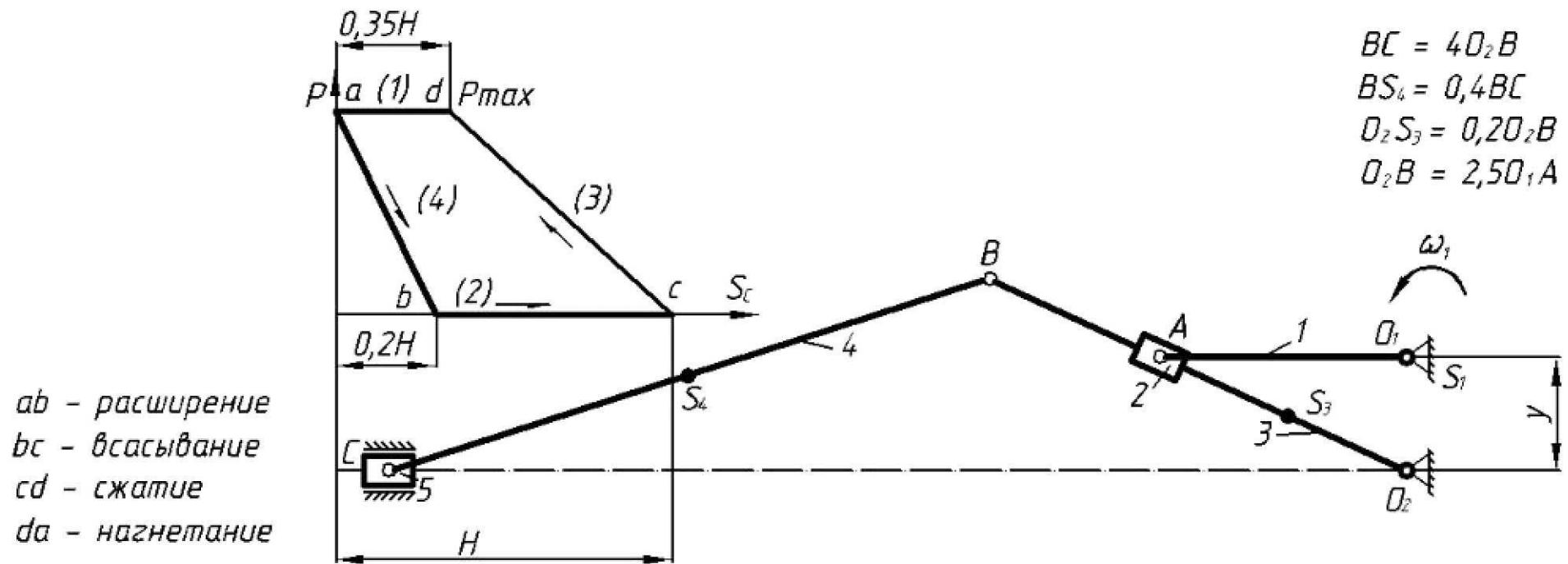


Начальное положение – крайнее левое положение звена 5

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06
	l_{AB}	м	0,20	0,24	0,18	0,25	0,22	0,30	0,27	0,22	0,20	0,30
	$l_{BC} = l_{CD}$	м	0,14	0,17	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	0,12	0,13	0,19
	x_1	м	0,03	0,04	0,02	0,05	0,04	0,09	0,06	0,07	0,04	0,07
	x_2	м	0,05	0,06	0,03	0,07	0,05	0,11	0,08	0,12	0,06	0,09
	y_1	м	0,25	0,30	0,24	0,29	0,26	0,33	0,32	0,25	0,24	0,35
	y_2	м	0,14	0,17	0,14	0,16	0,14	0,15	0,17	0,12	0,13	0,19

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	280	284	290	295	298	288	292	296	294	288
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	1,5	1,6	1,3	1,7	1,1	1,6	1,8	1,9	2,0	1,7
	m_4	кг	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8
	m_5	кг	4,5	5,0	5,2	4,7	5,5	5,1	4,6	4,8	5,3	5,0
Моменты инерции звеньев	J_{S2}	кг·м ²	0,10	0,12	0,15	0,14	0,16	0,17	0,20	0,18	0,20	0,21
	J_{S3}	кг·м ²	0,55	0,60	0,57	0,65	0,63	0,62	0,67	0,75	0,72	0,70
	J_{S4}	кг·м ²	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
	J_d	кг·м ²	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05
Максимальное давление в цилиндре	P_{Cmax}	МПа	13,0	12,5	13,5	14,0	15,0	14,5	14,0	15,5	12,7	13,0
Диаметр цилиндров	D_d	м	0,08	0,07	0,07	0,09	0,07	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	60	150	240	330	120	210	30	210	60	300
Число зубьев колес	z_1	–	12	13	14	13	15	12	14	15	13	14
	z_2	–	46	48	52	50	57	48	54	55	46	56
Модуль зубчатых колес	m	мм	8	9	9	10	11	10	8	9	8	9

Задание №14. Механизм двухступенчатого компрессора

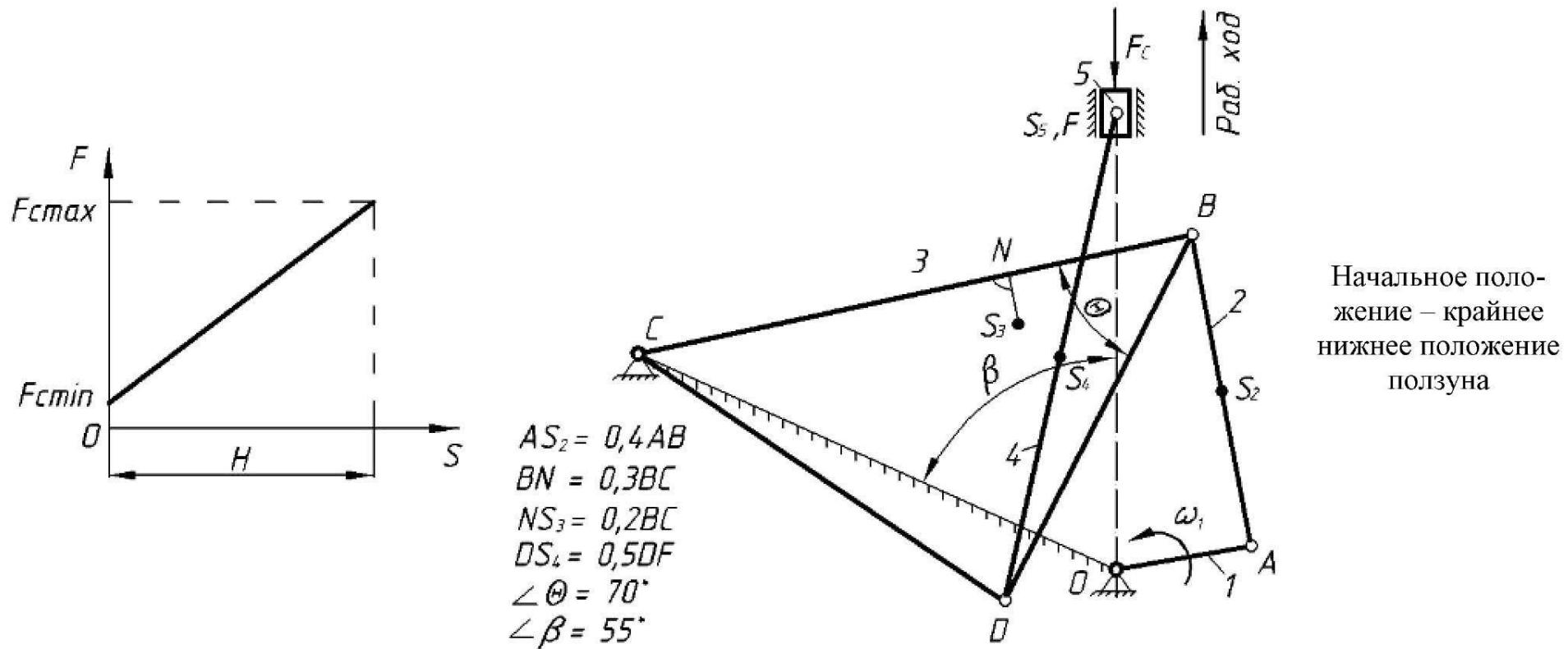


Начальное положение – крайнее левое положение звена 5

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические разме- ры звеньев рычажного механизма	l_{O1A}	м	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06
	y	м	0,010	0,010	0,008	0,008	0,012	0,010	0,012	0,008	0,010	0,010
Угловая скорость элек- тродвигателя	ω_d	рад/с	280	290	270	276	284	295	290	280	270	286

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	3,5	4,5	3,0	2,5
	m_3	кг	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,0	4,5	5,5	4,0	5,5
	m_4	кг	16	15	17	18	19	16	15	17	14	16
	m_5	кг	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	2,75	2,50	3,00	3,20	3,50
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,20	0,22	0,21	0,18	0,24	0,19	0,23	0,20	0,22	0,24
	J_{S4}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,08	0,09
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,05	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Максимальное давление в цилиндре I ступени	P_{C1max}	МПа	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8
Диаметр цилиндров	D_n	м	0,18	0,19	0,20	0,20	0,18	0,19	0,17	0,17	0,21	0,22
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_l	град.	30	120	330	210	240	300	60	150	330	60
Число зубьев колес	z_1	–	14	12	13	14	12	13	15	14	13	12
	z_2	–	20	19	19	21	18	20	27	22	18	19
Модуль зубчатых колес	m	мм	8	10	12	14	10	11	9	8	10	12

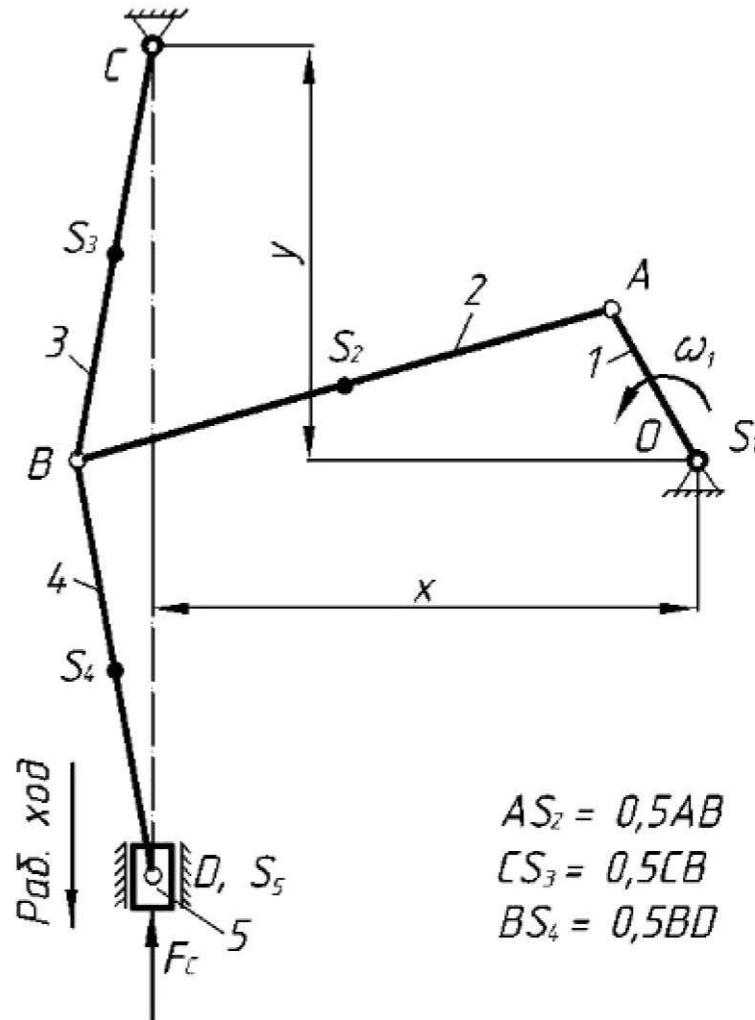
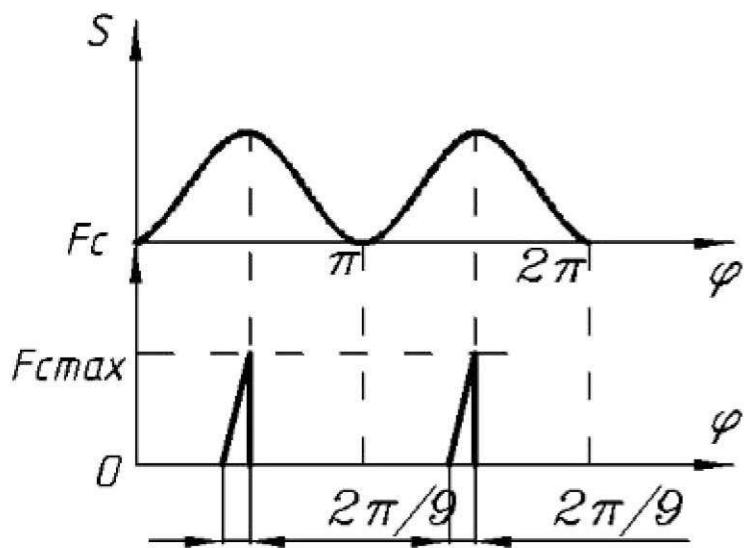
Задание №15. Механизм гидропульсационной машины



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,08	0,07
	l_{AB}	м	0,25	0,28	0,30	0,27	0,30	0,23	0,25	0,24	0,26	0,28
	$l_{OC} = l_{BD}$	м	0,30	0,35	0,36	0,34	0,39	0,28	0,30	0,30	0,33	0,35
	l_{CB}	м	0,33	0,36	0,39	0,37	0,42	0,30	0,33	0,33	0,36	0,39
	l_{DF}	м	0,36	0,39	0,40	0,39	0,44	0,35	0,37	0,35	0,38	0,40

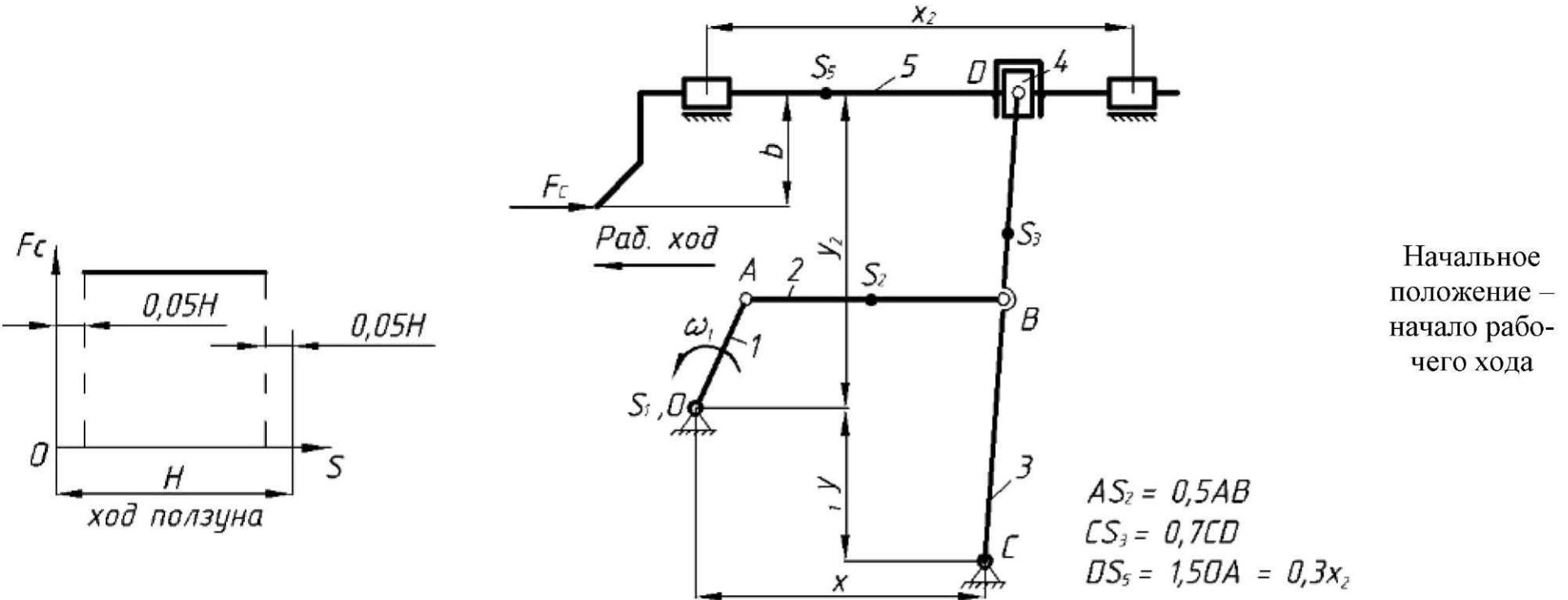
Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	240	230	210	244	200	210	230	220	235	225
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	9	10	11	10	8	7	9	11	6	7
	m_3	кг	13	14	15	16	12	11	14	16	9	10
	m_4	кг	10	11	12	13	10	9	12	13	8	9
	m_5	кг	2,0	2,2	2,4	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	2,0	2,2
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	кг·м ²	0,09	0,08	0,10	0,07	0,01	0,09	0,10	0,08	0,11	0,11
	J_{S2}	кг·м ²	0,31	0,36	0,42	0,33	0,28	0,30	0,31	0,38	0,31	0,30
	J_{S3}	кг·м ²	0,40	0,39	0,42	0,44	0,40	0,37	0,45	0,44	0,38	0,45
	J_{S4}	кг·м ²	0,33	0,39	0,42	0,35	0,30	0,32	0,33	0,34	0,34	0,32
	J_d	кг·м ²	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
Сила сопротивления при рабочем ходе	F_{Cmax}	кН	50	45	35	40	42	37	44	48	43	38
Сила сопротивления при обратном ходе	F_{Cmin}	кН	10	8	6	11	10	7	12	13	11	9
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_l	град.	330	210	30	150	120	300	240	120	60	210
Число зубьев колес	z_1	—	13	15	14	12	15	14	13	12	13	14
	z_2	—	50	57	54	48	55	56	46	47	48	54
Модуль зубчатых колес	m	мм	10	8	8	9	9	10	3	9	10	9

Задание №16. Механизм пресс-автомата двойного действия



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,20	0,18	0,16	0,15	0,17	0,19	0,20	0,17	0,18	0,16
	$l_{AB} = x$	м	0,70	0,65	0,67	0,64	0,68	0,70	0,68	0,65	0,67	0,64
	$l_{BC} = y$	м	0,38	0,40	0,37	0,36	0,39	0,40	0,42	0,38	0,37	0,36
	l_{BD}	м	0,30	0,32	0,30	0,29	0,31	0,33	0,35	0,31	0,31	0,30
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	90	95	100	92	90	93	97	98	94	90
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	3,5	3,5	4,0	4,0	4,2	4,2	3,7	3,7	3,9	3,9
	m_3	кг	4,5	4,2	4,5	4,2	4,0	4,6	4,6	4,2	4,0	4,5
	m_4	кг	4,0	3,7	3,9	4,5	4,2	4,3	4,5	3,8	3,5	3,6
	m_5	кг	12	14	15	11	10	12	13	14	15	12
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,13	0,14	0,12	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15	0,13
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,25	0,27	0,30	0,30	0,25	0,26	0,27	0,26	0,28	0,30
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,60	0,55	0,57	0,54	0,58	0,52	0,56	0,57	0,54	0,58
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,66	0,59	0,55	0,50	0,52	0,46	0,60	0,55	0,50	0,55
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Сила сопротивления при рабочем ходе	F_{Cmax}	кН	6,0	6,5	6,0	7,0	7,2	7,5	7,8	7,4	7,8	8,0
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	210	60	150	120	300	240	60	30	330	210
Число зубьев колес	z_1	—	14	13	15	14	13	15	13	14	15	14
	z_2	—	28	26	30	26	28	30	26	28	28	30
Модуль зубчатых колес	m	мм	5	5	5,5	5,5	6	6	5,5	6	5	5,5

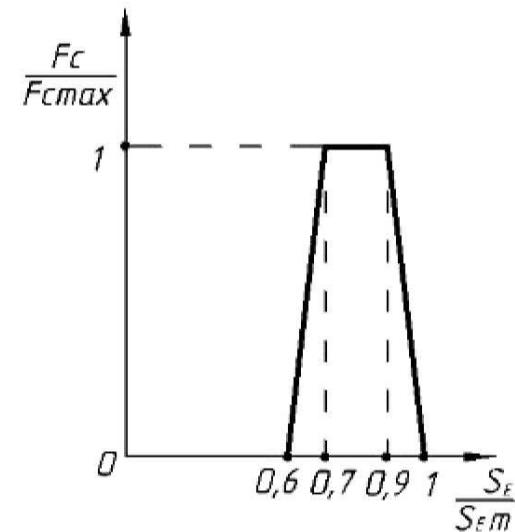
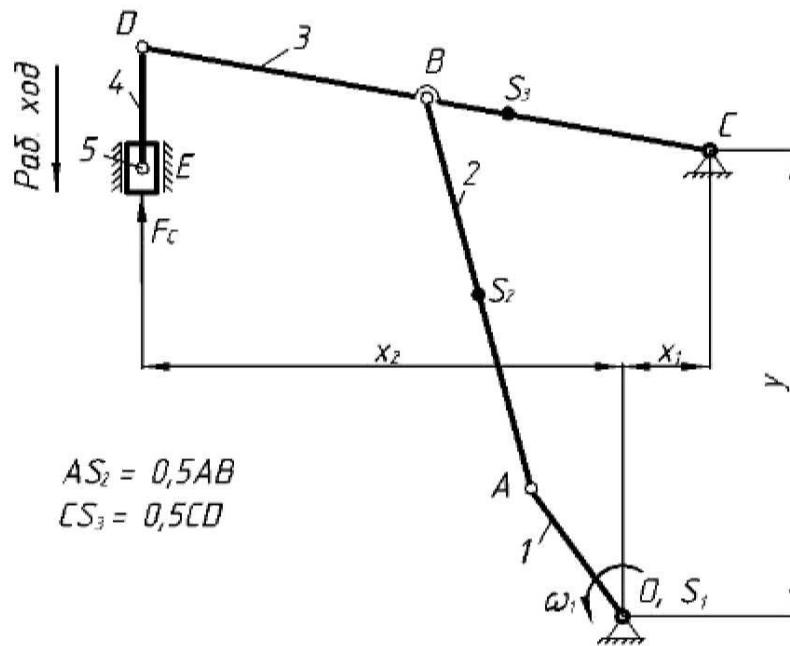
Задание №17. Механизм поперечно-строгального станка



Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	$l_{OA} = b$	м	0,12	0,10	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,13	0,10
	$l_{BA} = x$	м	0,40	0,45	0,40	0,45	0,37	0,38	0,40	0,42	0,45	0,42
	x_2	м	0,75	0,80	0,85	0,80	0,70	0,65	0,90	0,85	0,95	0,90
	$l_{CD} = 1,5CB$	м	0,7	0,7	0,8	0,8	0,75	0,75	0,7	0,8	0,75	0,75
	$y_2 = 1,5 y_1$	м	0,43	0,42	0,49	0,50	0,46	0,47	0,43	0,49	0,46	0,47

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	285	280	290	295	300	310	300	295	290	280
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	6	8	6	6	8	8	6	7	7	7
	m_3	кг	20	22	24	25	23	22	20	22	24	26
	m_5	кг	40	35	38	42	40	45	38	45	37	43
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	кг·м ²	0,30	0,35	0,30	0,35	0,32	0,33	0,35	0,30	0,35	0,33
	J_{S2}	кг·м ²	0,45	0,42	0,43	0,45	0,42	0,43	0,46	0,44	0,40	0,42
	J_{S3}	кг·м ²	0,62	0,60	0,65	0,68	0,70	0,65	0,62	0,68	0,70	0,66
	J_d	кг·м ²	0,060	0,065	0,067	0,062	0,068	0,070	0,068	0,066	0,065	0,067
Сила резания	F_C	кН	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,4	2,1
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Положение кривошипа при силовом расчете	φ_1	град.	240	30	60	210	330	120	300	150	60	240
Число зубьев колес	z_1	–	14	13	12	15	11	14	12	13	11	14
	z_2	–	26	22	25	28	23	27	26	28	25	30
Модуль зубчатых колес	m	мм	5	5,5	5	5	6	5	5	5,5	6	5

Задание №18. Механизм вытяжного пресса

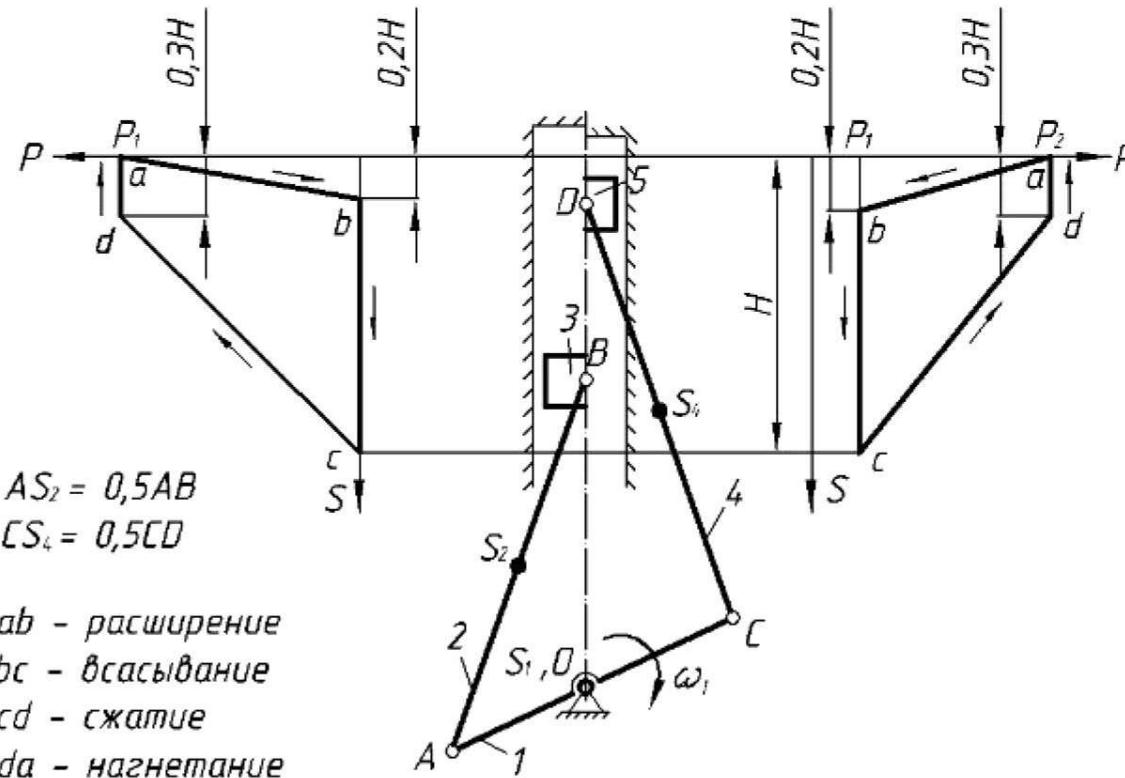


Начальное положение – начало рабочего хода

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,1	0,09	0,09	0,09	0,08	0,1	0,07	0,1	0,11	0,08
	l_{AB}	м	0,32	0,38	0,29	0,40	0,26	0,45	0,23	0,43	0,36	0,36
	l_{BC}	м	0,3	0,26	0,27	0,28	0,24	0,30	0,21	0,29	0,33	0,25
	l_{CD}	м	0,42	0,37	0,38	0,39	0,34	0,44	0,30	0,42	0,47	0,35
	l_{DE}	м	0,11	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10	0,12	0,09
	x_1	м	0,16	0,13	0,14	0,14	0,13	0,15	0,11	0,15	0,17	0,12
	x_2	м	0,25	0,22	0,23	0,23	0,20	0,26	0,18	0,24	0,28	0,21
	y	м	0,29	0,37	0,26	0,39	0,29	0,44	0,20	0,42	0,32	0,35

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	95	100	100	100	145	145	140	145	100	160
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	9	11	8	12	8	13	7	13	11	10
	m_3	кг	12	10	11	10	10	14	9	12	14	11
	m_5	кг	30	32	35	37	40	42	35	40	30	37
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	кг·м ²	2,0	2,4	2,3	2,5	2,2	2,0	2,2	2,2	2,4	2,0
	J_{S2}	кг·м ²	0,1	0,16	0,08	0,20	0,06	0,26	0,05	0,24	0,14	0,13
	J_{S3}	кг·м ²	0,20	0,14	0,16	0,16	0,12	0,28	0,09	0,21	0,31	0,13
	J_d	кг·м ²	0,1	0,11	0,11	0,12	0,10	0,10	0,11	0,14	0,12	0,10
Максимальное усилие вытяжки	F_{Cmax}	кН	36	40	38	42	40	37	32	39	45	35
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,15	0,14	0,12	0,14	0,15	0,20	0,15	0,14	0,12	0,20
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	300	210	60	120	150	240	30	60	120	150
Число зубьев колес	z_1	—	12	14	15	12	14	12	14	15	12	14
	z_2	—	18	24	21	20	21	19	25	20	24	26
Модуль зубчатых колес	m	мм	5	6	5	6	8	5	6	8	5	6

Задание №19. Механизм двухступенчатого двухцилиндрового компрессора

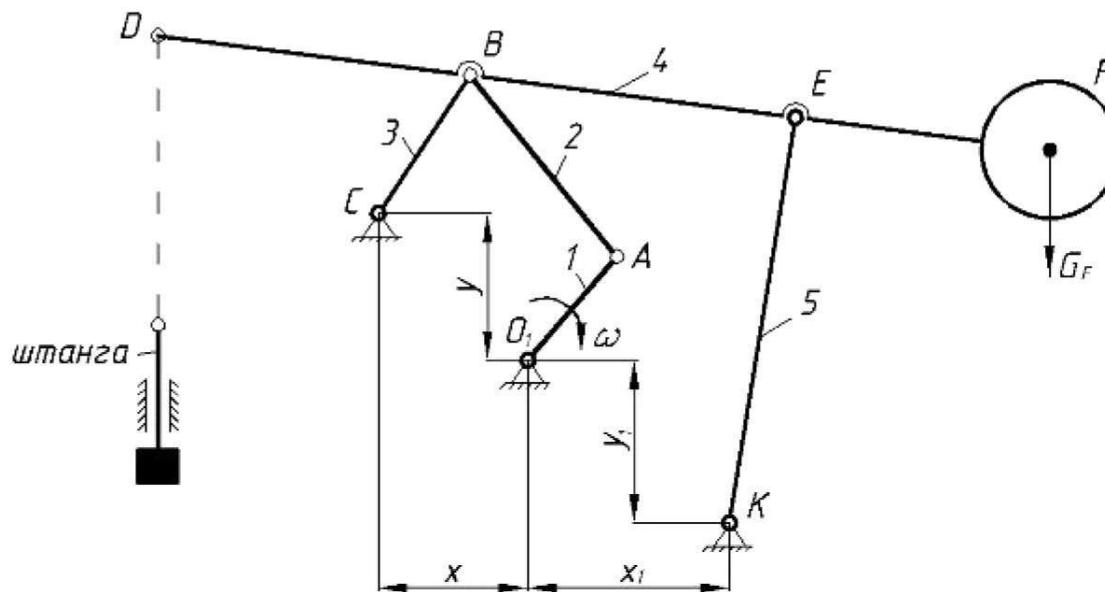


Начальное положение – крайнее
нижнее положение точки В

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	$l_{OA} = l_{OC}$	м	0,14	0,13	0,15	0,12	0,14	0,15	0,14	0,12	0,14	0,13
	$l_{AB} = l_{CD}$	м	0,55	0,52	0,62	0,48	0,59	0,60	0,56	0,50	0,60	0,55
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	315	310	305	300	300	310	305	300	300	315

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массы звеньев рычажного механизма	$m_2 = m_4$	кг	22	26	19	23	22	20	25	22	25	20
	m_3	кг	43	50	40	51	42	40	50	44	52	45
	m_5	кг	26	32	21	36	29	28	35	25	36	30
Моменты инерции звеньев	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,10	0,11	0,12	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,09	0,10
	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,80	0,85	0,78	0,85	0,80	0,75	0,80	0,70	0,78	0,75
	$J_{S2} = J_{S4}$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,55	0,50	0,60	,50	,055	0,60	0,55	0,50	0,60	0,55
Максимальное давление в цилиндре I ступени	$P_{1\max}$	МПа	0,24	0,25	0,26	0,27	0,30	0,28	0,25	0,27	0,28	0,30
Максимальное давление в цилиндре II ступени	$P_{2\max}$	МПа	0,80	0,84	0,87	0,90	1,00	0,94	0,84	0,90	0,94	1,00
Диаметр цилиндра I ступени	D_1	м	0,35	0,37	0,38	0,36	0,31	0,34	0,40	0,38	0,36	0,34
Диаметр цилиндра II ступени	D_2	м	0,20	0,21	0,22	0,20	0,18	0,20	0,23	0,22	0,21	0,18
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	–	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	150	210	240	300	330	30	60	120	150	60
Число зубьев колес	z_1	–	14	13	12	15	13	14	13	12	11	10
	z_2	–	20	19	18	21	18	21	20	19	20	22
Модуль зубчатых колес	m	мм	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

Задание №20. Механизм привода глубинного насоса

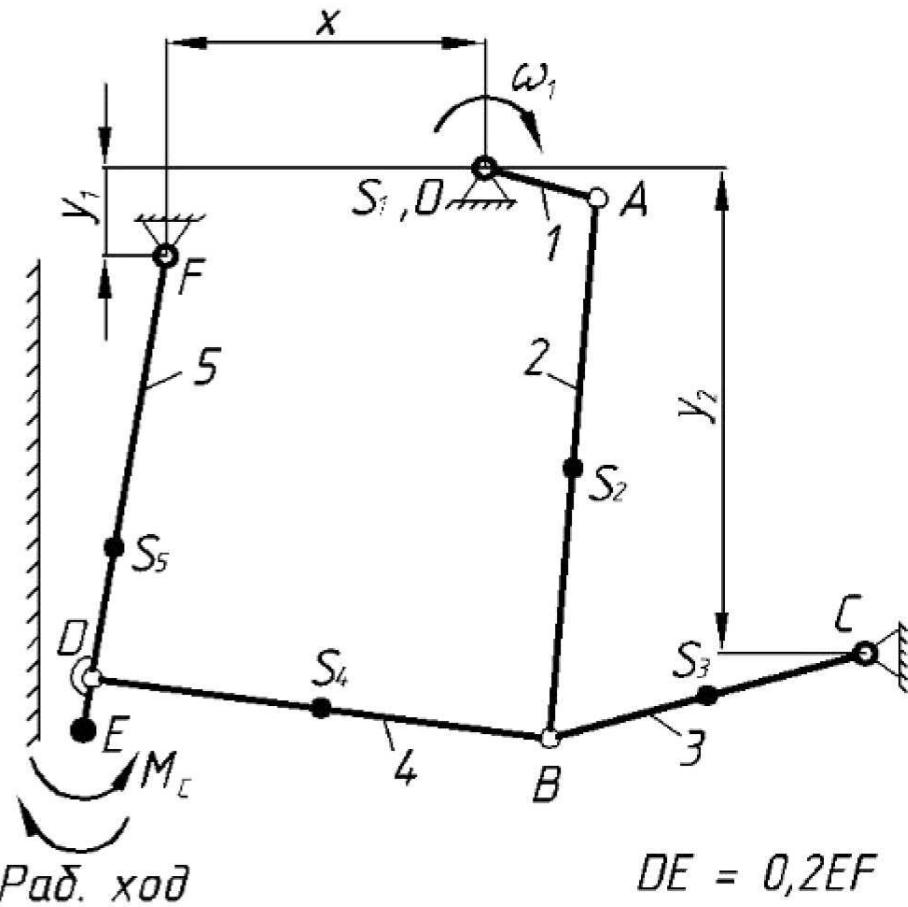


Начальное положение –
нижнее положение точ-
ки D

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические разме- ры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,62	0,56	0,50	0,47	0,53	0,58	0,37	0,42	0,31	0,25
	l_{AB}	м	2,5	2,25	2,0	1,87	2,12	2,33	1,5	1,66	1,25	1,0
	l_{BC}	м	1,12	1,01	0,9	0,84	0,95	1,05	0,67	0,74	0,56	0,45
	l_{BD}	м	1,54	1,39	1,23	1,15	1,3	1,44	0,92	1,03	0,77	0,62
	l_{BE}	м	2,14	1,92	1,71	1,6	1,81	2,0	1,28	1,42	1,07	0,86
	l_{EK}	м	2,58	2,32	2,06	1,93	2,19	2,4	1,55	1,72	1,29	1,03
	l_{EF}	м	3,68	3,31	2,94	2,75	3,12	3,43	2,2	2,45	1,84	1,47
	x	м	1,5	1,35	1,2	1,12	1,27	1,4	0,90	1,0	0,75	0,60
	y	м	2,18	1,96	1,74	1,63	1,85	2,03	1,3	1,45	1,09	0,87
	$x_1 = y_1$	м	0,94	0,85	0,75	0,70	0,80	0,88	0,56	0,63	0,47	0,38

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	77	80	100	100	90	93	150	100	150	150
Сила тяжести штанги	G_{III}	кН	40	45	25	20	35	30	15	18	17	12
Сила тяжести противовеса	G_F	кН	45	50	30	25	40	35	18	20	20	15
Сила тяжести поднимаемой жидкости	G_J	кН	10	12	10	9	10	8	6	5	6	5
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	кг·м ²	2,0	1,8	1,5	1,3	2,0	2,5	1,0	1,4	0,8	0,5
	J_d	кг·м ²	0,2	0,15	0,15	0,12	0,2	0,2	0,1	0,14	0,1	0,05
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,1	0,08	0,07	0,12	0,14	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	120	30	60	150	330	210	240	300	210	30
Число зубьев колес	z_1	—	10	12	9	10	12	9	11	12	10	9
	z_2	—	32	34	30	30	35	28	34	36	29	24
Модуль зубчатых колес	m	мм	6	7	8	7	6	8	7	6	8	6

Задание №21. Механизм щековой дробилки с простым качанием щеки

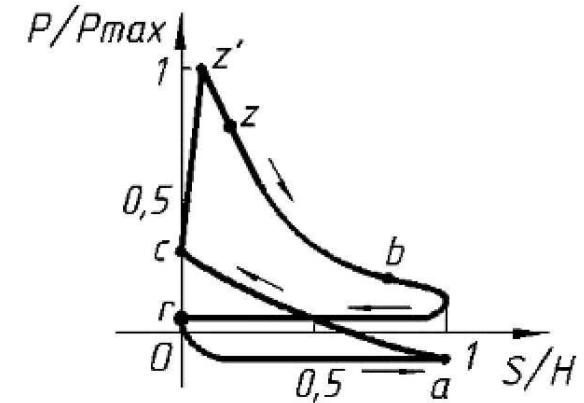
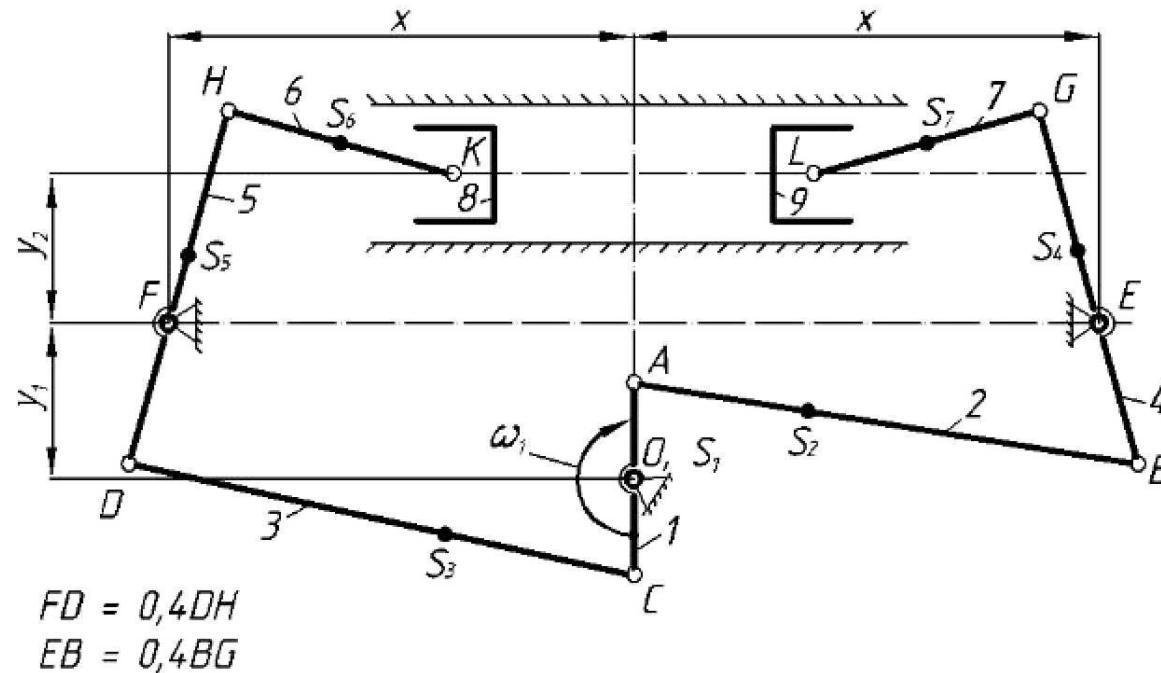


Начальное положение – максимальное
удаление подвижной щеки (точки Е) от
неподвижной

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	l_{OA}	м	0,20	0,31	0,26	0,42	0,50	0,15	0,36	0,25	0,53	0,46
	l_{AB}	м	1,31	1,75	1,51	1,96	2,20	1,15	1,66	1,55	2,28	1,87
	l_{BC}	м	0,92	0,76	0,85	1,15	1,35	0,82	1,29	0,94	1,37	1,21

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма $l_{AB} = 2 l_{AS2}; l_{BC} = 2 l_{BS3}$ $l_{BD} = 2 l_{BS4}; l_{EF} = 3 l_{ES5}$	l_{BD}	м	0,98	1,25	1,36	1,59	1,67	0,82	1,10	0,95	1,50	0,93
	l_{EF}	м	1,45	1,62	1,37	1,15	1,59	1,22	1,55	1,35	1,73	1,61
	x	м	0,66	0,59	0,48	0,87	1,05	0,60	0,72	0,45	1,23	0,98
	y_1	м	0,25	0,35	0,30	0,42	0,66	0,19	0,44	0,36	0,71	0,58
	y_2	м	1,27	1,35	1,20	1,54	1,73	1,10	1,46	1,31	1,59	1,12
Угловая скорость электродвигателя	ω_d	рад/с	102	144	91	133	198	87	122	136	155	99
Массы звеньев рычажного механизма	m_2	кг	1100	1350	1280	1540	1680	950	1470	1220	1850	1770
	m_3	кг	520	640	570	730	870	440	550	610	850	1020
	m_4	кг	640	800	720	950	1100	610	680	750	910	1090
	m_5	кг	1950	2200	2090	2480	2820	1720	1630	1330	2660	2180
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	2,5	3,8	4,5	2,3	2,6	2,1	3,0	3,4	1,8	2,5
	J_{S2}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	3,3	4,1	3,9	2,6	3,2	2,4	4,7	3,8	2,4	3,7
	J_{S3}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	1,9	2,2	3,1	2,8	3,5	2,9	3,7	2,6	2,4	1,7
	J_{S5}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	3,6	4,5	3,2	3,9	5,1	4,7	3,4	5,6	4,2	1,5
	J_d	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,2	0,15	0,15	0,12	0,2	0,2	0,1	0,14	0,1	0,18
Максимальный момент сил дробления	M_C	кН·м	40	55	61	72	49	57	82	39	64	56
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,1	0,08	0,07	0,12	0,14	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	120	60	30	150	210	240	300	120	60	330
Число зубьев колес	z_1	—	11	12	19	14	12	9	15	12	10	17
	z_2	—	32	34	30	36	33	28	37	35	27	24
Модуль зубчатых колес	m	мм	10	11	12	14	10	12	11	9	14	11

Задание №22. Механизм судового дизельного четырехтактного двигателя внутреннего сгорания



Начальное положение – крайнее левое положение звена 8

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геометрические размеры звеньев рычажного механизма	$l_{OA} = l_{OC}$	м	0,25	0,12	0,21	0,17	0,32	0,10	0,14	0,26	0,19	0,15
	$l_{AB} = l_{CD}$	м	0,34	0,22	0,65	0,48	0,71	0,36	0,44	0,52	0,38	0,29
	$l_{BG} = l_{DH}$	м	0,45	0,37	0,84	0,66	0,49	0,38	0,55	0,76	0,43	0,56
	$l_{AS2} = l_{CS3} = l_{AB}/3$	м	0,38	0,44	0,53	0,29	0,46	0,33	0,25	0,56	0,31	0,22
	$l_{GS4} = l_{HS5} = l_{BG}/3$	м	0,35	0,29	0,54	0,50	0,66	0,40	0,38	0,44	0,30	0,25
	$l_{HS6} = l_{GS7} = l_{GL}/2$	м	0,12	0,15	0,20	0,18	0,16	0,12	0,14	0,22	0,15	0,19
	y_1	м	0,12	0,15	0,20	0,18	0,16	0,12	0,14	0,22	0,15	0,19
	y_2	м	0,30	0,24	0,26	0,35	0,28	0,20	0,30	0,35	0,15	0,19

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Варианты числовых значений									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угловая скорость коленвала двигателя	ω_d	рад/с	45	64	59	71	47	82	66	52	48	62
Массы звеньев рычажного механизма	$m_2 = m_3$	кг	25	30	29	41	56	27	33	42	27	38
	$m_4 = m_5$	кг	96	115	125	133	88	105	94	79	86	110
	$m_6 = m_7$	кг	33	42	56	30	35	44	52	39	54	43
	$m_8 = m_9$	кг	15	18	25	19	22	16	24	20	21	17
Моменты инерции звеньев	J_{S1}	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,15	0,25	0,22	0,18	0,24	0,29	0,20	0,12	0,17	0,28
	$J_{S2} = J_{S3}$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,10	0,15	0,20	0,14	0,16	0,22	0,18	0,15	0,21	0,26
	$J_{S4} = J_{S5}$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,22	0,25	0,30	0,26	0,20	0,21	0,32	0,24	0,29	0,19
	$J_{S6} = J_{S7}$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,12	0,14	0,18	0,10	0,17	0,13	0,16	0,18	0,11	0,15
Максимальное давление в цилиндре	P_{\max}	МПа	6,0	5,5	7,2	6,4	5,9	6,1	7,2	5,4	6,8	5,9
Диаметр цилиндра	D	м	0,5	0,64	0,6	0,42	0,38	0,57	0,66	0,35	0,54	0,45
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	—	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05	0,04
Положение кривошипа при силовом расчете	Φ_1	град.	330	210	30	150	120	300	240	120	60	210
Число зубьев колес	z_1	—	15	12	14	19	22	11	10	16	17	13
	z_2	—	29	33	34	25	39	27	19	31	28	33
Модуль зубчатых колес	m	мм	5	6	8	6	9	5	8	9	6	8

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Проектирование рычажного механизма по коэффициенту неравномерности движения

3.1.1 Определить структуру, степень подвижности и класс механизма.

3.1.2 Построить планы положений механизма для 12 равноотстоящих углов поворота ведущего звена и соответствующие им повернутые (на 90° в любую сторону) планы скоростей. При построении повернутых планов скоростей длину отрезка, изображающего скорость точки А ведущего звена, рекомендуется принимать равной 40...60 мм.

3.1.3 Построить график приведенного к ведущему звену момента инерции механизма в зависимости от угла поворота звена приведения для цикла установившегося движения $J_{\text{пр}} = f(\phi)$. Ось ординат рекомендуется направлять горизонтально, т. е. строить этот график повернутым на 90° .

3.1.4 Построить график моментов сил сопротивления и движущих, сил, приведенных к ведущему звену, в зависимости от угла поворота для цикла установившегося движения $M_D = f(\phi)$ и $M_C = f(\phi)$. Для технологических машин график приведенного момента сопротивления построить по заданной диаграмме сил производственного сопротивления, а приведенный момент движущих сил считать постоянным. Приведенный момент сил сопротивления определяется методом Н. Е. Жуковского.

При построении графика приведенный момент сил сопротивления считается положительным, если его направление противоположно вращению кривошипа. Приведенный момент движущих сил, являясь постоянным, находится из условия равенства работы этого момента работе приведенного момента сил сопротивления за один цикл движения (один оборот кривошипа):

$$M_D 2\pi = \int_0^{2\pi} M_C d\phi,$$

т. е. из условия равенства площадей, изображающих эти работы.

График приведенного движущего момента для двигателей внутреннего сгорания строится по заданной индикаторной диаграмме, а приведенный момент сопротивления в этом случае считается постоянным и определяется из условия равенства работ.

3.1.5 Методом графического интегрирования диаграммы моментов сил сопротивления построить диаграмму работ этих сил $A_C = f(\phi)$.

3.1.6 Построить диаграмму работ движущих сил $A_D = f(\phi)$ (для этого достаточно соединить начало и конец диаграммы $A_C = f(\phi)$).

3.1.7 Методом графического дифференцирования диаграммы $A_D = f(\phi)$ построить диаграмму $M_D = f(\phi)$ (на том же графике, что и диаграмма $M_C = f(\phi)$).

3.1.8 Построить график изменения кинетической энергии рычажномеханизма $\Delta T = f(\phi)$. Для этого нужно определить изменение кинетической энергии на отдельных участках $\Delta T = A_D - A_C$.

3.1.9 Построить диаграмму «энергия-масса» (диаграмма Ф. Виттенбауэра). Она строится путем графического исключения параметра ϕ (угла поворота кривошипа) из графиков $\Delta T = f(\phi)$ и $J_{\text{ин}} = f(\phi)$.

3.1.10 Определить величину момента инерции маховика, обеспечивающего вращение звена приведения с заданным коэффициентом неравномерности движения 8 при установленном режиме работы. Для этого следует провести касательные к графику «энергия-масса» под углами и к оси абсцисс (оси приведенного момента инерции), тангенсы которых определяются по формулам

$$\operatorname{tg} \Psi_{\max} = \frac{\mu_J}{2\mu_T} 2\omega_1^2 (1 + \delta),$$

$$\operatorname{tg} \Psi_{\min} = \frac{\mu_J}{2\mu_T} \omega_1^2 (1 - \delta)$$

Искомый момент инерции найдем из выражения

$$J_M = \frac{(kl)\mu_T}{\omega_1^2 \delta},$$

где kl – отрезок, отсекаемый проведенными касательными на оси ординат диаграммы «энергия-масса».

Момент инерции маховика можно также определить по методу Н. Н. Мерцалова. Для этого по диаграмме работ определяют максимальную избыточную работу $A_{\text{изб(max)}}$.

Момент инерции маховика в этом случае определяют по формуле

$$J_M = \frac{A_{\text{изб(max)}}}{\delta \omega_1^2}$$

Фактически момент инерции маховика будет меньше, чем вычисленный по этому выражению, на величину собственного момента инерции механизма J_0 , которую для упрощения расчета можно не определять.

3.1.11 Определить геометрические размеры маховика:

$$J_M = \frac{\gamma \pi D^4 b}{16},$$

где γ – удельная масса материала маховика, для стали $\gamma = 7850 \text{ кг/m}^3$;

D – средний диаметр обода;

b – ширина обода.

Величинами b и D следует задаться из конструктивных соображений.

3.2 Силовой расчет рычажного механизма с учетом динамических нагрузок

3.2.1 В верхней левой части листа вычертить в масштабе схему механизма для заданного положения ведущего звена.

3.2.2 Для заданного положения построить планы скоростей и ускорений, используя которые, определить угловые скорости и ускорения звеньев. На чертеже следует указать их направления.

3.2.3 Определить инерционные нагрузки механизма. Каждое звено следует вычертить отдельно. Силы инерции и моменты инерции на звене привести к одной силе.

3.2.4 К звеньям структурных групп Ассура, изображенных в масштабе схемы механизма μ , приложить силы тяжести, силы и моменты сил инерции, силы сопротивления и искомые силы реакции в кинематических парах. Реактивные силы определяются графоаналитическим методом. В пояснительной записке необходимо привести расчеты по определению указанных сил.

3.2.5 Расчет следует начинать с последней присоединенной структурной группы и заканчивать ведущим звеном. Для определения сил реакций в кинематических парах следует рассмотреть равновесие систем сил, действующих на структурные группы, составить уравнения моментов сил и построить планы сил. При построении планов сил векторы сил одного звена группы рекомендуется складывать последовательно, а затем переходить к сложению сил второго звена.

3.2.6 При определении уравновешивающего момента сначала определяется уравновешивающая сила P_{yp} из условия равновесия ведущего звена механизма, а затем из условия равновесия рычага Н. Е. Жуковского. Она считается приложенной в т. А перпендикулярно кривошипу ОА. Оба значения уравновешивающего момента определяются по формуле

$$M_{\text{об}} = D_{\text{об}} l_{\text{fA}}$$

и проводится их сравнение.

3.3 Построение картины эвольвентного зацепления

3.3.1 Рассчитать внешнее зацепление пары прямозубых колес эвольвентных профилей с неподвижными осями, нарезанных стандартной инструментальной рейкой модуля m . При выборе коэффициентов смещения рейки обеспечить отсутствие подреза ножек зубьев.

3.3.2 Построить картину эвольвентного зацепления. Изобразить по три зуба каждого колеса, линию и дугу зацепления, рабочие участки профилей зубьев. Масштаб построения следует выбрать таким, чтобы высоты зубьев на чертеже были не менее 40 мм (линию центров можно расположить по диагонали листа).

При построении картины зацепления необходимо оставлять на чертеже все вспомогательные построения.

3.3.3 Аналитически и по построению определить коэффициент перекрытия.

4 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записи на листах писчей бумаги формата А4 (297x210, ГОСТ 2.301-68) и графической части. Графические построения к каждому разделу проекта выполняются карандашом на отдельных листах чертежной бумаги формата А1 (594x841, ГОСТ 2.301-68).

На чертежах необходимо сохранять все вспомогательные построения, делать соответствующие надписи и проставлять принятые масштабы. Каждый лист проекта должен иметь основную надпись по ГОСТ 2.104-68.

Кинематические схемы механизмов должны быть изображены в соответствии с требованиями ГОСТ 2.770-68, 2.703-68, 2.721-74. При изображении кинематических схем механизмов с учетом длины звеньев и относительного положения кинематических пар, необходимых для анализа, следует указывать масштабный коэффициент чертежа: $\mu = \dots \text{м/мм}$.

Характер изменения расчетных параметров отражают на графиках. Оси абсцисс и ординат вычерчивают сплошными линиями толщиной не более 0,6 мм. Кривые на графиках имеют толщину 0,8...1,2 мм. По осям координат должны быть указаны обозначения физических величин и единиц СИ, разделенных запятой. Словесные надписи на осях координат не пишут.

Числовые значения величин по осям координат изображают шкалами. Количество числовых значений на шкалах должно быть минимально необходимым. Многозначные числовые значения следует приводить в виде произведения целых чисел на некоторый постоянный множитель, который указывают при буквенном обозначении физической величины.

Координатную сетку на графиках можно не вычерчивать. Рекомендуется проводить ординаты тех точек графика, которые были получены расчетом или графическим построением.

Следует избегать графиков с большими свободными участками, не занятymi кривыми. Для этого числовые деления на осях следует начинать не с нуля, а с тех значений, в пределах которых рассматривается функция; оси ординат в этом случае вычерчивают с разрывом.

Не допускается сокращение слов в тексте, подрисуочных надписях, названиях таблиц и в основных надписях. Допустимые сокращения, общепринятые в технической литературе, установлены ГОСТ 2.316-68.

В пояснительной записке необходимо делать ссылки на стандарты, технические условия, литературные источники. При этом в квадратных скобках указывают номер источника, взятый из перечня использованной литературы.

Расчетно-пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

1. Обложка (ГОСТ 2.105-95) – рисунок 4.1.

2. Титульный лист (ГОСТ 2.105-95) – рисунок 4.2.

3. Содержание (с указанием общего количества страниц).

4. Задание на курсовой проект, выданное преподавателем.

5. Введение с описанием принципа работы проектируемой машины.

6. Текст пояснительной записки. Расчеты по каждому разделу курсового проекта, содержащие краткие пояснения к решениям и расчетам. Все необходимые для расчета уравнения и формулы пишутся в общем виде, а затем в них подставляются числовые значения и приводится конечный результат (с указанием размерности). Для повторяющихся вычислений записывается расчетная формула, а результаты представляются в табличной форме.

7. Литература (ГОСТ 7.32-91). Указывается в порядке очередности ссылок на нее в текстовой части или в алфавитном порядке.

8. Приложения (если это необходимо).

9. Перечень графических работ.

Разделы, согласно ЕСКД, удобно делить на подразделы. Нумерация пунктов осуществляется в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Частям и разделам даются краткие наименования, раскрывающие их содержание. Наименования частей и разделов записываются в виде заголовков (в красную строку) прописными буквами симметрично тексту. Наименования подразделов записывают в виде заголовков строчными буквами.

В конце заголовка части, раздела и подраздела точка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Текст записи пишется от третьего лица или в безличной форме: например, «определяют», «определяется», «определение». Форма «определяю» недопустима.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм, между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

Пояснительная записка выполняется рукописным способом черной тушью (черными чернилами или черной пастой шариковой ручки) на одной стороне листа писчей бумаги с полями слева 20 мм, с остальных трех сторон по 5 мм. Все страницы нумеруются. Титульный лист, листы задания и содержание входят в общее число листов пояснительной записи, но на титульном листе и на листах задания номера страниц не проставляются.

Высота и ширина букв и цифр на чертежах и в пояснительной записке, а также толщины линий должны соответствовать ГОСТ 2. 304-81.

Каждый раздел пояснительной записи следует начинать с нового листа. Каждый пункт текста записывают с абзаца. Цифры, указывающие номера пунктов, не должны выступать за границу абзаца.

Основные надписи выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68 по формам 2 (лист «Содержание») и 2а (все последующие листы) – рисунок 4.3.

Расстояние от боковых линий рамки до границ текста рекомендуется оставлять не менее 3 мм в начале и в конце строк. Расстояние от верхней и нижней строк текста до верхней и нижней внутренней рамки листа должно быть не менее 10 мм.

Абзац в тексте отстоит от рамки формы на 15...17 мм.

Терминология, определения, условные графические и буквенные обозначения величин должны быть едиными и соответствовать стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

Наименования символов и значений числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Пояснения каждого символа помещают с новой строки в последовательности, в которой символы встречаются в формуле. Затем в формулу подставляют необходимые числовые значения и приводят результат вычислений с указанием размерности единицы СИ. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

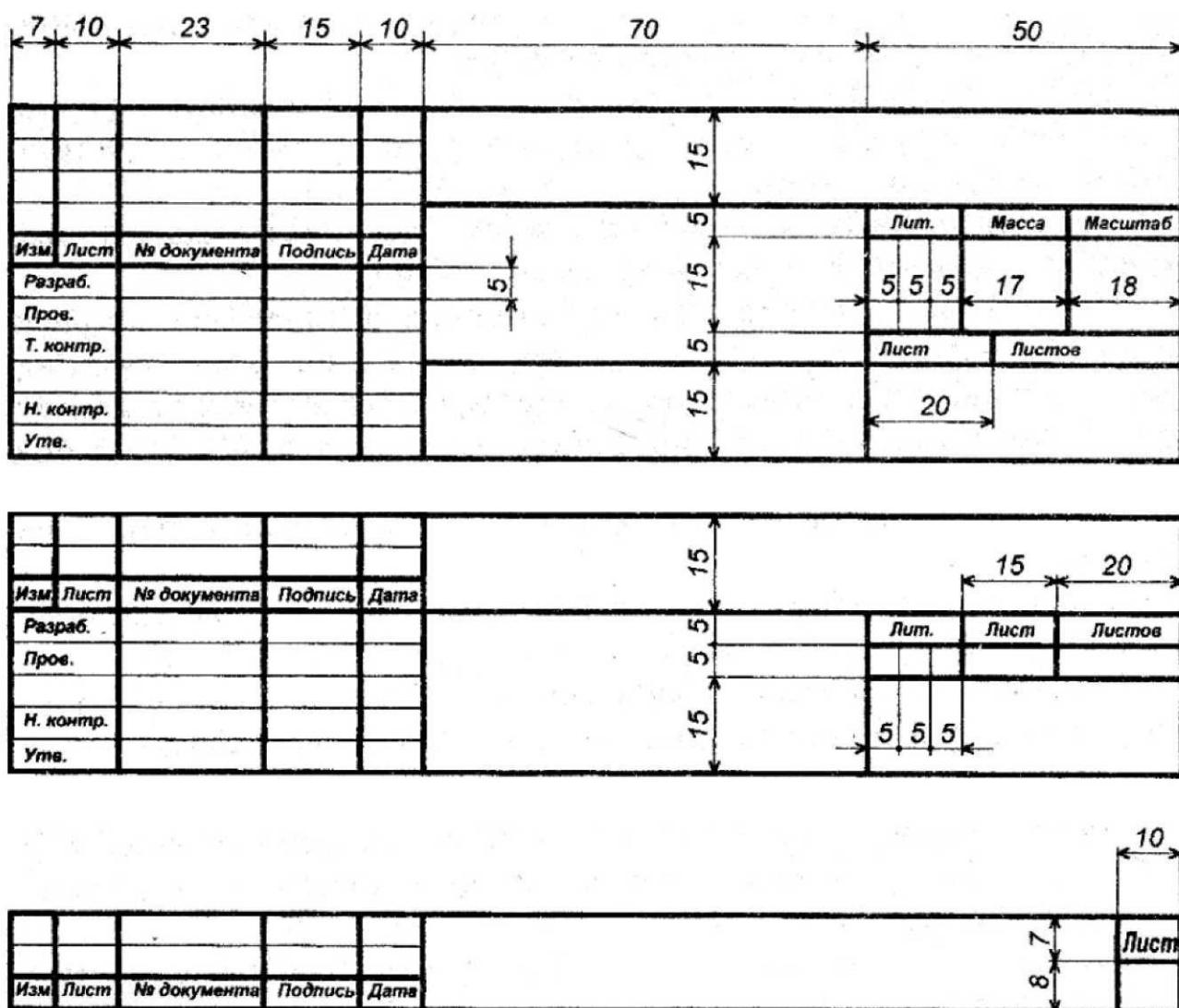


Рисунок 4.3 – Выполнение основных надписей

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Все рисунки и таблицы должны иметь сквозную нумерацию в пределах раздела. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Материал, дополняющий текст, помещается в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т. д. Приложения следует оформлять как продолжение пояснительной записи.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть кратким и точным (рисунок 4.4).

Таблица 1.2 – Определение скоростей точек механизма

№ положения	Скорости точек, м/с			
	v_A	v_B	...	v_{CD}
1	2,00	1,96	...	1,15
...
12	2,00	0,99		0,25

Рисунок 4.4 – Пример выполнения таблицы

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте пояснительной записи, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничитывающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки и т. д. не допускается.

В таблице количество десятичных знаков для всех значений величин должно быть одинаковым и соответствовать необходимой точности вычислений.

Пояснительная записка должна быть аккуратно оформлена и переплетена.

Выполненный курсовой проект рецензируется преподавателем кафедры. Если в результате проверки обнаружены ошибки, необходимо проделать работу по их устранению. Исправления и переделки расчетов проводятся на чистой стороне листов или на листах, дополнительно подшиваемых к пояснительной записи. После этого проводится защита курсового проекта, при этом студент должен показать знание теории, владеть общими методами исследования и проектирования механизмов. Курсовой проект оценивается дифференцированной отметкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Артоболевский, И. Я.** Теория механизмов и машин / И. Я. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 639 с.
- 2 **Артоболевский, И. И.** Сборник задач по теории механизмов и машин / И. И. Артоболевский, Б. В. Эдельштейн. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
- 3 **Справочник по геометрическому расчету зубчатых передач** / Т. Л. Болотовская [и др.]. – М.: Машгиз, 1994. – 246 с.
- 4 **Курсовое проектирование по теории механизмов и машин** / А. С. Кореняко [и др.]. – Киев: Вища школа, 1970. – 330 с.
- 5 **Курсовое проектирование по теории механизмов и машин** : учебник для вузов / Г. Н. Девойно [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 285 с.
- 6 **Лабораторный практикум и курсовое проектирование по ТММ с использованием ЭВМ** / А. М. Ашавский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1983. – 159 с.
- 7 **Левитская, О. Н.** Курс теории механизмов и машин / О. Н. Левитская, Н. И. Левитский. – М.: Высшая школа, 1985. – 279 с.
- 8 **Марголин, Ш. Ф.** Теория механизмов и машин / Ш. Ф. Марголин. – Минск: Вышэйшая школа, 1968. – 357 с.
- 9 **Попов, С. А.** Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / С. А. Попов, Г. А. Тимофеев. – М.: Высшая школа, 1998. – 350 с.
- 10 **Лабораторные работы по дисциплине «Теория механизмов и машин»** : учеб. пособие для студентов механических специальностей. Ч.1. / Е. В. Секерин [и др.]. – Гомель: БелИИЖТ, 1981. – 68 с.
- 11 **Лабораторные работы по дисциплине «Теория механизмов и машин»** : учеб. пособие для студентов механических специальностей. Ч.2. / Е. В. Секерин [и др.]. – Гомель: БелИИЖТ, 1993. – 29 с.
- 12 **Секерин, Е. В.** Учебно-методическое пособие к курсовой работе по теории механизмов и машин / Е. В. Секерин, Ю. Д. Терешко. – Гомель: БелИИЖТ, 1979. – 31с.
- 13 **Теория механизмов и машин** / К. В. Фролов [и др.]. – М.: Высшая школа, 1987. – 496 с.
- 14 **Теория механизмов и механика машин** : учебник для вузов / К. В. Фролов [и др.] – М.: Высшая школа, 1998. – 495 с.
- 15 **Сборник задач по теории механизмов и машин** / В. А. Юдин [и др.] – М.: Высшая школа, 1982. – 215 с.
- 16 **Юдин, В. А.** Теория механизмов и машин / В. А. Юдин, Л. В. Петрокас. – М.: Высшая школа, 1977. – 527 с.
- 17 **Машков, А. А.** Теория механизмов и машин / А. А. Машков. – Минск: Вышэйшая школа, 1971. – 471 с.