

**Федеральное агентство по образованию**  
**Государственное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г. В. Плеханова**  
**(технический университет)**

**Кафедра конструирования горных машин и**  
**технологии машиностроения**

## **ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

*Методические указания и задания на курсовое проектирование  
для студентов специальностей 170100, 170300 и 090700*

## ВВЕДЕНИЕ

Представлены методические указания и задания на курсовое проектирование по дисциплине «Теория механизмов и машин» для студентов всех форм обучения специальностей 170100 «Горные машины и оборудование», 170300 «Металлургические машины и оборудование» и 090700 «Проектирование, сооружение и эксплуатация нефтепроводов и газонефтехранилищ».

Курсовое проектирование по теории механизмов и машин является заключительным этапом изучения дисциплины, способствующим закреплению, углублению и обобщению теоретических знаний, полученных студентами, и применению этих знаний к комплексному решению задачи динамического исследования механизма.

Курсовой проект содержит пояснительную записку и графические построения (схемы, чертежи). Графические построения к каждому разделу проекта выполняются на отдельных листах формата А1 с соблюдением всех требований ЕСКД. На чертежах следует сохранять все вспомогательные построения, проставлять принятые масштабы и соответствующие надписи. Каждый лист проекта должен иметь угловой штамп. Допускается компьютерный вариант выполнения чертежей с применением графических редакторов КОМПАС-5.11 или AutoCAD 2005.

Пояснительная записка должна содержать титульный лист, аннотацию, содержание, список использованной литературы. В пояснительной записке следует привести схему механизма с исходными данными к проекту и расшифровкой обозначений величин.

Количество положений в цикле движения механизма следует принимать равным 12; для механизма четырехтактного двигателя внутреннего сгорания - 24. При выполнении расчетов следует записать исходную формулу, при необходимости преобразовать ее к удобному виду, подставить численные значения и указать результат. Обязательно указывать единицы измерения всех исходных и полученных в результате расчета величин. Расчеты для всех положений механизма рационально представлять в табличной форме.

Если студент ранее выполнял работу по кинематическому исследованию рычажного механизма, ее следует приложить к проекту и дать соответствующую ссылку в пояснительной записке.

Динамическому исследованию системы предшествует кинематическое исследование рычажного механизма машины с заданной средней за цикл работы угловой скоростью начального кривошипа, выполняемое студентами специальностей ГМ, ММ и ТНГ в качестве расчетно-графической работы. Результаты этой работы служат основой для дальнейшего курсового проектирования. Представление о содержании работы по кинематическому исследованию механизма и последовательности ее выполнения необходимы также для студентов, по тем или иным причинам ранее такой работы не выполнявших.

## **I. КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА**

1. Построить план 12 равноотстоящих положений механизма за один цикл его работы (один оборот кривошипа). За начало отсчета (нумерации) принять положение, соответствующее началу холостого хода выходного (ведомого) звена для механизма технологической машины или началу рабочего хода для энергетической машины. План положений механизма следует строить в крупном масштабе, приняв чертежное изображение кривошипа не менее 50 мм. Два положения (по одному в тактах рабочего и холостого хода) выделить контурными линиями.

2. В последовательности присоединения структурных групп и с учетом их особенностей графическим решением векторных уравнений скоростей и ускорений построить масштабные планы скоростей и ускорений. Планы скоростей строят для всех 12 фиксированных положений механизма; планы ускорений – для двух ранее выделенных (см. п.1).

3. По построенным планам вычислить линейные скорости и линейные ускорения для всех характерных подвижных точек звеньев механизма, включая центры масс звеньев. Результаты вычислений представить в табличной форме.

4. Рассчитать угловые скорости звеньев для всех фиксированных положений механизма и угловые ускорения - для двух выделенных. На плане положений указать стрелками их направления.

5. Построить масштабные кинематические графики перемещений, скоростей и ускорений выходного звена механизма за цикл его движения. График скоростей строят по результатам решений планов скоростей, при этом скорости выходного звена в такте холостого хода принимают направленными вверх, а в такте рабочего хода – вниз. Графическим интегрированием и дифференцированием скоростей получают графики перемещений и ускорений, соответственно.

6. Оценить погрешность значений скоростей и ускорений, определенных по кинематическим графикам сравнительно с результатами, полученными по планам скоростей и ускорений.

## **II. ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА**

1. Построить график моментов сил сопротивлений и движущих сил, приведенных к начальному звену (кривошип), в функции угла положения для цикла установившегося движения. Для технологической машины график приведенного момента сопротивления построить с учетом заданных сил производственного сопротивления, а приведенный момент движущих сил считать постоянным. Для механизма энергетической машины график приведенного момента движущих сил построить с учетом заданной индикаторной диаграммы, а приведенный момент сопротивлений считать в этом случае постоянным.

2. Интегрированием приведенного момента сил по углу положения начального звена построить масштабный график работ приведенных сил. С учетом постоянного момента движущих сил для технологической машины (или момента сил сопротивлений для энергетической машины) построить прямолинейный график работ этих сил, исходя из того, что за цикл установившегося движения системы сумма работ сил сопротивлений и движущих сил равна нулю.

3. Алгебраическим суммированием ординат графиков работ сил сопротивлений и движущих сил построить масштабный график избыточных работ (энергии)  $\Delta T = \Delta T(\varphi)$  рассматриваемой системы, при этом следует считать работу движущих сил положительной, а работу сил сопротивлений - отрицательной.

4. Построить масштабный график приведенного момента инерции системы в функции угла положения начального звена  $J = J(\varphi)$ , причем координатные оси этого графика следует повернуть на  $90^\circ$  по часовой стрелке (с размещением его на чертеже вверху справа от сетки предыдущих графиков).

5. Рассчитать угловую скорость начального звена за цикл движения механизма, построить масштабный график угловой скорости звена приведения в функции угла положения  $\omega = \omega(\varphi)$ ; рассчитать среднюю скорость за цикл и определить коэффициент неравномерности движения. Полученное значение сравнить с заданным допустимым значением и сделать вывод о необходимости регулирования установившегося неравномерного движения системы.

6. Если маховик необходим, то исключением угловой координаты графиков  $\Delta T = \Delta T(\varphi)$  и  $J = J(\varphi)$  построить кривую энергомасс (диаграмму Ф. Виттенбауэра) и рассчитать момент инерции маховика  $J_m$ , при необходимости вычислить размеры поперечного сечения обода маховика, принимая расчетный диаметр маховика равным  $D_m = 10l_{OA}$ .

### **III. КИНЕТОСТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА С УЧЕТОМ УСКОРЕНИЯ НАЧАЛЬНОГО ЗВЕНА**

Кинетостатический расчет выполняют для одного положения механизма в такте рабочего хода.

1. Определить угловое ускорение начального звена механизма с учетом момента инерции маховика.

2. Построить масштабный план ускорений с учетом найденного углового ускорения.

3. Рассчитать действующие внешние силы: силы тяжести звеньев, силы инерции звеньев, моменты сил инерции. Определить

величину силы полезного сопротивления в соответствии с исходными данными к работе.

4. Построить схему силовой загрузки механизма.

5. Кинетостатический расчет сил взаимодействия звеньев в кинематических парах выполнить в последовательности структурного анализа механизма, начиная со структурной группы наиболее удаленной от начального механизма.

В расчетах использовать кинетостатические уравнения равновесия моментов и сил по видам структурных групп, силами трения в кинематических парах при этом следует пренебречь. Для упрощения расчетов рационально выполнять приведение инерционных нагрузок, заменяя силу инерции и момент сил инерции каждого звена сложного движения одной силой инерции.

6. Выполнить кинетостатический расчет начального механизма и определить уравнивающий фактор (уравнивающую силу или уравнивающий момент) в зависимости от способа передачи механизму внешней энергии.

7. Определить уравнивающий силовой фактор методом «жесткого рычага» Н.Е. Жуковского и сравнить полученное значение с величиной уравнивающего силового фактора вычисленного ранее (см. п.6). Оценить величину погрешности, которая не должна превышать 3- 5%.

### Основные принятые обозначения

№ п/п	Обозначение	Размерность	Наименование	Примечание
1.	$\omega_1$	$c^{-1}$	Угловая скорость ведущего звена механизма	
2.	$\omega_{дв}$	$c^{-1}$	Угловая скорость двигателя	
3.	$m_i$	кг	Масса $i$ -ого звена механизма	
4.	$J_{O1}$	$кгм^2$	Момент инерции кривошипа относительно оси ( $O_1$ ), проходящей через центр масс звена	
5.	$J_{дв}$	$кгм^2$	Момент инерции ротора двигателя	
6.	$J_{Si}$	$кгм^2$	Момент инерции звена относительно оси ( $S_i$ ), проходящей через центр масс звена	

№ п/п	Обозначение	Размерность	Наименование	Примечание
7.	$\delta$	–	Коэффициент неравномерности движения механизма	
8.	$d$	мм	Диаметр поршня	Задается для механизмов двигателя
9.	$m_m$	кг	Масса перемещаемого материала	Задается для механизмов перемещения желоба
10.	$m_{ш}$	кг	Масса штанги	Задается для механизмов станка-качалки
11.	$m_E$	кг	Масса противовеса	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основной:

1. Теория механизмов и механика машин. / Под ред. академика К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 2005. – 496 с.
2. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. – М.: Высшая школа, 2004. – 458 с.
3. Ковалевский М.З. Динамика машин. – Л.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

### Дополнительный:

4. Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
5. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. / Под ред. А.С. Кореняко. – М.-Л.: Машиностроение, 1980. – 324 с.
6. Теория механизмов и машин: Сборник контрольных работ и курсовых проектов. / Под ред. Н.В. Алехновича. – Минск.: Высшая школа, 1970. – 252 с.
7. Моргулис Ю.Б. Двигатели внутреннего сгорания. Теория, конструкция, расчет. – М.: Машиностроение, 1972. – 336 с.

## ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

### Задание № 1. Кулисный механизм

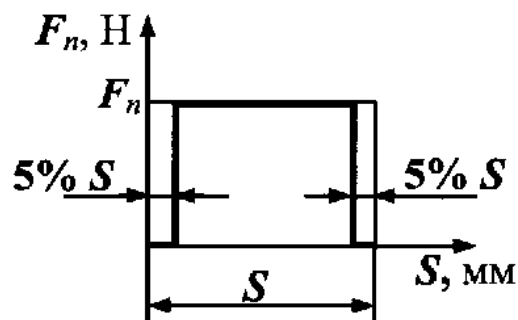
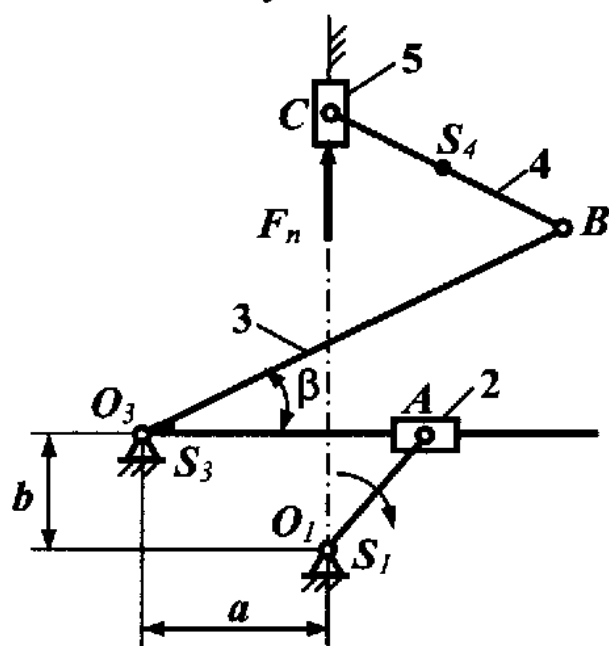


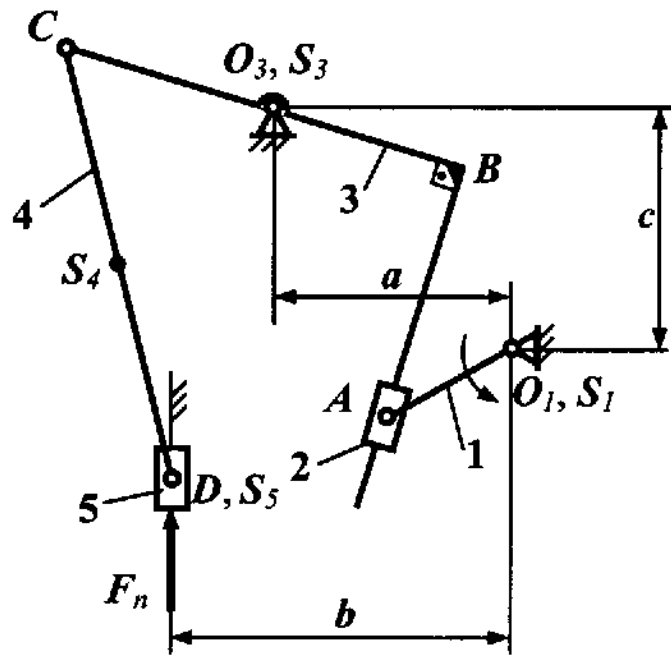
График сопротивления  
при рабочем ходе

Параметр	Размерность	№ варианта			
		1	2	3	4
$O_1A$	м	0,12	0,20	0,12	0,20
$O_3B$	м	0,525	0,560	0,530	0,560
$BC$	м	0,43	0,44	0,43	0,44
$a$	м	0,4	0,4	0,4	0,4
$b$	м	0,065	0,070	0,065	0,070
$\beta^0$	градусы	$20^0$	$15^0$	$30^0$	$20^0$
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	25	50	60	40
$n_{доп}$	мин <sup>-1</sup>	1000	1500	1000	950
$m_3$	кг	95	80	70	75
$m_4$	кг	25	30	40	35
$m_5$	кг	175	190	160	170
$J_{O1}$	кгм <sup>2</sup>	0,10	0,15	0,12	0,15
$J_{S3}$	кгм <sup>2</sup>	3,0	3,5	2,8	3,5
$J_{S4}$	кгм <sup>2</sup>	0,70	0,80	0,60	0,65
$J_{доп}$	кгм <sup>2</sup>	0,10	0,15	0,12	0,10
$F_n$	Н	7000	5000	6000	4000
$\delta$	—	0,04	0,05	0,04	0,05

Примечание. В вариантах № 1 и 2 кривошип вращается по часовой стрелке, а в вариантах № 3 и 4 – против часовой стрелки.



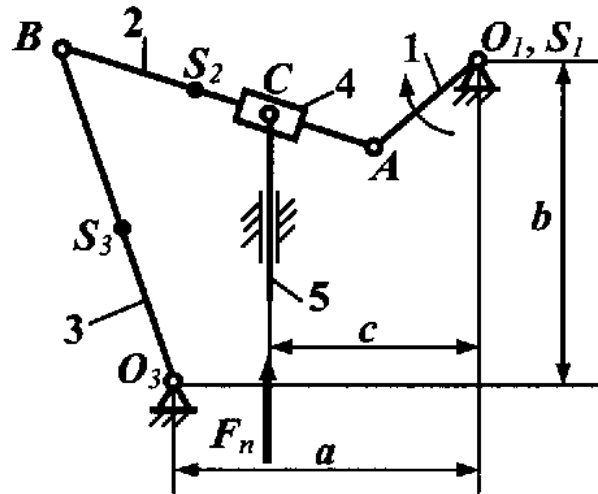
**Задание № 2. Механизм водяного насоса**



Параметр	Размерность	№ варианта	
		1	2
$O_1A$	м	0,07	0,07
$O_3B$	м	0,04	0,04
$O_3C$	м	0,08	0,08
$CD$	м	0,24	0,24
$a$	м	0,02	0,02
$b$	м	0,08	0,08
$c$	м	0,28	0,28
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	200	100
$n_{\text{дв}}$	мин <sup>-1</sup>	1500	1000
$m_3$	кг	50	40
$m_4$	кг	24	30
$m_5$	кг	30	50
$J_{O1}$	кгм <sup>2</sup>	2,0	1,8
$J_{S3}$	кгм <sup>2</sup>	4,0	3,5
$J_{S4}$	кгм <sup>2</sup>	0,20	0,18
$J_{\text{дв}}$	кгм <sup>2</sup>	0,12	0,20
$F_n$	Н	1000	1500
$\delta$	—	0,06	0,06

Примечание.  $F_n$  – сила сопротивления при рабочем ходе;  $F_{\text{тх}}$  – сила сопротивления при холостом ходе ( $F_{\text{тх}} = 0,25F_n$ ).

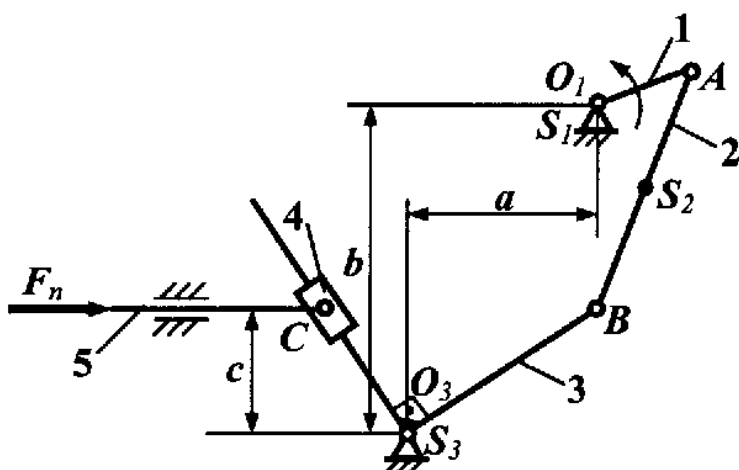
**Задание № 3. Механизм плунжерного насоса**



Параметр	Размерность	№ варианта	
		1	2
$O_1A$	м	0,14	0,20
$AB$	м	0,42	0,50
$O_3B$	м	0,42	0,80
$a$	м	0,42	0,75
$b$	м	0,42	0,35
$c$	м	0,18	0,35
$\omega_1$	$c^{-1}$	20	12
$n_{об}$	$мин^{-1}$	1500	1000
$m_2$	кг	13	15
$m_3$	кг	12	20
$m_5$	кг	20	25
$J_{O1}$	$кгм^2$	0,12	0,12
$J_{S2}$	$кгм^2$	0,20	0,25
$J_{S3}$	$кгм^2$	0,18	0,25
$J_{O3}$	$кгм^2$	1,0	1,0
$F_n$	Н	13500	17000
$\delta$	—	1/20	1/20

Примечание.  $F_n$  – сила сопротивления при рабочем ходе;  $F_{мх}$  – сила сопротивления при холостом ходе ( $F_{мх} = 0,25F_n$ ).

**Задание № 4. Механизм подачи заготовок**



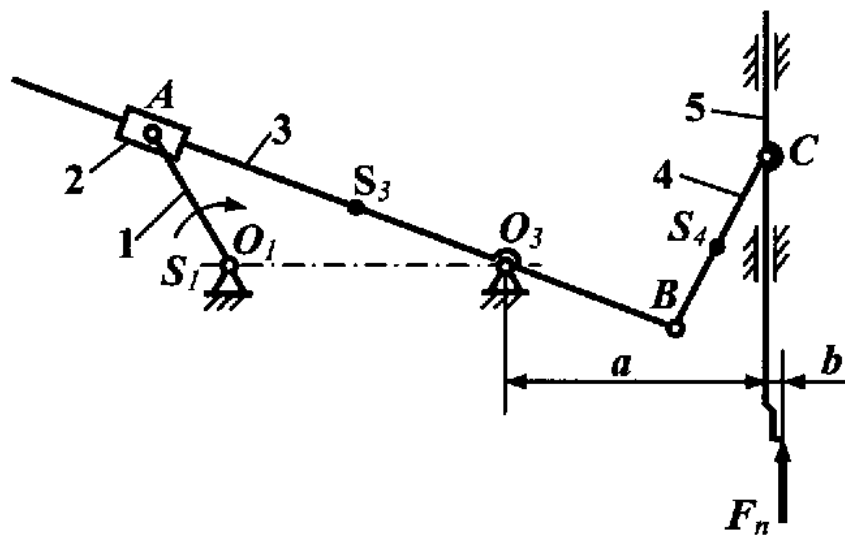
Параметр	Размерность	№ варианта			
		1	2	3	4
$O_1A$	м	0,045	0,050	0,045	0,050
$AB$	м	0,151	0,180	0,150	0,180
$O_3B$	м	0,08	0,10	0,08	0,10
$a$	м	0,066	0,060	0,066	0,060
$b$	м	0,154	0,160	0,154	0,160
$c$	м	0,045	0,060	0,045	0,060
$\omega_1$	$c^{-1}$	30	18	20	25
$\omega_{\text{дв}}$	$c^{-1}$	150	90	120	100
$m_2$	кг	4,5	4,5	5,0	6,0
$m_3$	кг	10,5	12,0	11,0	13,0
$m_5$	кг	22	20	24	25
$J_{O1}$	$кгм^2$	2,0	2,0	1,8	2,1
$J_{S2}$	$кгм^2$	0,020	0,020	0,018	0,022
$J_{S3}$	$кгм^2$	0,40	0,50	0,60	0,55
$J_{\text{дв}}$	$кгм^2$	0,12	0,12	0,12	0,14
$F_n$	Н	3000	3500	2800	3200
$\delta$	—	0,05	0,05	0,05	0,05

*Примечания:*

1. В вариантах № 1 и 2 кривошип вращается по часовой стрелке, а в вариантах № 3 и 4 – против часовой стрелки.

2.  $F_n$  – сила сопротивления при рабочем ходе;  $F_{\text{нх}}$  – сила сопротивления при холостом ходе ( $F_{\text{нх}} = 0,3F_n$ ).

**Задание № 5. Механизм перемещения долбняка**



Параметр	Размерность	№ варианта	
		1	2
$O_1A$	м	0,08	0,08
$O_1O_3$	м	0,22	0,22
$O_3B$	м	0,14	0,14
$BC$	м	0,12	0,12
$a$	м	0,15	0,15
$b$	м	0,02	0,02
$\omega_1$	$c^{-1}$	20	30
$\omega_{дв}$	$c^{-1}$	140	120
$m_3$	кг	116	100
$m_4$	кг	40	30
$m_5$	кг	124	100
$J_{O1}$	$кгм^2$	2,0	1,8
$J_{S3}$	$кгм^2$	0,56	0,64
$J_{S4}$	$кгм^2$	0,08	0,09
$J_{дв}$	$кгм^2$	1,2	1,5
$F_n$	Н	5000	4000
$\delta$	—	0,05	0,04

*Примечание.  $F_n$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе долбняка, кроме участков перебега, составляющих по 5% хода.*

**Задание № 6. Механизм перемещения долбняка**

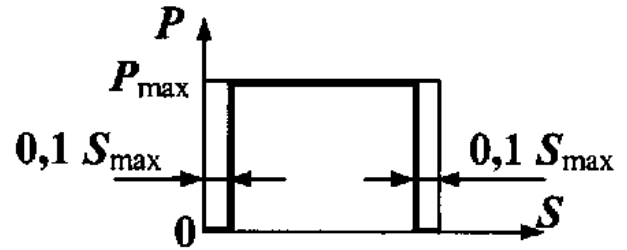
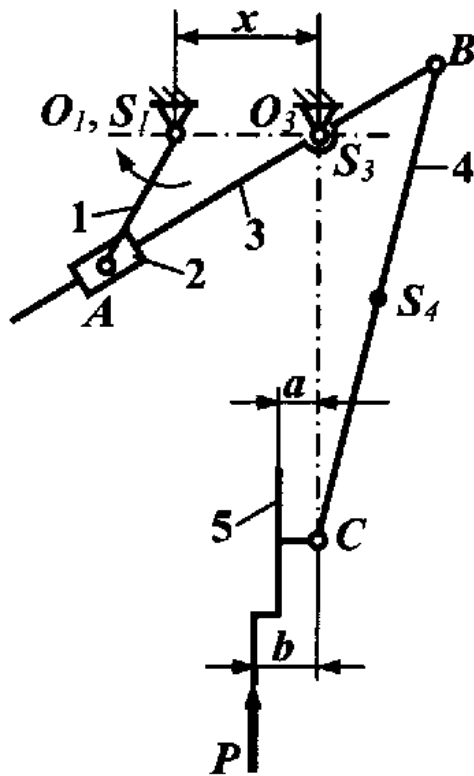
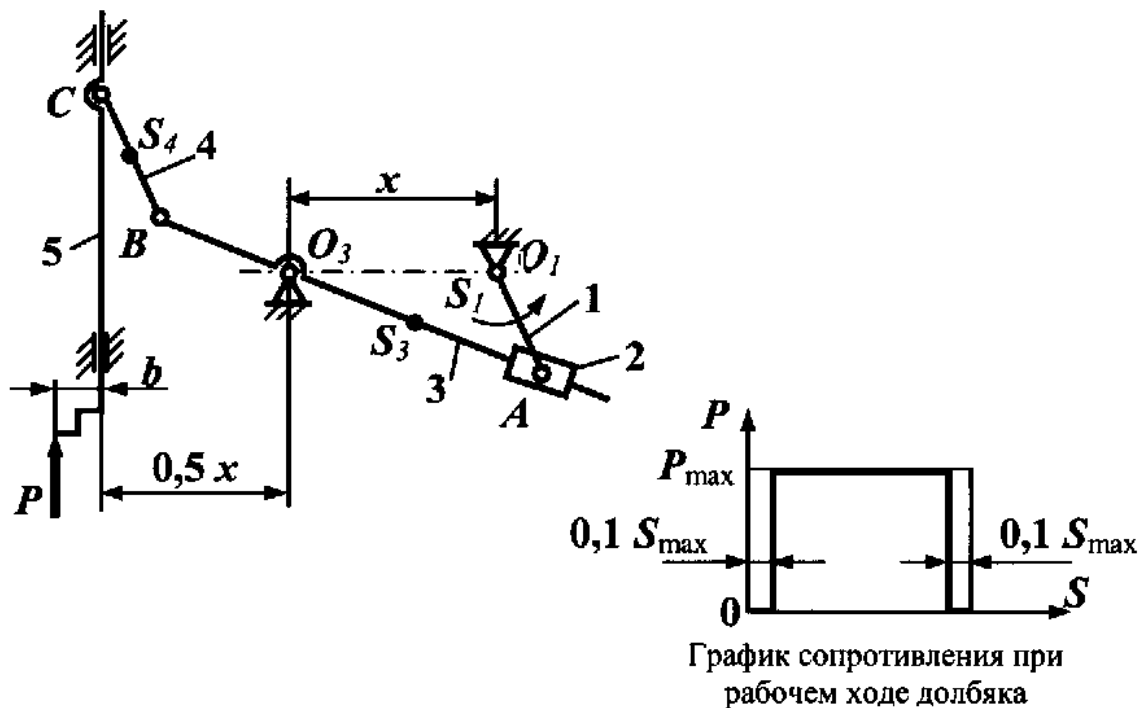


График сопротивления при рабочем ходе долбняка

Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,10	0,12	0,14	0,15	0,16
$O_3B$	м	0,10	0,08	0,12	0,10	0,15
$BC$	м	0,40	0,35	0,56	0,50	0,60
$A$	м	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02
$B$	м	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04
$X$	м	0,15	0,04	0,08	0,05	0,08
$\omega_1$	$c^{-1}$	10	12	13	14	15
$\omega_{об}$	$c^{-1}$	100	110	120	130	100
$m_3$	кг	280	250	220	200	200
$m_4$	кг	35	32	30	25	32
$m_5$	кг	350	340	330	320	310
$J_{O1}$	$кгм^2$	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6
$J_{S3}$	$кгм^2$	3,1	2,8	4,3	3,0	5,0
$J_{S4}$	$кгм^2$	0,7	0,5	1,0	0,8	1,1
$J_{об}$	$кгм^2$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$P_{max}$	Н	6000	5000	5500	4500	4000
$\delta$	—	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе долбняка;  
 $P_{max}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.

### Задание № 7. Механизм перемещения долбняка



Параметр	Размерность	№ варианта					
		1	2	3	4	5	6
$O_1A$	м	0,08	0,11	0,05	0,09	0,08	0,08
$O_3B$	м	0,10	0,13	0,30	0,17	0,14	0,10
$BC$	м	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
$b$	м	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02
$x$	м	0,15	0,19	0,16	0,20	0,22	0,15
$\omega_1$	$c^{-1}$	16	17	18	19	20	20
$\omega_{дв}$	$c^{-1}$	150	150	150	150	150	120
$m_3$	кг	190	210	190	230	180	200
$m_4$	кг	20	25	30	32	35	28
$m_5$	кг	300	320	300	260	280	290
$J_{O1}$	$кгм^2$	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9
$J_{S3}$	$кгм^2$	3,8	4,8	8,0	7,2	5,6	4,5
$J_{S4}$	$кгм^2$	0,05	0,05	0,15	0,05	0,05	0,10
$J_{O3}$	$кгм^2$	0,10	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12
$P_{max}$	Н	3500	4000	4500	5000	3500	4200
$\delta$	—	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе долбняка;  
 $P_{max}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.

### Задание № 8. Механизм перемещения резца

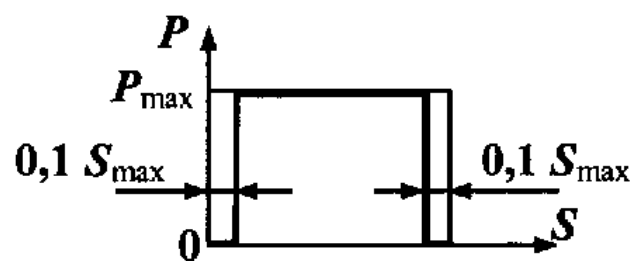
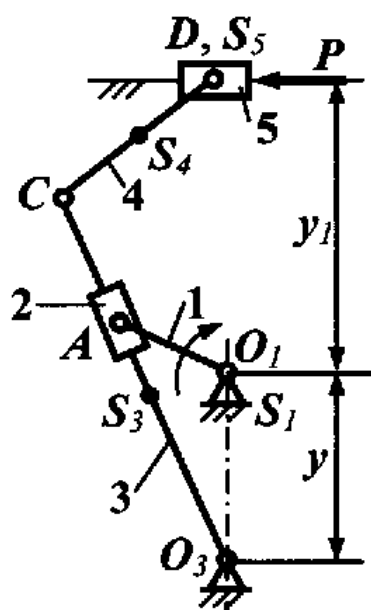
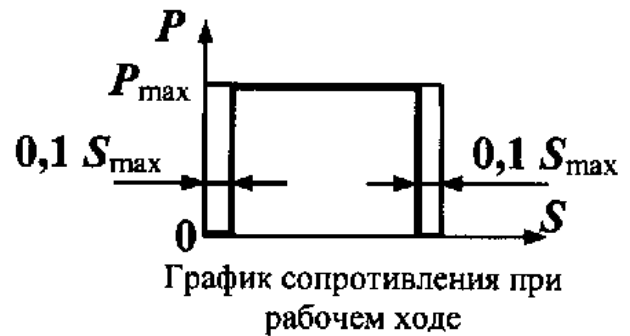
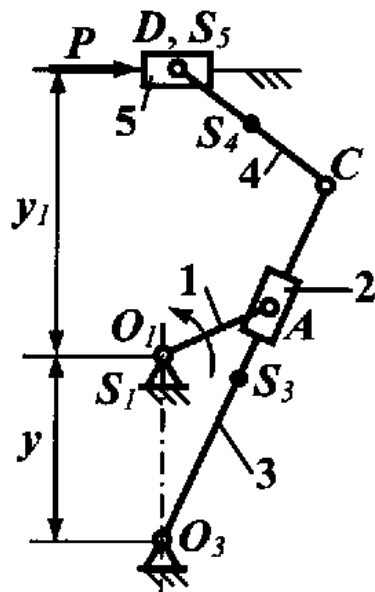


График сопротивления при рабочем ходе резца

Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,09	0,12	0,13	0,14	0,16
$O_3C$	м	0,80	0,83	0,81	0,77	0,68
$CD$	м	0,40	0,29	0,28	0,28	0,24
$y$	м	0,65	0,45	0,43	0,40	0,37
$y_1$	м	0,50	0,37	0,36	0,34	0,28
$\omega_1$	$c^{-1}$	20	18	16	14	12
$\omega_{об}$	$c^{-1}$	150	150	150	120	120
$m_3$	кг	160	180	200	150	220
$m_4$	кг	40	50	30	40	30
$m_5$	кг	360	340	310	300	260
$J_{O1}$	$кгм^2$	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
$J_{S3}$	$кгм^2$	26,0	16,0	16,5	11,0	13,0
$J_{S4}$	$кгм^2$	0,8	0,6	0,3	0,4	0,2
$J_{об}$	$кгм^2$	0,05	0,10	0,12	0,10	0,05
$P_{max}$	Н	7000	6000	5000	5500	4000
$\delta$	—	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе резца;  
 $P_{max}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.

### Задание № 9. Кулисный механизм



Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,10	0,13	0,14	0,15	0,17
$O_3C$	м	0,80	0,83	0,81	0,77	0,68
$CD$	м	0,40	0,29	0,28	0,28	0,24
$y$	м	0,65	0,45	0,43	0,40	0,37
$y_1$	м	0,50	0,37	0,36	0,34	0,28
$\omega_1$	$c^{-1}$	18	16	14	12	20
$\omega_{\text{да}}$	$c^{-1}$	120	120	120	150	150
$m_3$	кг	160	180	200	150	220
$m_4$	кг	40	50	30	40	30
$m_5$	кг	360	340	310	300	260
$J_{O1}$	$кгм^2$	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
$J_{S3}$	$кгм^2$	26,0	16,0	16,5	11,0	13,0
$J_{S4}$	$кгм^2$	0,8	0,6	0,3	0,4	0,2
$J_{\text{да}}$	$кгм^2$	0,05	0,10	0,12	0,10	0,05
$P_{\text{max}}$	Н	7000	6000	5000	5500	4000
$\delta$	—	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе;  
 $P_{\text{max}}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.



**Задание № 10. Механизм перемещения резца**

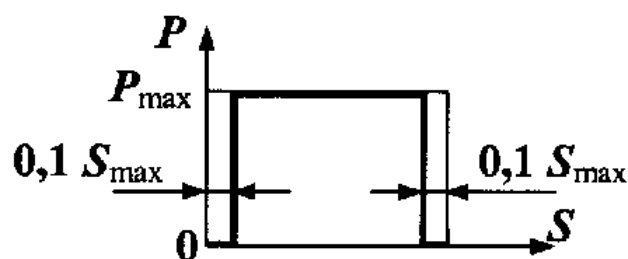
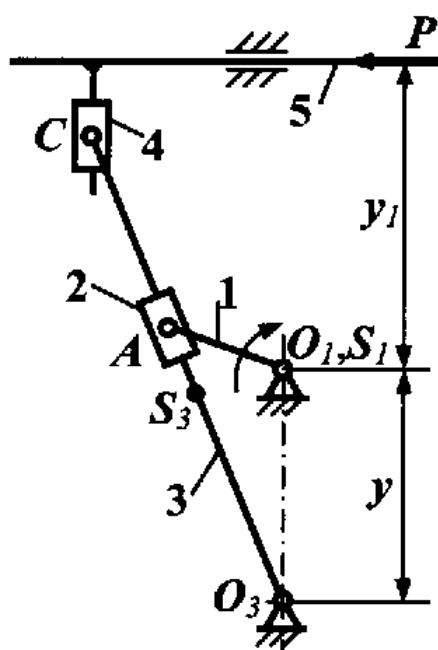


График сопротивления при рабочем ходе резца

Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,09	0,12	0,13	0,14	0,16
$O_3C$	м	1,15	0,83	0,81	0,77	0,68
$y$	м	0,65	0,45	0,43	0,40	0,37
$y_1$	м	0,50	0,37	0,36	0,34	0,08
$\omega_1$	$c^{-1}$	10	15	17	19	11
$\omega_{\text{дв}}$	$c^{-1}$	100	150	140	130	100
$m_3$	кг	160	180	200	150	220
$m_5$	кг	380	400	340	330	290
$J_{O1}$	$кгм^2$	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
$J_{S3}$	$кгм^2$	26,0	16,0	17,0	11,0	13,0
$J_{\text{дв}}$	$кгм^2$	0,10	0,05	0,12	0,05	0,10
$P_{\text{max}}$	Н	7000	6000	5500	5000	4000
$\delta$	—	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе резца;  
 $P_{\text{max}}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.

### Задание № 11. Двухкулисный механизм

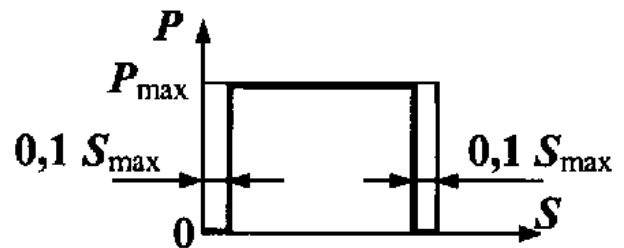
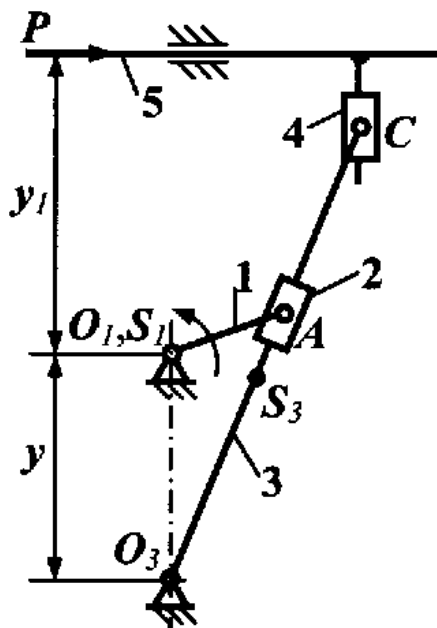
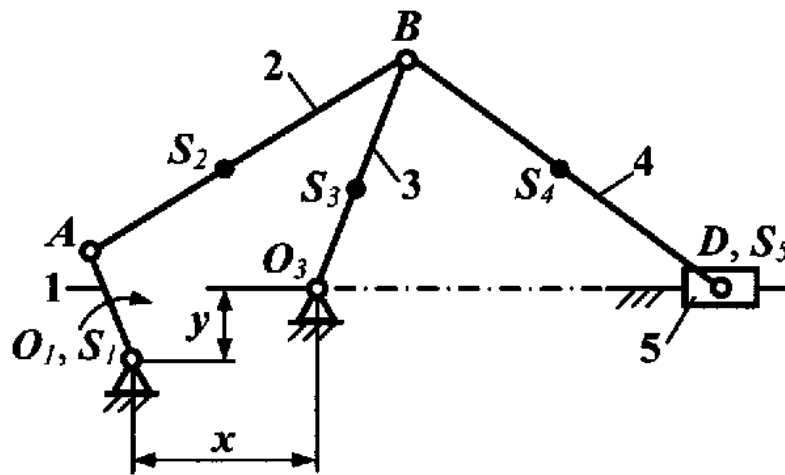


График сопротивления при рабочем ходе

Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,08	0,11	0,12	0,13	0,14
$O_3C$	м	1,15	0,85	0,90	0,85	1,0
$y$	м	0,60	0,42	0,40	0,42	0,55
$y_1$	м	0,45	0,39	0,45	0,37	0,40
$\omega_1$	$c^{-1}$	10	15	20	17	19
$\omega_{\text{дн}}$	$c^{-1}$	100	150	140	130	140
$m_3$	кг	160	180	200	150	220
$m_5$	кг	380	400	340	330	290
$J_{O1}$	$кгм^2$	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
$J_{S3}$	$кгм^2$	26,0	16,0	17,0	11,0	13,0
$J_{\text{де}}$	$кгм^2$	0,10	0,05	0,12	0,05	0,10
$P_{\text{max}}$	Н	7000	6000	5500	5000	4000
$\delta$	—	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05

Примечание.  $P$  – сила полезных сопротивлений при рабочем ходе;  
 $P_{\text{max}}$  – максимальное значение силы полезных сопротивлений.

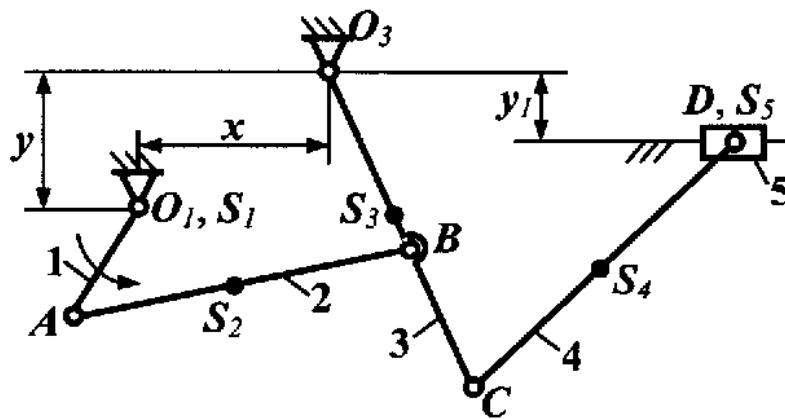
**Задание № 12. Механизм перемещения желоба**



Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,12	0,14	0,10	0,10	0,12
$AB$	м	0,46	0,28	0,46	0,38	0,55
$BO_3$	м	0,39	0,35	0,33	0,32	0,40
$BD$	м	2,0	2,1	2,0	1,7	2,4
$x$	м	0,33	0,32	0,34	0,28	0,41
$y$	м	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07
$\omega_1$	$c^{-1}$	5	6	8	10	12
$\omega_{0\delta}$	$c^{-1}$	100	100	150	150	150
$m_2$	кг	100	80	100	90	110
$m_3$	кг	160	130	150	160	170
$m_4$	кг	210	200	200	210	210
$m_5$	кг	500	400	500	400	500
$m_m$	кг	1100	800	1000	900	1200
$J_{O1}$	$кгм^2$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$J_{S2}$	$кгм^2$	2,6	0,8	2,0	1,8	4,0
$J_{S3}$	$кгм^2$	3,0	2,0	1,5	1,8	3,0
$J_{S4}$	$кгм^2$	105	100	100	80	150
$J_{D\delta}$	$кгм^2$	0,20	0,20	0,15	0,12	0,15
$P_{C1}$	Н	2500	2000	2500	2000	3000
$P_{C2}$	Н	6500	5500	6000	5500	7500
$\delta$	—	0,09	0,10	0,08	0,06	0,04

Примечание.  $P_{C1}$  – сила сопротивления при холостом ходе;  $P_{C2}$  – сила сопротивления при рабочем ходе;  $m_m$  – масса перемещаемого материала.

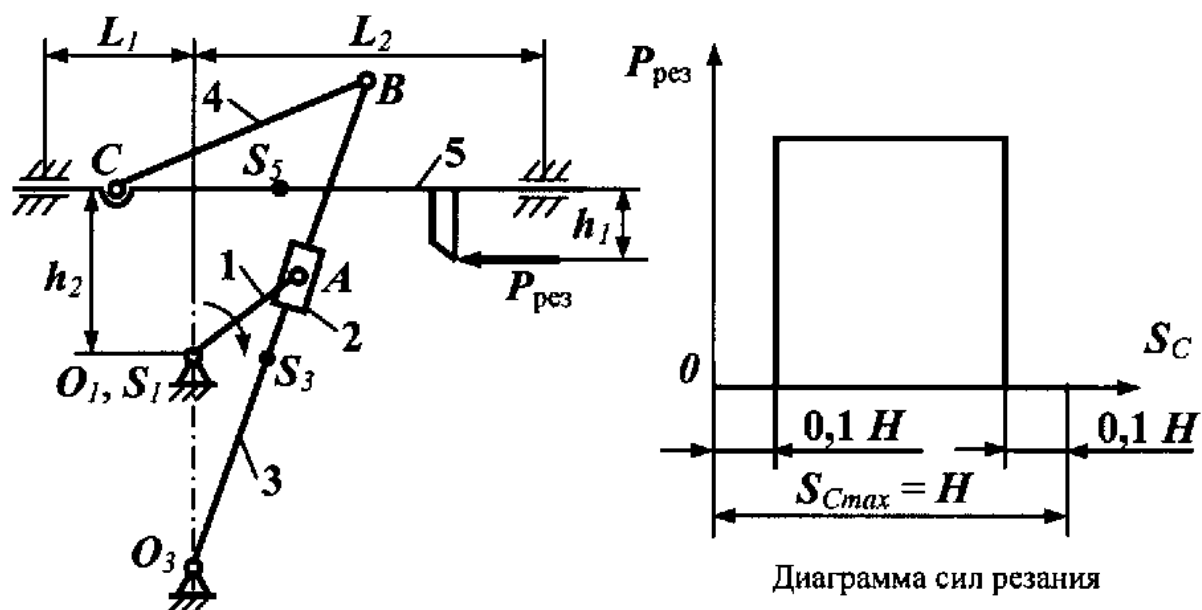
**Задание № 13. Механизм перемещения желоба**



Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,13	0,11	0,09	0,14	0,10
$AB$	м	0,36	0,24	0,25	0,31	0,28
$BO_3$	м	0,30	0,25	0,21	0,32	0,23
$BC$	м	0,09	0,10	0,06	0,13	0,07
$CD$	м	2,00	1,75	1,40	2,30	1,50
$x$	м	0,29	0,21	0,21	0,27	0,22
$y=y_1$	м	0,06	0,13	0,04	0,17	0,05
$\omega_1$	$c^{-1}$	10	8	6	9	7
$\omega_{D\delta}$	$c^{-1}$	150	150	100	150	100
$m_2$	кг	100	80	50	90	70
$m_3$	кг	150	120	100	160	110
$m_4$	кг	200	170	150	180	160
$m_5$	кг	500	400	300	500	400
$m_m$	кг	1000	900	700	1200	800
$J_{O1}$	$кгм^2$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$J_{S2}$	$кгм^2$	1,6	0,6	0,4	1,1	0,7
$J_{S3}$	$кгм^2$	3,0	1,8	1,0	4,0	1,2
$J_{S4}$	$кгм^2$	100	65	37	100	45
$J_{D\delta}$	$кгм^2$	0,15	0,15	0,20	1,50	0,20
$P_{C1}$	Н	3000	2500	2000	3000	2000
$P_{C2}$	Н	7000	6000	5000	7500	5000
$\delta$	—	0,05	0,04	0,06	0,07	0,08

Примечание.  $P_{C1}$  – сила сопротивления при холостом ходе;  $P_{C2}$  – сила сопротивления при рабочем ходе;  $m_m$  – масса перемещаемого материала.

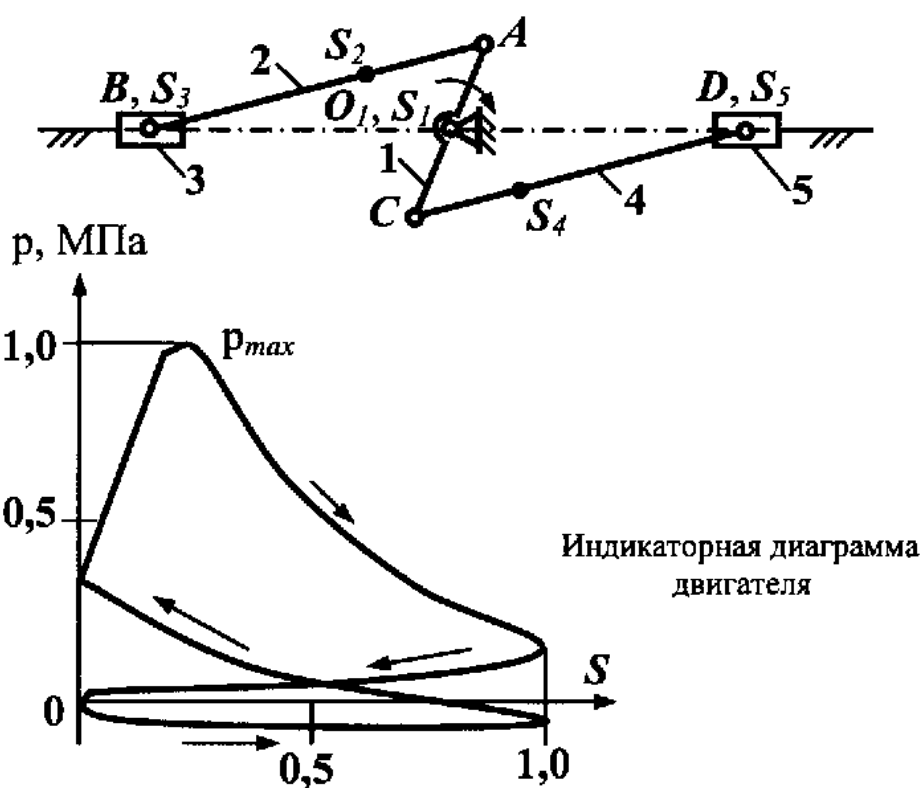
**Задание № 14. Механизм поперечно-строгального станка**



Параметр	Размерность	№ варианта					
		1	2	3	4	5	6
$O_1A$	м	0,12	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
$O_1O_3$	м	0,27	0,35	0,30	0,30	0,27	0,35
$O_3B$	м	0,49	0,64	0,56	0,56	0,49	0,64
$BC$	м	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21
$h_1$	м	0,13	0,10	0,13	0,12	0,14	0,15
$h_2$	м	0,19	0,29	0,25	0,25	0,20	0,28
$L_1$	м	0,47	0,39	0,39	0,41	0,41	0,41
$L_2$	м	0,35	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30
$O_3S_3$	м	0,25	0,34	0,30	0,30	0,25	0,34
$CS_5$	м	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	70	71	68	72	80	70
$n_{\text{об}}$	мин <sup>-1</sup>	1420	1440	950	940	1500	1000
$m_3$	кг	18	20	19	20	18	20
$m_5$	кг	40	60	50	50	40	60
$J_{S1}$	кгм <sup>2</sup>	2,0	3,5	3,0	2,0	2,0	1,8
$J_{S3}$	кгм <sup>2</sup>	0,43	0,82	0,60	0,82	0,43	0,82
$J_{\text{об}}$	кгм <sup>2</sup>	0,06	0,05	0,12	0,10	0,05	0,06
$P_{\text{рез}}$	Н	1800	2000	1600	1900	2200	2400
$\delta$	—	1/30	1/20	1/25	1/20	1/25	1/30

Примечание.  $P_{\text{рез}}$  – сила резания.

**Задание № 15. Механизм двухцилиндрового четырехтактного двигателя внутреннего сгорания**



Параметр	Размерность	№ варианта					
		1	2	3	4	5	6
$O_1A=O_1C$	м	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04
$AB=CD$	м	0,24	0,17	0,16	0,18	0,23	0,15
$AS_2$	м	$AB/3$	$AB/3$	$AB/3$	$AB/3$	$AB/3$	$AB/3$
$CS_4$	м	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	4700	5200	5100	4800	4900	5000
$m_2=m_4$	кг	0,31	0,34	0,32	0,32	0,35	0,30
$m_3=m_5$	кг	0,33	0,34	0,36	0,36	0,42	0,30
$J_{S1}$	кгм <sup>2</sup>	0,07	0,06	0,07	0,05	0,09	0,10
$J_{S2}=J_{S4}$	кгм <sup>2</sup>	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01
$p_{max}$	МПа	2,8	3,0	3,5	3,2	1,1	2,8
$d$	мм	80	70	60	60	70	60
$\delta$	—	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05

Примечание.  $p_{max}$  – максимальное давление в цилиндре;  $d$  – диаметр цилиндра.

**Задание № 16. Механизм вытяжного пресса**

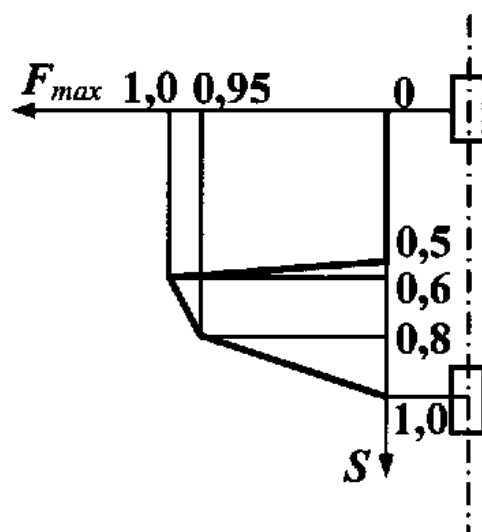
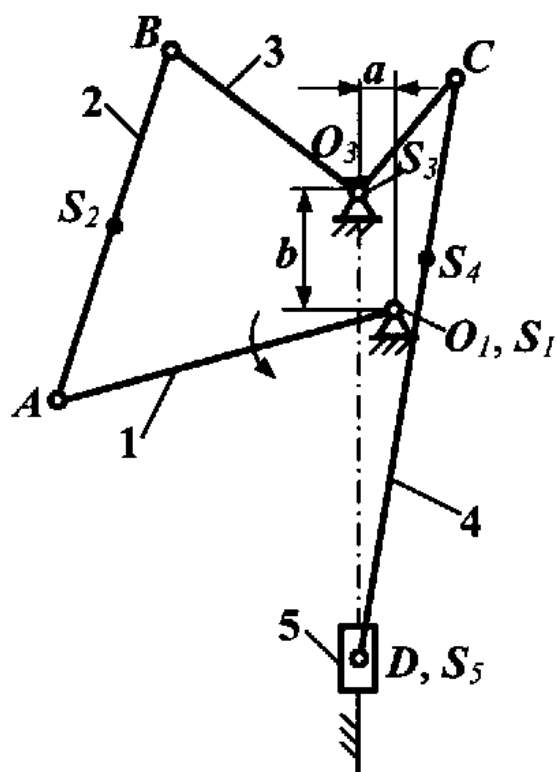
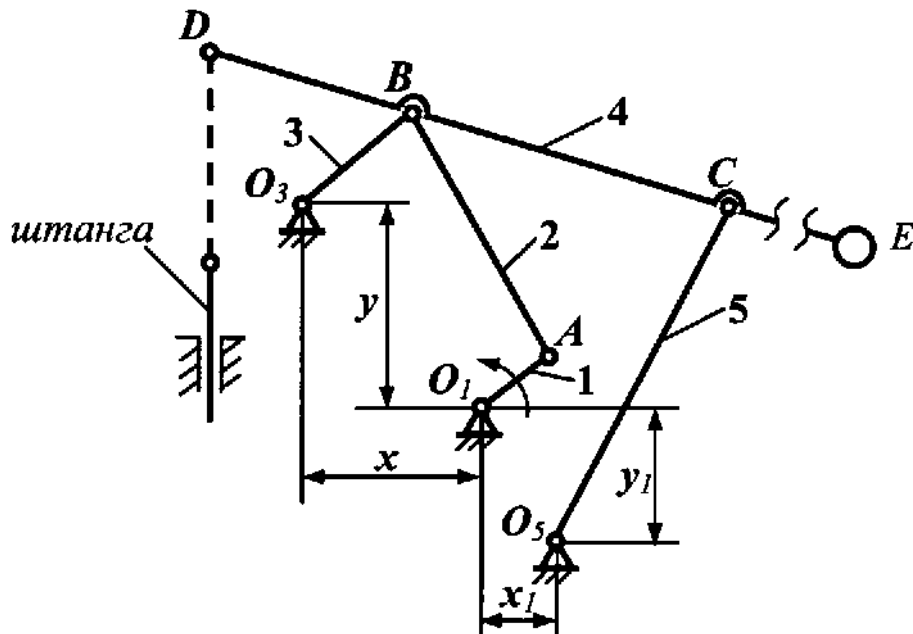


График изменения  
усилия вытяжки

Параметр	Размерность	№ варианта				
		1	2	3	4	5
$O_1A$	м	0,55	0,77	0,33	0,60	0,49
$AB$	м	0,53	0,74	0,32	0,62	0,47
$BO_3$	м	0,22	0,30	0,13	0,20	0,20
$O_3C$	м	0,15	0,21	0,09	0,15	0,14
$CD$	м	0,91	1,28	0,55	1,00	0,82
$AS_2$	м	$AB/2$	$AB/2$	$AB/2$	$AB/2$	$AB/2$
$CS_4$	м	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$	$CD/3$
$a$	м	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02
$b$	м	0,10	0,15	0,06	0,15	0,09
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	40	42	50	60	55
$n_{\text{дв}}$	мин <sup>-1</sup>	960	940	940	950	960
$m_1$	кг	60	80	40	65	55
$m_2$	кг	30	35	20	32	22
$m_4$	кг	65	75	40	60	45
$m_5$	кг	45	50	30	42	52
$J_{S1}$	кгм <sup>2</sup>	12,0	14,0	8,0	9,0	8,5
$J_{S2}$	кгм <sup>2</sup>	1,4	1,6	0,7	1,5	0,8
$J_{S4}$	кгм <sup>2</sup>	10,5	13,0	4,0	9,0	8,0
$J_{Oe}$	кгм <sup>2</sup>	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10
$F_{\text{max}}$	Н	45000	55000	30000	42000	38000
$\delta$	—	1/5	1/5	1/7	1/6	1/7

Примечание.  $F_{\text{max}}$  – максимальное усилие вытяжки.

Задание № 17. Механизм станка-качалки

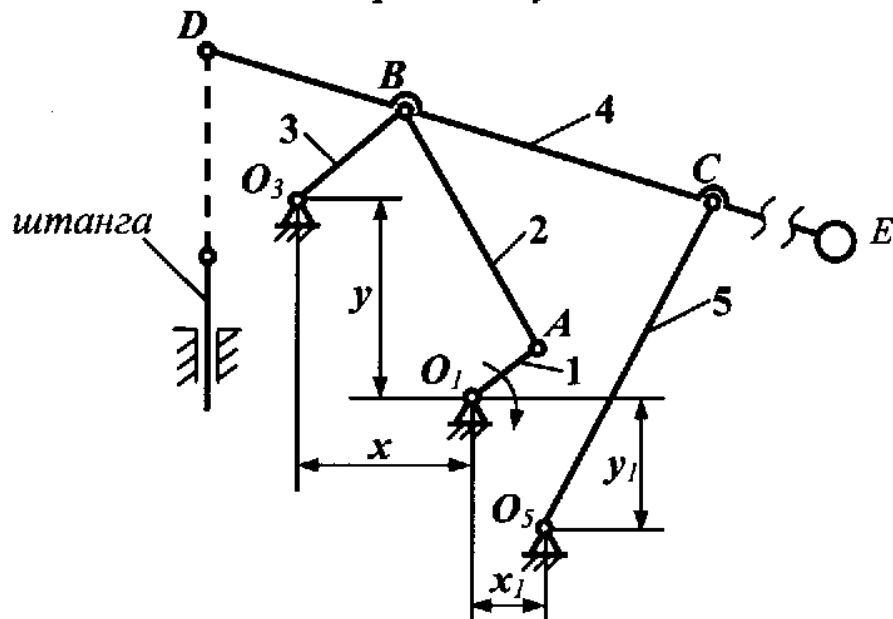


Параметр	Размерность	№ варианта		
		1	2	3
$O_1A$	м	0,625	0,470	0,370
$AB$	м	2,50	1,87	1,50
$O_3B$	м	1,12	0,84	0,67
$BC$	м	2,14	1,60	1,28
$BD$	м	1,54	1,15	0,92
$O_5C$	м	2,58	1,93	1,55
$CE$	м	3,68	2,75	2,20
$x$	м	1,50	1,12	0,90
$y$	м	2,18	1,63	1,30
$x_1$	м	0,94	0,70	0,56
$y_1$	м	0,94	0,70	0,56
$\omega_1$	$c^{-1}$	1,4	0,9	1,9
$\omega_{дв}$	$c^{-1}$	100	77	152
$m_{ш}$	т	4,5	4,0	5,0
$m_E$	т	5,0	5,0	6,0
$J_{O1}$	$кгм^2$	2,0	2,0	1,5
$J_{дв}$	$кгм^2$	0,18	0,18	0,13
$P_{п}$	кН	60	65	70
$P_O$	кН	40	50	50
$\delta$	—	0,07	0,15	0,17

Примечание.  $m_{ш}$  — масса штанги;  $m_E$  — масса противовеса;  $P_{п}$ ,  $P_O$  — усилие в точке D подвеса штанги, соответственно при подъеме и при опускании.



**Задание № 18. Механизм привода глубинного насоса**



Параметр	Размерность	№ варианта		
		1	2	3
$O_1A$	м	0,625	0,470	0,370
$AB$	м	2,50	1,87	1,50
$O_3B$	м	1,12	0,84	0,67
$BC$	м	2,14	1,60	1,28
$BD$	м	1,54	1,15	0,92
$O_5C$	м	2,56	1,93	1,55
$CE$	м	3,68	2,75	2,20
$x$	м	1,50	1,12	0,90
$y$	м	2,18	1,63	1,30
$x_1$	м	0,94	0,70	0,56
$y_1$	м	0,94	0,70	0,56
$\omega_1$	$c^{-1}$	2,8	1,8	3,8
$\omega_{\text{об}}$	$C^{-1}$	100	77	152
$m_{\text{ш}}$	т	4,0	5,0	5,0
$m_E$	т	5,0	5,75	6,0
$J_{O1}$	$кгм^2$	2,0	2,0	1,5
$J_{\text{об}}$	$кгм^2$	0,18	0,18	0,13
$P_{\text{п}}$	кН	60	65	70
$P_{\text{о}}$	кН	40	50	50
$\delta$	–	0,07	0,15	0,17

Примечание.  $m_{\text{ш}}$  – масса штанги;  $m_E$  – масса противовеса;  $P_{\text{п}}$ ,  $P_{\text{о}}$  – усилия в точке D подвеса штанги, соответственно при подъеме и при опускании.