

(Определяем размеры звеньев механизма)

Время одного оборота  $T$ .

$$T = \frac{1}{(n_1)_{ном}}$$

Н-ход поршня.

$$H_c = 2l_{OD}$$

$$(V_b)_{cp} = \frac{(2H_c)}{T} \Rightarrow l_{OD} = \frac{(V_b)_{cp}}{4(n_1)_{ном}} = 0.04 м$$

$$l_{DF} = \gamma \cdot l_{OD} = 0.136 м$$

$$l_{OA} = \frac{(V_b)_{cp}}{4(n_1)_{ном}} = 0.04 м \text{ и } l_{AB} = \gamma \cdot l_{OA} = 0.136 м$$

(Определяем площадь поршня)

$$S_{поршня} = \pi \cdot d_{поршня}^2 / 4 = 0.0043 м^2.$$

(Составляем таблицу значений зависимости относительного давления на поршень от пути, который он прошел)

Путь поршня (в долях от Н)	$S_B/H$	0	0,05	0,1	0,2	0,3
Всасывание		0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Сжатие	$p/(p_{max})_{xx}$	0,57	0,41	0,30	0,18	0,12
Расширение		0,57	0,85	0,66	0,43	0,31
Выхлоп		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Путь поршня (в долях от Н)	$S_B/H$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
-------------------------------	---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Всасывание		-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Сжатие	$p/(p_{\max})_{xx}$	0,083	0,053	0,028	0,008	-0,01	-0,019	-0,02
Расширение		0,23	0,18	0,14	0,115	0,095	0,066	0,03
Выхлоп		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3

(находим моменты инерции и относительные скорости звеньев в зависимости от угла поворота, скорость и угловую скорость находим по плану скоростей на листе, взяв угловую скорость первого звена=1, а моменты инерции равны или  $J = m \left( \frac{V_{S_i}}{\omega} \right)^2$ , или  $J = J \left( \frac{\omega_i}{\omega} \right)^2$  в зависимости от того поступательное движение совершается или вращательное)

Строим графики моментов инерции и относительных скоростей

$F_{i0}^\circ$	$V_{q3}$	$U_{q2}$	$J_{\text{сум}}$	$J_3$	$J_2$	$J_{2 \text{ вр}}$	$J_{2 \text{ пос}}$
0	-0,00000	-0,29411	0,00043	0,000000	0,00043	0,00014	0,00029
15	-0,01330	-0,28492	0,00051	0,000006	0,00045	0,00013	0,00032
30	-0,02515	-0,25751	0,00071	0,000022	0,00048	0,00010	0,00037
45	-0,03429	-0,21262	0,00094	0,000042	0,00052	0,00007	0,00045
60	-0,03990	-0,15207	0,00112	0,000057	0,00055	0,00003	0,00051
75	-0,0417	-0,07939	0,00118	0,000062	0,00056	0,00001	0,00055
90	-0,04	0,000000	0,00112	0,000057	0,00054	0,00000	0,00054
105	-0,03556	0,07939	0,00097	0,000045	0,00051	0,00001	0,0005
120	-0,02937	0,15207	0,00079	0,000031	0,00048	0,00003	0,00045
135	-0,02227	0,21262	0,00064	0,000017	0,00046	0,00007	0,00039
150	-0,01485	0,25751	0,00052	0,000007	0,00044	0,00010	0,00034
165	-0,0074	0,28492	0,00045	0,000002	0,000439	0,00012	0,0003
180	0,00000	0,29411	0,00043	0,000000	0,00043	0,00014	0,00029
195	0,0074	0,28492	0,00045	0,000002	0,000439	0,00013	0,0003
210	0,01485	0,25751	0,00052	0,000007	0,00044	0,00010	0,00034
225	0,02227	0,21262	0,00064	0,000017	0,00046	0,00007	0,00039
240	0,02937	0,15207	0,00079	0,000031	0,00048	0,00003	0,00045
255	0,03556	0,07939	0,00097	0,000045	0,00051	0,00001	0,0005
270	0,04	-0,000000	0,00112	0,000057	0,00054	0,00000	0,00054
285	0,0417	-0,07939	0,00118	0,000062	0,00055	0,00001	0,00055
300	0,0399	-0,15207	0,00112	0,000057	0,00056	0,00003	0,00051
315	0,03429	-0,21262	0,00094	0,000042	0,00052	0,00007	0,00045
330	0,02515	-0,25751	0,00071	0,000022	0,00048	0,00010	0,00037
345	0,0133	-0,28492	0,00051	0,000006	0,00045	0,00012	0,00032

Суммарный приведенный момент инерции всего механизма равен сумме приведенных моментов инерции всех его звеньев

$$J_{\Sigma}^{np} = \sum J_i^{np}$$

В соответствии с определением приведенного момента вычисляется приведенный к кривошипу момент движущих сил по формулам.

$$M_{прав} = P_{прав} \cdot S_{поршня} V_{qF}$$

$$M_{лев} = P_{лев} \cdot S_{поршня} V_{qM}$$

Далее строим графики этих моментов и суммарный момент

Работа движущего момента за цикл  $A_{max} = 165.8$  Дж (найден при помощи численного интегрирования функции изменения приведенного момента движущих сил методом трапеций).

Суммарная работа движущих сил и сил сопротивления за цикл равна нулю (режим установившийся). В соответствии с законом сохранения энергии:

$$M_c = \frac{A_{max}}{4\pi}$$

Следовательно,  $M_c = 12 \text{ Н*м}$ .

Строим график работы движущего момента за цикл, а также график работы сил сопротивления.

Определяли кинетическую энергию  $T_{II}$  через приведенные моменты инерции этой же группы звеньев. Закон изменения  $\omega_1$  на данном этапе неизвестен, поэтому для определения  $T_{II}$  воспользовались приближенным равенством  $\omega_1 \cong \omega_{1cp}$ , поскольку коэффициент неравномерности  $\delta$  - величина малая.

$$\text{Тогда: } T_{II} \approx J_{II}^{np} \frac{\omega_{1cp}^2}{2}$$

Так как  $\omega_{1cp} = const$ , то  $T_{II}$  можно считать пропорциональной  $J_{II}^{np}$ , а построенную кривую  $J_{II}^{np}(\varphi_1)$  принять за приближенную кривую  $T_{II}(\varphi_1)$ .

Согласно уравнению  $T = T_I + T_{II}$  имеем  $T_I = T - T_{II}$

### Определение момента инерции маховых масс

$$(\Delta T_I)_{\max} = T_{I \max} + T_{I \min} = \frac{(\Delta y_{T_I})_{\max}}{\mu_A} \text{ Дж},$$

$$(\Delta T_I)_{\max} = 92,1 \text{ Дж}.$$

Необходимый момент инерции  $J_I^{np}$  подсчитали по формуле

$$J_I^{np} = (\Delta T_I)_{\max} / (\omega_{1cp}^2 \cdot d) = \frac{85,4}{141,3^2 \cdot 1/15} = 0,064 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

### График угловой скорости

При определении закона движения воспользовались тем, что при малых значениях коэффициента неравномерности  $\delta$  верхняя часть графика  $T_I(\varphi_1)$ , изображающая изменение кинетической энергии  $T_I$ , приближенно изображает также изменение угловой скорости  $\omega_1$ .

В точках  $P$  и  $Q$  кривой  $\omega_1$  имеет соответственно значения  $\omega_{1\max}$  и  $\omega_{1\min}$ . Масштаб графика угловой скорости определяется по формуле:  $\mu_\omega = (\Delta y_{T_I})_{\max} / \delta \cdot \omega_{1\delta} = 41 / (141,3 \cdot 1/15) = 4,3$ , где  $\omega_{1cp} = 2 \cdot \pi \cdot n_{xx} = 141,3 \text{ рад/с}$ .

Чтобы перейти от изменений угловой скорости к ее полному значению, определили положение оси абсцисс графика  $\omega_1(\varphi_1)$ . Для этого через середину отрезка  $PQ$ , изображающего разность  $(\omega_{1\max} - \omega_{1\min})$ , провели горизонтальную штриховую линию, которая является линией средней угловой скорости  $\omega_{1cp}$ . Расстояние от линии  $\omega_{1cp}$  до оси абсцисс определялось следующим образом:

$$y_{\omega_{cp}} = \omega_{cp} \cdot \mu_\omega = 141,3 \cdot 4,3 = 607,6 \text{ мм}$$

Получив положение оси абсцисс графика  $\omega_1(\varphi_1)$ , можно определить

$$\omega_{1нач}, \text{ а по ней и } T_{нач} = \frac{J_{\Sigma нач}^{np} \cdot (\omega_{1нач})^2}{2} = \frac{0,0644 \cdot (136,6)^2}{2} = 601 \text{ Дж}.$$