

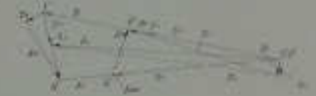
848.84
«ONB»
848.749

№ 10 (1000000000)

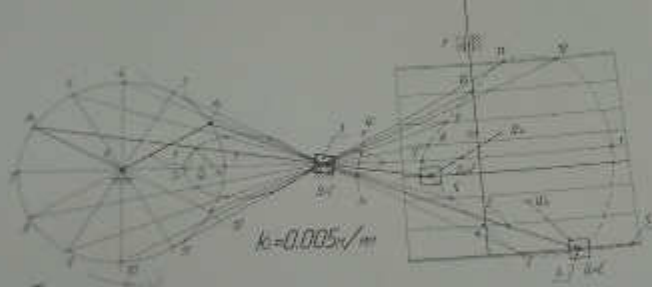
$k_0 = 0.054 \text{ k/cm}$



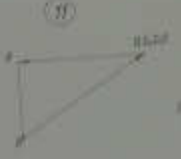
$k_0 = 0.01 \text{ k/cm}$



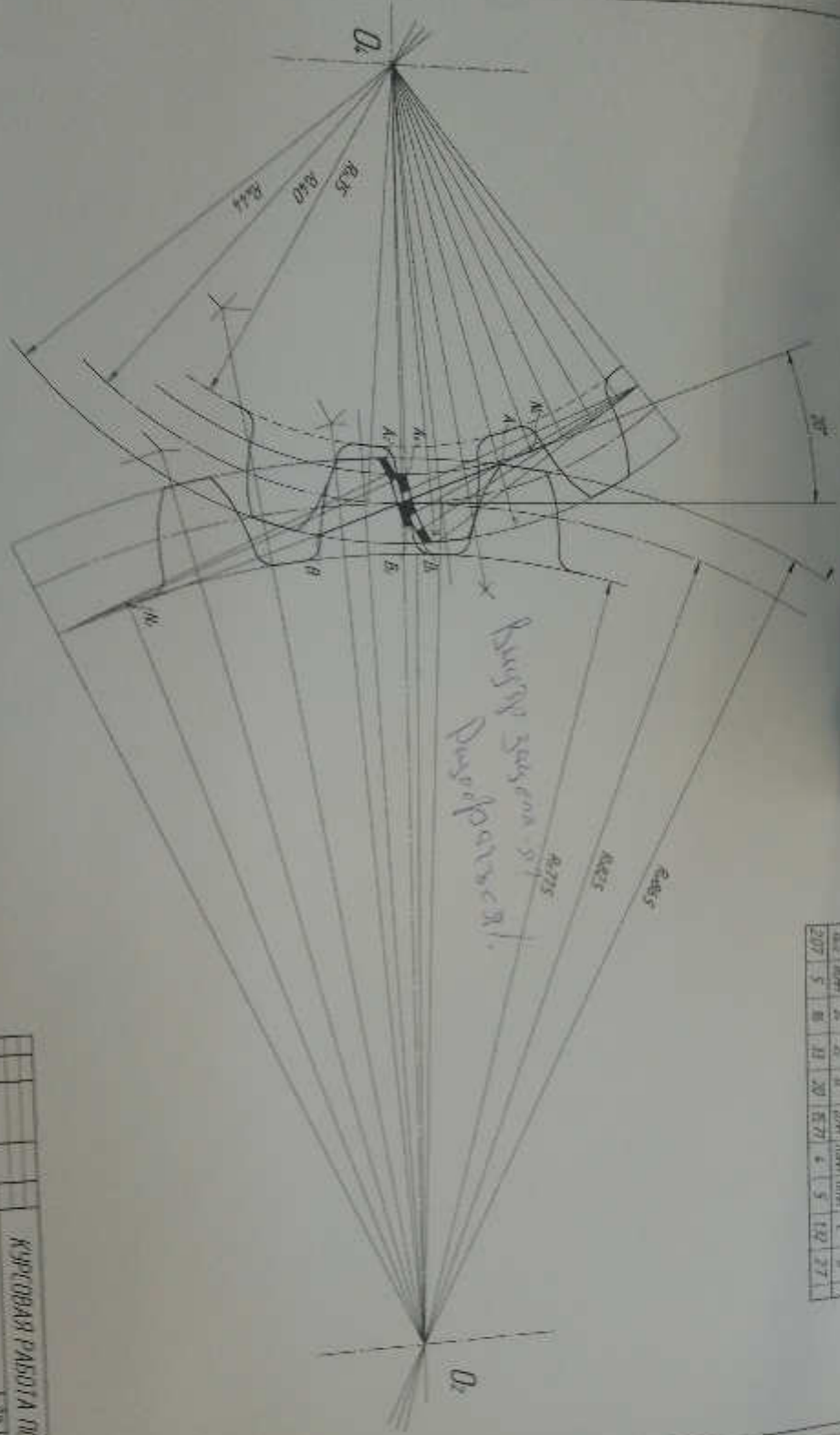
$k_0 = 0.005 \text{ k/cm}$



$k_0 = 0.054 \text{ k/cm}$

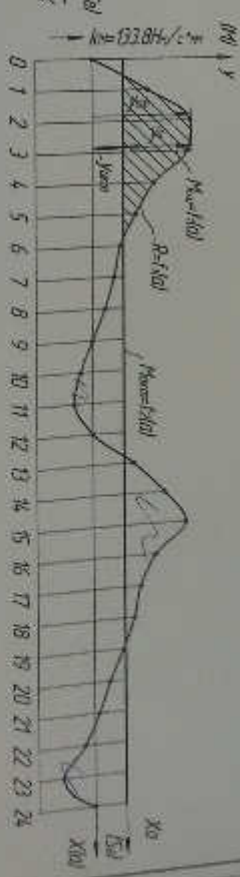
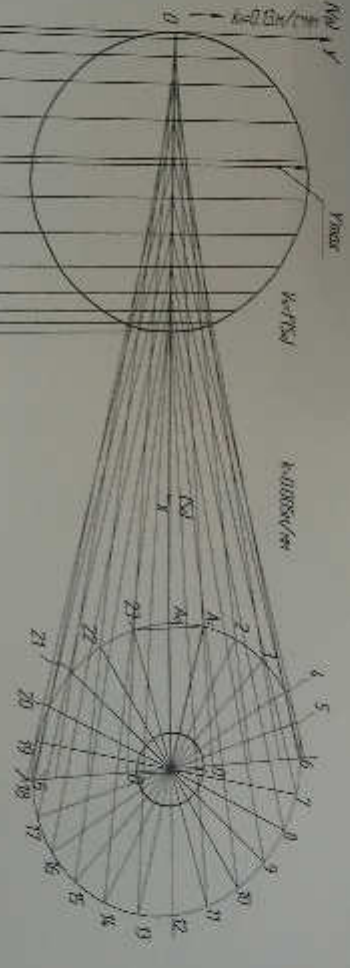
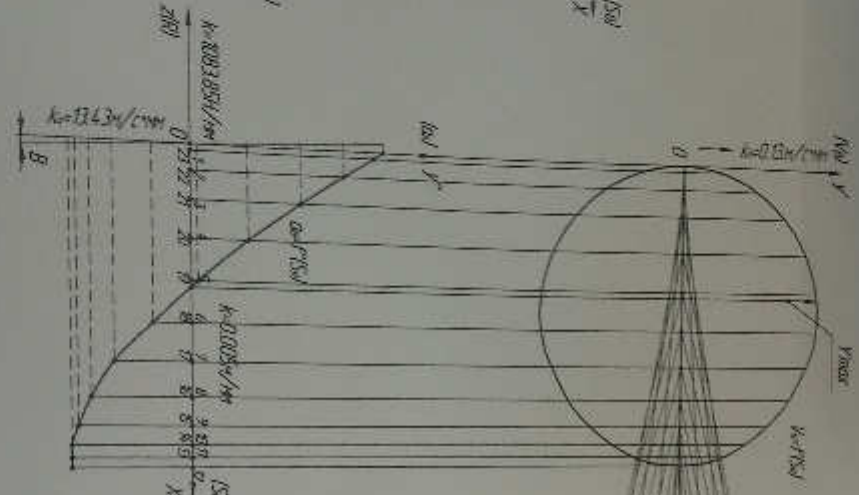
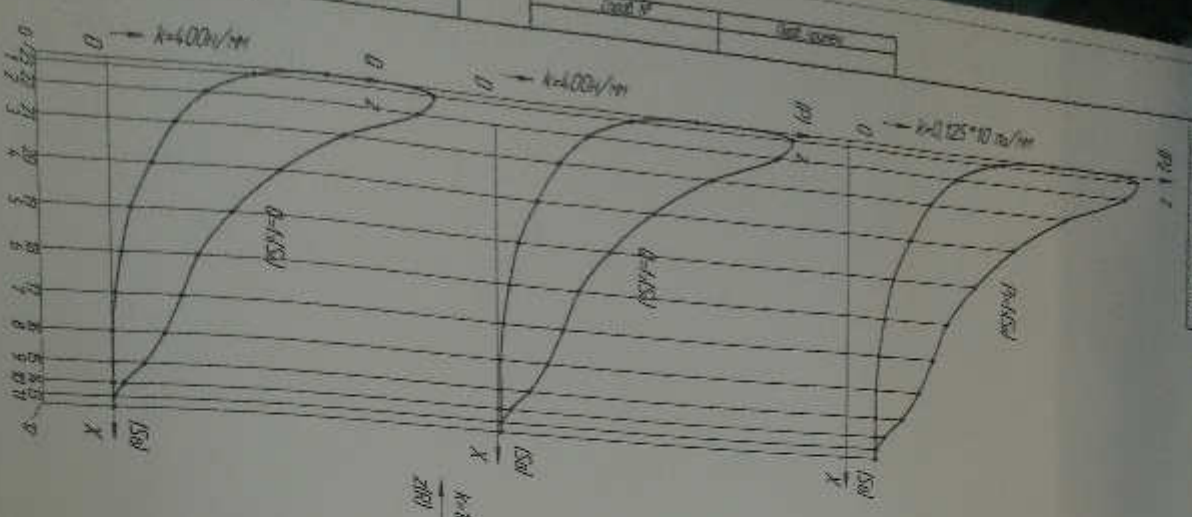


ФИЗИКА РАБОТА № 10	
Имя:	
Фамилия:	
Группа:	
Дата:	
Подпись:	



№№	№№	№№	№№	№№	№№	№№	№№	№№	№№
207	5	10	15	20	25	30	35	40	45

KUPOLNAYA PABLOTA (DOME)
 Диплом
 57219
 57



Длина	Сумма	Разность	Произведение	Частное	Корень	Степень
196	240	280	36	21	1/600	27
						376

КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ТММ

Работы выполнил: Мухомбика

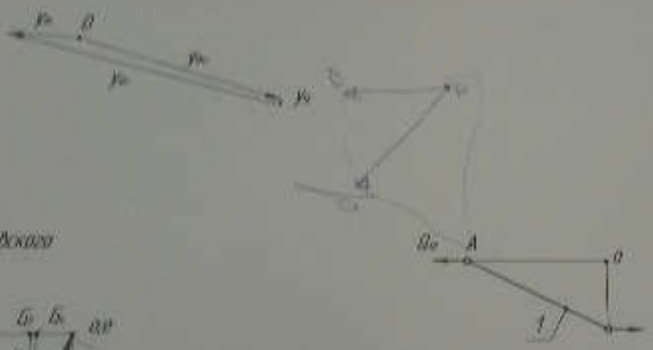
Дата: 23.02.19

Проверил: _____

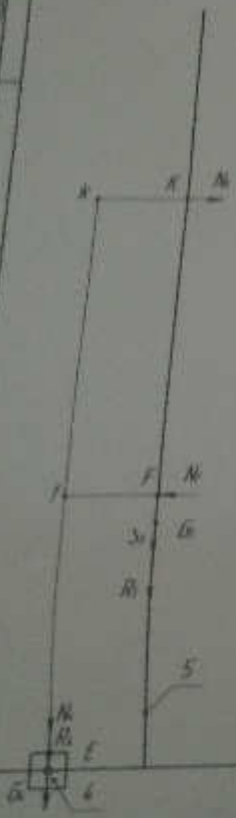
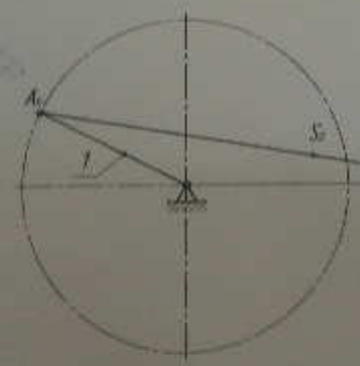
Дата: _____



(6)
 $G = 0.005 \text{ kN}$

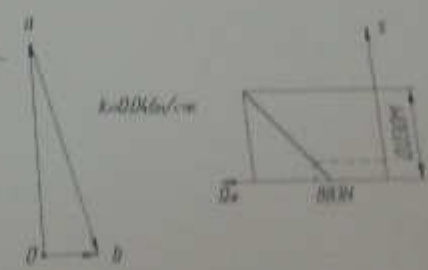
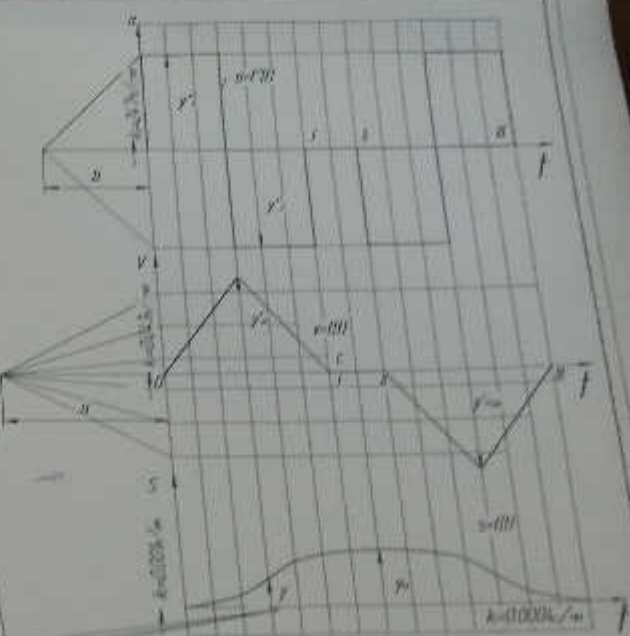
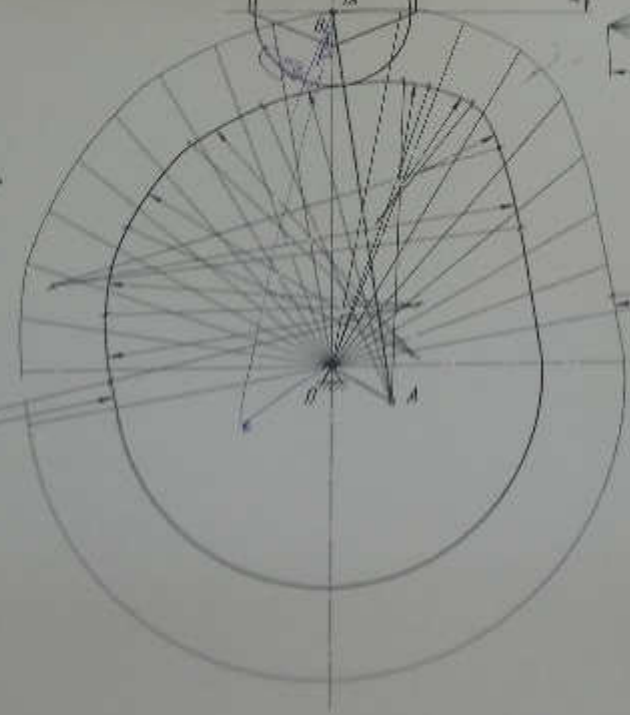
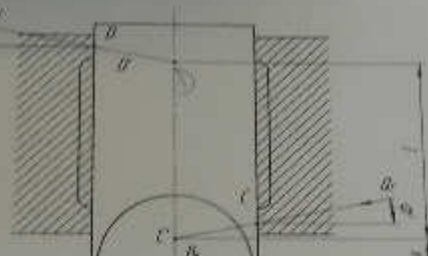
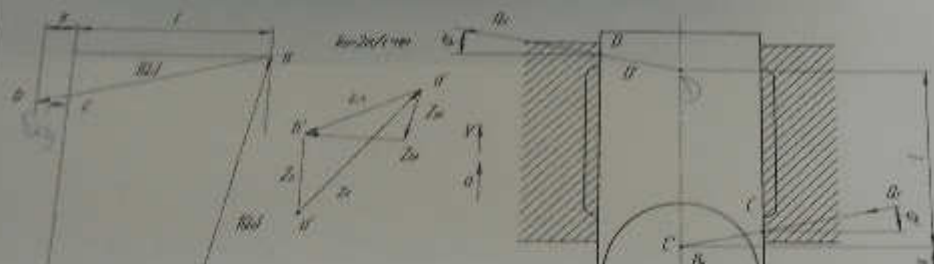


Результат вычисления



КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ТММ			
Имя Фамилия	№ группы	Дата	Стр. 11
Шарнирно-рычажный механизм			
Имя Фамилия	№ группы	Дата	
КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ТММ			
Имя Фамилия			

$k=0.0016/cm$
 $k=0.001/cm$



Курсовая работа по ТММ			
Имя	Фамилия	Группа	№
			11
Дата	Лист	№	1
Содержит	Курсовая работа	№	11
Проверено	Проверено	№	11

МЕХАНИЗМ
 КУРСОВОЙ РАБОТЫ

[Handwritten signature]

Казанский государственный аграрный университет

Кафедра "ОИД"

~~Хор~~
~~Вирра~~
23.12.2019

Пояснительная записка к курсовому проекту по ТММ

Выполнил: студент Б281-01 группы
Проверил:

Иванов А.В.
Гургенидзе З.Д.

Иванов

Казань 2019

СОДЕРЖАНИЕ.

ВВЕДЕНИЕ.

1. МЕХАНИЗМ ШАРНИРНО-РЫЧАЖНЫЙ.

1.1. Задание на проектирование

1.2. Синтез механизма

1.3. Кинематический анализ

1.4. Силовой анализ

2. МЕХАНИЗМ КУЛАЧКОВЫЙ.

2.1. Задание на проектирование

2.2. Профилирование кулачка

2.3. Кинематический и силовой анализы

3. ПЕРЕДАЧА ЗУБЧАТАЯ.

3.1. Задание на проектирование

3.2. Расчет параметров

4. РАСЧЕТ МАХОВИКА.

4.1. Задание на проектирование

4.2. Построение положений механизма

4.3. Вычерчивание индикаторной диаграммы

4.4. Построение графиков моментов

4.5. Определение индикаторной мощности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ЛИТЕРАТУРА.

ВВЕДЕНИЕ.



Введение

Цель курсового проектирования — овладение студентами методикой и навыками самостоятельного решения конкретных инженерных задач, связанных с исследованием и проектированием механизмов, на основе приобретенных знаний при изучении теоретического курса. Курсовое проектирование способствует закреплению, углублению и обобщению знаний полученных студентами за время обучения, развивает самостоятельность и творческую инициативу и привлекает навыки научно исследовательской работы.

1. ШАРНИрно-рычажный механизм
1.1 Задание на проектирование

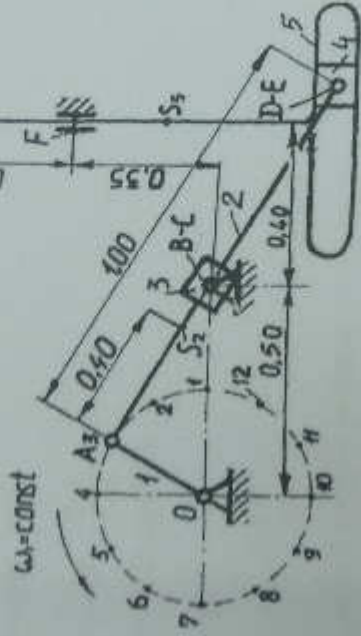


Рисунок 1.1- Схема механизма.

Дано:

- $m_2 = 4 \text{ кг}$; $m_3 = 10 \text{ кг}$; $m_4 = 8 \text{ кг}$; $m_5 = 50 \text{ кг}$;
 - $J_3 = 6,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;
 - $k_L = 0,005 \text{ М / мм}$;
 - $\xi_s = 2,00$;
 - $\omega_1 = 15 \text{ рад/с}$;
- положения механизма: 2, 6.

1.2. Синтез механизма

Коэффициент изменения средней угловой скорости кулисы определяется по следующей формуле:

$$k_w = \frac{180^\circ + \beta}{180^\circ - \beta}$$

Отсюда:

$$\beta = 180^\circ \cdot \frac{k_w - 1}{k_w + 1}$$

$$\beta = 180^\circ \cdot \frac{2,0 - 1}{2,0 + 1} = 60^\circ$$

$$OA = OC \cdot \sin(\beta/2),$$

или

$$l_{OA} = l_{OC} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$l_{OA} = l_1 = 0,5 \cdot \sin\left(\frac{60}{2}\right) = 0,25 \text{ м}$$

1.3. Кинематический анализ.

Построение планов скоростей точек и звеньев.

Для положения 2.

$$V_a = \omega_1 \cdot l_{OA} = 15 \cdot 0,25 = 3,75 \text{ м/с};$$

$$k_p = \frac{V_A}{\omega\alpha} = \frac{3,75}{70} = 0,054 \text{ м/с} \cdot \text{мм}$$

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA};$$

$$\perp OA \perp AB$$

$$V_B = V_C = V_{BC};$$

$$= 0 \text{ // } AB$$

$$V_{BA} = k_p \cdot ba = 0,054 \cdot 41,3 = 2,23 \text{ м/с};$$

$$V_B = V_{BC} = k_p \cdot oc = 0,054 \cdot 56,5 = 3,05 \text{ м/с};$$

$$\frac{V_{BA}}{V_{AB}} = \frac{DA}{BA} \quad \left| \begin{array}{l} + k_p; \\ ad \\ ab \end{array} \right. \quad \frac{ad}{ab} = \frac{DA}{BA}; \quad ad = \frac{DA}{BA} \cdot ab = \frac{200}{62} \cdot 41,3 = 133,2 \text{ мм};$$

$$V_{BA} = k_p \cdot ad = 0,054 \cdot 133,2 = 7,19 \text{ м/с};$$

$$V_B = k_p \cdot od = 0,054 \cdot 107,8 = 5,82 \text{ м/с};$$

$$\frac{V_{BA}}{V_{AB}} = \frac{S_2 A}{BA} \quad \left| \begin{array}{l} + k_p; \\ as_2 \\ ab \end{array} \right. \quad \frac{as_2}{ab} = \frac{S_2 A}{BA}; \quad as_2 = \frac{S_2 A}{BA} \cdot ab = \frac{80}{62} \cdot 41,3 = 53,3 \text{ мм};$$

$$V_B = k_p \cdot as_2 = 0,054 \cdot 53,3 = 2,88 \text{ м/с};$$

$$\vec{V}_E = \vec{V}_D + \vec{V}_{ED};$$

$$V_{ED} = k_p \cdot ed = 0,054 \cdot 88,7 = 4,79 \text{ м/с};$$

$$V_E = k_p \cdot os_3 = 0,054 \cdot 61,2 = 3,30 \text{ м/с};$$

Значения линейных и угловых скоростей для остальных положений точек и звеньев приведены в таблице 1.1. Таблица 1.1- Значения линейных и угловых скоростей.

Скорости точек и звеньев	Положения механизма											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\omega, \text{с}^{-1}$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
$V_A, \text{м/с}$	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
$V_{BC}, \text{м/с}$	3,75	2,23	0,00	1,69	2,86	3,55	3,75	3,55	2,86	1,69	0,00	2,23
$V_B, \text{м/с}$	0,00	3,05	3,75	3,38	2,47	1,30	0,00	1,30	2,47	3,38	3,75	3,05
$V_{BA}, \text{м/с}$	8,05	2,88	0,00	1,21	1,73	1,98	2,02	1,98	1,73	1,21	0,00	2,88
$V_{DB}, \text{м/с}$	2,27	3,12	3,75	3,41	2,72	2,04	1,73	2,04	2,72	3,41	3,75	3,12
$V_{DA}, \text{м/с}$	11,3	7,19	0,00	3,02	4,32	4,95	5,04	4,95	4,32	3,02	0,00	7,19
$V_C, \text{м/с}$	15,0	5,82	3,75	3,63	2,87	1,91	1,29	1,91	2,87	3,63	3,75	5,82
$\omega, \text{с}^{-1}$	15,0	7,19	0,00	3,02	4,32	4,95	5,00	4,95	4,32	3,02	0,00	7,19
$V_E, \text{м/с}$	0,00	4,79	3,27	2,43	1,86	1,04	0,00	1,04	1,86	2,43	3,27	4,79
$V_F, \text{м/с}$	15,0	3,30	1,89	2,71	2,19	1,60	1,29	1,60	2,19	2,71	1,89	3,30

Построение планов ускорений точек и звеньев. Для положения 2.

$$a_A = \omega_1^2 \cdot l_{OA} = 15^2 \cdot 0,25 = 56,3 \text{ м/с}^2;$$

$$k_p = 1 \text{ м/с}^2 \cdot \text{мм};$$

$$z_A = \frac{a_A}{k_p} = \frac{56,3}{1} = 56,3 \text{ мм.}$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^t; \\ //OA //AB \perp AB \\ = 0 //AD$$

$$a_{BA}^n = \frac{V_{BA}^2}{l_{BA}} = \frac{2,23^2}{62 \cdot 0,005} = 16 \text{ м/с}^2;$$

$$z_{BD}^n = \frac{a_{BD}^n}{k_p} = \frac{16}{1} = 16 \text{ мм.}$$

$$a_{up} = 2 \cdot \omega_{up} \cdot V_{up} = 2 \cdot \omega_2 \cdot V_{BC} = 2 \cdot 7,19 \cdot 3,05 = 43,9 \text{ м/с}^2;$$

$$z_{up} = \frac{a_{up}}{k_p} = \frac{43,9}{1} = 43,9 \text{ мм.}$$

$$\vec{z}_B = \vec{z}_D + \vec{z}_{BD}^n; \\ //OB$$

$$z_{BD} = z_{up} \cdot k_p = 20,3 \cdot 1 = 20,3 \text{ м/с}^2; 8,1 \text{ с}^{-2};$$

$$\begin{aligned}
 k_1 &= z_{B1} \cdot k_p = 89.3 \cdot 1 = 89.3 \text{ м/с}^2; \\
 k_2 &= z_{B2} \cdot k_p = 90.8 \cdot 1 = 90.8 \text{ м/с}^2; \\
 k_3 &= z_{B3} \cdot k_p = 49.3 \cdot 1 = 49.3 \text{ м/с}^2; \\
 k_4 &= z_{B4} \cdot k_p = 66 \cdot 1 = 66 \text{ м/с}^2.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{a_{B1}}{a_{B4}} &= \frac{S_2 A}{B A} \quad \left| \quad + k_p; \quad \frac{a_{S_2}}{a b} = \frac{S_2 A}{B A}; \quad a_{S_2} = \frac{S_2 A}{B A} \cdot a b = \frac{80}{62} \cdot 90.8 = 117.2 \text{ мм/с}; \right. \\
 k_{S_2 A} &= z_{B_2 A} \cdot k_p = 117.2 \cdot 1 = 117.2 \text{ м/с}^2; \\
 k_{S_2} &= z_{B_2} \cdot k_p = 88.3 \cdot 1 = 88.3 \text{ м/с}^2.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{a_{D1}}{a_{B1}} &= \frac{D A}{B A} \quad \left| \quad + k_p; \quad \frac{a d}{a b} = \frac{D A}{B A}; \quad a d = \frac{D A}{B A} \cdot a b = \frac{200}{62} \cdot 90.8 = 292.9 \text{ мм/с}; \right. \\
 k_{D1} &= z_{B1} \cdot k_p = 292.9 \cdot 1 = 292.9 \text{ м/с}^2; \\
 k_{D2} &= z_{D2} \cdot k_p = 257.3 \cdot 1 = 257.3 \text{ м/с}^2.
 \end{aligned}$$

$$a_2 = a_p = a_k = 256.5 \text{ м/с}^2.$$

Для положения б.

$$\begin{aligned}
 a_4 &= \omega_1^2 \cdot l_{B4} = 15^2 \cdot 0.25 = 56.3 \text{ м/с}^2; \\
 k_p &= 0.5 \text{ м/с}^2 \cdot \text{мм};
 \end{aligned}$$

$$z_4 = \frac{a_4}{k_p} = \frac{56.3}{0.5} = 112.6 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned}
 \overline{a_B} &= \overline{a_1 + a_{B1}^n + a_{B1}^t}; \\
 &\quad // O A // A B \perp A B \\
 \overline{a_B} &= \overline{a_1 + a_{\text{ср}} + a_{\text{nc}}}; \\
 &= 0 \quad // A D
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{aligned}
 a_{B1}^n &= \frac{V_{B1}^2}{l_{B1}} = \frac{3.55^2}{145.5 \cdot 0.005} = 17.3 \text{ м/с}^2; \\
 z_{\text{ср}} &= \frac{a_{\text{ср}}}{k_p} = \frac{17.3}{0.5} = 34.6 \text{ мм.}
 \end{aligned} \right\}$$

$$a_{\text{ср}} = 2 \cdot \omega_1 \cdot V_{\text{ср}} = 2 \cdot \omega_2 \cdot V_{\text{nc}} = 2 \cdot 4.95 \cdot 1.30 = 12.9 \text{ м/с}^2;$$

$$z_{\text{ср}} = \frac{a_{\text{ср}}}{k_p} = \frac{12.9}{0.5} = 25.8 \text{ мм.}$$

$$a_{B1}^t = z_{B1}^t \cdot k_p = 13 \cdot 0.5 = 6.5 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{B1} = z_{B1} \cdot k_p = 37 \cdot 0.5 = 18.5 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{\text{nc}} = z_{\text{nc}} \cdot k_p = 71.2 \cdot 0.5 = 35.6 \text{ м/с}^2;$$

$$a_B = z_B \cdot k_p = 75.6 \cdot 0.5 = 37.8 \text{ м/с}^2.$$

$$\frac{a_{D1}}{a_{B1}} = \frac{D A}{B A} \quad \left| \quad + k_p; \quad \frac{a d}{a b} = \frac{D A}{B A}; \quad a d = \frac{D A}{B A} \cdot a b = \frac{200}{145.5} \cdot 37 = 50.8 \text{ мм/с}; \right.$$

$$k_3 = \frac{a_{D1}}{a_{B1}} = \frac{50.8}{145.5} = 0.35 \text{ м/с}^2.$$

$$\frac{a_{3,4}}{a_{20}} = \frac{S_{3,4}}{BA} \quad \rightarrow \quad k_3; \quad \frac{a_{3,4}}{a_{20}} = \frac{S_{3,4}}{BA}; \quad a_{3,4} = \frac{S_{3,4}}{BA} \cdot ab = \frac{80}{145,5} \cdot 37 = 20,4 \text{ мм}$$

$$a_{3,4} = z_{3,4} \cdot k_3 = 20,4 \cdot 0,5 = 10,2 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{3,4} = z_{3,4} \cdot k_4 = 92,2 \cdot 0,5 = 46,1 \text{ м/с}^2.$$

$$\frac{a_{\text{гр}} = a_{\text{н}} + a_{\text{м}}}{f_{\text{нм}}}$$

$$a_{\text{н}} = z_{\text{н}} \cdot k_{\text{н}} = 53,6 \cdot 0,5 = 26,8 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{\text{к}} = z_{\text{к}} \cdot k_2 = 30,6 \cdot 0,5 = 15,3 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{\text{г}} = a_{\text{г}} = a_{\text{г}} = 30,6 \text{ м/с}^2.$$

Определение радиусов кривизны траекторий точек. Для положения 2.

$$\rho_{3,4} = \frac{v_{3,4}^2}{a_{3,4}} = \frac{3,12^2}{79,6} = 0,122 \text{ м}$$

$$a_{3,4}^* = z_{3,4}^* \cdot k_{3,4} = 79,6 \cdot 1 = 79,6 \text{ м/с}^2;$$

$$\rho_{3,4}^* = \frac{\rho_{3,4}}{k_{3,4}} = \frac{0,122}{0,005} = 24,4 \text{ мм}.$$

$$N_K = \frac{R_3 \cdot fF - G_3 \cdot fF}{M} = \frac{1530 \cdot 26,3 - 490 \cdot 26,3}{90} = 304 \text{ Н}.$$

$\sum M_A$ (для звеньев 4 и 5):

$$-R_3 \cdot KK = -G_3 \cdot KK - N_K \cdot Kf;$$

$$N_K = \frac{R_3 \cdot fF - G_3 \cdot fF}{M} = \frac{1530 \cdot 26,3 - 490 \cdot 26,3}{90} = 304 \text{ Н}.$$

$\sum M_F$ (для звеньев 4 и 5):

$$R_4 \cdot fF = G_4 \cdot fF - N_K \cdot M + N_1 \cdot fF;$$

$$R_3 \cdot r_{30} + R_4 \cdot e_0 + R_5 \cdot e_0 = -G_3 \cdot g_3 \cdot \theta + G_4 \cdot e_0 + G_5 \cdot e_0 + P_1 \cdot \alpha \theta;$$

$$P_1 = \frac{R_3 \cdot r_{30} + R_4 \cdot e_0 + R_5 \cdot e_0 - G_3 \cdot g_3 \cdot \theta + G_4 \cdot e_0 + G_5 \cdot e_0}{\alpha \theta} =$$

$$= \frac{1844 \cdot 9,6 + 245 \cdot 29,6 + 1530 \cdot 29,6 - 392 \cdot 392 \cdot 24,6 + 78 \cdot 29,6 + 490 \cdot 29,6}{70} = 1686 \text{ Н}.$$

$$M_1' = P_1 \cdot l_{01} = 966 \cdot 0,25 = 241,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$R_2 = G_2 + N_2 + N_3 + Q_{2,4};$$

$$Q_{2,4} = \gamma_{0,2} \cdot k_{0,2} = 94,5 \cdot 20 = 1890 \text{ Н};$$

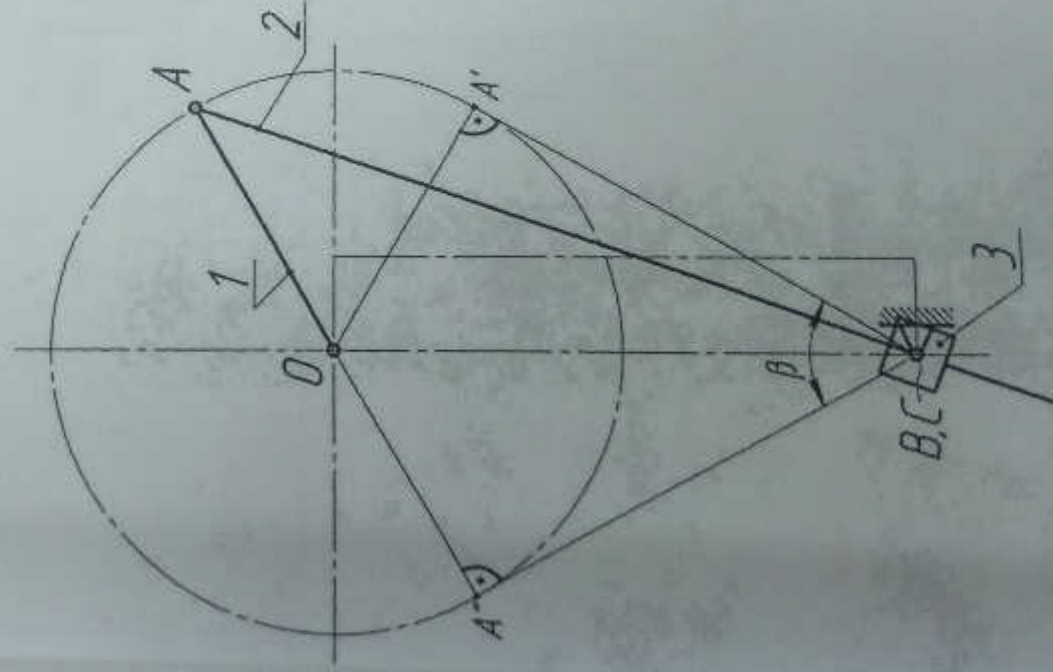
$$\overline{Q}_{2,4} = -\overline{Q}_{2,4} (Q_{2,4} = Q_{2,4} = 1890 \text{ Н});$$

$$\overline{R}_1 = \overline{Q}_{1,4} + \overline{Q}_{1,6} (R_1 = 0);$$

$$\overline{Q}_{1,6} = -\overline{Q}_{1,4} (Q_{1,6} = Q_{1,4} = 1890 \text{ Н});$$

Определение момента M_i с помощью рычага Жуковского.
Определяем относительную погрешность:

$$\Delta M_i = \frac{|M_i - M_{ij}|}{M_i} \cdot 100\% = \frac{|241,5 - 234,4|}{241,5} \cdot 100\% = 2,99\%$$



2. МЕХАНИЗМ КУЛАЧКОВЫЙ 2.1.
Задание на проектирование

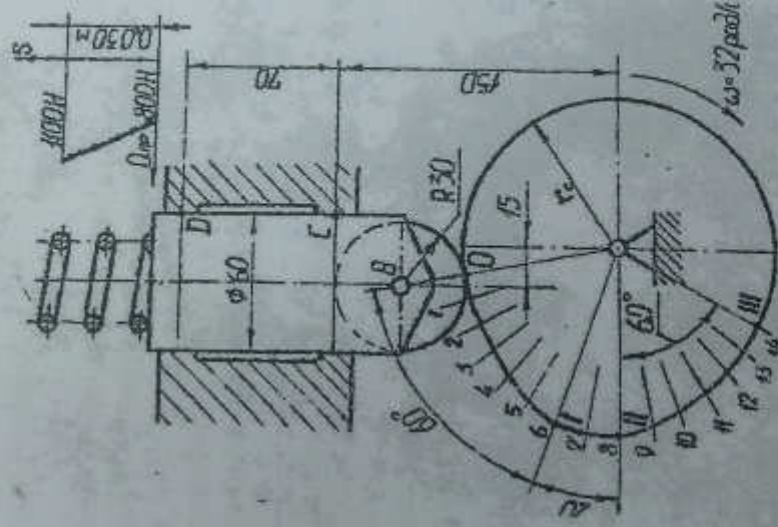


Рисунок 2.1 - Схема механизма.

$m = 4,8кг;$

$k_{\tau} = 0,001м / мм;$

$\mu = 0,2;$

$\delta_j = 30^\circ;$

положения механизма: 2.

Кулачок

Толкатель

Участок	Угол повор.	Перемещени	Скорость	Ускорение
0-1	60°	0,035м		Постоянно
I - II	20°	0,035м		Нет
II - III	60°	0,035...0м	Нет	Постоянно
III-0	220°	Нет	Нет	Нет

2.2. Профилирование кулачка.

Построение графиков ускорения, скорости и перемещения толкателя.

Отрезок А (мм) определяется по формуле:

$$A = 10 \cdot N = 10 \cdot 14 = 140 \text{ мм.}$$

Отрезок А изображает угол поворота кулачка, соответствующий профильному углу $\varphi_p = 140^\circ$.

Масштаб угла поворота определяется по следующей формуле:

$$k_\varphi = \frac{\pi \cdot \varphi_p}{180 \cdot A} = \frac{\pi \cdot 140}{180 \cdot 140} = 0,0175 \text{ рад/мм.}$$

Масштаб времени определяется по следующему выражению:

Определяем отрезок а:

$$k_t = \frac{\pi \cdot \varphi_p}{180 \cdot A \cdot \omega} = \frac{k_\varphi \cdot 0,0175}{\omega} = 0,00055 \text{ с/мм.}$$

$$a = \frac{y_{\text{ин}} \cdot \omega}{2 \cdot y_m} = \frac{40 \cdot 60}{2 \cdot 35} = 34,3 \text{ мм.}$$

$$y_m = \frac{\delta_m}{k_t} = \frac{0,035}{0,001} = 35 \text{ мм.}$$

Высота U_m определяется из условия равенства площадей треугольника и прямоугольника:

$$k_y = \frac{k_t}{a} = \frac{0,001}{34,3} = 0,053 \text{ м/с} \cdot \text{мм.}$$

$$S_{y_1} = S_{y_2 - 10^3}$$

$$0,5 \cdot 60 \cdot 40 = 0,5 \cdot 60 \cdot y'_{2 \times 3}$$

$$y'_{2 \times 3} = \frac{60 \cdot y'_{1 \times 3}}{60 \cdot 40} = 40 \text{ mm}$$

$$A_y = \frac{A_y}{b \cdot h} = \frac{0,053}{30 \cdot 0,00055} = 3,21 \text{ (m)}^2 \cdot \text{mm}$$

Определение недостающих параметров механизма.

$$z_0 = \sqrt{\left(\frac{S+e}{\operatorname{tg} \delta_0} - S\right)^2 + e^2}$$

$$S' = y'_{10} \cdot k'_1 = 40 \cdot 0.00166 = 0.0663 \text{ м} - \text{аналог}$$

скорости,

$$k'_1 = \frac{k_1}{\omega} = \frac{0.053}{32} = 0.00165 \text{ м/мм}$$

$$e = +0.015 \text{ м}$$

$$\delta_0 = 30^\circ$$

$e = 0.015$, -17.5 , 0.003 , -0.0175 ... ■ Перемещение

$$z_0 = \sqrt{\left(\frac{0.0663 + 0.015}{\operatorname{tg} 30^\circ} - 0.0175\right)^2 + 0.015^2} = 0.124 \text{ м}$$

$$r_0 = z_0 - r = 0.124 - 0.030 = 0.094 \text{ м}$$

Построение профиля кулачка.

$$r = 0.030 \text{ м}, R_r = \frac{r}{k_r} = \frac{0.030}{0.001} = 30 \text{ мм}$$

$$r_0 = 0.094 \text{ м}, R_0 = \frac{r_0}{k_0} = \frac{0.094}{0.001} = 94 \text{ мм}$$

2.3. Кинематический и силовой анализы. Рассмотрим положение 2.

Определяем скорость толкателя.

$$V_A = \omega \cdot OA \cdot k_c = 32 \cdot 101.6 \cdot 0.001 = 3.25 \text{ м/с}$$

$$k_p = \frac{V_A}{oa} = \frac{3.25}{70} = 0.046 \text{ м/с} \cdot \text{мм}$$

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$$

$$\parallel \text{oa} \perp \text{oa} \perp \text{BA}$$

$$V_{BA} = ba \cdot k_p = 58.3 \cdot 0.046 = 2.68 \text{ м/с}$$

$$V_B = ab \cdot k_p = 28.8 \cdot 0.046 = 1.32 \text{ м/с}$$

Определяем ускорение толкателя:

$$a_A = \omega^2 \cdot OA \cdot k_a = 32^2 \cdot 101.6 \cdot 0.001 = 104 \text{ м/с}^2$$

$$k_a = \frac{a_A}{o'a'} = \frac{104}{52} = 2 \text{ м/с}^2 \cdot \text{мм}$$

$$\overline{a_B} = \overline{a_A} + \overline{a_{BA}} + \overline{a_{BA}'} \quad a_{BA}'' = \frac{V^2}{BA \cdot k_B} = \frac{2.68^2}{218.7 \cdot 0.001} = 32.8 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{или } \overline{a_B} \perp \overline{BA} \quad \text{или } \overline{a_B} \perp \overline{DA} \quad a_{BA}''' = \frac{a_{BA}''}{k_B} = \frac{32.8}{2} = 16.4 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{BA} = z_{BA} \cdot k_B = 31.9 \cdot 2 = 63.8 \text{ м/с}^2;$$

$$a_B = z_B \cdot k_B = 31.8 \cdot 2 = 63.6 \text{ м/с}^2.$$

Определение сил.

$$\varphi' = \arctg 0.2 = 11.3^\circ.$$

$$\sum M_C: Q_B \cdot x \cdot \sin \delta - Q_D \cdot l \cdot \cos \varphi' = 0,$$

$$\text{или } Q_B \cdot x \cdot \sin \delta = Q_D \cdot l \cdot \cos \varphi'.$$

$$\sum M_D: Q_B \cdot (x+l) \cdot \sin \delta - Q_C \cdot l \cdot \cos \varphi' = 0,$$

$$\text{или } Q_B \cdot (x+l) \cdot \sin \delta = Q_C \cdot l \cdot \cos \varphi'.$$

$$\Rightarrow \frac{Q_B \cdot \sin \delta}{l} = \frac{Q_D \cdot \cos \varphi'}{x} = \frac{Q_C \cdot \cos \varphi'}{x+l}$$

$$\overline{R} = \overline{Q_B} + \overline{Q_C} + \overline{Q_D} + \overline{Q_{np}}.$$

$$R = m \cdot a_B = 4.8 \cdot 63.6 = 305 \text{ Н.}$$

$$Q_{np}^2 = 883 \text{ Н.}$$

$$K = \frac{Q_{np} + R}{\rho_{np}} = \frac{883 + 305}{370} = 3.7 \text{ Н/мм.}$$

$$Q_B = (\overline{Q_B}) \cdot K = 350 \cdot 3.7 = 1295 \text{ Н.}$$

$$Q_C = (\overline{Q_C}) \cdot K = 83.6 \cdot 3.7 = 309 \text{ Н.}$$

$$Q_D = (\overline{Q_D}) \cdot K = 11.5 \cdot 3.7 = 42.6 \text{ Н.}$$

$$(\overline{R}) = \frac{R}{K} = \frac{305}{3.7} = 82.4 \text{ мм.}$$

ПЕРЕДАЧА ЗУБЧАТАЯ

1. Задание на

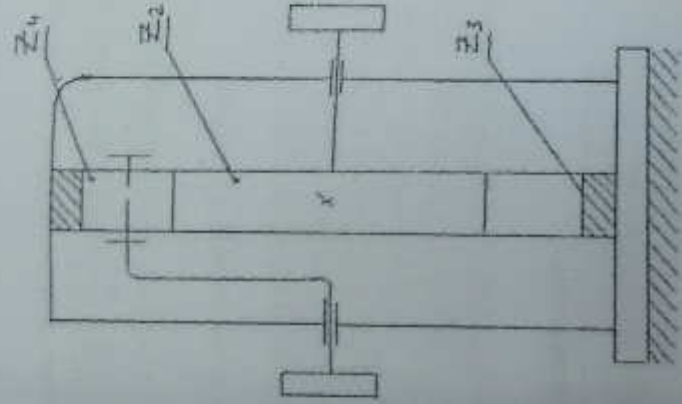


Рисунок 3.1 - Схема механизма.

$$i_{12} = 1 > 71;$$

$$m = 4 \text{ мм}; \alpha = 20^\circ; h_a = m;$$

$$r = 1,20m;$$

асштаб: 5:1; обработка гребенкой;

зцепление внешнее.

3.2. Расчет параметров.

Определяем наименьшие числа колес.

Находим наименьшее число зубьев меньшего колеса:

$$z_4 = \frac{2 \cdot O_4 P}{m} = \frac{2 \cdot 41,8}{4} = 20,9. \text{ Принимаем } z_4 = 20.$$

$$z_5 = k_{4,2} \cdot z_4 = 1,71 \cdot 20 = 34,2. \text{ Принимаем } z_5 = 34,$$

Построение профилей зубьев.

$$d_2 = m \cdot z_2 = 4 \cdot 34 = 136 \text{ мм};$$

$$d_4 = m \cdot z_4 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм};$$

$$d_{a,2} = d_2 + 2 \cdot h_a = d_2 + 2 \cdot m = 136 + 2 \cdot 4 = 144 \text{ мм};$$

$$d_{a,4} = d_4 + 2 \cdot h_a = d_4 + 2 \cdot m = 80 + 2 \cdot 4 = 88 \text{ мм};$$

$$d_{f,2} = d_2 - 2 \cdot h_f = d_2 - 2 \cdot 1,25 \cdot m = 136 - 2 \cdot 1,25 \cdot 4 = 126,4 \text{ мм};$$

$$d_{f,4} = d_4 - 2 \cdot h_f = d_4 - 2 \cdot 1,25 \cdot m = 80 - 2 \cdot 1,25 \cdot 4 = 70,4 \text{ мм}.$$

Определяем шаг:

$$P = m \cdot \pi = 4 \cdot 3,14 = 12,56 \text{ мм}.$$

Коэффициент перекрытия:

$$\varepsilon = \frac{AB}{P \cdot \cos \alpha} = \frac{19,12}{12,56 \cdot \cos 20^\circ} = 1,62.$$

Определение числа сателлитов.

Наибольшее число сателлитов и

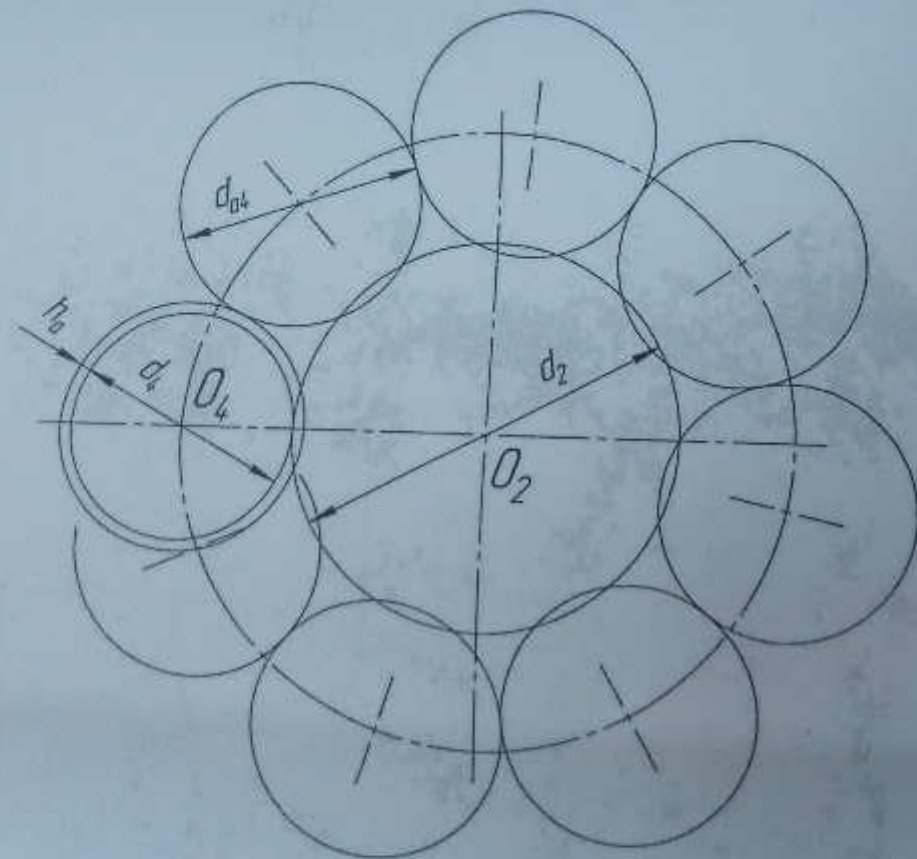
= 7.

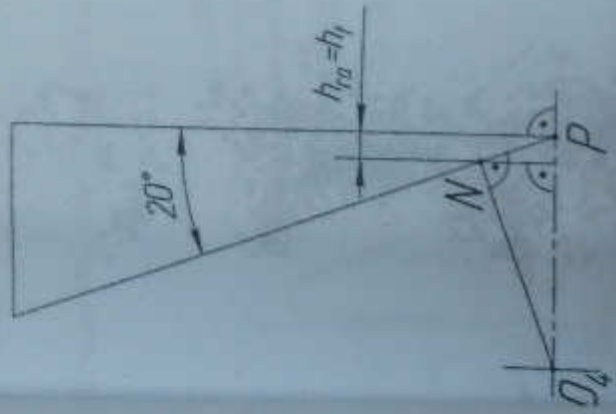
Из условия сборки находим возможное число симметрично расположенных сателлитов.

$$n_y = 2 \cdot (z_5 + z_4) = 2 \cdot (34 + 20) = 2 \cdot 54 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3.$$

Следовательно, на основании этих данных, планетарный механизм может иметь 2, 3, 4 и 6 симметрично расположенных сателлитов.

Macamad 12

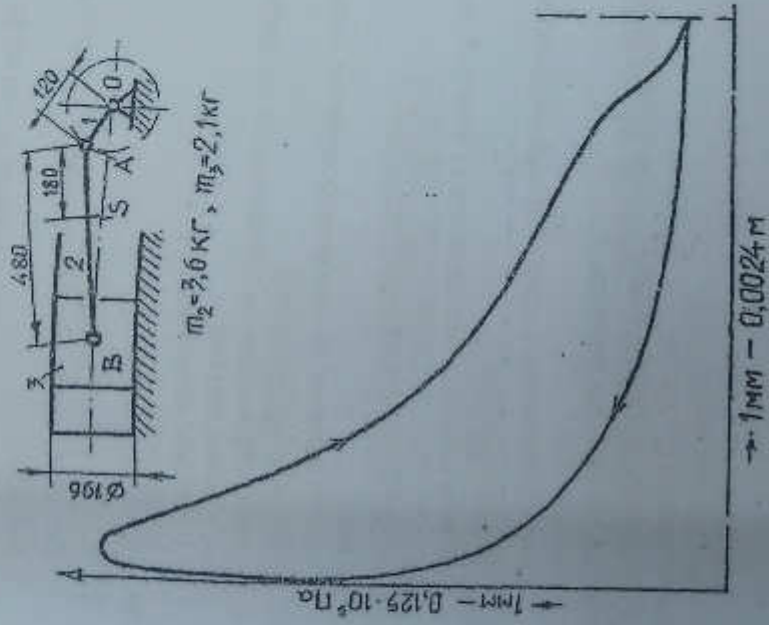




4. РАСЧЕТ МАХОВИКА

4.1. Задание на проектирование

Одноцилиндровый горизонтальный компрессор.



$$n = 280 \text{ мин}^{-1}$$

$$\epsilon = 1/60$$

4.2. Построение положений механизма

Определим масштаб скорости:

$$\lambda_v = \frac{v}{l} \cdot \lambda_l = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot \lambda_l = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 280}{60} \cdot 0,0024 = 0,07 \text{ м/с} \cdot \text{мм}$$

Скорость точки В будет определяться по формуле:

$$v_B = \omega \cdot l_B$$

Для построения ускорения точки В используется формула:

$$a_B = \omega^2 \cdot r \cdot (\cos \alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha)$$

где $\lambda = \frac{r}{l} = 0,25$;

r - радиус кривошипа;

l - длина шатуна.

Масштаб ускорения определяется по следующей формуле:

$$\lambda_a = \omega^2 \cdot \lambda_l = 2,1 \text{ м/с}^2 \cdot \text{мм}$$

Тогда отрезок, которым изображается ускорение точки В имеет

вид:

$$y''_{Bx} = \frac{a_{Bx}}{\lambda_a} = OM \cdot \cos \alpha + OM \cdot \lambda \cdot \cos 2\alpha = y''_{Bx} + y''_{By}$$

Первый отрезок - это проекция ОА на OA_0 , то есть:

$$y''_{Bx} = \omega^2 \cdot OM \cdot \cos \alpha$$

Для определения второго отрезка необходимо из точки О как из центра

провести окружность радиуса

$$\rho = OM \cdot \lambda = 50 \cdot 0,25 = 12,5 \text{ мм}, \text{ и затем из точки С опустить на } OA_0$$

перпендикуляр CS , тогда:

$$y''_{By} = CS = \rho \cdot \cos 2\alpha$$

4.3. Вычерчивание индикаторной

диаграммы. Сила Р

$$P_x = \frac{P \cdot l \cdot \pi \cdot D^2}{4}$$

- давление на поршень слева;

$$P_y = \frac{P \cdot l \cdot \pi \cdot D^2}{4}$$

- давление на поршень справа;

определяется из

выражения

$P_x = \lambda_x \cdot F_x$ - давление в левой полости.

Подставив эти выражения в первую формулу получим зависимость для определения силы P в окончательном виде:

$$P = \frac{E_2 \cdot \pi \cdot D^2}{4} - \frac{P_0 \cdot \pi \cdot D^2}{4}$$

$$= z_2 \cdot k_1 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} - 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

$$z_2 = \frac{P}{K};$$

$$K = 400 \text{ Н/мм.}$$

$$P_0 = 25184 \text{ Н;}$$

$$P_1 = 38303 \text{ Н;}$$

$$\text{tg} \beta = \frac{m \cdot k_x}{K};$$

$$z_g = y' \cdot \text{tg} \beta;$$

$$m = m_3 + m_2 \cdot \frac{SA}{BA} = 2,1 + 3,6 \cdot \frac{180}{480} = 3,45 \text{ мм;}$$

$$z_2 = \frac{Q}{K} = z_p - z_g;$$

$$\beta = \arctg \left(\frac{m \cdot k_x}{K} \right) = \arctg \left(\frac{3,45 \cdot 2,1}{400} \right) = 1^\circ;$$

$$z_{11} = z_{21} = z_2 = 42,1 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} P_{12} &= 189 \text{ Н;} \\ P_{13} &= 189 \text{ Н;} \\ P_{14} &= 189 \text{ Н;} \\ P_{15} &= 339 \text{ Н;} \\ P_{16} &= 377 \text{ Н;} \\ P_{17} &= 754 \text{ Н;} \\ P_{18} &= 1433 \text{ Н;} \\ P_{19} &= 2601 \text{ Н;} \\ P_{20} &= 4675 \text{ Н;} \\ P_{21} &= 7502 \text{ Н;} \\ P_{22} &= 11423 \text{ Н;} \\ P_{23} &= 16852 \text{ Н;} \end{aligned}$$

$$z_{12} = 0,5 \text{ мм;}$$

$$z_{13} = 0,5 \text{ мм;}$$

$$z_{14} = 0,5 \text{ мм;}$$

$$z_{15} = 0,8 \text{ мм;}$$

$$z_{16} = 0,9 \text{ мм;}$$

$$z_{17} = 1,9 \text{ мм;}$$

$$z_{18} = 3,6 \text{ мм;}$$

$$z_{19} = 6,5 \text{ мм;}$$

$$z_{20} = 11,7 \text{ мм;}$$

$$z_{21} = 18,8 \text{ мм;}$$

$$z_{22} = 28,6 \text{ мм;}$$

$$z_{23} = 42,1 \text{ мм.}$$

После этого определяем силу Q графическим способом, для чего этим обозначения.

4.4. Построение графиков моментов. Сначала

строится график $M_{\text{спр}}$ по формуле:

$$M_{\text{спр}} = Q \cdot \frac{V_b}{\omega_b} = Q_b \cdot \frac{V_b}{V_a} = K \cdot r \cdot z_{\text{ш}} \cdot \frac{y'_b}{OA}$$

Масштаб момента определяется по формуле:

$$k_M = K \cdot r = 400 \cdot 0,25 = 100 \text{ Н / мм.}$$

Масштаб угла поворота:

$$k_{\alpha} = \frac{2 \cdot \pi}{a} = \frac{2 \cdot 3,14}{240} = 0,026 \text{ рад / мм.}$$

Подсчитаем отрезок $U_{стр}$ для всех положений:

$$\begin{aligned} U_{стр}^0 &= 0 \text{ мм}; \\ U_{стр}^1 &= 29,7 \text{ мм}; \\ U_{стр}^2 &= 53,5 \text{ мм}; \\ U_{стр}^3 &= 55,4 \text{ мм}; \\ U_{стр}^4 &= 46,0 \text{ мм}; \\ U_{стр}^5 &= 36,3 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{стр}^6 &= 27,6 \text{ мм}; \\ U_{стр}^7 &= 19,8 \text{ мм}; \\ U_{стр}^8 &= 12,7 \text{ мм}; \\ U_{стр}^9 &= 5,2 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{10} &= 0,9 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{11} &= 0,1 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{стр}^{12} &= 0 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{13} &= 0,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{14} &= 0,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{15} &= 0,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{16} &= -0,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{17} &= -0,6 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{стр}^{18} &= -2,8 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{19} &= -6,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{20} &= -11,1 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{21} &= -15,2 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{22} &= -16,9 \text{ мм}; \\ U_{стр}^{23} &= -13,1 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Затем строим график $M_{врт} = f_2(\alpha)$. Для этого определяем отрезок

$$U_{врт} = \frac{M_{врт}}{k_M} = \frac{L}{a} = \frac{2246}{240} = 9,4 \text{ мм}.$$

4.5. Определение индикаторной мощности.

Индикаторная мощность определяется по формуле:

$$N = \frac{M \cdot n}{9740} = \frac{k_M \cdot U_{врт} \cdot n}{9740} = \frac{100 \cdot 9,4 \cdot 280}{9740} = 27 \text{ кВт}.$$

Момент инерции вращающего звена (кривошипа) вычисляется по формуле:

$$J = \frac{k_M \cdot k_\alpha \cdot f_s}{\omega_{вр}^2 \cdot \delta} = \frac{100 \cdot 0,026 \cdot 2067}{29,3^2 \cdot 60} = 376 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования мы приобрели умение пользоваться вычислительной техникой, табличными материалами, номограммами, справочной и другой литературой. А также усвоили основные навыки, правила, приемы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов и их синтеза. В конечном итоге, мы приобрели опыт оформления как конструкторских и технологических расчетов и разработок, так и защиты проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиликов Б. В. Основы теории механизмов. Выпуск V. Издание II. Казань 1970 г.
2. Артоболовский Иш. Теория механизмов. Издание II. Изд-во «Наука». Москва 1967 г.
3. Методические указания к курсовому проекту по «Теории механизмов и машин». Часть I. КСХИ. Казань 1991 г.
4. Методические указания к курсовому проекту по «Теории механизмов и машин». Часть I. КСХИ. Казань 1991 г.
5. Методические указания к курсовому проекту по «Теории механизмов и машин». Часть II. КСХИ. Казань 1991 г.
6. Методические указания к курсовому проекту по «Теории механизмов и машин». Часть III. КСХИ. Казань 1991 г.
7. Методические указания к курсовому проекту по «Теории механизмов и машин». Часть IV. КСХИ. Казань 1991 г.