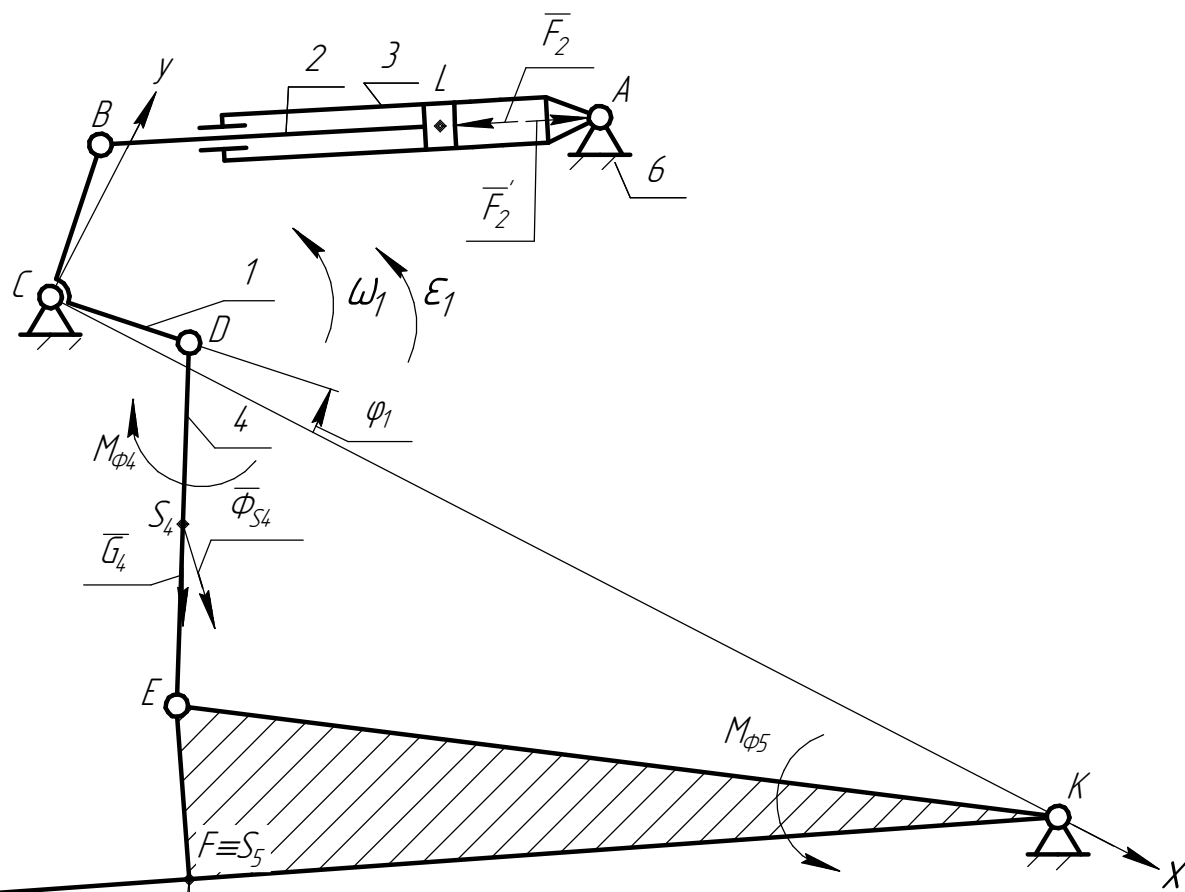


Схема силового расчета механизма

$\mu=50 \frac{MM}{M}$



Исходные данные:

$X_C=0\text{ м}$ $Y_C=0\text{ м}$
 $X_K=3\text{ м}$ $Y_K=0\text{ м}$
 $X_A=1,073\text{ м}$ $Y_A=1,089\text{ м}$
 $L_{BC}=0,9\text{ м}$ $L_{CB}=0,424\text{ м}$
 $L_{CD}=0,386\text{ м}$ $L_{DC}=0,961\text{ м}$
 $L_{DS}=0,481\text{ м}$ $L_{SD}=2,35\text{ м}$
 $L_{PK}=4,35\text{ м}$ $L_{KP}=4,6\text{ м}$
 $\angle OCB=90^\circ$ $\angle EKF=11,3^\circ$
 $\varphi=9,116^\circ$ $\omega_1=2,531\text{ рад/с}$
 $\varepsilon_1=3,547\text{ рад/с}^2$ $m_1=2000\text{ кг}$
 $I_{S1}=40\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ $m_2=450\text{ кг}$
 $I_{S2}=13,250\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ $m_3=7500\text{ кг}$

Определить:

F_1, F_2

Количество скалярных неизвестных:

$N_k=2n_1+n_2+W_{11}=2\cdot7+0+1=15$

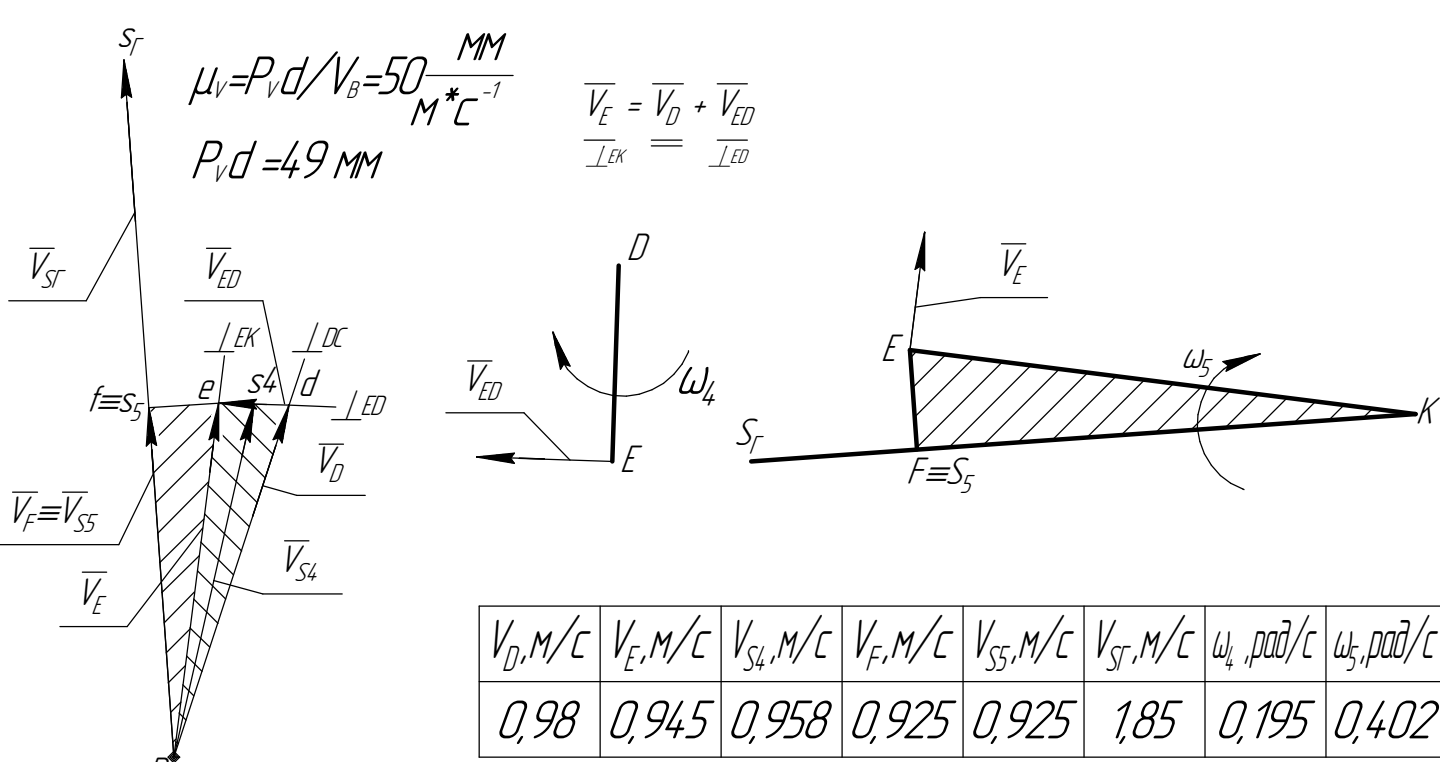
Количество скалярных уравнений:

$N_u=3n=2\cdot5=10$ $N_u=N_k$

Определение величин сил тяжести, гланных векторов и гланных моментов сил инерции, действующих на механизм:

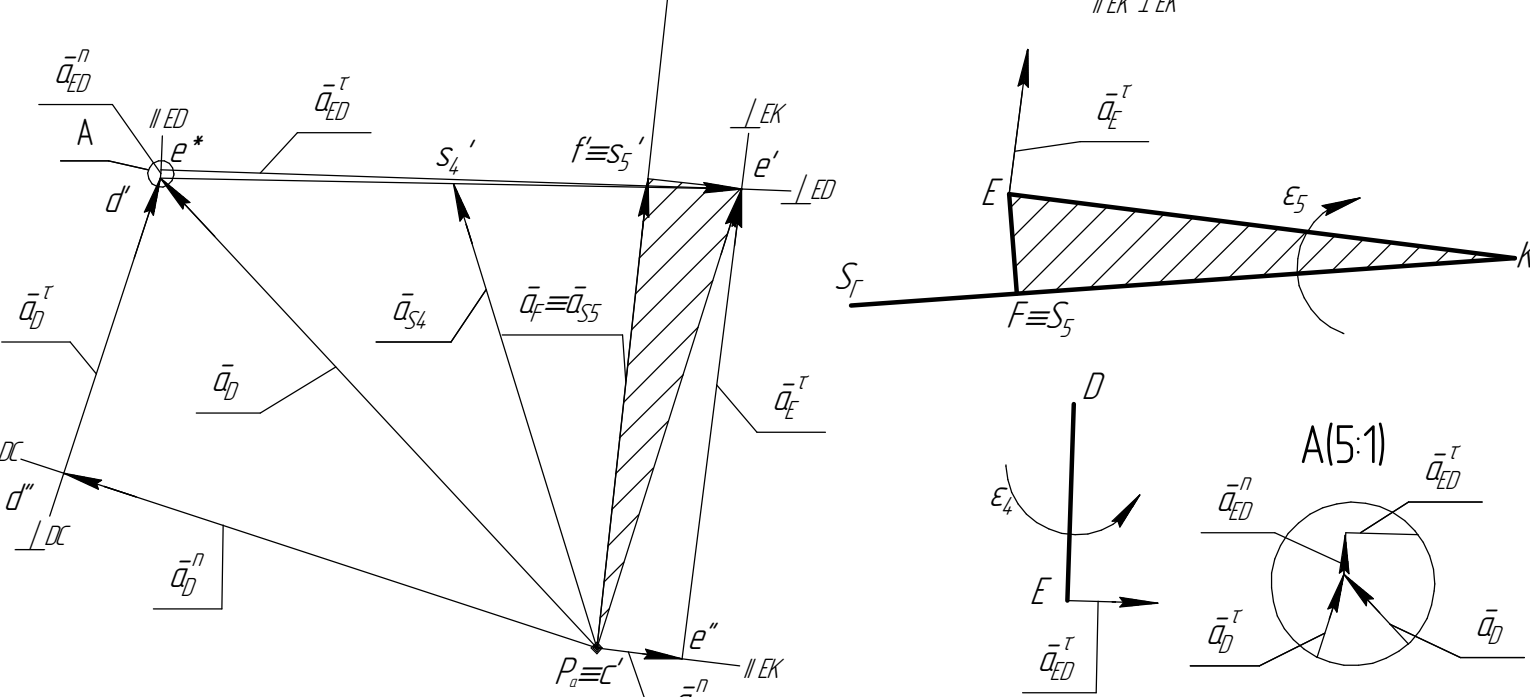
$G_1=g\cdot m_1=9,81\cdot450=4414,5\text{ Н}$ $G_2=g\cdot m_2=9,81\cdot2000=19620\text{ Н}$
 $M_{O1}=G_1\cdot e_1=40\cdot2,666=106,64\text{ Н}\cdot\text{м}$ $\Phi_{S1}=a_{S1}\cdot m_1=4,154\cdot2000=8308\text{ Н}$
 $G_3=g\cdot m_3=9,81\cdot7500=73575\text{ Н}$
 $M_{O3}=G_3\cdot e_3=13,250\cdot0,889=11779,25\text{ Н}\cdot\text{м}$
 $\Phi_{S3}=a_{S3}\cdot m_3=2,077\cdot7500=15577,5\text{ Н}$

План скоростей



План ускорений:

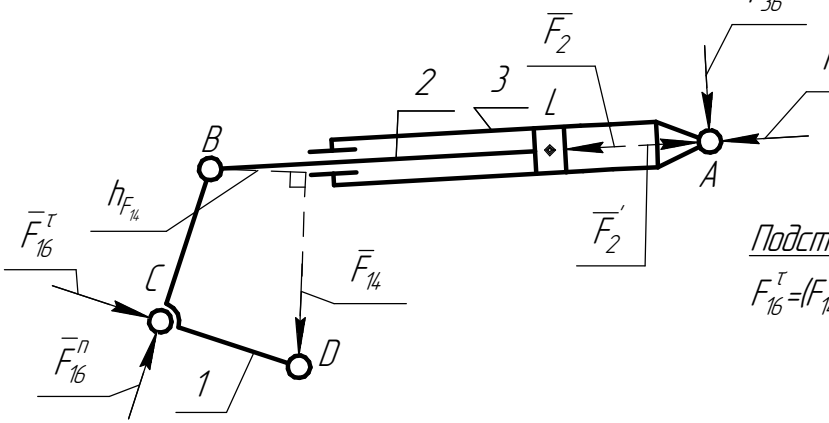
$\mu=P_1d/a_1=30 \frac{MM}{M\cdot\text{с}^2}$
 $P_1d=84,8\text{ мм}$



$a_1, \text{м/с}^2$	$a_2, \text{м/с}^2$	$a_3, \text{м/с}^2$	$a_4, \text{м/с}^2$	$a_5, \text{м/с}^2$	$a_6, \text{м/с}^2$	$a_7, \text{м/с}^2$	$a_8, \text{м/с}^2$
2,826	2,122	2,143	2,077	2,077	4,154	2,666	0,889

Группа звеньев 1-2-3

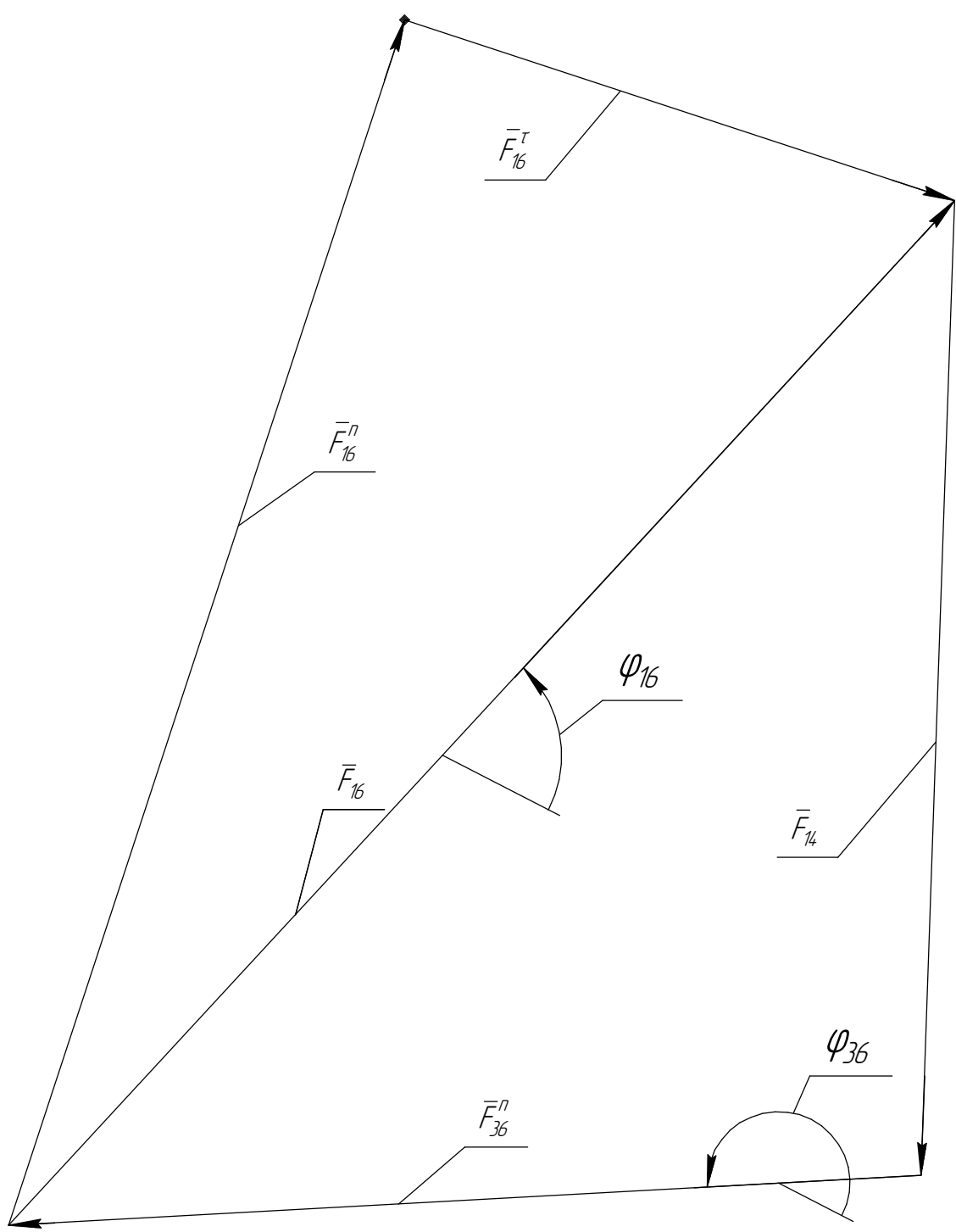
$\mu=50 \frac{MM}{M}$



$h_{12} = 212/\mu = 212/50 = 0,424\text{ м}$
 $h_{13} = 66,17/\mu = 66,17/50 = 1,323\text{ м}$
 $h_{16} = 12,62/\mu = 12,62/50 = 0,252\text{ м}$

7.8) $\sum F_K = 0$ $F_{16}^n + F_{16}^t + F_{16}^x + F_{16}^y = 0$
9) $\sum M_B(F_K) = 0$ $F_{16}^n \cdot h_{16} - F_{16}^t \cdot h_{16} - F_{16}^x \cdot h_{16} - F_{16}^y \cdot h_{16} = 0$
Подставим F_{16}^n в (9):
 $F_{16}^t = (F_{16}^n + F_{16}^x + F_{16}^y) / h_{16} = (152103 + 0 + 1,323) / 0,424 = 90400,8\text{ Н}$

План сил (уравнения 7 и 8) $\mu=0,001 \frac{MM}{H}$

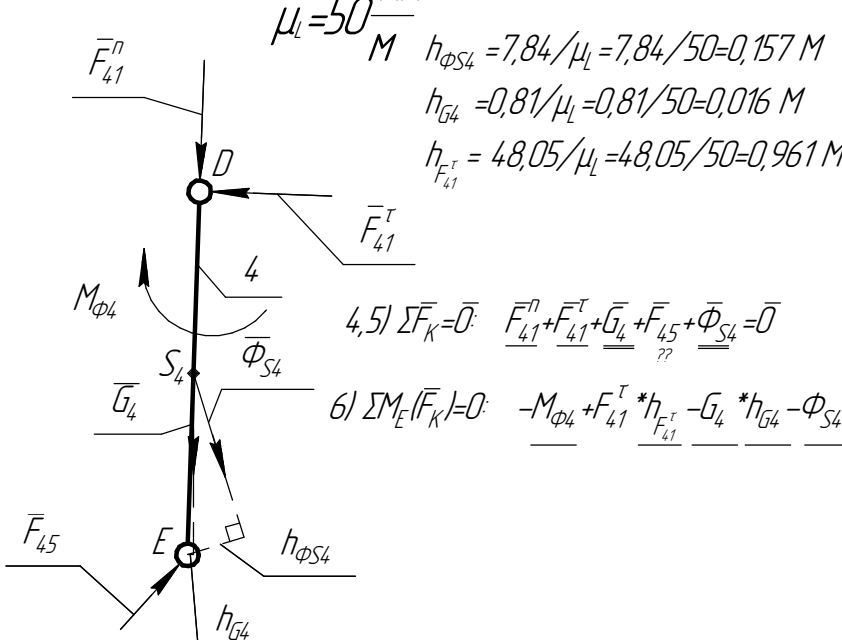


Из плана сил для уравнений (7) и (8) имеем:

$F_{16} = 217,63/\mu = 217,63/0,001 = 217630\text{ Н}$
 $\varphi_{16} = 74^\circ 34'$
 $F_{36}^n = F_{36} = 14,263/\mu = 14,263/0,001 = 142630\text{ Н}$
 $\varphi_{36} = 210^\circ 27'$

Звено 4

$\mu=50 \frac{MM}{M}$

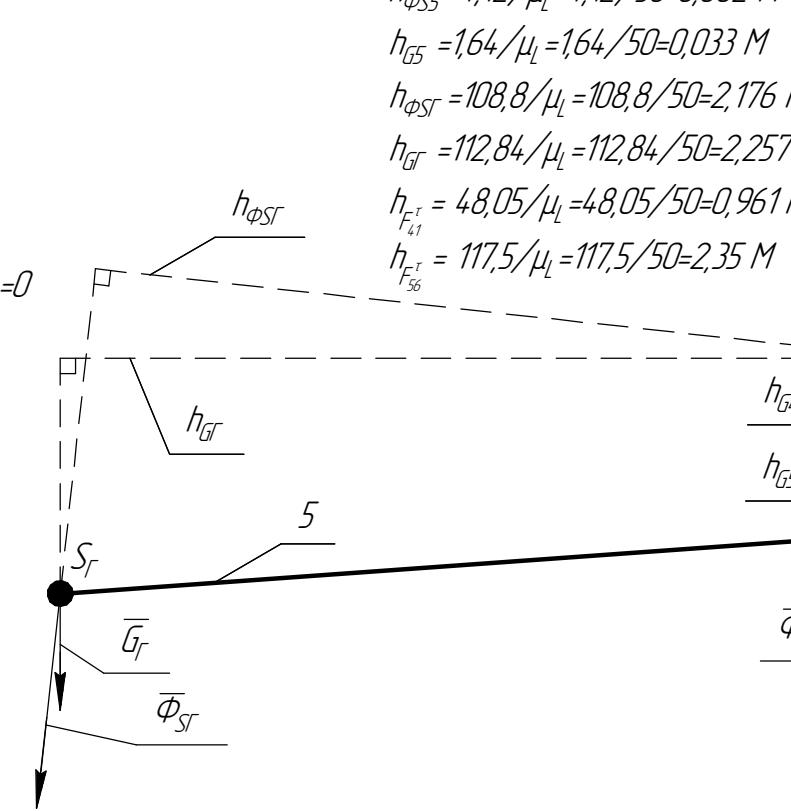


Из (6) имеем:

$F_{41}^t = (M_{O4} + G_4 \cdot h_{O4} + \Phi_{S4} \cdot h_{O4}) / h_{41}^t =$
 $= (106,64 + 4414,5 \cdot 0,016 + 964,35 \cdot 0,157) / 0,961 = 34,101\text{ Н}$

Группа звеньев 4-5

$\mu=50 \frac{MM}{M}$



$h_{O54} = 7,84/\mu = 7,84/50 = 0,157\text{ м}$
 $h_{O4} = 0,81/\mu = 0,81/50 = 0,016\text{ м}$
 $h_{O55} = 4,12/\mu = 4,12/50 = 0,082\text{ м}$
 $h_{O5} = 164/\mu = 164/50 = 0,033\text{ м}$
 $h_{O57} = 108,8/\mu = 108,8/50 = 2,176\text{ м}$
 $h_{O7} = 112,84/\mu = 112,84/50 = 2,257\text{ м}$
 $h_{41}^t = 48,05/\mu = 48,05/50 = 0,961\text{ м}$
 $h_{75} = 117,5/\mu = 117,5/50 = 2,35\text{ м}$

1.2) $\sum F_K = 0$ $F_{41}^n + F_{41}^t + \Phi_{S4} \cdot h_{41}^t + F_{45}^n + F_{45}^t + \Phi_{S5} \cdot h_{45}^t + \Phi_{S7} \cdot h_{47}^t + \Phi_{S7} \cdot h_{47}^t = 0$

3) $\sum M_B(F_K) = 0$ $M_{O5} + M_{O4} + F_{41}^t \cdot h_{41}^t - G_4 \cdot h_{O4} - G_5 \cdot h_{O5} + G_7 \cdot h_{O7} - \Phi_{S4} \cdot h_{O54} - \Phi_{S5} \cdot h_{O55} + \Phi_{S7} \cdot h_{O57} - F_{56}^t \cdot h_{41}^t = 0$

Подставим F_{41}^t в (3):
 $F_{56} = (M_{O5} - M_{O4} + F_{41}^t \cdot h_{41}^t - G_4 \cdot h_{O4} - G_5 \cdot h_{O5} + G_7 \cdot h_{O7} - \Phi_{S4} \cdot h_{O54} - \Phi_{S5} \cdot h_{O55} + \Phi_{S7} \cdot h_{O57}) / h_{41}^t =$
 $= (11779,25 - 106,64 + 34,101 \cdot 0,961 - 4414,5 \cdot 0,016 - 73575 \cdot 0,033 + 19620 \cdot 2,257 - 964,35 \cdot 0,157 - 15577,5 \cdot 0,082 + 8308 \cdot 2,176) / 2,35 = 29971,7\text{ Н}$

План сил (уравнения 1 и 2)

$\mu=0,002 \frac{MM}{H}$

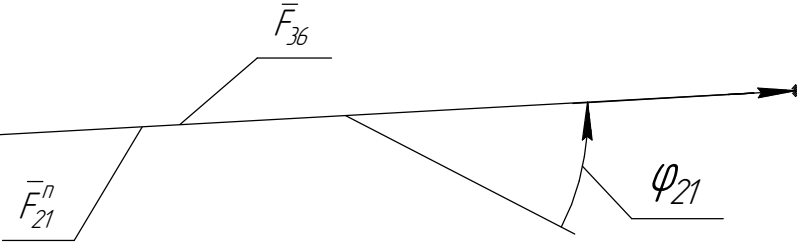
Из плана сил для уравнений (1) и (2) имеем:
 $F_{41}^t = 304,206/\mu = 304,206/0,002 = 152103\text{ Н}$
 $\varphi_{41} = 115^\circ 19'$
 $F_{56} = 59,96/\mu = 59,96/0,002 = 29980\text{ Н}$
 $\varphi_{56} = 291^\circ 39'$

План сил (уравнения 4 и 5)

$\mu=0,002 \frac{MM}{H}$

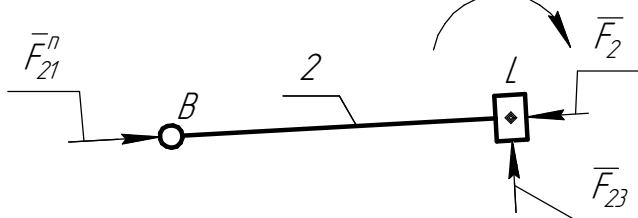
Из плана сил для уравнений (4) и (5) имеем:
 $F_{45} = 293,76/\mu = 293,76/0,002 = 146880\text{ Н}$
 $\varphi_{45} = 295^\circ 8'$

План сил (уравнения 10 и 11) $\mu=0,001 \frac{MM}{H}$



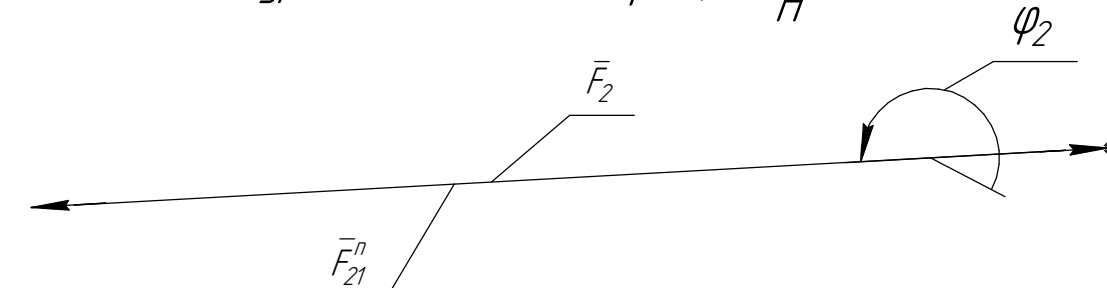
Из плана сил для уравнений (10) и (11) имеем:
 $F_{21}^t = 0\text{ Н}$
 $F_{21} = F_{21}^n = 14,263/\mu = 14,263/0,001 = 142630\text{ Н}$
 $\varphi_{21} = 30^\circ 27'$

Звено 2 $\mu=50 \frac{MM}{M}$



13,14) $\sum F_K = 0$ $F_{23}^n + F_{23}^t + F_{21}^n + F_{21}^t = 0$
15) $\sum M_B(F_K) = 0$ $M_{O2} = 0\text{ Н}\cdot\text{м}$

План сил (уравнения 13 и 14) $\mu=0,001 \frac{MM}{H}$



Результаты силового расчета $\Delta = \frac{\Delta F_2}{F_2} \cdot 100\% = 0,02\%$

$F_{23}, \text{ Н}$	$F_{21}, \text{ Н}$	$F_{36}, \text{ Н}$	$F_{41}, \text{ Н}$	$F_{56}, \text{ Н}$	$F_{45}, \text{ Н}$	$F_{16}, \text{ Н}$	$F_{21}, \text{ Н}$
0	142630	142630	152103	29980	146880	217610	142630
$M_{23}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	φ_{21}	φ_{36}	φ_{41}	φ_{56}	φ_{45}	φ_{16}	φ_{21}
0	30°27'	210°27'	115°19'	291°39'	295°8'	74°34'	210°27'

					Теория механизмов и машин						
Изм./Лист Разработчик Проверен Технический Утвержден	№ докум. Машины ДИ Соединения ДВ	Подпись	Дата	Проектирование и исследование механизмов кузнечно-прессового манипулятора				Лист		Масса	Масштаб
				Силовой расчет механизма				Лист 2		Листов 4	
								МГТУ им. Н.Э. Баумана Каф. РК-2 группа РК9-54Б			