

Самолет - 5

Крыло самолета - D

Пролет самолета - D

Масса самолета - E_m

Раздел I. Расчет крыла на прочность.

I. Построение эпюр Q , M_x и M_y для крыла.

Допускаем при расчете, что крыло является балкой жестко заделанной на 2-х опорах. Опорными силами будут упорные моменты крыла к фюзеляжу.

I.1. Определение внешних нагрузок действующих на крыло.

В полете на крыло действуют следующие нагрузки: аэродинамическая $q_{aэ}$, нагрузка от веса крыла q , от топлива расположенного в кессоне k_p . Эти нагрузки являются паразитными. Они равномерно распределены по размаху крыла.

$$q_{\Sigma}^p = q_{aэ}^p - q_k^p - q_{т.с.}^p$$

$$q_{aэ}^p = \frac{G \cdot n^2 \cdot f \cdot v_{aэ}^2}{S} \quad \bar{T}_{ii} = k_i \bar{T}_{ii.н.}; \quad \text{где}$$

\bar{T}_{ii} - относительная центрировка носового крыла, берется по графику $\bar{T}_{ii} = f\left(\frac{eZ}{L}\right)$

$$n_y^2 = -0,5 \text{ n max grad cypress "P"} \quad n_y^2 = -0,5 \cdot 4 = -2$$

$$f = 1,5$$

$$K_1 = \frac{G \cdot n^2 \cdot f \cdot b_{cep}}{S} = \frac{G \cdot n^2 \cdot f}{L} = \frac{-12500 \cdot 2 \cdot 1,5}{20} = -1875$$

$$g_{cp}^p = \frac{G_{cp}^p}{S_{cp}} \cdot b_{cep} = \frac{G \cdot n^2 \cdot f}{S_{cp}} \cdot b_{cep} = k_2 \cdot b_{cep}$$

$$k_2 = \frac{12900 \cdot 2 \cdot 1,5}{70} = +58,3$$

Регулярным расчетом графика в таблице

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
z/L	0	0,12	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
\bar{T}_m	1,31	1,29	1,27	1,25	1,2	1,15	1,05	0,9	0,8	0,6	0
b_{cep}	3,0	2,882	2,764	2,646	2,528	2,41	2,292	2,174	2,056	1,938	1,82
$g_{asp}^p = k_1 \bar{T}_m$	-2456,2	-2419	-2381	-2344	-2250	-2156	-1969	-1689	-1300	-1125	0
$g_{cp}^p = k_2 b_{cep}$	165,8	159,3	152,8	146,3	139,6	133,3	126,6	120,7	114,1	108,8	0
$g_{\Sigma}^p = g_{asp}^p - g_{cp}^p$	-2290,4	-2259,7	-2228,2	-2197,7	-2114,2	-2022,7	-1842,2	-1568,9	-1385,9	-1016,2	0

$$Q_i^p = \int_{z_i}^{z_{i+1}} g_{\Sigma}^p dz \pm \varepsilon \cdot b_{cp} \quad \text{в каждом сечении}$$

$$Q_i = \sum_{i=0}^n g_{cp}^p \cdot \Delta z \quad ; \quad \text{где } g_{cp}^p = \frac{g_i + g_{i+1}}{2} ;$$

$$M_{из}^p = \int Q_i^p dz \quad ; \quad M_{из}^p = \sum Q_{cp} \Delta z \quad ; \quad Q_{cp} = \frac{Q_i + Q_{i+1}}{2}$$

N	f_{Σ}^p	$f_{\Sigma p}^p$	Δz	ΔQ_i	Q_i	$Q_{\Sigma p}$	ΔM_e	$M_{\Sigma p}$
0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	-1016,2	-508,1	1	-508,1	508,1	-254	-254	-254
2	-1385,9	-1201	1	-1201	-1709	-1108,5	-1108,5	-1362,5
3	-1566,4	-1476	1	-1476	-3185	-2447	-2447	-3809,5
4	-1842,2	-1704,3	1	-1704,3	-4889	-4038,5	-4038,5	-7848
5	-2022,7	-1932,4	1	-1932,4	-6821,8	-5855,4	-5855,4	-13703,4
6	-2114,2	-2068,4	1	-2068,4	-8890,2	-7856	-7856	-21559,4
7	-2197,7	-2156	1	-2156	-11046	-9968,1	-9968,1	-31527,5
8	-2228,2	-2213	1	-2213	-13259	-12152,5	-12152,5	-43680
9	-2259,7	-2244	1	-2244	-15503	-14381	-14381	-58061
10	2290,4	-2275	1	-2275	$\frac{-17772}{2253}$	$\frac{-16637}{1141}$	1141	-56920

1.2. Определение оптимального значения $M_{\Sigma p}$

$$M_i^p = f_{\Sigma p}^p \cdot a - f_{\Sigma p}^p \cdot a_i$$

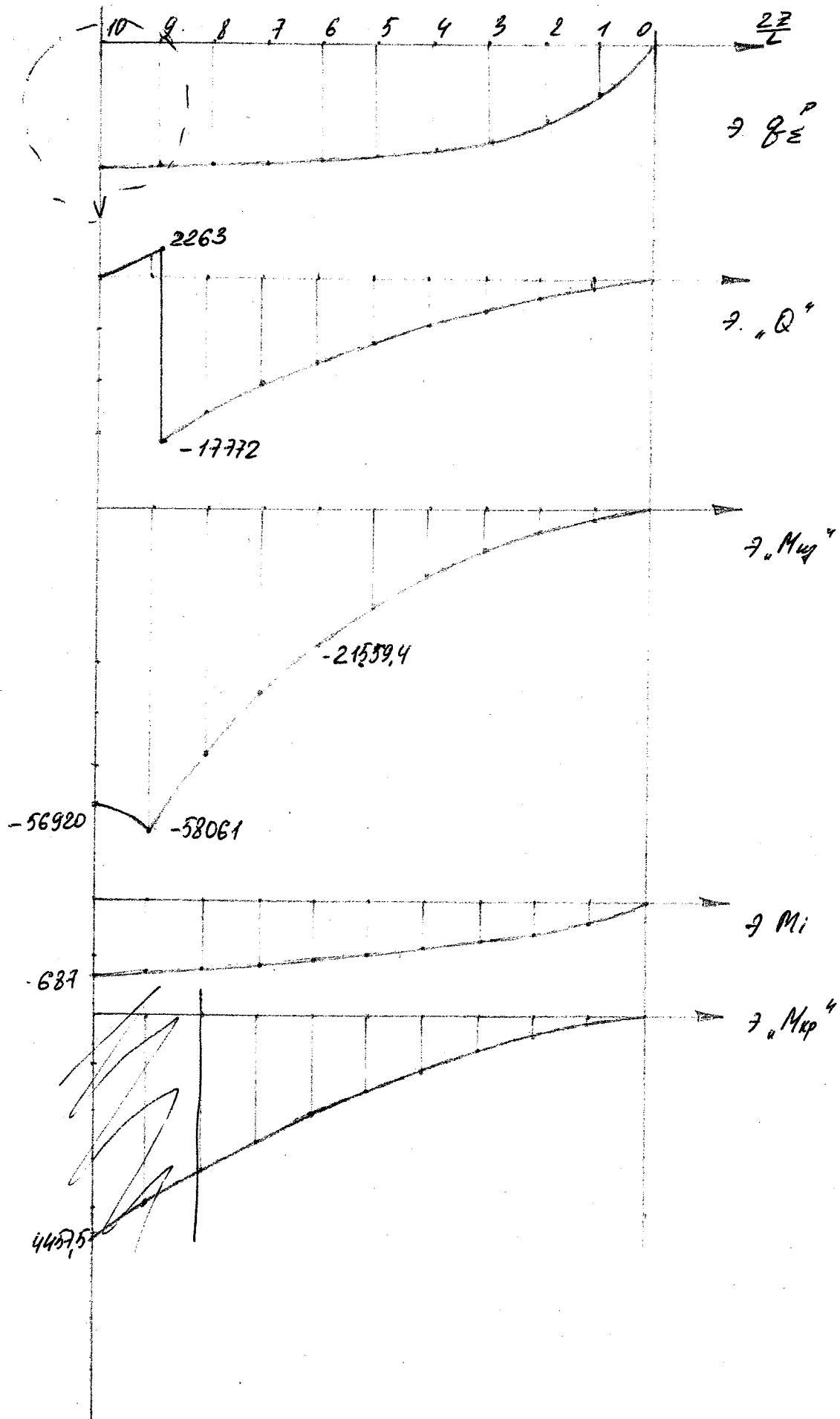
a - расстояние от центра ^{месяцелки} ~~момента~~ го центра ~~гравитации~~.

a_i - расстояние от центра ^{месяцелки} го центра ~~гравитации~~ ~~момента~~.

$$x_{\Sigma m} = \frac{\sum H_i^2 \cdot x_i}{\sum H_i^2}$$

$$x_{\Sigma m} = \frac{0,6 \cdot 0,328^2 + 2,23 \cdot 0,139^2}{0,328^2 + 0,139^2} =$$

$$= \frac{0,1076}{0,1269} = 0,846$$



N	m_i	$M_{epi} = \frac{m_i + m_{i+1}}{2}$	Δz	$\Delta M_{ep} = M_{epi} \Delta z$	M_{spi}
0	0	0	0	0	0
1	197	98,5	1	98,5	98,5
2	285	241	1	241	339,5
3	340	312,5	1	312,5	652
4	422	381	1	381	1033
5	489	454,5	1	454,5	1487,5
6	534	510,5	1	510,5	1998
7	582	558	1	558	2556
8	616	599	1	599	3155
9	651	633,5	1	633,5	3788,5
10	687	669	1	669	4457,5

1.3. Определение нормальных нагрузок в сечениях крива при уходе.

Определение нормальных нагрузок в сечениях крива при уходе производится методом рекуррентных коэффициентов с использованием дифференциалов.

Определим F и Y для участка.

$$\text{Место А. } F = 7,0 + 0,8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} + 2,5 \cdot 0,6 = 12,5 \text{ см}^2$$

$$Y_x = \frac{10(0,7)^3}{12} + 7(0,48)^2 + \frac{10(0,8)^3}{36} + 4(0,137)^2 +$$

$$+ \frac{2,5^3 \cdot 0,6}{12} + 1,5(2,75)^2 = 14,24 \text{ см}^4$$

$$y_{y.T.} = \frac{S_d}{F} = \frac{\sum y_i \cdot E}{F} = \frac{0,35 \cdot 7 + 1,5 \cdot 2,75 + 4 \cdot 1,97 + \frac{0,8}{3}}{12,5} = \frac{10,44}{12,5} = 0,83 \text{ см.}$$

$$y_y = \frac{10^3 \cdot 0,7}{12} + \frac{10^3 \cdot 0,8}{36} + \frac{0,6^3 \cdot 2,5}{12} = 84,5 \text{ см}^4$$

$$l = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}} = \sqrt{\frac{1424}{12,5}} = 1,067 \text{ см}$$

1.4. Определение критических нагрузок.

Определим критические нагрузки обода и лентной части утюжильника и выберем за расчетное наименьшее значение в А.

Ободная часть утюжильника

$$\sigma_{кр} = \frac{c \cdot \pi^2 \cdot E}{(l/i)^2} = \frac{1 \cdot 3,14^2 \cdot 21 \cdot 10^3}{(30/1,067)^2} = \frac{20705160}{791} = 26209 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

или корень $l = 30 \text{ см.}$

$$\sigma_{кр II} = \sigma_b \frac{1 + \delta}{1 + \delta + \delta^2} \quad \delta = \frac{\sigma_b}{\sigma_{кр}} = \frac{11000}{26209} = 0,42$$

$$\sigma_{кр II} = 11000 \cdot \frac{1,42}{1,60} = 9762,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq \sigma_{из} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

принимается $\sigma_{кр II} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$

$$\sigma_{кр обод} = 3,6 E \left(\frac{\delta}{6}\right)^2 = 3,6 \cdot 720000 \left(\frac{0,25}{21}\right)^2 = 370 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_{кр ступ} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 720000}{(30/0,94)^2}} = \frac{7098912}{1084,4} = 6546 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$$\geq \sigma_{из} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$$i_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{1,397}{1,609}} = 0,911 \text{ см}$$

$$\sigma_{\text{ср ср}}^{\text{одн}} = 2900 - 21,1 \frac{30}{0,911} = 2205 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_{\text{ср ср}}^{\text{м}} = k \frac{E}{(8/5)^2} = 1,16 \frac{720000}{(2/0,3)^2} = 18792 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

берем $\sigma_{\text{ср ср}} = 2205 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$

локатор в Б.

$$\sigma_{\text{ср}}^{\text{одн}} = \frac{9,14^2 \cdot 720000}{(30/0,6)^2} = 2839 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}, \text{ где } i = \sqrt{\frac{0,414}{1,161}} = 0,6$$

$$\sigma_{\text{ср}} = \sigma_B \frac{1+\nu}{1+\nu+\nu^2} = 4100 \frac{2,44}{4,52} = 2213 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$$

1.5. Определим срывовое напряжение
в стальной гонке.

$$F_{\text{ср ср}} = F_{\text{ср}} + b \cdot \delta \cdot \sigma_{\text{ср ср}}^{\text{одн}}$$

$$\psi_{\text{ср ср}}^{\text{одн}} = \sqrt[3]{\frac{\sigma_{\text{ср ср}}^{\text{одн}}}{\sigma_{\text{ср ср}}}} = \sqrt[3]{\frac{370}{2205}} = 0,551$$

$$F_{\text{ср ср}} = 1,609 + 0,25 \cdot 21 \cdot 0,551 = 450 \text{ см}^2$$

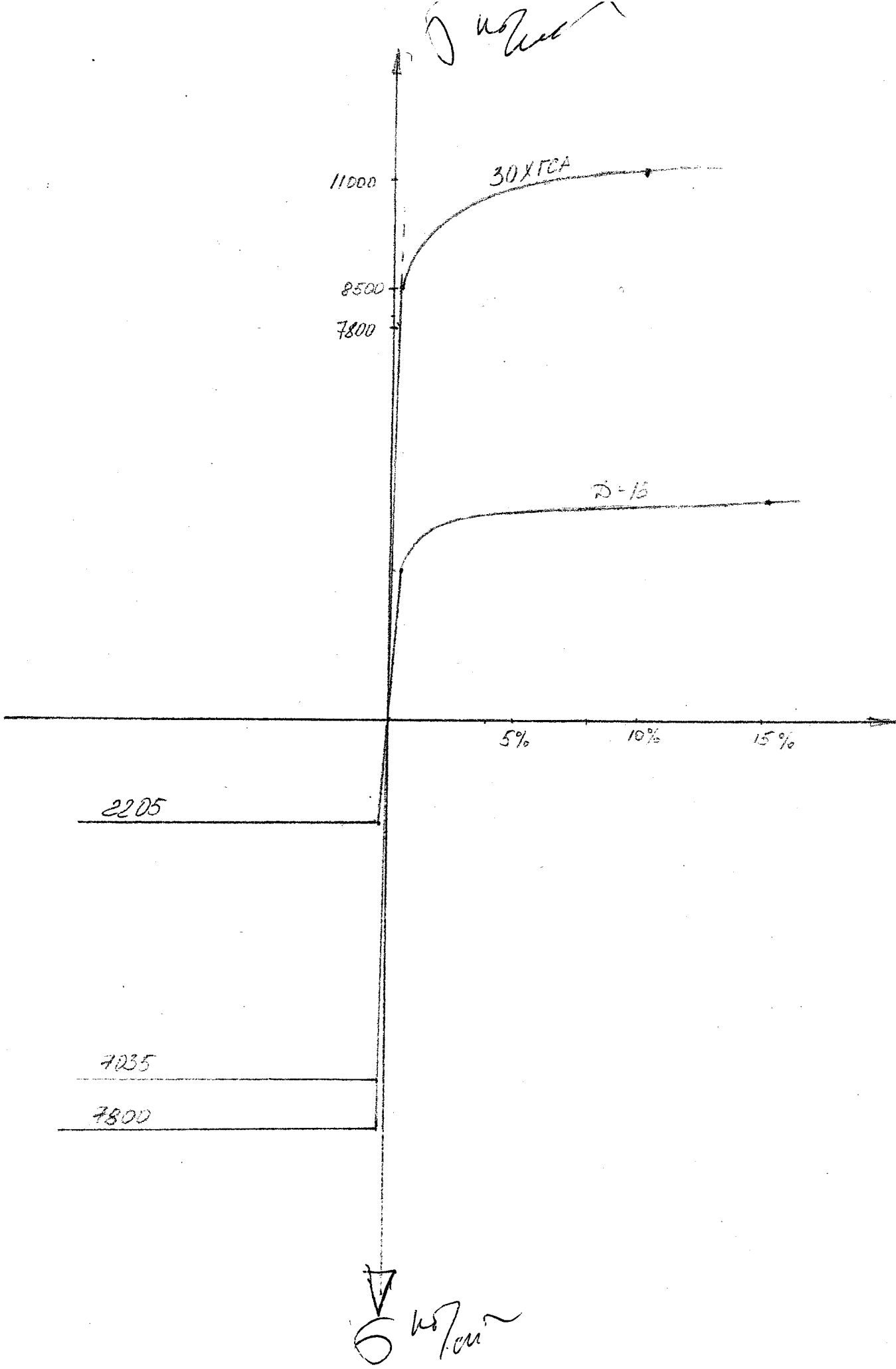
$$\psi_{\text{ср н.л.}} = \sqrt[3]{\frac{\sigma_{\text{ср одн}}}{\sigma_{\text{ср н.л.}}}} \frac{E_{\text{одн}}}{E_{\text{н.л.}}} = 0,124$$

$$F_{\text{ср н.л.}} = F_{\text{н.л.}} \cdot b \cdot \delta \cdot \psi_{\text{ср н.л.}} = 12,5 + 21 \cdot 0,25 \cdot 0,124 = 13,1 \text{ см}^2$$

в Б.

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{370}{2213}} \approx 0,551$$

$$F_{\text{ср}} = 1,161 + 0,25 \cdot 21 \cdot 0,551 = 4,05 \text{ см}^2$$



В расчетной зоне.

$$F_i = F_{\text{ср}} + \delta b$$

$$F_{\text{ср}} = 1,609 + 0,25 \cdot 16 = 5,609 \text{ см}^2$$

$$b \quad \gamma = \frac{E_{\text{одн}}}{E_{\text{н}}} = \frac{72 \cdot 10^5}{21 \cdot 10^5} = 0,343$$

$$F_{\text{н}} = 72,5 + 16 \cdot 0,25 \cdot 0,343 = 13,9 \text{ см}^2$$

$$b \text{ (.) } b \quad F_{\text{с}} = 1,161 + 16 \cdot 0,25 = 5,161 \text{ см}^2$$

По данным из таблицы

$$x_{0i} = \frac{\sum F_{np} x_i}{\sum F_{np}} = \frac{15611}{123,8} = 126,1 \text{ см}$$

$$y_{0i} = \frac{\sum F_{np} y_i}{\sum F_{np}} = \frac{1895}{123,8} = 15,3 \text{ см}$$

$$x_{np} = x_i - x_{0i} \quad y_{np} = y_i - y_{0i}$$

$$\sigma_{\varphi_i} = \frac{1 - \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x \sigma_y}}{1 - \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x \sigma_y}} \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \left[y_i - y_{0i} - (x_i - x_{0i}) \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right]$$

$$\sigma_{\varphi_i} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} [y_i - y_{0i}] = \frac{-2140000}{25485} (y_i - y_{0i}) =$$

$$= -84 (y_i - y_{0i})$$

Материалом приведены приращения зон. По диаграмме деформации откладываем σ_{φ_i} проводим вертикаль до пересечения с графиком (диаграммой) зон и из точки пересечения опускаем вертикаль до пересечения с диаграммой ДВТ из точки пересечения проводим горизонталь и получаем $\sigma_{\text{ср}}$.

$$y_i = \frac{C_{ucom i}}{C_p}$$

$$F_{i+1} = F_i \cdot y_i$$

N	nama	y	F _p i	x _i	y _i	F _p x _i	F _p y _i	x _i	y _i	F _p x _i ²	F _p y _i ²	F _p x _i y _i	C _p	C _{ucom}
1	30XTCR	1	19,9	60	0,1	834	1,39	-66,1	-15,2	60732	3211	13965	1277	1277
2	P16T	1	5,609	76	0	F _p Σx _i = 1464 · 5,609 = 8216	F _p Σy _i = 33 · 5,609 = 185,1	-50,1	-15,3	14078	1313	4299	1285	441
3	P16T	1	5,609	92	0			-34,1	-15,3	6522	1313	2926	1285	441
4	P16T	1	5,609	108	0			-18,1	-15,3	1837	1313	1553	1285	441
5	P16T	1	5,609	124	1			-2,1	-15,3	25	1313	180	1285	441
6	P16T	1	5,609	140	2			13,9	-14,3	1084	1147	-1115	1201	412
7	P16T	1	5,609	156	3			29,9	-13,3	5014	992	-2230	1117	383
8	P16T	1	5,609	171	4,5			44,9	-12,3	11308	848	-3098	1033	354
9	P16T	1	5,609	185	6			58,9	-10,8	19459	654	-3568	907	311
10	P16T	1	5,609	199	7,5			72,9	-7,8	29808	341	-3189	655	225
11	P16T	1	5,609	213	9			86,9	-6,3	42357	222	-3071	529	181
12	P16T	1	5,161	223	9,6			1151	49,5	96,9	-5,7	48460	168	-2850
13	P16T	1	4,05	223	23,5	903	95,2	96,9	8,2	38028	272	3218	-689	-236
14	P16T	1	4,5	203	26	827 · 4,5 = 3721	251 · 4,5 = 1129,5	76,9	10,7	26611	515	3703	-899	-308
15	P16T	1	4,5	182	28,5			65,9	13,2	14061	784	3320	-1109	-380
16	P16T	1	4,5	162	31,0			55,9	16,7	5799	1255	2698	-1403	-481
17	P16T	1	4,5	144	33			17,9	17,7	1442	1410	1426	-1487	-510
18	P16T	1	4,5	123	33,2			-3,1	17,9	93,2	1442	-250	-1504	-516
19	P16T	1	4,5	102	33,2			-24,1	17,9	26136	1442	-1941	-1504	-516
20	P16T	1	4,5	81	33,1			-45,1	17,8	9153	1426	-3612	-1495	-513
21	30XTCR	1	13,1	60	33			786	432,3	-66,1	17,7	57236	4104	-15326
Σ			1238			15611				395711	25485	-2962		

N	Y	F _{np}	F _{np} x _i	F _{np} y _i	x ₂	y ₂	F _{np} x ₂	F _{np} y ₂	F _{np} x ₂ y ₂	Σ _{p2}	Σ _{u₂}	Σ _{u₂} F _{np} i ₂
1	1	13,9	834	1,39	-46,6	-15,4	30184	3296	9975	2433,2	2433,2	520801
2	0,343	1,92	1464 · 1,92 = 2811	33 · 1,92 = 63,36	-30,6	-15,5	1797	461	911	2449	840	73029
3	0,343	1,92			-14,6	-15,5	409	461	434	2449	840	73029
4	0,343	1,92			1,4	-15,5	3,7	461	-42	2449	840	73029
5	0,343	1,92			17,4	-15,5	581	461	-518	2449	840	73029
6	0,343	1,92			33,4	-14,5	2142	404	-950	2291	786	63926
7	0,343	1,92			49,4	-13,5	4685	350	-1280	2133	732	55428
8	0,343	1,92			64,4	-12,5	8012	300	-1546	1975	677	47466
9	0,343	1,92			78,4	-11,1	11801	236	-1671	1754	602	37480
10	0,343	1,92			92,4	-8,1	16392	126	-1437	1280	439	19945
11	0,343	1,92			106,4	-6,5	21736	81	-1328	1027	352	12833
12	0,343	1,77			395	17	116,4	-5,5	23981	54	-1215	932
13	0,343	1,39	310	32,66	116,4	8	18833	89	1234	-1264	-433	14029
14	0,343	1,54	877 · 1,54 = 1271	45 · 1,54 = 386,54	96,4	10,5	14311	170	1558	-1659	-569	26885
15	0,343	1,54			75,4	13	8755	260	1509	-2054	-704	41184
16	0,343	1,54			57,4	16,5	4727	419	1408	-2607	-894	66379
17	0,343	1,54			36,4	17,5	2154	472	1008	-2765	-948	74655
18	0,343	1,54			18,6	17,7	414	482	447	-2797	-959	76384
19	0,343	1,54			-4,6	17,7	33	482	-125	-2797	-959	76384
20	0,343	1,54			-25,6	17,6	1009	477	-694	-2781	-954	75557
21	1	13,1	786		-46,6	17,5	28447	4012	-10683	-2765	-2765	633876
Σ		60,14					200406	13554	-2924			2145122

2 редуцирование

$$x_{02} = \frac{\sum F_{np} x_i}{\sum F_{np}} = \frac{6410}{60,14} = 106,6$$

$$y_{02} = \frac{\sum F_{np} y_i}{\sum F_{np}} = \frac{933,2}{60,14} = 15,52$$

$$\sigma_{p2} = \frac{M_x}{\sigma_{0x}} [y_i - y_{02}] = \frac{2140000}{13554} (y_i - y_{02}) = 154 y_i - y_{02}$$

$$M_i - \sum C_{u₂} F_{np} y_i = 0$$

$$214.0000 - 2145122 = 5122 \text{ к.р. ч.}$$

(0,024 - 0,24 %)

1.6. Определить результирующие напряжения.

$$\bar{Q}_{yp} = Q_{yp}^p + \frac{2 M_{изг}}{h z} \cdot \gamma y$$

$$Q_{yp} = 8700 + \frac{2 \cdot 21559,40}{32,8} \cdot 0,02 = 8700 + 2629 = 11329 \text{ н}$$

перерезывающая сила с учётом сокращения длины

$$Q_a = \frac{\bar{Q}_{yp}}{J_{ox2}} S_{поп ox2} \quad \text{где } S_{поп ox2} = \sum F_{пр1} \left[y_{02} - x_{02} \frac{J_{oxy2}}{J_{oy2}} \right],$$

$$\text{если } \frac{J_{oxy}}{J_{oy}} \approx 0 \rightarrow S_{поп ox2} = \sum F_{пр1} \cdot y_{02}$$

Q_{yp} - берём без учёта сокращения

$$Q_a = \frac{8700}{13554} S_{поп ox2} = 0,64 S_{поп ox2}$$

$$2 \omega q_1 + \oint Q_a z ds = \bar{Q}_{yp} \cdot a$$

2ω - удвоенная площадь контура

$$2\omega = 4421,4 \text{ см}^2 \quad a - \text{высота} = 50 \text{ см}$$

$$\int d_i q_1 + d_i Q_a = 2\omega \theta$$

$$\int 2\omega q_1 + \oint Q_a z ds = \bar{Q}_{yp} \cdot a$$

$$d_i = \oint \frac{ds}{G \delta} \quad d_a = \oint \frac{Q_a^p ds}{G \delta}$$

$$d_i = \sum \frac{\Delta S}{G \delta} = 535 \cdot 10^{-5} = 5,3 \cdot 10^{-3}$$

$$d_{i,Q} = \sum \frac{Q_a^p \Delta S}{G \delta} = 1,05$$

$$5,3 \cdot 10^{-3} q_1 + 1,05 = 4421,4 \cdot \theta$$

$$4421,4 q_1 + 255618 = 8700 \cdot 5$$

$$q_1 = -568,3$$

$$\theta = \frac{-3,01 + 1,05}{4421,4} = -0,00044$$

N	ΔS	ρ	$\frac{\Delta S \cdot \rho^2}{G \rho^3}$	ΔS_x	ΔS_y	g_x	g_y	$d_{iB}^{10^5}$	ϵ	$\epsilon \cdot \Delta S$	$g_x \cdot \Delta S$	$g_y \cdot \Delta S$	$\sin Q$	$g_x \Delta S \sin \psi$
0-21	16,4	0,5	11,9	0	0	0	0	0	0	0	0	-568	1	9315,2
21-20	21	0,25	30,4	239,2	239,2	153	465,4	16,3	342,3	52406	-415	0,018	157	
20-19	21	0,25	30,4	27,7	266,9	171		16,5	346,5	59251	-397	0	0	
19-18	21	0,25	30,4	28	294,9	189		19	399	75860	-379	0	0	
18-17	21	0,25	30,4	28	322,9	206		23,5	493,5	101661	-362	0,02	-152	
17-16	21	0,25	30,4	27,5	350,4	224		26	546	122304	-344	0,05	-361	
16-15	21	0,25	30,4	26	376,4	241		29	609	146769	-327	0,087	-597	
15-14	21	0,25	30,4	21	393,4	254		31	651	163354	-314	0,13	-857	
14-13	21	0,25	30,4	17,1	414,5	265		34	714	189210	-303	0,174	-1107	
13-12	13,9	0,5	19,7	11,0	425,5	272	2910	16,3	2265,7	616080	-296	1	-4114	
12-11	16	0,25	23,2	-10	415,5	265		34	714	189210	-314	0,174	-874	
11-10	16	0,25	23,2	-11,9	403,6	258		33	693	178794	-310	0,174	-863	
10-9	16	0,25	23,2	-14,8	388,8	249		31	651	162099	-319	0,13	-663	
9-8	16	0,25	23,2	-21	367,8	235		30	630	148050	-333	0,104	-554	
8-7	16	0,25	23,2	-23,8	344	220		28	388	129360	-348	0,087	-484	
7-6	16	0,25	23,2	-26	318	203		25	325	106575	-365	0,055	-321	
6-5	16	0,25	23,2	-27,4	290,6	186		22	441	82026	-382	0,017	-104	
5-4	16	0,25	23,2	-29,7	260,3	167		19	399	66833	-401	0	0	
4-3	16	0,25	23,2	-29,7	231,3	148		16,5	346,5	51282	-420	0	0	
3-2	16	0,25	23,2	-29,7	202,0	129		16,4	344,3	44427	-439	0,017	119	
2-1	16	0,25	23,2	-29,7	173	111		16,3	342,3	37995	-457	0,035	255,9	
1-0	16,4	0,5	11,9	-24	0	0	0	0	0	0	-568	1	9315,2	

105074

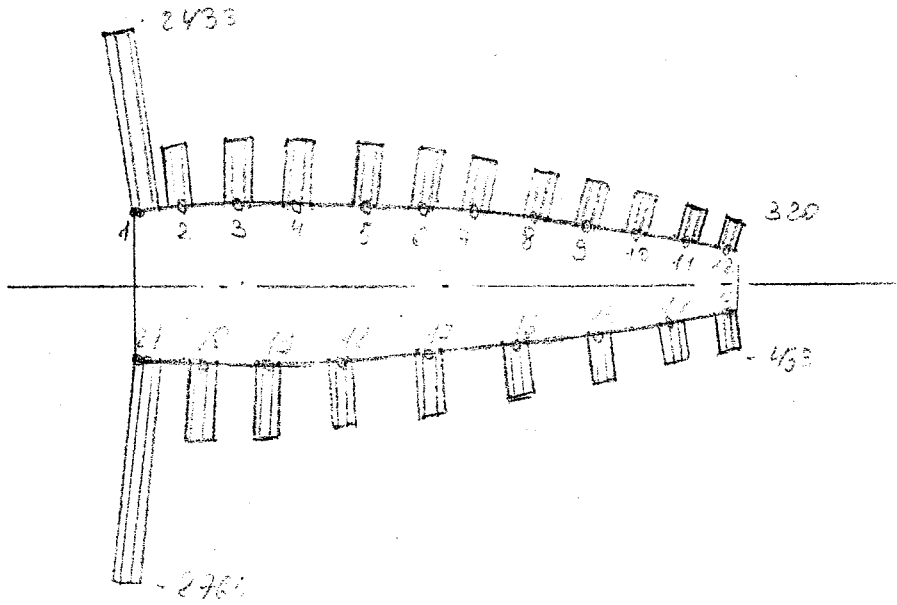
2556186

$$G = 2,76 \cdot 10^5$$

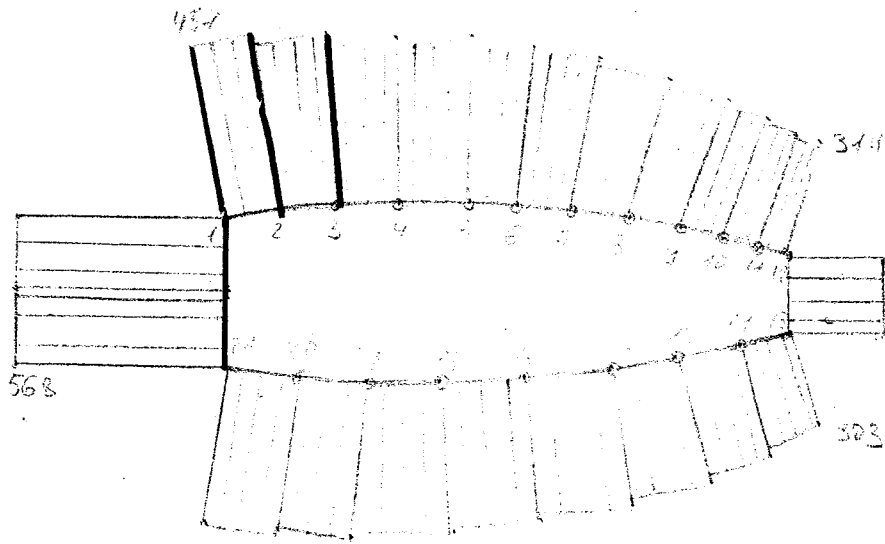
$$Q - g_{\epsilon} \Delta S \sin \psi = 8700 - 8110 = 590$$

$$\Delta = \frac{590}{8700} = 0,067$$

6,7 % - розрешенность



9 " 6 "



9 " 9 " 4 "

Раздел 2. Определение внешних нагрузок на фюзеляж.

2.1. Уравновешивание фюзеляжа.

Суммарная температурная нагрузка для фюзеляжа за счёт поступательного и вращательного движений самолёта

$$n_p^2 = n_n^2 + n_{n\phi}^2$$
$$n_n^2 = n_{kp}^2 + \frac{Y_{ypr.o.}^2 + Y_{m.g.o.}^2}{G_0} \quad ; \quad n_{n\phi}^2 = \frac{E \chi_i}{g}$$

$$n_n^2 = n_{kp}^2 \pm \frac{Y_{ypr.o.}^2}{G_0} \pm \frac{Y_{m.g.o.}}{G_0} \pm \frac{E \chi_i}{g}$$

$$Y_{ypr.o.}^2 = \frac{M_z}{L_{r.o.}} = \frac{m_{z.g.o.} \cdot S_{kp} \cdot v_{aap}^2}{L_{r.o.}}$$

$$L_{r.o.} = 7,8 \text{ м}, v_{aap} = 2,41 \text{ м} \quad S_{kp} = 70 \text{ м}^2$$

$$m_{z.g.o.} = m_{z_0} + m_z^d \cdot d \quad ; \quad m_{z_0} = -0,008 \text{ - данные с чертежа}$$

$$m_z^d = -(\bar{x}_y - \bar{x}_{yT}) C_y^d$$

$$C_y^d = 3,05 \text{ } 1/\text{рад}, \bar{x}_y = 0,242 \text{ по графикам } \chi_y \text{ заданы}$$

$$\bar{x}_T = 0,12$$

$$m_z^d = -0,122 \cdot 3,05 = -0,372 \quad d = 0,175 \text{ рад.}$$

$$m_{z.g.o.} = -0,008 - 0,372 \cdot 0,175 = -0,0731$$

$$g = - \frac{G_0 \cdot n^2}{C_{y \max} S_{kp}} = - \frac{12500 \cdot 1,5}{1,16 \cdot 70} = -230,9$$

$$Y_{ypr.o.}^2 = \frac{0,0731 \cdot 230,9 \cdot 70 \cdot 2,41}{7,8} = 365 \text{ кг.}$$

$$Y_{m.g.o.}^2 = \pm 0,5 n_{\max}^2 \cdot \frac{G_0}{S_{kp}} \cdot S_{r.o.}$$

$$Y_{\text{н.г.о.}}^{\text{э}} = 0,5 \cdot 1,5 \frac{12500}{70} \cdot 13 = 1741 \text{ кг}$$

$$Y_{\text{м.з.}} = 0,026 \frac{G_0}{g} L_{\text{ф}}^2 = 0,026 \frac{12500}{9,8} 225 = 7482 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\varepsilon = \frac{Y^{\text{э}} \cdot L_{\text{г.о.}}}{Y_{\text{м.з.}}} = \frac{1741 \cdot 7,8}{7482} = 1,82 \frac{1}{\text{м}^2}$$

$$n_{\text{ф}}^{\text{э}} = -1,5 \pm \frac{365}{12500} \pm \frac{1741}{12500} \pm \frac{1,82 \cdot x_i}{9,8}$$

$$n_{\text{ф}}^{\text{э}} = -1,5 \pm 0,03 \pm 0,14 \pm 0,186 x_i$$

$$n_{\text{ф}}^{\text{э}} = -1,33 \pm 0,186 x_i$$

$$n_{\text{ф}}^{\text{р}} = n_{\text{ф}}^{\text{э}} \cdot f = -1,995 \pm 0,28 x_i$$

Определим сосредоточенные нагрузки сосредоточенных грузов G_i , находящихся внутри груза

$$G_i^{\text{р}} = G_i \cdot n_{\text{ф}}^{\text{э}} \cdot f$$

Реакции в месте крепления

$$R_1 = \frac{Y^{\text{р}} \cdot 195}{2,25} = 22875 \text{ кг} \quad R_2 = 3519 \text{ кг}$$

Определим массовые погонные нагрузки от собственного веса груза

$$g_{\text{ф}i} = \frac{G_{\text{ф}}}{S_{\text{ф}}} S_{\text{ки}}; \text{ где}$$

$S_{\text{ф}}$ - поверхность груза

$S_{\text{ки}}$ - площадь катетыра любого сечения груза

$$g_{\text{ф}i}^{\text{р}} = g_{\text{ф}i} \cdot n_{\text{ф}}^{\text{э}} \cdot f$$

$$g_{\text{ф}}^{\text{р}} = \frac{g_i^{\text{р}} + g_{i+1}^{\text{р}}}{2}$$

$$\Delta Q = g_{\text{ф}}^{\text{р}} \Delta x$$

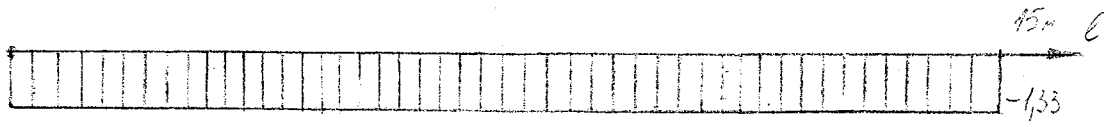
на интервале от 3 м до 10,5 м в проекте
расположена распределенная нагрузка 3790 к.

$$g_{\varphi i}^p = g_{\varphi} \cdot n_{\varphi}^p \cdot f$$

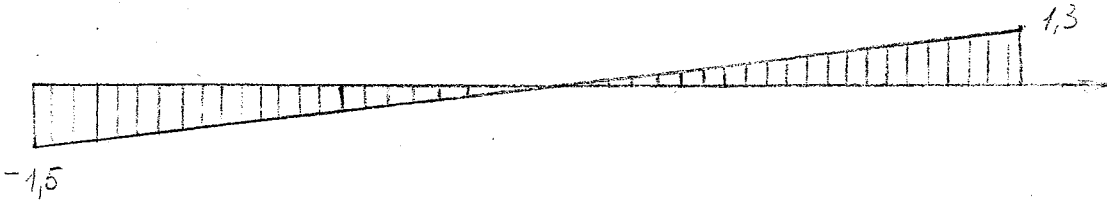
$$g_{\varphi} = \frac{G_{2\varphi}}{L_{2\varphi}} = \frac{3790}{7,5} = 505,3 \text{ к}$$

N	x	C _{np}	n _φ ^p	G _φ ^p	R _φ
1	4	200	3,12	-624	
2	4,6	540	2,95	-1593	
3	9	400	1,72	-688	
4	9,5	410	1,58	-648	
5	9,75	2460	151	-3714	
6	11	2200	116	-2552	
7	14,4	110	0,21	-23,1	
8	14,2	-	-	-	-5528
9	12,5	-	-	-	1385
10	8,5	-	-	-	22875
11	10,5	-	-	-	3519

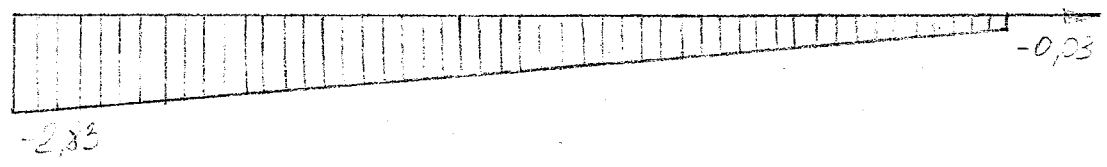
	x _i	n _φ ^p	g _φ ^p	g _{cp}	ΔQ	ΔQ ± G _φ ^p · L	Q _i	Q _{cp}	ΔM	M
1	7,25	4,03	-161,2	-80,5	-121	-121	-121	61	-91,5	-91,5
2	5,75	3,61	-246	-203,5	-305	-309	-425	-273	-410	-501,5
3	4,25	3,19	-1840	-1043	-1565	-2189	-2614	-1519	-2279	-2780
4	2,75	2,75	-1598	-1719	-2579	-4172	-6786	-4700	-7050	-9830
5	1,25	2,35	-1356	-1477	-2216	-2216	-9002	-7894	-11841	-21671
6	-0,25	1,93	-1113	-1234	-1851	-2539 + 22875	-11548 11334	-10271	-15406	-37077
7	-1,75	1,51	-871	-992	-1488	-5850 + 3519	5484 9003	8409	12614	-24463
8	-3,25	1,09	-78	-474,5	-712	-3264	5739	7371	11056	-13407
9	-4,75	0,67	-40	-59	-89	-89 + 1385	7035	6387	9580	-3827
10	-6,25	0,25	-5	-22,9	-34	-57 - 5528	1450	3517	5276	1449

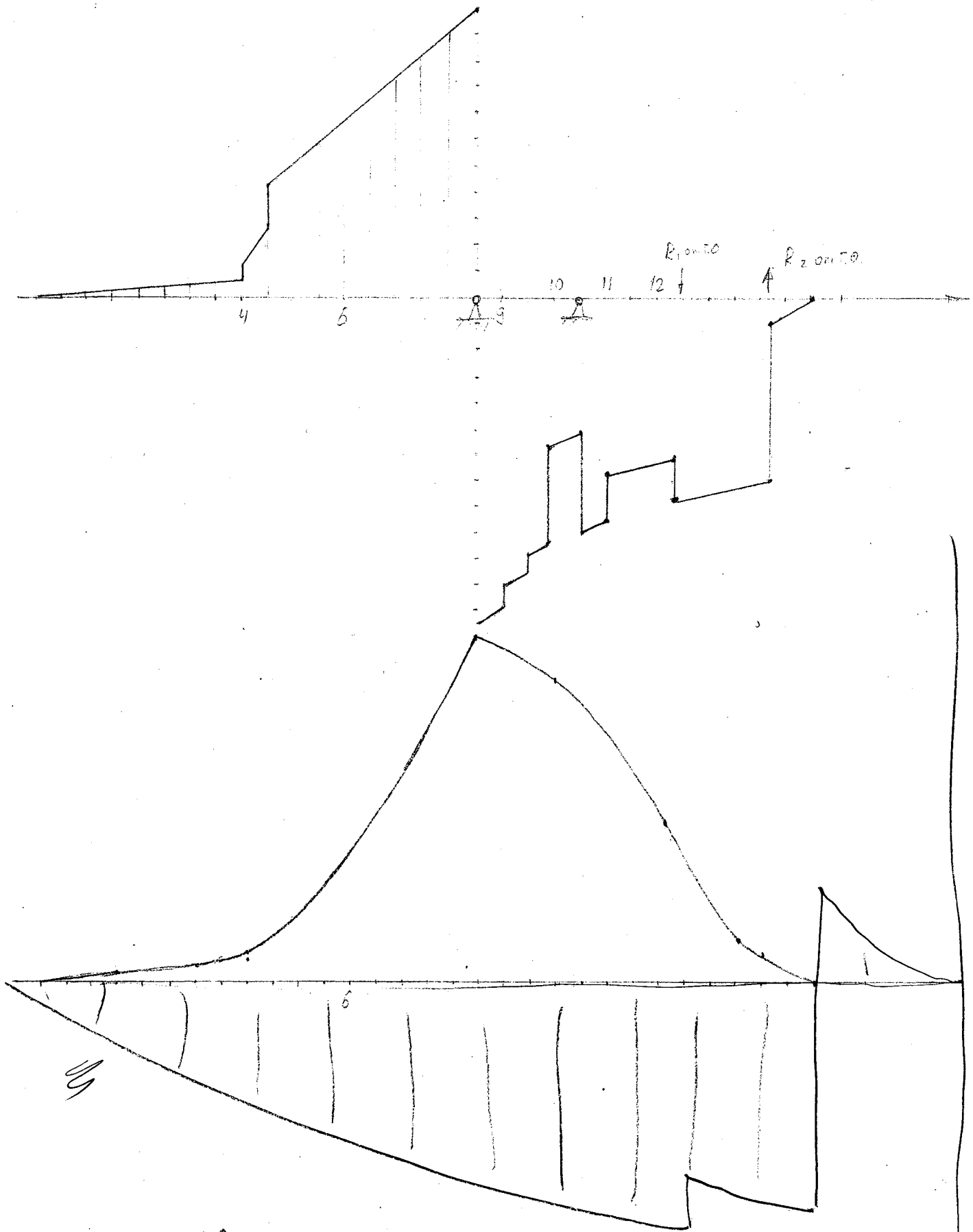


μ_n



μ_n





38

Задача 3. Определение внешних нагрузок, действующих на шасси.

Сила $F_{ш}$ - нормальная посадка самолёта - посадка на три опоры.

$$n_{E_{ш}}^{\text{н}} = 2,6 + \frac{4500}{G_0 + 2500} \leq 3 \div 3,5$$

$$n_{E_{ш}}^{\text{н}} = 2,6 + \frac{4500}{15000} = 2,9$$

$$R_{ог.к} = \frac{G_0 \cdot a}{2(a+b)} = \frac{12500 \cdot 4}{2 \cdot 5} = 5000 \text{ кг.}$$

$$R_{но.о} = \frac{G_0 \cdot b}{a+b} = \frac{12500 \cdot 1}{5} = 2500 \text{ кг.}$$

$$R_{г.к}^{\text{п}} = R_{ог.к} \cdot n_{E_{ш}}^{\text{н}} \cdot f = 5000 \cdot 2,9 \cdot 1,5 = 21750 \text{ кг}$$

$$R_{но.о}^{\text{п}} = R_{но.о} \cdot n_{E_{ш}}^{\text{н}} \cdot f = 2500 \cdot 2,9 \cdot 1,5 = 10875 \text{ кг}$$

На стоеке учтем 1-2-3

$$B(\cdot) \cdot T_1 \cdot l_1 - T_2 \cdot (l_1 - l_2) = 0$$

$$T_3 = T_2 - T_1$$

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot l_1}{(l_1 - l_2)} ; N_3 = -N_1 \text{ где}$$

$$T_1 = R_{г.к}^{\text{п}} \cdot \sin \alpha_2$$

$$N_1 = R_{г.к}^{\text{п}} \cdot \cos \alpha_2$$

на стоеке в (·) 4 действует $T_2 = -T_2$

$$N_4 = T_2' \cdot \sin \alpha_1$$

$$T_4 = T_2' \cdot \cos \alpha_1$$

$$T_5 = T_4 \cdot \frac{a+b}{b}$$

$$T_6 = T_4 \cdot \frac{a}{b}$$

