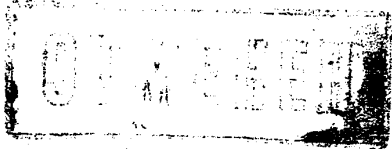


*ЭРАНЕТЬ ПОСЛОЖНО
КОЛЕК НЕТ*

**МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»**



*Зам. сер: 3.407.1-151 (13009 тм)
и 3.407.1-152 (13035 тм)
(ссл. 2-2-89 сер. 60)*

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 110-330 кВ

№ 407-4-20/75
РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

ТОМ 7

РАСЧЕТ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР
ВЛ 110 кВ

(корректировка 1974 г.)

МОСКВА - 1974 г.

м/у

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 110-330кВ

№ 407-4-20/75
РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ
ТОМ 7

РАСЧЕТ ЯНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР
ВЛ 110кВ

(Корректировка 1974г.)

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ИНСТИТУТА

Росин

/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА
ИНСТИТУТА

Израило

/М. РЕУТ/

ГЛАВНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ
ИНСТИТУТА

Розов

/А. ЛЕВИН/
/В. ОБСЕРКО/

№ 3082 ТИ-Т7

Листов (форм) - 40(46)

МОСКВА - 1974... г.

МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
НОРМАЛЬНЫЕ ОПОРЫ ВЛ 110-330кВ

№ 407-4-20/75
РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

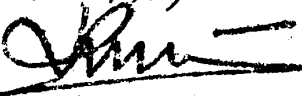
ТОМ 7

РАСЧЕТ АНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ 110 кВ

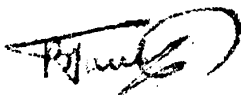
(корректировка 1974г.)

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



/К. КРЮКОВ/

ЗАМ. НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО
ОТДЕЛА



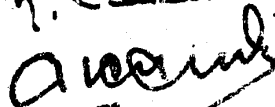
/В. ГАЛЬПЕРИН/

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



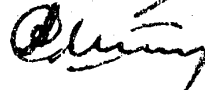
/К. СИНЕЛОВОВ/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ Т.О.



/А. КУРНОСОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/С. ШТИН/

ЛЕНИНГРАД - 1974 г.

308277/7

л.3

Аннотация

Настоящий том содержит расчет анкерно-угловой опоры ВЛ 110 кВ типового проекта „Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ 110÷330 кВ“. Шифр опоры УБ 110-1.

Расчет произведен по методу предельных состояний.

Статический расчет опоры выполнен на ЭЦВМ „Урал 2“ по „Программе расчета одностоечной опоры с двумя расщепленными и одной одиночной оттяжкой“, инв. N 3002 тм - ТБ.

В томе приведены также расчеты железобетонных цилиндрических стоек с различными вариантами армирования и расчеты металлических элементов опоры.

Расчет корректировки не требуется.

Листу присвоена литера „а“ в связи с замечанием о корректировке.

Рук. зр. *М.А. Шванова*

N 3082 тм - Т7	Лист
литера а	4 40

Ремонт 030 эсн Зак. 156-100 эд. 19/11-69г.

Состав проекта

- Том 1 Пояснительная записка N3082TM-T1
- Том 2 Рабочие чертежи промежуточных
опор ВЛ 110 ÷ 150 кВ N3082TM-T2
- Том 3 Рабочие чертежи промежуточных
опор ВЛ 220 ÷ 330 кВ N3082TM-T3
- Том 4 Рабочие чертежи анкерно-угловых
опор ВЛ 110 кВ N3082TM-T4
- Том 5 Расчет промежуточных опор
ВЛ 110 ÷ 150 кВ N3082TM-T5
- Том 6 Расчет промежуточных опор
ВЛ 220 ÷ 330 кВ N3082TM-T6
- Том 7 Расчет анкерно-угловых опор
ВЛ 110 кВ N3082TM-T7
- Том 8 Патентный формуляр
(хранится в ЛК СЗО) N3082TM-T8

Рисунки СЗО эса Зак. 156-100 эд. 19/10-69г.

N3082TM-T7	Лист
литера	5 40

Содержание тома 7

1. Титульные листы	№3082ТМ-Т7, листы 1-3
2. Аннотация	№3082ТМ-Т7, лист 4
3. Состав проекта	№3082ТМ-Т7, лист 5
4. Содержание тома	№3082ТМ-Т7, лист 6
5. Общая часть	№3082ТМ-Т7, листы 7-9
6. Расчетный эскиз опоры	№3082ТМ-Т7, лист 10
7. Таблица исходных данных	№3082ТМ-Т7, лист 11
8. Результаты статического расчета опоры	№3082ТМ-Т7, лист 12
9. Эпюра изгибающих моментов и поперечных сил	№3082ТМ-Т7, лист 13
10. Расчет стойки СЦ-1п	№3082ТМ-Т7, листы 14-22
11. Расчет стойки СЦ-1пр	№3082ТМ-Т7, листы 23-27
12. Расчет стойки СЦ-1	№3082ТМ-Т7, листы 28-32
13. Расчет металлических элементов	№3082ТМ-Т7, листы 33-40

Реквизит СЗО эол Зак 156-100 элз. 19/11-69г.

1 Общая часть

Статический расчет анкерно-угловой опоры УБ 110-1 произведен на ЭЦВМ „Урал 2“ по программе расчета одноствоечной опоры с двумя расщепленными и одной одиночной оттяжками инв. N 3002 ТМ - Т Б.

В основу программы положена методика расчета, рекомендуемая пособием по расчету опор на оттяжках (инв. N 3004 ТМ - Т 1). В отличие от рекомендуемого в пособии метода сил при расчете статически неопределимых систем в программе решается система уравнений, составленная на основе принципа общности деформации механической системы.

В результате расчета выдаются следующие данные:

1. Усилия в оттяжках.
2. Нагрузки на фундаменты, т.е. вертикальная и две горизонтальные силы, ориентированные вдоль соответствующих координатных осей как для подножника под стойку (опорную плиту), так и для анкерных плит.
3. Изгибающий момент в стойке опоры на уровне поясов нижней траверсы, действующий в плоскости симметрии опоры (XZ).
4. Перемещения оси стойки ΔX , ΔY на уровне поясов нижней траверсы вдоль горизонтальных осей X и Y.

Решено 23.03.82 Зав. Зав. 156-100 Зав. 19/7-632.

5. Углы поворота траверсы относительно осей u и z .

Расчет угловой опоры ведется на нагрузки при изменении углов ВЛ через 10° , при этом нагрузки на опору вычисляются автоматически по общим исходным данным.

Общие исходные данные состоят из двух групп:

Группа "а": $a, d, d_0, \ell, H_0, H, h_0, h_1$ - геометрические характеристики опоры, E - модуль упругости оттяжек, F_1, F_2, F_3 - площадь поперечного сечения оттяжек, B_c - жесткость ж.б. стойки, T_{05} - предварительное натяжение одиночной оттяжки, $L_{пр}, L_{лев}, L_{вер}, h_2$ и h_3 - расстояния, определяющие крепление проводов и троса на опоре, ℓ_8 - расчетный ветровой пролет.

Группа "б": $P_в$ - ветровая нагрузка на конструкцию опоры, P_n - погонная ветровая нагрузка на провод, P_T - погонная ветровая нагрузка на трос, $T_a', T_b', T_c', T_a'', T_b'', T_c''$ - тяжения в проводах, T_T' и T_T'' - тяжения в тросе, $M_в$ - момент относительно оси "у" от ветра на конструкцию опоры, $M_в'$ - момент на уровне крепления тяг нижней траверсы к стойке от ветра на верхнюю часть опоры, $M_г$ - момент относительно оси "у" от весовых нагрузок, $M_г'$ - момент на уровне тяг нижней траверсы от весовых нагрузок.

Реквизиты 430 эл. Зак 156-160 эл. 19/17-692.

G - суммарный вес конструкции опоры, проводов и тросов. W - погонная ветровая нагрузка на стойку опоры.

Для статического расчета жесткость стойки B_c принимаем до раскрытия трещин.

Железобетонная стойка опоры разработана в трех вариантах армирования: проволочном, прядевом и стержневом. Расчет железобетонных стоек с различными вариантами армирования выполнен в соответствии с «Инструкцией по расчету железобетонных опор и фундаментов к ним» инв. N 1070 тм.

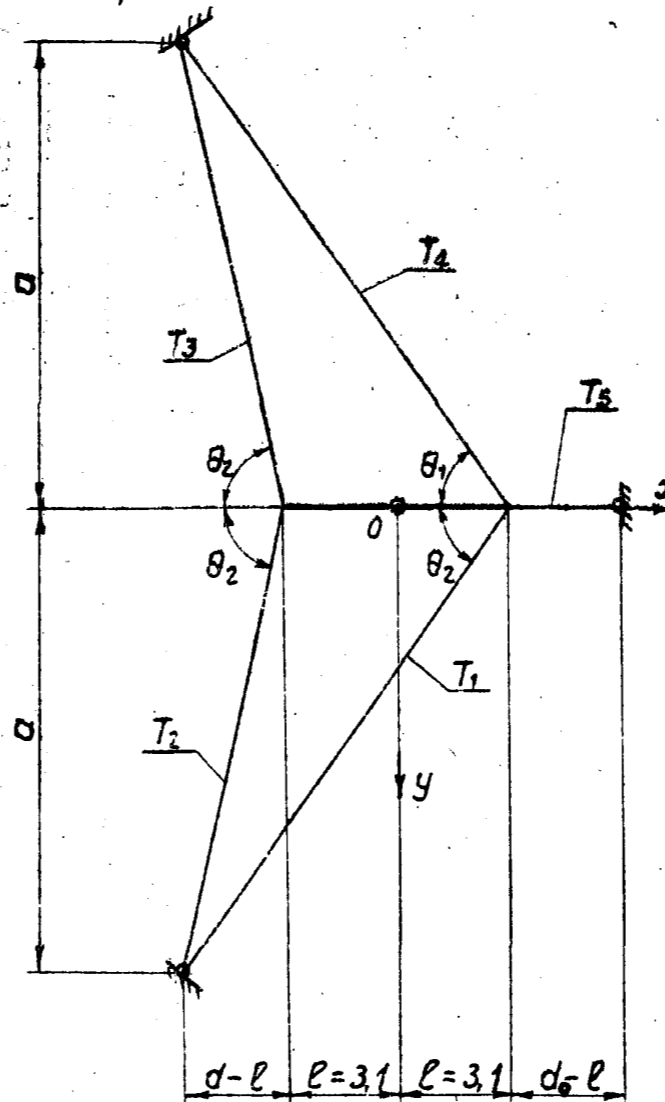
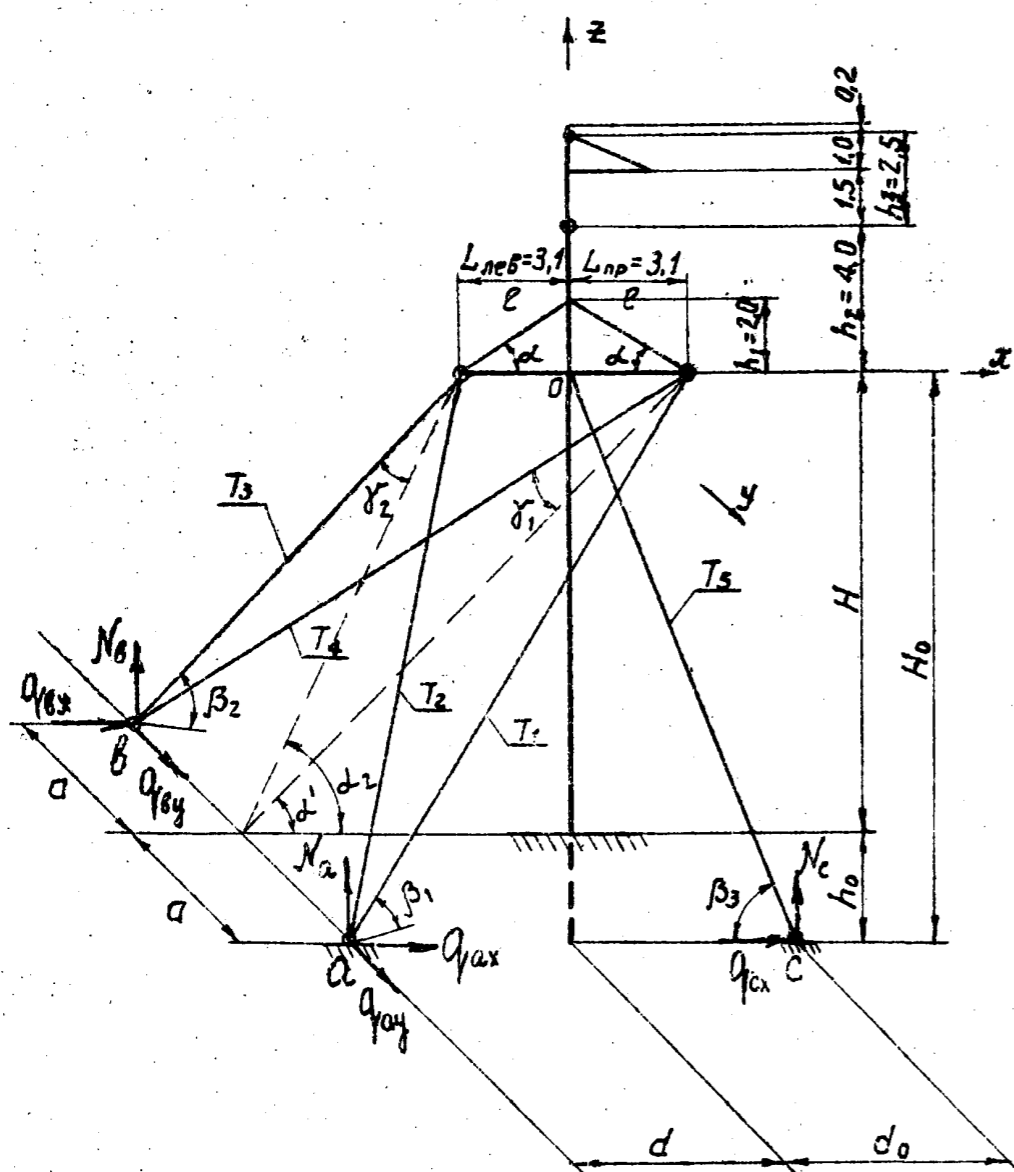
Расчет металлических элементов опоры выполнен в соответствии с «Инструкцией по расчету стальных опор и фундаментов к ним» инв. N 1562 тм.

Все расчеты выполнены по методу предельных состояний.

Статический расчет опоры произведен условно для схемы повышенной опоры на нагрузку опоры нормальной высоты.

Реквизит 230 301 301 156-100 322 19/5-692.

Расчетный эскиз опоры
 / Нормальной УБ 110-1 /
 / Повышенной УБ 110-1+3,7 /



Тригонометрические характеристики углов

Шифр опоры	УБ 110-1				УБ 110-1+3,7						
	Наименование угла	Угол обознач.	градусы	tg	sin	cos	Угол обознач.	градусы	tg	sin	cos
	Угол между осью траверсы и тросом	α	32°54'	0,646	0,543	0,8396	32°54'	0,646	0,543	0,8396	
	Угол в плане между тросами T1 и T4 и осью траверсы	θ_1	48°30'	10,4 / 9,2 / 1,13	0,749	0,663	50°12'	12,7 / 10,6 / 1,20	0,768	0,64	
	Угол в плане между тросами T2 и T3 и осью траверсы	θ_2	73°54'	10,4 / 3,0 / 3,47	0,961	0,277	70°54'	12,7 / 4,4 / 2,89	0,945	0,327	
	Угол в плоскости троса T1 к горизонту	β_1	48°06'	15,5 / 13,9 / 1,115	0,744	0,668	49°21'	19,2 / 16,5 / 1,165	0,759	0,651	
	Угол в плоскости троса T2 к горизонту	β_2	55°	15,5 / 10,85 / 1,43	0,819	0,574	54°57'	19,2 / 13,45 / 1,425	0,814	0,581	
	Угол в плоскости троса T3 к горизонту	β_3	68°36'	15,5 / 6,1 / 2,55	0,931	0,365	68°42'	19,2 / 7,5 / 2,56	0,932	0,363	
	Половинный угол между тросами T1 и T4	γ_1	30°	10,4 / 18,08 / 0,577	0,5	0,866	30°	12,7 / 21,95 / 0,577	0,5	0,866	
	Половинный угол между тросами T2 и T3	γ_2	33°18'	10,4 / 15,8 / 0,658	0,549	0,836	33°18'	12,7 / 19,7 / 0,658	0,549	0,836	
	Угол между проекцией троса T1 и горизонтом	α_1	59°18'	15,5 / 9,2 / 1,689	0,86	0,511	61°09'	19,2 / 10,6 / 1,815	0,876	0,482	
	Угол между проекцией троса T2 и горизонтом	α_2	79°03'	15,5 / 3,0 / 5,17	0,982	0,190	77°07'	19,2 / 4,4 / 4,37	0,975	0,223	

Расчетные длины тросов [м]

Шифр обознач.	УБ 110-1	УБ 110-1+3,7
l_{T1}, l_{T4}	$\sqrt{10,4^2 + 9,2^2 + 15,5^2} = 20,8\text{ м}$	$\sqrt{12,7^2 + 10,6^2 + 19,2^2} = 25,3\text{ м}$
l_{T2}, l_{T3}	$\sqrt{10,4^2 + 3^2 + 15,5^2} = 18,9\text{ м}$	$\sqrt{12,7^2 + 4,4^2 + 19,2^2} = 23,4\text{ м}$
l_{T5}	$\sqrt{6,1^2 + 15,5^2} = 16,7\text{ м}$	$\sqrt{7,5^2 + 19,2^2} = 20,6\text{ м}$

Шифр обознач.	УБ 110-1	УБ 110-1+3,7
H	12,50	16,00
h ₀	3,00	3,20
a	10,40	12,70
d	5,10	7,50
d ₀	5,10	7,50

Таблица исходных данных для расчета опоры УБ 110-1 на ЭЦВМ "Урал 2" по программе N 3002 ТМ - Т 6

Провод АСО-240 (АС-150), трос С-50 (канат ТК 9,1 ГОСТ 3063-66)

$l_{ветр} = 300 \text{ м}$
 $l_{вес} = 450 \text{ м}$ } I и II р.г.

$l_{ветр} = 230 \text{ м}$
 $l_{вес} = 345 \text{ м}$ } III и IV р.г.

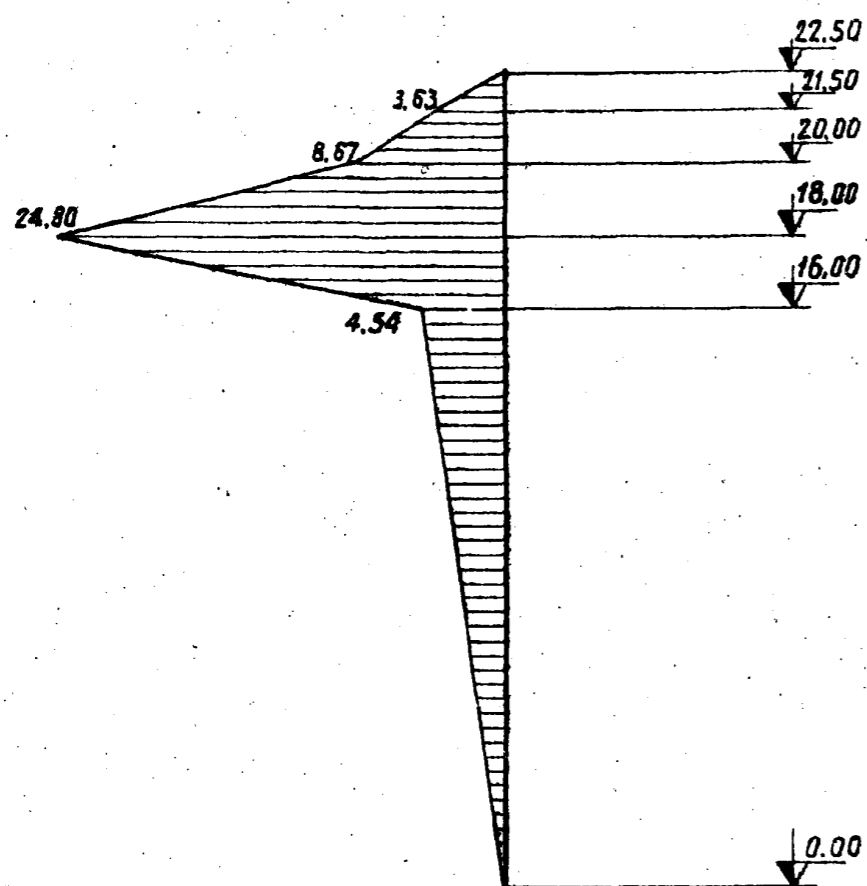
IV район гололедности $c = 20 \text{ мм}$; $Q = 50 \text{ кг/м}^2$

Обозначение	Размерность	Числовое значение	Обозначение	Размерность	Числовое значение нагрузок в расчетных режимах						Примечания
					I реж.	II реж.	III-3 реж.	IV реж.	Среднеэкстр. режим I	Среднеэкстр. режим II	
a	см	1270	P_B	кг	1050	262	0	0	0	0	1. Максимальное тяжение в тросе $G_{max} = 45 \text{ кг/м}^2$. 2. Критические пролеты для троса $l_{2к} = 224 \text{ м}$ и $l_{2к} = 100 \text{ м}$ (для I и IV р.г. соответственно). 3. Ветровая нагрузка на трос принята по промежуточным опорам с коэффициентами увеличения скоростного напора по высоте $k=1,08$ ($kQ=54 \text{ кг/м}^2$). 4. В аварийных режимах нагрузки подсчитаны при условии обрыва двух проводов до АС-150 и одного - при марке провода выше АС-150.
d	"	750	P_H	кг/м	1,11	1,45	0	0	0	0	
d_0	"	750	P_T	"	0,536	1,248	0	0	0	0	
l	"	310	T'_a	кг	3145	4350	2360	3510	2405	1330	
H_0	"	1920	T'_B	"	3145	4350	2360	3510	2405	1330	
H	"	1600	T'_C	"	3145	4350	2360	3510	2405	1330	
h_0	"	320	T'_T	"	2420	3065	2450	2450	2120	980	
h_1	"	200	T''_a	"	3145	4350	0	3510	2405	1330	
E	кг/см ²	$1,5 \times 10^6$	T''_B	"	3145	4350	2360	3510	2405	1330	
F_1	см ²	282	T''_C	"	3145	4350	0	3510	2405	1330	
F_2	"	282	T''_T	"	2420	3065	2450	0	2120	980	
F_5	"	282	M_B	кгсм	$-24,28 \times 10^4$	$-8,16 \times 10^4$	0	0	0	0	
B_c	кгсм ²	118×10^9	M_g	"	$1,909 \times 10^4$	$2,77 \times 10^4$	$1,92 \times 10^4$	$1,91 \times 10^4$	$1,909 \times 10^4$	$1,909 \times 10^4$	
T_{05}	кг	10000	M'_B	"	$4,72 \times 10^4$	$1,06 \times 10^4$	0	0	0	0	
l_B	м	230	M'_g	"	$1,909 \times 10^4$	$2,77 \times 10^4$	$-18,69 \times 10^4$	$1,91 \times 10^4$	$1,909 \times 10^4$	$1,909 \times 10^4$	
L_{np}	см	310	G	кг	9993	16175	11354	11448	9993	10456	
$L_{лев}$	"	310	W	кг/см	0,252	$0,79 \times 10^{-1}$	0	0	0	0	
L_B	"	0	Схема основной нагрузки при $\alpha=0$ и подвеске проводов								
h_2	"	400	марки		АСО-240		АС-150	АСО-240		АСО-240	
h_3	"	250	марки		АСО-240		АС-150	АСО-240		АСО-240	

Примечание: Обозначение геометрических размеров, характеристик материалов опоры и нагрузок принята по программе инв. N 3002 ТМ - Т 6.

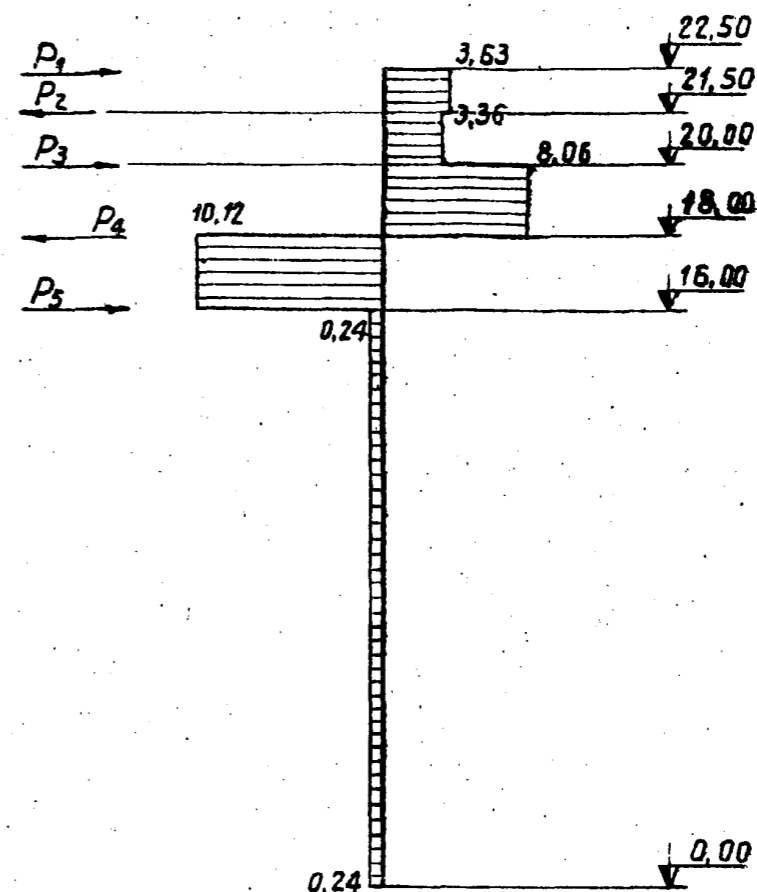
Элюры изгибающих моментов и перерезывающих сил

Элюра моментов



$$\begin{aligned}
 M \nabla 22,50 &= 0 \\
 M \nabla 21,50 &= 3,63 \times 1,0 = 3,63 \text{ тм} \\
 M \nabla 20,00 &= 3,63 \times 2,50 - 0,27 \times 1,5 = 9,07 - 0,40 = 8,67 \text{ тм} \\
 M \nabla 18,00 &= 3,63 \times 4,50 - 0,27 \times 3,5 + 4,7 \times 2 = 16,35 - 0,95 + 9,40 = 24,80 \text{ тм} \\
 M \nabla 16,00 &= 3,63 \times 6,50 - 0,27 \times 5,5 + 4,7 \times 4 - 18,18 \times 2 = \\
 &= 23,60 - 1,50 + 18,80 - 36,36 = 4,54 \text{ тм} \\
 M \nabla 0,00 &= 3,63 \times 22,5 - 0,27 \times 21,5 + 4,7 \times 20,0 - 18,18 \times 18 + 9,88 \times 16,0 = \\
 &= 81,8 - 5,8 + 94,0 - 327,0 + 158,0 \approx 0
 \end{aligned}$$

Элюра перерезывающих сил



$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_T + W \times 0,7 + \frac{Mg}{1,0} = 3065 + 1,248 \times 230 + 7,9 \times 0,7 + \frac{277}{1,0} = 3630 \text{ кг} = 3,63 \text{ т} \\
 P_2 &= \frac{277}{1} - W \times 1,25 = 277 - 9,8 = 0,27 \text{ т} \\
 P_4 &= (V_2 - V_1) \frac{3,1}{2} = (30,90 - 19,20) - 0,0079 \times 2 = 18,20 - 0,02 = 18,18 \text{ т} \\
 V_2 &= 2 \times 18,864 \times \frac{19,20}{23,44} = 30,90 \text{ т} \\
 V_1 &= 2 \times 12,694 \times \frac{19,20}{25,34} = 19,20 \text{ т} \\
 P_3 &= P_T + W \times 1,75 = 4350 + 1,45 \times 230 + 14 = 4,7 \text{ т} \\
 P_5 &= 18,20 + 0,02 + 4,68 + 4,68 - 2 \times 12,694 \times \frac{10,5}{25,35} - 2 \times 18,864 \times \frac{4,4}{23,44} = \\
 &= 18,20 + 0,02 + 4,68 + 4,68 - 10,65 - 7,05 = 9,88 \text{ т}
 \end{aligned}$$

Расчет стойки СЦ-1п (Архивный № 3082тм-т4-2)

Расчетные характеристики стойки:

$$D = 56 \text{ см}; \quad \delta = 5 \text{ см}; \quad r_b = 25 \text{ см}; \quad r_n = 25,6 \text{ см}; \quad r_a = 25,2 \text{ см}$$

$$F_k = 3,14 \times 6 (56 - 6) = 942 \text{ см}^2.$$

Материал: Бетон марки „500“.

$$R_u = \frac{250 \times 1,1}{0,95} = 290 \text{ кг/см}^2; \quad E_b = 3,8 \times 10^5 \text{ кг/см}^2.$$

Продольная арматура класса Вр-II из стальной холодноотянутой проволоки периодического профиля по ГОСТ 8480-63 и стали класса А-I.

$$R_n = 10800 \text{ кг/см}^2; \quad E_n = 1,8 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2;$$

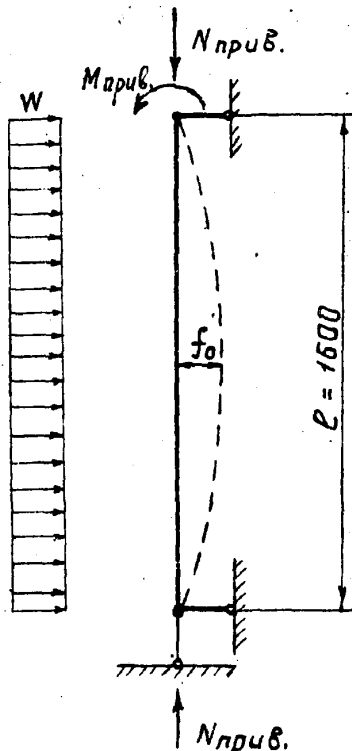
$$R_a = 2100 \text{ кг/см}^2; \quad R_{ac} = 2100 \text{ кг/см}^2; \quad E_a = 2,1 \times 10^6 \text{ кг/см}^2;$$

$$F_n = 120 \phi 4 \text{ мм} = 120 \times 0,1256 = 15,10 \text{ см}^2;$$

$$F_a = 4 \phi 12 \text{ мм} = 4 \times 1,131 = 4,52 \text{ см}^2.$$

А. Расчет на внецентренное сжатие.

По прочности стойка рассчитана как внецентренно-сжатый элемент по нагрузкам „Нормального режима II“ с жесткостью до раскрытия трещин с учетом длительности действия нагрузки.



$$N_{прив} = N_k + \frac{N_{дл}}{m_{э дл}};$$

$$M_{прив} = M_k + \frac{M_{дл}}{m_{э дл}};$$

Нормальный режим II. $\alpha = 60^\circ$

$$M = 4,375 \text{ тм}$$

$$N = 66,32 \text{ т}$$

Среднеэксплуатационный режим II.

$$\alpha = 60^\circ. \quad M_{дл} = 1,554 \text{ тм}$$

$$N_{дл} = 35,23 \text{ т}$$

$$M_k = M - M_{дл} = 4,375 - 1,554 = 2,821 \text{ тм}$$

$$N_k = N - N_{дл} = 66,32 - 35,23 = 31,09 \text{ т}$$

Размер С30 эл 30х150-100 эл. 19/7-69.

N3082тм-т7	Лист
номера	14/40

$$m_{\text{эдл}} = \frac{m_{\text{дл}} + 2 \frac{\rho_{\text{огл}}}{D}}{1 + 2 \frac{\rho_{\text{огл}}}{D}};$$

$m_{\text{дл}}$ по таблице 21 СН и П II - В. 1 - 62 в зависимости от $\frac{\rho}{z}$; $\rho = 1600 \text{ см}$;

$$z = \sqrt{\frac{J_n}{F_n}}; \quad F_n = F_6 + n_c F_H = F_k - (F_a + F_H) + n_1 F_H + n_2 F_a;$$

$$n_1 = \frac{1,8 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 10^5} = 4,74; \quad n_2 = \frac{2,1 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 10^5} = 5,52;$$

$$F_n = 942 - (4,52 + 15,10) + 4,74 \times 15,10 + 5,52 \times 4,52 = 1019 \text{ см}^2;$$

$$J_n = \frac{\pi b}{32} (D+d)(D^2+d^2) + 0,5(n_1-1) \cdot F_H \cdot z_H^2 + 0,5(n_2-1) \cdot F_a \cdot z_a^2 =$$

$$= \frac{3,14 \times 6}{32} (56+44)(56^2+44^2) + 0,5(4,74-1) \cdot 15,10 \times 25,6^2 + 0,5(5,52-1) \cdot 4,52 \times 25,2^2 =$$

$$= 296000 + 18500 + 6500 = 321000 \text{ см}^4;$$

$$z = \sqrt{\frac{321000}{1010}} = 17,8 \text{ см};$$

$$\frac{\rho}{z} = \frac{1600}{17,8} = 90; \quad m_{\text{дл}} = 0,70;$$

$$\rho_{\text{огл}} = \frac{m_{\text{дл}}}{N_{\text{дл}}} = \frac{155400}{35230} = 4,45 \text{ см};$$

$$m_{\text{эдл}} = \frac{0,70 + 2 \frac{4,45}{56}}{1 + 2 \frac{4,45}{56}} = \frac{0,70 + 0,159}{1,0 + 0,159} = 0,745;$$

$$N_{\text{прив}} = 31,09 \tau + \frac{35,23}{0,745} = 31,09 + 47,21 = 78,3 \tau$$

$$M_{\text{прив}} = 2,821 + \frac{1,554}{0,745} = 2,821 + 2,089 = 4,91 \text{ тм}$$

$$B_c = J_{\text{пр}} \cdot E_{\text{ст}} = 321000 \times 380000 = 12,20 \times 10^{10} \text{ кг см}^2$$

Момент от прогиба стойки:

$$M_0 = N_{\text{прив}} (f_0 + f_w) \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{прив}}}{N_{\text{экв}}}}$$

f_0 - производственный прогиб стойки 2,5 мм на д.м согласно главы СН и П III - У. 6 - 67.

$$f_0 = 0,25 \times 16 = 4 \text{ см}.$$

Рисунки 230 эол 3ак 156-100 эка. 19/II-63г.

f_w - прогиб от изгибающего момента

$$f_w = \frac{M_{эл} \cdot l^2}{16 \cdot E J_{пр}} = \frac{155400 \times 1600^2}{16 \times 12,20 \times 10^{10}} = 0,3 \text{ см}$$

$$N_{э} = \frac{\pi^2 \cdot B}{l^2} = \frac{\pi^2 \times 12,20 \cdot 10^{10}}{1600^2} = 460000 \text{ кг}$$

$$M_0 = 78300 \cdot (4,0 + 0,3) \cdot \frac{1}{1 - \frac{78300}{460000}} = 402000 \text{ кгсм} = 4,02 \text{ тм}$$

Действующие изгибающие моменты в сечениях стоек по высоте равны:

$$M_{прив}^P = M_{прив} \cdot \frac{\sin \alpha x}{\sin \alpha l} + M_0 \sin \frac{\pi}{l} x + w \frac{l x - x^2}{2}$$

$$\text{при этом } \alpha = \sqrt{\frac{N_{прив}}{E J_{пр}}} = \sqrt{\frac{78300}{12,20 \cdot 10^{10}}} = 0,000764.$$

$$\nabla 2,0 \text{ м} \quad x = 200 \text{ см}$$

$$M_{прив}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(200 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \sin \frac{\pi \cdot 200}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 200 - 200^2) = 4,91 \cdot \frac{0,153}{0,940} + 4,02 \times 0,383 + 0,110 = 0,80 + 1,535 + 0,11 = 2,45 \text{ тм}$$

$$\nabla 4,0 \text{ м} \quad x = 400 \text{ см}$$

$$M_{прив}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(400 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \sin \frac{\pi \cdot 400}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 400 - 400^2) = 4,91 \times \frac{0,301}{0,940} + 4,02 \times 0,701 + 0,14 = 1,58 + 2,81 + 0,14 = 4,53 \text{ тм}$$

$$\nabla 6,0 \text{ м} \quad x = 600 \text{ см}$$

$$M_{прив}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(600 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \sin \frac{\pi \cdot 600}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 600 - 600^2) = 4,91 \cdot \frac{0,443}{0,94} + 4,02 \times 0,924 + 0,24 = 2,32 + 3,71 + 0,24 = 6,27 \text{ тм}$$

$$\nabla 8,0 \text{ м} \quad x = 800 \text{ см}$$

$$M_{прив}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(800 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \sin \frac{\pi \cdot 800}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 800 - 800^2) = 4,91 \cdot \frac{0,574}{0,94} + 4,02 + 0,26 = 3,0 + 4,02 + 0,26 = 7,28 \text{ тм}$$

N3082ТМ-Т7				Лист	
номер				16	40

$$\nabla 10,0 \text{ м} \quad x = 1000 \text{ см}$$

$$M_{\text{прив}}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(1000 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \cdot \sin \frac{\pi \cdot 1000}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 1000 - 1000^2) =$$

$$= 4,91 \cdot \frac{0,694}{0,94} + 4,02 \times 0,937 + 0,24 = 3,63 + 3,76 + 0,24 = 7,63 \text{ тм}$$

$$\nabla 12,0 \text{ м} \quad x = 1200 \text{ см}$$

$$M_{\text{прив}}^P = 4,91 \cdot \frac{\sin(1200 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \cdot \sin \frac{\pi \cdot 1200}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 1200 - 1200^2) =$$

$$= 4,91 \cdot \frac{0,793}{0,94} + 4,02 \times 0,701 + 0,19 = 4,16 + 2,81 + 0,19 = 7,16 \text{ тм}$$

$$\nabla 14,0 \text{ м} \quad x = 1400 \text{ см}$$

$$M_{\text{прив}}^P = 4,91 \cdot \frac{0,878}{0,94} + 4,02 \times 0,391 + 0,15 = 4,68 + 1,57 + 0,15 = 6,40 \text{ тм}$$

$$\nabla 16,0 \text{ м} \quad x = 1600 \text{ см} \quad M_{\text{прив}}^P = 4,91 \text{ тм}$$

$$\nabla 0,0 \text{ м} \quad x = 0 \quad M_{\text{прив}}^P = 0$$

Максимальный момент на отметке 10,5 м.

$x = 1050 \text{ см}$ (см. элюру на листе 18).

$$M_{\text{прив}}^{\text{max}} = 4,91 \cdot \frac{\sin(1050 \times 0,000764)}{\sin(1600 \times 0,000764)} + 4,02 \cdot \sin \frac{\pi \cdot 1050}{1600} + 0,5 \times 0,079 (1600 \times 1050 - 1050^2) =$$

$$= 4,91 \cdot \frac{0,719}{0,94} + 4,02 \times 0,883 + 0,23 = 3,91 + 3,54 + 0,23 = 7,68 \text{ тм}$$

Сечение на отметке 10,5 м является расчет-

ным: $N^P = 78,3 \text{ т}$; $M^P = 7,68 \text{ тм}$;

$F_k = 942 \text{ см}^2$; $F_b = 922 \text{ см}^2$; $F_n = 1019 \text{ см}^2$;

$\sigma_{ок} = 0,65 \times 17000 = 11050 \text{ кг/см}^2$.

Потери предварительного напряжения в арматуре:

1) от усадки тяжелого бетона

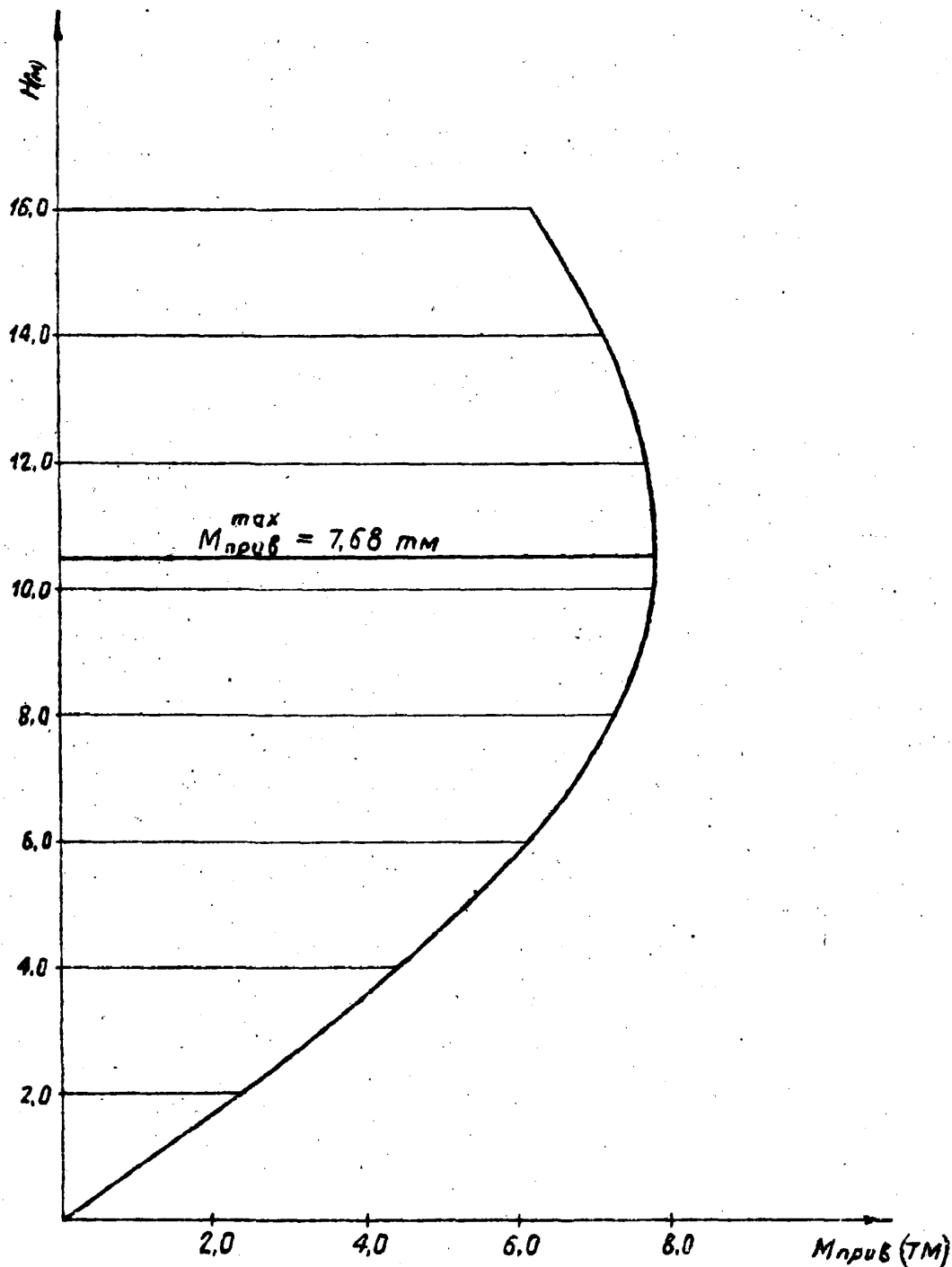
$$\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2$$

2) от релаксации напряжений

$$\sigma_{рл} = \left(0,27 \frac{\sigma_{ок}}{R_s} - 0,1\right) \cdot \sigma_{ок} = \left(0,27 \frac{11050}{17000} - 0,1\right) \cdot 11050 = 830 \text{ кг/см}^2$$

N3082ТМТ7				Лист	
литера				17	40

Изгибающие действующие моменты
в сечениях стойки СЦ-1п (СЦ-1 и СЦ-1пр)



H_m	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
$M_{тм}$	0	2,45	4,53	6,27	7,28	7,63	7,16	6,40	4,91

$M_{max} = 7,68 \text{ тм}$

на отм. 10,5 м

N3082ТМ-Т7				Лист	
литера				18	40

3. Потери на упорах и форме.

$$\sigma_{уп} = 400 \text{ кг/см}^2$$

4. От ползучести бетона:

$$\sigma_{пл} = \frac{KE_a R}{\sigma_b R_0} [\sigma_b + 3R_0 \left(\frac{\sigma_b}{R_0} - 0,5 \right)]$$

$$\sigma_b = \frac{F_H (\sigma_{ок} - \sigma_{уп} - \sigma_{рл})}{F_H} = \frac{15,10 (11050 - 835 - 400)}{1010} = 146 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{пл} = \frac{1 \times 1,8 \cdot 10^6 \times 500 \times 146}{3,8 \cdot 10^5 \times 375} = 820 \text{ кг/см}^2$$

$$\Sigma \sigma_n = \sigma_{рл} + \sigma_{уп} + \sigma_{ус} + \sigma_{пл} = 830 + 400 + 400 + 820 = 2450 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma'_c = 3600 - 1,1 \sigma_o = 3600 - 1,1 \times 8600 = -5860 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_o = \sigma_{ок} - \Sigma \sigma_n = 11050 - 2450 = 8600 \text{ кг/см}^2$$

$$\alpha_k = \frac{R_H F_H + R_a F_a + N_{прив.}}{(R_H + \sigma'_c) F_H + (R_a + R_{ас}) F_a + R_U F_b} =$$

$$= \frac{10800 \times 15,10 + 2100 \times 4,52 + 78300}{(10800 - 5860) \cdot 15,10 + (2100 + 2100) \cdot 4,52 + 290 \times 922} = \frac{250000}{362000} = 0,692$$

так как $\alpha_k = 0,692 > 0,50$, расчет ведется для

2^{го} случая внецентренного сжатия:

$$N(e_0 + z_H) \leq z_H [R_{пр} F + K_a (R_{ас} F_a + R_{нс} F_H) - m_T \sigma_o F_H]$$

$$e_0 = \frac{M_{max}}{N_{прив}} = \frac{768000}{78300} = 9,8 \text{ см} \quad z_H = 25,6 \text{ см}$$

$$R_{пр} = 1,1 \times 200 = 220 \text{ кг/см}^2; \quad F = 922 \text{ см}^2;$$

$$m. k. \quad e_0 < z_H \quad K_a = 1 - \frac{e_0}{3z_H} = 1 - \frac{9,8}{3 \times 25,6} = 1 - 0,128 = 0,872.$$

$$M^p = 25,6 [220 \times 922 + 0,872 (2100 \times 4,52 + 3600 \times 15,10) - 1,1 \times 8600 \times 15,10] =$$

$$= 25,6 [203000 + 58000 - 142000] = 3050000 \text{ кгсм} = 30,5 \text{ тм}$$

$$M_g = N(e_0 + z_H) = 78300 (9,8 + 25,6) = 2770000 \text{ кгсм} = 27,7 \text{ тм}$$

Ремонт 030 эсл Зак 156-100 эк. 19/11-692.

$$M_g = 27,7 \text{ тм} < M^P = 30,5 \text{ тм}$$

Б. Расчет по трещиностойкости

$$M_{тр} = \left[\frac{A_1}{2} f_1(\psi) + 2A_2 f_2(\psi) \right] \delta \cdot z^2 \cdot R_T - \text{для изгибаемого элемента,}$$

$$M_g^{тр} = \frac{M}{n} = \frac{24,80}{1,40} = 17,70 \text{ тм}$$

$n \approx 1,4$ - с учетом коэффициентов перегрузок и указаний п.4.16 главы СНиП II-У.9-62 для нормального режима II

$$M = 24,80 \text{ тм} \quad (\text{см. лист 12})$$

Параметр ψ находим из уравнения

$$A_1 f_3(\psi) - A_2 f_4(\psi) - \frac{\pi \cdot N_0}{F_n R_m} = 0 \quad R_m = 19,5 \text{ кг/см}^2;$$

$$A_1 = c(1 + \mu n) = 2,0(1 + 0,0213 \times 5) = 2,212$$

$$c = 2,0; \quad \mu = \frac{15,10 + 4,52}{922} = 0,0213; \quad n = \frac{n_a F_a + n_n F_n}{F_a + F_n} =$$

$$= \frac{5,52 \times 4,52 + 4,74 \times 15,10}{4,52 + 15,10} = \frac{24,8 + 71,5}{19,52} = 5,0$$

$$A_2 = 1 + \mu \cdot n_p' = 1 + 0,0213 \times 10,0 = 1,213; \quad n_p' = 2n = 10,0;$$

$$\sigma_{ок} = 0,9 \times 0,65 \times 17000 = 9950 \text{ кг/см}^2;$$

1. Потери от усадки бетона $\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2;$

2. Потери на упорах $\sigma_{уп} = 400 \text{ кг/см}^2;$

3. Потери от релаксации напряжений

$$\sigma_{рл} = (0,27 \cdot \frac{9950}{17000} - 0,10) \cdot 9950 = 575 \text{ кг/см}^2;$$

4. От ползучести бетона

$$\sigma_{\delta} = \frac{15,10(9950 - 575 - 400)}{1019} = 134 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{пл} = \frac{1,8 \times 10^6 \times 500 \times 134}{3,8 \times 10^5 \times 375} = 745 \text{ кг/см}^2$$

$$\Sigma \sigma_n = 400 + 400 + 575 + 745 = 2120 \text{ кг/см}^2$$

Ремонт 230 эсн Зак 136-100 эд. 19/II-632.

N3082ТМ-Т7	Лист
литера	20 40

$$G_0 = 9950 - 2120 = 7830 \text{ кг / см}^2;$$

$$N_0 = 7830 \times 15,10 - (745 + 400) \cdot 4,52 = 119000 - 5200 = 113800 \text{ кг}$$

$$A_1 f_3(\psi) - A_2 f_4(\psi) - 18,10 = 0$$

$$\psi = 136^\circ; \quad f_3(\psi) = 8,559; \quad f_4(\psi) = 0,768$$

$$2,212 \times 8,559 - 0,768 \times 1,213 - 18,10 \approx 0$$

$$f_1(\psi) = 20,476; \quad f_2(\psi) = 0,695$$

$$M_{TP} = \left[\frac{2,212}{2} \times 20,476 + 2 \times 1,213 \times 0,695 \right] \times 6,0 \times 25,0^2 \times 19,5 =$$

$$= (22,7 + 1,68) \times 6,0 \times 25,0^2 \times 19,5 = 1780000 \text{ кгсм} = 17,8 \text{ тм}$$

$$M_{TP} = 17,8 \text{ тм} > M_g^{TP} = 17,7 \text{ тм}$$

В. Расчет стойки СЦ-1п на изгиб

$$M^P = \frac{1}{\pi} [R_U \cdot F_B \cdot z + (R_H + G_c') \cdot F_H \cdot z_H + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a \cdot z_a] \cdot \sin \pi \alpha_k$$

$$\alpha_k = \frac{R_H F_H + R_a F_a}{(R_H + G_c') F_H + (R_a + R_{ac}) F_a + R_U F_B} =$$

$$= \frac{10800 \times 15,10 + 2100 \times 4,52}{(10800 - 5860) \cdot 15,10 + 4200 \times 4,52 + 290 \times 922} = \frac{172000}{362000} = 0,476$$

$G_c' = -5860 \text{ кг/см}^2$ см. лист 19, сечение на отметке
тяг траверсы аналогично сечению под поясами
траверсы

$$\pi \alpha_k = 85^\circ 30' \quad \sin \pi \alpha_k = 0,997$$

$$M^P = \frac{0,997}{3,14} [290 \times 922 \times 25 + (10800 - 5860) \cdot 15,1 \times 25,6 + (2100 + 2100) \cdot 4,52 \times 25,2] =$$

$$= 0,318 (5680000 + 1910000 + 480000) = 2880000 \text{ кгсм} = 28,8 \text{ тм}$$

$$M^P = 28,8 \text{ тм} > M_{\sigma_{120}} = 24,8 \text{ тм (см. лист 12)}$$

Г. Расчет на поперечную силу

$$Q_{\max} = 10,12 \text{ т (см. лист 13)}$$

Главные растягивающие напряжения с учетом предварительного обжатия бетона в сечении

$$\sigma_{гр} = -\frac{\sigma_{б0}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{б0}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\tau = \tau_k + \tau_Q; \quad \tau_k = 0 \text{ так как } M_{кр} = 0$$

$$\tau_Q = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{F_n} \cdot \frac{1 + \alpha + \alpha^2}{1 + \alpha^2};$$

$$\alpha = \frac{d}{D} = \frac{D - 2\delta}{D} = \frac{56 - 2 \cdot 6}{56} = 0,785;$$

$$\tau_Q = \frac{4}{3} \cdot \frac{10120}{1019} \times \frac{1 + 0,785 + 0,616}{1 + 0,616} = 19,7 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{б0} = \frac{\sigma_{б0} \cdot F_n - (\sigma_{ус} + \sigma_{пл}) \cdot F_a}{F_n} = \frac{8600 \times 15,10 - (400 + 820) \cdot 4,52}{1019} = 122 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{гр} = -\frac{122}{2} + \sqrt{\left(\frac{122}{2}\right)^2 + 19,7^2} = -61 + 64,4 = 3,4 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{гр} = 3,4 \text{ кг/см}^2 < \sigma_p = 14,0 \text{ кг/см}^2$$

Поперечная арматура ставится конструктивно.

Рисунки с 30 эсн Зак 156-100 эд. 19/II-69г.

Расчет стойки СЦ-1пр

(Архивный номер N3082TM-T4-3)

Расчетные характеристики стойки:

$$D = 56 \text{ см}; \quad b = 6 \text{ см}; \quad z_b = 25 \text{ см}; \quad z_H = 25,6 \text{ см}; \quad z_a = 25,6 \text{ см}$$

$$F_k = 3,14 \times 6 (56 - 6) = 942 \text{ см}^2.$$

Материал: бетон марки „500“

$$R_u = \frac{250 \times 1,1}{0,95} = 290 \text{ кг/см}^2; \quad R_{np} = 1,1 \times 200 = 220 \text{ кг/см}^2; \quad R_T = 19,5 \text{ кг/см}^2$$

$$E_b = 3,8 \times 10^5 \text{ кг/см}^2.$$

Продольная арматура класса П-7 из стальных семипроволочных прядей по ЧМТУ ЦНУУЧМ 426-61 и стали класса А-I.

$$R_H = 10200 \text{ кг/см}^2; \quad E_H = 1,8 \times 10^6 \text{ кг/см}^2; \quad R_{HC} = 3600 \text{ кг/см}^2;$$

$$R_a = R_{ac} = 2100 \text{ кг/см}^2; \quad E_a = 3,8 \times 10^5 \text{ кг/см}^2;$$

$$F_H = 16 \phi 12 \text{ мм} = 14,53 \text{ см}^2;$$

$$F_a = 4 \phi 12 \text{ мм} = 4,52 \text{ см}^2.$$

А. Расчет на внецентренное сжатие

Жесткость стойки СЦ-1пр

$$B = J_n \cdot E = 321000 \times 380000 = 12,15 \times 10^{10} \text{ кг/см}^2$$

$$\begin{aligned} J_n &= \frac{\pi b}{32} (D+d)(D^2+d^2) + 0,5(\eta_1 - 1) F_H \cdot z_H^2 + 0,5(\eta_2 - 1) F_a \cdot z_a^2 = \\ &= \frac{3,14 \times 6}{32} (56+44)(56^2+44^2) + 0,5(4,74-1) 14,53 \times 25,6^2 + 0,5(5,52-1) 4,52 \times 25,6^2 = \\ &= 296000 + 18000 + 7000 = 321000 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

Так как жесткость стойки СЦ-1пр ненамного отличается от стойки СЦ-1п для расчета ее принимаем те же действующие нагрузки.

$$M = 7,68 \text{ тм}; \quad N = 78,3 \text{ т} \quad (\text{см. листы 15 и 18}).$$

Ремонт СЦ-1пр № 156-100 № 156-682.

$$\sigma_{ок} = 0,65 \times 16000 = 10400 \text{ кг/см}^2;$$

Потери предварительного напряжения в арматуре:

1) от усадки бетона.

$$\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2$$

2) на упорах $\sigma_{уп} = 400 \text{ кг/см}^2$

3) от релаксации напряжений

$$\sigma_{рл} = \left(0,27 \frac{10400}{16000} - 0,1\right) 10400 = 785 \text{ кг/см}^2$$

4) от ползучести бетона

$$F_n = (942 - 14,53 - 4,52) + 4,74 \times 14,53 + 5,52 \times 4,52 = 1016 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{\sigma} = \frac{14,53(10400 - 785 + 400)}{1016} = 134 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{пл} = \frac{1,8 \times 10^6 \times 500 \times 134}{3,8 \times 10^5 \times 375} = 845 \text{ кг/см}^2$$

$$\Sigma \sigma_n = 785 + 400 + 400 + 845 = 2430 \text{ кг/см}^2; \quad \sigma_0 = 10400 - 2430 = 7970 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma'_c = 3600 - 1,1 \sigma_0 = 3600 - 1,1 \times 7970 = -5170 \text{ кг/см}^2$$

$$\alpha_k = \frac{R_H F_H + R_a F_a + N_{прв}}{(R_H + \sigma'_c) F_H + (R_a + R_{ас}) F_a + R_u F_{\sigma}} =$$

$$= \frac{10200 \times 14,53 + 2100 \times 4,52 + 78300}{(10200 - 5170) \times 14,53 + (2100 + 2100) \times 4,52 + 290 \times 925} = \frac{235400}{360000} = 0,654$$

так как $\alpha_k = 0,654 > 0,50$ расчет ведется

для 2^{го} случая внецентренного сжатия.

$$N(e_0 + z_H) \leq z_H [R_{пр} F + K_a (R_{ас} F_a + R_{нс} F_H) - m_T \sigma_0 F_H]$$

$$e_0 = \frac{768000}{78300} = 9,8 \text{ см}; \quad z_H = 25,6 \text{ см};$$

$$R_{пр} = 220 \text{ кг/см}^2; \quad F = 923 \text{ см}^2;$$

$$\text{т.к. } e_0 < z_H \quad K_a = 1 - \frac{9,8}{3 \times 25,6} = 0,872$$

Решение 230 Зад. Заг. 156-100 Зад. 19/11-69.

$$M^p = 25,6 [220 \times 923 + 0,872 (2100 \times 4,52 + 3600 \times 14,53) - 1,1 \times 7970 \times 14,53] =$$

$$= 25,6 [202500 + 54000 - 128000] = 3280000 \text{ кгсм} = 32,8 \text{ тм}$$

$$M^p = 32,8 \text{ тм} > M_g = 27,7 \text{ тм} \text{ (см. лист 19)}$$

Б. Расчет по трещиностойкости

$$M_{тр} = \left[\frac{A_1}{2} f_1(\psi) + 2A_2 f_2(\psi) \right] \cdot \delta \cdot z^2 \cdot R_T$$

для изгибаемого элемента, при втором случае внецентренного сжатия.

Параметр ψ находим из уравнения:

$$A_1 f_3(\psi) - A_2 f_4(\psi) - \frac{\pi N_0}{F_n R_T} = 0$$

$$m = \frac{14,53 + 4,52}{923} = 0,0206$$

$$n = \frac{14,53 \times 4,74 + 4,52 \times 5,52}{14,53 + 4,52} = 4,95; \quad c = 2,0;$$

$$A_1 = 2(1 + 0,0206 \times 4,95) = 2,204; \quad z'_p = 2n = 9,90;$$

$$A_2 = 1 + 0,0206 \times 9,90 = 1,204;$$

$$\sigma_{ок} = 0,9 \times 0,65 \times 16000 = 9360 \text{ кг/см}^2; \quad F_n = 1016 \text{ см}^2$$

Потери предварительного напряжения:

1. От усадки бетона $\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2$;
2. На упорах $\sigma_{уп} = 400 \text{ кг/см}^2$;
3. От релаксации напряжений $\sigma_{рл} = \left(0,27 \frac{9360}{16000} - 0,1\right) 9360 = 540 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$;
4. От ползучести бетона

$$\sigma_{б} = \frac{14,53(9360 - 540 - 400)}{1016} = 120 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{пл} = \frac{1,8 \cdot 10^6 \times 500 \times 120}{3,8 \cdot 10^6 \times 375} = 760 \text{ кг/см}^2$$

Ромашор 330 эсп Зав. 155-100 ЭМ. 19/17-692.

$$\Sigma G_n = 540 + 400 + 400 + 760 = 2100 \text{ кг/см}^2; \quad G_0 = 9360 - 2100 = 7260 \text{ кг/см}^2$$

$$N_0 = 7260 \times 14,53 - (760 + 400) \cdot 4,52 = 108500 - 5200 = 103200 \text{ кг}$$

$$\frac{\pi N_0}{F_n R_T} = \frac{3,14 \times 103200}{1016 \times 19,5} = 16,4$$

$$A_1 f_3(\psi) - A_2 f_4(\psi) - 16,4 = 0 \quad \psi = 135^\circ$$

$$2,204 \times 8,103 - 1,204 \times 0,785 - 16,4 = 17,65 - 0,97 - 16,4 \approx 0$$

$$f_1(\psi) = 19,504; \quad f_2(\psi) = 0,707$$

$$M_{TP} = \left[\frac{2,204}{2} \times 19,504 + 1,204 \times 2 \times 0,707 \right] \times 6,0 \times 25^2 \times 19,5 = 1740000 \text{ кгсм} = 17,4 \text{ тм}$$

$$M_{TP} = 17,4 \text{ тм} \approx M_g^{TP} = 17,7 \text{ тм}$$

В. Расчет стойки на изгиб

$$\alpha_k = \frac{R_H F_H + R_a F_a}{(R_H + G_c') F_H + (R_a + R_{ac}) F_a + R_u F_b} =$$

$$= \frac{10200 \times 14,53 + 2100 \times 4,52}{(10200 - 5170) 14,53 + 4200 \times 4,52 + 290 \times 923} = \frac{158000}{360000} = 0,440$$

$$\pi \alpha_k = 79^\circ 30' \quad \sin \pi \alpha_k = 0,983$$

$$G_c' = -5170 \text{ кг/см}^2 \text{ (см. лист 24)}$$

$$M^P = \frac{0,983}{3,14} \left[290 \times 923 \times 25 + (10200 - 5170) 14,53 \times 25,6 + (2100 + 2100) \times \right. \\ \left. \times 4,52 \times 25,6 \right] = 0,313 \cdot (6690000 + 1870000 + 485000) =$$

$$= 2830000 \text{ кгсм} = 28,3 \text{ тм}$$

$$M^P = 28,3 \text{ тм} > M_g = 24,80 \text{ тм} \text{ (см. элюру моментов}$$

лист 13).

Рангир 230 эл 3ак 156-100 эд. 19/II-692.

N3082TM-T7			Лист
номер			26/40

Г. Расчет на поперечную силу

$$Q = 10,12 \text{ т (см. лист 13)}$$

$$\tau_Q = \frac{4}{3} \frac{Q}{F_n} \frac{1+\alpha+\alpha^2}{1+\alpha^2} = \frac{4}{3} \frac{10120}{1016} \frac{1+0,785+0,616}{1+0,616} = 19,8 \text{ кг/см}^2$$

$$\alpha = \frac{44}{56} = 0,785; \quad F_n = 1016 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{50} = \frac{\sigma_0 F_n - (\sigma_{yc} + \sigma_{np}) F_0}{F_n} = \frac{7970 \times 14,53 - (400 + 845) 4,52}{1016} = 109 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{гр} = -\frac{109}{2} + \sqrt{\left(\frac{109}{2}\right)^2 + 19,8^2} = -54,5 + 58,2 = 3,7 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{гр} = 3,7 \text{ кг/см}^2 < R_p = 14,0 \text{ кг/см}^2$$

Поперечная арматура ставится конструктивно.

Расчет стойки СЦ-1
(Архивный N 3098 тм-74-2)

Расчетные характеристики стойки:

$$D = 56 \text{ см}; \quad \delta = 6 \text{ см}; \quad r_b = 25 \text{ см}; \quad r_n = r_a = 25,6 \text{ см};$$

$$F_k = 3,14 \times 6 \cdot (56 - 6) = 942 \text{ см}^2.$$

Материал: Бетон марки „500“.

$$R_u = 290 \text{ кг/см}^2; \quad R_{np} = 220 \text{ кг/см}^2; \quad R_T = 19,5 \text{ кг/см}^2;$$

$$E_b = 3,8 \times 10^5 \text{ кг/см}^2.$$

Продольная арматура класса А-IV из стали марки 20ХГ2Ц по ГОСТ 5058-65.

$$R_n = R_a = 5100 \text{ кг/см}^2; \quad R_{nc} = R_{ac} = 3600 \text{ кг/см}^2;$$

$$E_a = 2,0 \times 10^6 \text{ кг/см}^2; \quad F_n = 12 \phi 12 = 12 \times 1,131 = 13,57 \text{ см}^2$$

$$F_a = 10 \phi 12 = 10 \times 1,131 = 11,31 \text{ см}^2; \quad \eta = \frac{2,0 \times 10^6}{3,8 \times 10^5} = 5,28.$$

А. Расчет на внецентренное сжатие.

Жесткость стойки СЦ-1.

$$B = J_n E_b = 331000 \times 380000 = 12,55 \times 10^{10} \text{ кг/см}^2;$$

$$J_n = \frac{3,14 \times 6}{32} (56 + 44)(56^2 + 44^2) + 0,5(5,28 - 1)(13,57 + 11,31) \times 25,6^2 =$$

$$= 296000 + 35000 = 331000 \text{ см}^4$$

Так как жесткость стойки СЦ-1 незначительно отлична от СЦ-1п принимаем те же действующие нагрузки:

$$M = 7,68 \text{ тм}; \quad N = 78,3 \text{ т}$$

$$\sigma_{ок} = 0,9 \times 6000 = 5400 \text{ кг/см}^2.$$

Потери предварительного напряжения в арматуре:

Рамбор С30 эсп зам 156-100 см 19/7-68г.

1. От усадки бетона $\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2$.

2. От релаксации напряжений

$$\sigma_{рл} = 0,4 \left(0,27 \frac{5400}{6000} - 1 \right) \cdot 5400 = 310 \text{ кг/см}^2$$

3. От ползучести бетона

$$F_n = (942 - 13,57 - 11,31) + 5,28 \times (13,57 + 11,31) = 1048 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{\sigma} = \frac{13,57 \cdot (5400 - 310)}{1048} = 66 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{пл} = \frac{2,0 \cdot 10^6 \times 500 \times 66 \times 0,8}{3,8 \cdot 10^5 \times 375} = 370 \text{ кг/см}^2$$

$$\Sigma \sigma_n = 400 + 310 + 370 = 1080 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_0 = 5400 - 1080 = 4320 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma'_c = 3600 - 1,1 \times 4320 = -1150 \text{ кг/см}^2$$

$$\alpha_k = \frac{5100 \cdot (13,57 + 11,31) + 78300}{(5100 - 1150) \cdot 13,57 + (5100 + 3600) \cdot 11,31 + 917 \times 290} = \frac{204800}{418000} \approx 0,490$$

так как $\alpha_k = 0,49 < 0,50$

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{\pi} [R_u \cdot F \cdot z + (R_n + \sigma'_c) \cdot F_n \cdot z_n + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a \cdot z_a] \sin \pi \alpha_k = \\ &= 0,319 \cdot [290 \times 917 \times 25,0 + (5100 - 1150) \cdot 13,57 \times 25,6 + (5100 + 3600) \cdot 11,31 \times 25,6] = \\ &= 0,315 \cdot (6600000 + 1370000 + 2520000) = 3310000 \text{ кгсм} = 33,1 \text{ тм} \end{aligned}$$

$$N_e = 78300 \times 9,8 = 7,68 \text{ тм} < 33,10 \text{ тм}$$

Б. Расчет по трещиностойкости

$$M_{тр} \leq \left[\frac{A_1}{2} \cdot f_1(\psi) + 2A_2 \cdot f_2(\psi) \right] \cdot \delta \cdot z^2 \cdot R_T$$

при этом ψ определяется из уравнения:

$$A_1 \cdot f_3(\psi) - A_2 \cdot f_4(\psi) - \frac{\pi N_0}{F_n \cdot R_T} = 0$$

Решение с 30 зсп Зап 156-100 зм. 19/11-69г.

N3082ТМ-Т7				Лист	
литера				29/40	

Ввиду малых эксцентриситетов считаем для изгибаемого элемента

$$\mu = \frac{13,57 + 11,31}{917} = 0,0272; \quad \eta = \frac{2,0 \times 10^6}{3,8 \times 10^5} = 5,28$$

$$A_1 = 2(1 + 0,0272 \times 5,28) = 2,288 \quad A_2 = 1,288$$

$$\sigma_{ок} = 0,9 \times 0,9 \times 6000 = 4860 \text{ кг/см}^2.$$

Потери предварительного напряжения:

1. От усадки бетона $\sigma_{ус} = 400 \text{ кг/см}^2$

2. От релаксации напряжений

$$\sigma_{рл} = 0,4(0,27 \cdot \frac{4860}{6000} - 0,1) \cdot 4860 = 230 \text{ кг/см}^2$$

3. От ползучести бетона

$$\sigma_{б} = \frac{13,57 \cdot (4860 - 230)}{1048} = 60 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{пл} = \frac{0,8 \times 2 \cdot 10^5 \times 500 \times 60}{3,8 \cdot 10^5 \times 375} = 340 \text{ кг/см}^2$$

$$\Sigma \sigma_n = 400 + 230 + 340 = 970 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_0 = 4860 - 970 = 3890 \text{ кг/см}^2$$

$$N_0 = 3890 \times 13,57 - (400 + 340) \cdot 11,31 = 52800 - 8400 = 44400 \text{ кг}$$

$$\frac{\pi N_0}{F_n R_T} = \frac{3,14 \times 44400}{1048 \times 19,5} = 6,8$$

$$2,288 f_3(\psi) - 1,288 f_4(\psi) - 6,8 = 0 \quad \psi = 118^\circ$$

$$2,288 \times 3,478 - 1,288 \times 1,082 - 6,8 = 7,98 - 1,39 - 6,8 \approx 0$$

$$f_1(\psi) = 9,327; \quad f_2(\psi) = 0,883$$

$$M_{тр} = [1,144 \times 9,327 + 2 \times 1,288 \times 0,883] \times 6 \times 25^2 \times 19,5 =$$

$$= (10,7 + 2,28) \times 6 \times 25^2 \times 19,5 = 950000 \text{ кгсм} = 9,5 \text{ тм} < 17,7 \text{ тм}$$

N3082ТМ-Т7	Лист
литера	30 40

Ремістор СЗО ЗСП Зак 156-100 ЗМ. 19/II-69г.

Происходит раскрытие трещин.

В. Расчет стойки СЦ-1 на изгиб.

$$M_D = \frac{1}{\pi} [R_U \cdot F_\delta \cdot z + (R_H + G'_C) \cdot F_H \cdot z_H + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a \cdot z_a] \cdot \sin \pi \alpha_K$$

$$\alpha_K = \frac{R_H F_H + R_a F_a}{(R_H + G'_C) \cdot F_H + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a + R_U F_\delta}$$

$$G'_C = -1150 \text{ кг/см}^2 \text{ (см. лист 29).}$$

$$\alpha_K = \frac{5100 \times 13,57 + 5100 \times 11,31}{(5100 - 1150) \cdot 13,57 + (5100 + 3600) \cdot 11,31 + 917 \times 290} = \frac{127000}{418000} = 0,304$$

$$\pi \alpha_K = 55^\circ \quad \sin \pi \alpha_K = 0,819$$

$$M_D = \frac{0,819}{3,14} \cdot [290 \times 917 \times 25 + (5100 - 1150) \cdot 13,57 \times 25,6 + (5100 + 3600) \cdot 11,31 \times 25,6]$$

$$= 0,261 \cdot (6600000 + 1370000 + 2520000) =$$

$$= 2760000 \text{ кгсм} = 27,6 \text{ тм}$$

$$M_D = 27,6 \text{ тм} > M_g = 24,8 \text{ тм} \text{ (см. лист 13)}$$

Рисунки 030 эсп Зак 156-100 экз. 19/12-69г.

Г. Расчет на поперечную силу.

Площадь поперечного сечения однозаходной спирали, отнесенная на один метр длины элемента от действия поперечной силы, определяется по формуле:

$$F_{ca} = \frac{Q^2 \cdot 100}{4 Q'_\delta R_{ax}};$$

$$Q = 10120 \text{ кг}; \quad R_{ax} = 1700 \text{ кг/см}^2;$$

$$Q'_\delta = 0,3 \cdot \delta \cdot (y_a + z)^2 \cdot R_u;$$

$$R_u = 290 \text{ кг/см}^2; \quad \delta = 6 \text{ см}; \quad z = 25 \text{ см};$$

$$y_a = \frac{\frac{1}{2}(\pi - \theta) - \frac{1}{4} \sin 2\theta}{\sin \theta + (\pi - \theta) \cdot \cos \theta} \cdot z_a;$$

$$z_a = 25,6 \text{ см}; \quad \operatorname{tg} \theta - \theta = \pi \mu \mu'$$

$$\mu \mu' = \frac{F_a \cdot E_a + F_H \cdot E_H}{0,85 \cdot E_\delta \cdot F} = \frac{2,0 \cdot 10^6 \cdot (13,57 + 11,31)}{0,85 \times 3,8 \cdot 10^5 \times 917} = 0,168$$

$$\operatorname{tg} \theta - \theta = 3,14 \times 0,168 = 0,528; \quad \theta = 56^\circ 30'$$

$$y_a = \frac{\frac{1}{2}(3,14 - 0,985) - 0,25 \cdot \sin 113^\circ}{\sin 56^\circ 30' - (3,14 - 0,985) \cdot \cos 56^\circ 30'} \times 25 =$$

$$= \frac{(1,078 - 0,25 \times 0,920) \times 25}{0,834 + 2,155 \times 0,552} = \frac{0,848 \times 25}{2,024} = 10,5 \text{ см};$$

$$Q'_\delta = 0,3 \times 6 \times (10,5 + 25,0)^2 \times 290 = 658000 \text{ кгсм}$$

$$F_{ca} = \frac{10120 \times 10120 \times 100}{4 \times 658000 \times 1700} = \frac{10,2 \times 10^9}{4,48 \times 10^9} = 2,29 \text{ см}^2;$$

$$F_c = f_x \cdot n \quad \text{Спираль } \phi 4 \text{ мм} \quad f_x = 0,1256 \text{ см}^2$$

$$n = \frac{2,29}{0,1256} = 18 \quad \text{Шаг спирали } a = \frac{1000}{18} \approx 56 \text{ мм}$$

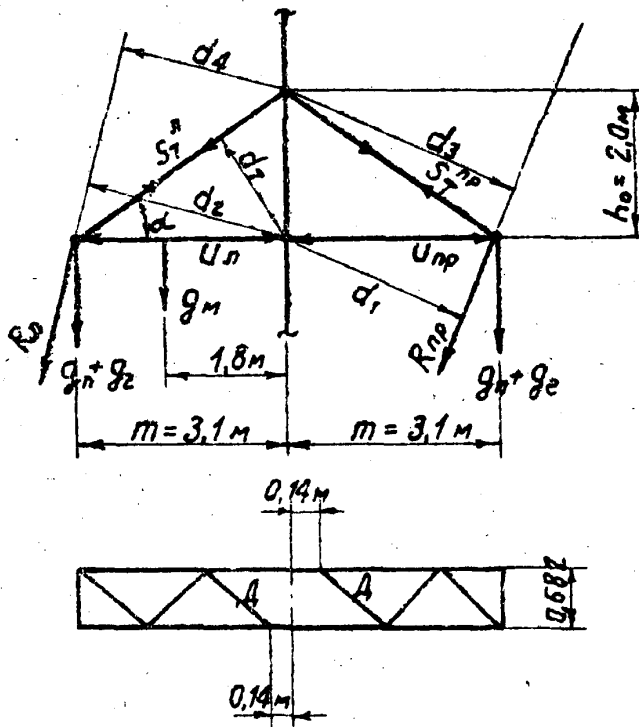
Принят шаг спирали 50 мм.

Ремонт с/зв Зав. 156-100 эм. 19/II-69.

Расчет металлических элементов

Расчет нижней траверсы

Расчетная схема



Расчетные данные:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,0}{3,1} = 0,646$$

$$\alpha = 32^{\circ} 54'$$

$$\sin \alpha = 0,543$$

$$d_7 = m \cdot \sin \alpha = 3,1 \times 0,543 = 1,68 \text{ м}$$

$$d_1 = m \cdot \sin \alpha_1 = 3,1 \times 0,876 = 2,72 \text{ м}$$

$$d_2 = m \cdot \sin \alpha_2 = 3,1 \times 0,975 = 3,02 \text{ м}$$

$$l_7 = \sqrt{m^2 + h^2} = \sqrt{3,1^2 + 2^2} = 3,69 \text{ м}$$

$$d_3 = l_7 \cdot \sin(180^{\circ} - \alpha - \alpha_1) = 3,69 \sin 85^{\circ} 57' = 3,69 \times 0,9975 = 3,68 \text{ м}$$

$$d_4 = l_7 \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha) = 3,69 \times \sin 45^{\circ} 13' = 3,69 \times 0,71 = 2,62 \text{ м}$$

1. Расчет тяг траверсы

Расчетным для тяг является нормальный режим II, $\Delta S = 0$, $\alpha = 60^{\circ}$.

Усилия в оттяжках

$$T_1 = T_4 \cong 12,69 \text{ т}; \quad T_2 = T_3 = 18,85 \text{ т};$$

$$R_n = (T_2 + T_3) \cdot \cos \gamma_2 = 2 \times 18,85 \times 0,835 = 31,6 \text{ т.}$$

$$R_{np} = (T_1 + T_4) \cdot \cos \gamma_1 = 2 \times 12,69 \times 0,856 = 22,0 \text{ т}$$

N3082ТМТ7		Лист	
литера		33	40

$$S_T^n = \frac{R_n \cdot d_2 + (g_n + g_e) \cdot m}{2 \cdot d_T} = \frac{31,5 \times 3,02 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 1,68} = 30,6 \text{ т}$$

$$S_T^{np} = \frac{R_n \cdot d_1 + (g_n + g_e) \cdot m}{2 \cdot d_m} = \frac{22,0 \times 2,72 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 1,68} = 20,1 \text{ т}$$

При 4 болтах $\phi 30 \text{ мм}$ в тяге

$$N_{cm} = 4 \times 8,16 = 32,64 \text{ т} > 30,6 \text{ т}$$

$$N_{cp} = 4 \times 9,18 = 36,72 \text{ т} > 30,6 \text{ т}$$

Тяга из $\angle 125 \times 8$

$$F_{br} = 19,7 \text{ см}^2; \quad F_{нт} = 19,7 - 2,5 = 17,2 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{30600}{17,2} = 1780 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Сквозной болт узла „стойка-тяга“

принят $\phi 56 \text{ мм}$ $F_{br} = 24,53 \text{ см}^2$

$$N = \sqrt{(S_T^{np})^2 + (S_T^{лев})^2} = \sqrt{30,6^2 + 20,1^2} = 36,6 \text{ т};$$

$$\tau_{cp} = \frac{30600}{24,53} = 1480 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{cm} = \frac{30600}{5,6 \times 1,6} = 3420 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

Расчетная площадь фасонки тяги

$$F = \frac{S_T^{лев}}{R} = \frac{30600}{2100} = 14,60 \text{ см}^2.$$

При толщине фасонки $b = 16 \text{ мм}$ и ширине 170 мм

$$F_{нт} = (17,0 - 5,70) \cdot 1,6 = 18 \text{ см}^2 > 14,6 \text{ см}^2.$$

Рисунки 330 эл 3 дк 156-100 зш. 19/17-692.

2. Расчет поясов

Схема II Нормальный режим II; $\alpha = 60^\circ$;

Усилие на один пояс траверсы

$$U_n = \frac{R_n \cdot d_2 + (q_n + q_r) \cdot m}{2h_0} = \frac{31,6 \times 2,62 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 2} = 22,47$$

$$U_n = \frac{R_{np} \cdot d_3 + (q_n + q_r) \cdot m}{2h_0} = \frac{22,0 \times 3,68 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 2} = 22,3 \text{ т}$$

Пояс принят из L 140 x 9

$$F = 24,7 \text{ см}^2; \quad z_x = 4,34 \text{ см}; \quad W = \frac{J_x}{z_0} = \frac{466}{3,78} = 120,5 \text{ см}^3;$$

$$e_n = 310 \text{ см}; \quad \lambda = \frac{e_n}{z_x} = \frac{310}{4,34} = 72; \quad \varphi = 0,798;$$

Изгибающий момент от веса обводной

$$\text{гурлянды} \quad q_r = 49,5 + 8,24 \approx 58 \text{ кг}$$

$$M = 0,5 \times 0,058 \times \frac{1,8}{3,1} \times 1,3 = 0,0219 \text{ тм}$$

$$\sigma = \frac{U}{\varphi F} + \frac{M}{W} = \frac{22400}{0,798 \times 247} + \frac{2190}{120} = 1130 + 18 = 1148 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Схема 4. Аварийный режим IV; $\alpha = 60^\circ$;

Усилия в оттяжках

$$T_1 = 7,29 \text{ т}; \quad T_2 = 10,71 \text{ т}; \quad T_3 = 13,46 \text{ т}; \quad T_4 = 10,26 \text{ т};$$

$$R_n^\perp = (10,71 + 13,46) \cdot 0,836 = 20,30 \text{ т}$$

$$R_{np}^\perp = (7,29 + 10,26) \cdot 0,866 = 15,2 \text{ т}$$

Усилие на один пояс траверсы от поперечных нагрузок:

$$U_n = \frac{R_n^\perp \cdot d_2 + (q_n + q_r) \cdot m}{2h_0} = \frac{20,3 \times 2,62 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 2} = 14,8 \text{ т}$$

$$U_n = \frac{R_{np}^\perp \cdot d_3 + (q_n + q_r) \cdot m}{2h_0} = \frac{15,2 \times 3,68 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 2} = 15,7 \text{ т}$$

Рисунки 230 эл. Зав. 156-100 эл. 19/5-63.

Реакция в узле "стойка-пояс"

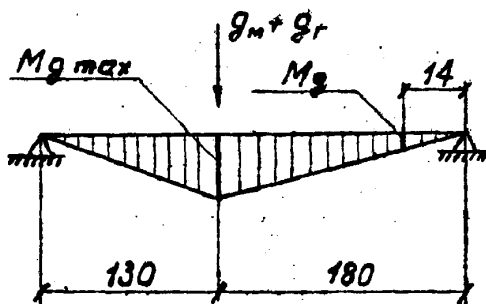
$$R'' = S_T \frac{H+h_2+h_1}{H} = 2,45 \cdot \frac{12,5+4+2,5}{12,5} = 3,70 \text{ т}$$

Усилие на один пояс траверсы от продольных нагрузок:

в I панели
$$U = \frac{R'' \cdot m}{2b_0} = \frac{3,70 \times 3,1}{2 \times 0,68} = 8,50 \text{ т}$$

во II панели
$$U = \frac{R'' \cdot 2,02}{2b_0} = \frac{3,70 \times 2,02}{2 \times 0,68} = 5,50 \text{ т}$$

Изгибающий момент от веса обводной гирлянды и монтера.

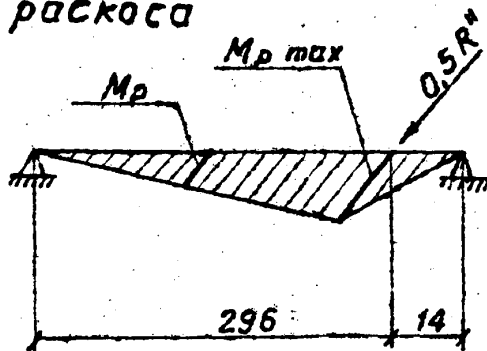


$$g_m = 260 \text{ кг}; \quad g_r = 58 \text{ кг}$$

$$M_{g_{\max}} = 0,5(260+58) \frac{180}{310} \times 130 = 12000 \text{ кгсм}$$

$$M_g = \frac{12000 \times 14}{180} = 935 \text{ кгсм}$$

Изгибающий момент от расцентровки раскоса



$$M_{p_{\max}} = 0,5 \times 3700 \frac{296}{310} \times 14 = 24700 \text{ кгсм}$$

$$M_p = \frac{24700 \times 130}{296} = 10850 \text{ кгсм}$$

Напряжение в поясе:

в I панели
$$\sigma = \frac{(15700 + 8500)}{0,798 \times 24,7} = 1230 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

во II панели
$$\sigma = \frac{15700 + 5500}{0,798 \times 24,7} + \frac{24700 + 935}{120,5} =$$

$$= 1080 + 215 = 1295 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

Размер С30 эст Зал 136-100 Зал 19/2-69.

Сквозной болт крепления узла „стойка-пояс”
принят $\phi 48$ мм. $F_b = 18,1$ см².

Усилие в пятой оттяжке 11,06 т.

Разница усилий правого и левого поясов
 $22,4 - 22,3 = 0,1$ т

$$\text{тогда } \tau_{\text{ср}} = \frac{11060}{18,1} = 640 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{11060}{4,8 \times 0,9} = 2720 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

3. Расчет раскосов.

Расчетным для раскосов является
аварийный режим IV , $\alpha = 60^\circ$.

Реакция в узле „стойка-пояс” $R'' = 3,70$ т

$$\text{Усилие в раскосе } D = \frac{R''}{\cos \beta} = \frac{3700}{0,616} = 5,44 \text{ т}$$

$$\angle 80 \times 6; \quad \ell = 120 \text{ см}; \quad \tau_{\text{min}} = 1,58; \quad F = 9,38 \text{ см}^2;$$

$$\lambda = \frac{\ell}{\tau_{\text{min}}} = \frac{120}{1,58} = 76; \quad \psi = 0,699;$$

$$\sigma = \frac{5440}{0,699 \times 9,38} = 830 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Проверка раскоса на вес монтера.

$$g_m = 130 \text{ кг}; \quad M = 0,5 \times 130 \times 60 = 3900 \text{ кгсм};$$

$$W_{\text{min}} = \frac{57,0}{8,0 - 2,19} = 9,82 \text{ см}^3;$$

$$\sigma = \frac{M}{W_{\text{min}}} = \frac{3900}{9,82} = 400 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

Проверка болта „пояс-раскос”.

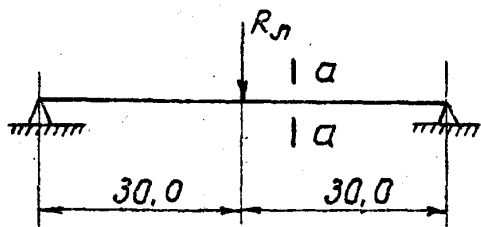
Болт $\phi 24$ мм. $F = 4,52$ см².

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{5440}{4,52} = 1205 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2;$$

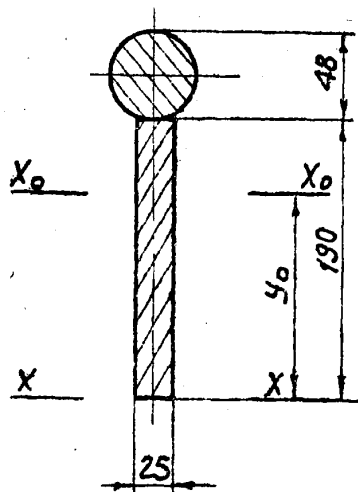
$$\sigma_{\text{см}} = \frac{5440}{0,11 \times 0,05} = 3780 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

4. Проверка детали крепления оттяжек.

Расчетная схема



Сечение по а-а



$$R_n = 31,6 \text{ т.}$$

Проверка детали на срез.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{31600 \times 0,5}{0,15 \times 18,1} = 1170 \text{ кг/см}^2;$$

$$M_{\text{max}} = \frac{R_n \cdot 30}{2} = \frac{31600}{2} \times 30 = 475000 \text{ кгсм};$$

$$F = \pi \times 2,4^2 + 2,5 \times 19 = 18,1 + 47,5 = 65,6 \text{ см}^2;$$

$$S_{x-x} = 18,1 \times 21,4 + 47,5 \times 9,5 = 387 + 452 = 839 \text{ см}^3;$$

$$y_0 = \frac{S_{x-x}}{F} = \frac{839}{65,6} = 12,8 \text{ см};$$

$$J_{x_0-x_0} = \frac{\pi \times 4,8^4}{64} + 18,1 \times (2,4 + 6,2)^2 + \frac{2,5 \times 19,0^3}{12} + 47,5(12,8 - 9,5)^2 = 25,0 + 1335 + 1425 + 514 = 3300 \text{ см}^4;$$

$$W_{\text{min}} = \frac{J_{x-x}}{y_0} = \frac{3300}{12,8} = 258 \text{ см}^3;$$

$$\sigma = \frac{M}{W_{\text{min}}} = \frac{475000}{258} = 1840 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2.$$

5. Проверка фасонки узла „пояс-тяга“.

$b = 1 \text{ см}$. Болты диаметром $\phi 30 \text{ мм}$.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{31600}{3 \times 1 \times 4} = 2640 \text{ кг/см}^2 < 3400 \text{ кг/см}^2.$$

Решение 230 эсн Заг. 156-100 ам. 19/7-69г.

При смятии усилием в оттяжках:

$$\sigma_{см} = \frac{R_{л}}{2 \times 4,8 \times 1} = \frac{31500}{9,6} = 3300 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

б. Расчет оттяжек.

$T_2 = T_3 = 18,84 \text{ т}$ - нормальный режим II. $\alpha = 60^\circ$

$$N = R \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \geq T_2$$

N - предельное расчетное усилие (несущая способность).

Для оттяжек принят двойной канат

17-Г-В-СС-Р-140 по ГОСТ 3064-66.

R - временное сопротивление разрыву каната в целом;

$$R = 2 \times 19,9 = 39,8 \text{ т};$$

$m_1 = 0,8$ - коэффициент однородности;

$m_2 = 0,8$ - коэффициент условий работы материала в конструкции;

$m_3 = 0,8$ - коэффициент условий работы оттяжки в анкерно-угловых опорах;

$$N = 39,8 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,8 = 20,3 \text{ т} > 18,84 \text{ т} = T_2.$$

г. Расчет Вилки биссекторной оттяжки.

$T_5 = 11,06 \text{ т}$ - аварийный режим III. $\alpha = 0^\circ$

Рисунки 630 эсл Зак 156-160 эл. 19/II-65г.

Принимаем вилку $b = 1 \text{ см}$; $b = 13 \text{ см}$;

$$F_{HT} = 1 \times 13 - 1 \times 4,9 = 8,1 \text{ см}^2;$$

$$\sigma = \frac{T_s}{F_{HT}} = \frac{11060}{8,1} = 1370 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{см} = \frac{T_s}{1 \times 4,9} = \frac{11060}{4,9} = 2250 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

Болт вилка - оттяжка принимаем

$$\phi 36 \text{ мм}; \quad F = 10,18 \text{ см}^2;$$

$$\tau_{ср} = \frac{T_s}{F} = \frac{11060}{10,18} = 1090 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_{см} = \frac{T_s}{2 \times 1 \times 3,6} = \frac{11060}{7,2} = 1550 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

8. Расчет фасонки для крепления провода.

$$T = 4150 \text{ кг}$$

$$e_{шв} = \frac{T}{1300 \times 0,7 \times 0,8} = \frac{4150}{1300 \times 0,7 \times 0,8} = 6 \text{ см.}$$

Принят шов $h = 8 \text{ мм}$.

Расчет выполнен *В. Соловаров* / В. Соловаров /

Рисунки с 30 308 Зап. 156-100 308. 19/5-692.

N3082 ТМ-Т7		Лист	
литера		40	40