

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

# 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.

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 АЯКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР  
ВЛ 110 кВ

(Корректировка 1974г.)

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР  
ИНСТИТУТА

*Рокотян*

/С. РОКОТЯН/

НАЧ. ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА  
ИНСТИТУТА

*М. Р. Е. У. Т.*

/М. Р. Е. У. Т./

ГЛАВНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ  
ИНСТИТУТА

*Л. Левин*  
*В. Всеерко*

/Л. ЛЕВИН/  
/В. ВСЕЕРКО/

№ 3082 ТМ-Т7

Листов (форт) - 30(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

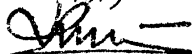
ТОМ 7

РАСЧЕТ ЯНКЕРНО-УГЛОВЫХ ОПОР

ВЛ 110 кВ

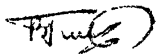
(корректировка 1974г)

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР



/К. КРЮКОВ/

ЗАМ. НАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОТДЕЛА



/В. ГАЛЬПЕРИН/

НАЧ ОТДЕЛА ТИПОВОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

И. Синелобов

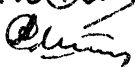
/К. СИНЕЛОВОВ/

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ Т.О.



/А. КУРНОСОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



/С. ШТИН/

ЛЕНИНГРАД - 1974.. Г.

308277/7

## 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 одноствоечной опоры с двумя расщепленными и одной одиночной оттяжками“, инв. N 3002 тм - Т6.

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

Расчет корректировки не требует

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

Рук. гр. *М. К. / Иванова*

|                |         |
|----------------|---------|
| N 3082 тм - Т7 | Лист    |
| литера а       | 4 из 40 |

## 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 ПК СЗО) N3082TM-T8

Рамки для СЗО для 150-100 шт. 19/05-552

|            |      |
|------------|------|
| N3082TM-T7 | Лист |
| №          | 5 40 |

## Содержание тома 7

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. Титульные листы                               | N3082TM-Т7, листы 1-3   |
| 2. Аннотация                                     | N3082TM-Т7, лист 4      |
| 3. Состав проекта                                | N3082TM-Т7, лист 5      |
| 4. Содержание тома                               | N3082TM-Т7, лист 6      |
| 5. Общая часть                                   | N3082TM-Т7, листы 7-9   |
| 6. Расчетный эскиз опоры                         | N3082TM-Т7, лист 10     |
| 7. Таблица исходных данных                       | N3082TM-Т7, лист 11     |
| 8. Результаты статического<br>расчета опоры      | N3082TM-Т7, лист 12     |
| 9. Элюра избегающих моментов<br>и поперечных сил | N3082TM-Т7, лист 13     |
| 10. Расчет стойки СЦ-1п                          | N3082TM-Т7, листы 14-22 |
| 11. Расчет стойки СЦ-1пр                         | N3082TM-Т7, листы 23-27 |
| 12. Расчет стойки СЦ-1                           | N3082TM-Т7, листы 28+32 |
| 13. Расчет металлических<br>элементов            | N3082TM-Т7, листы 33+40 |

Ремонт СЗО эол Зок 156-100 ЗМ 19/II-65г.

## 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 чнв. N 3002 тм - т б.

В основу программы положена методика расчета, рекомендуемая пособием по расчету опор на оттяжках (чнв. 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 подожника 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  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  на уровне поясов нижней траверсы вдоль горизонтальных осей  $X$  и  $Y$ .

5 Углы поворота траверсы относительно осей  $u$  и  $z$ .

Расчет угловой опоры ведется на нагрузки при изменении угла  $\beta$  ВЛ через  $10^\circ$ , при этом нагрузки на опору вычисляются автоматически по общим исходным данным.

Общие исходные данные состоят из двух групп:

Группа "а":  $\alpha, d, d_0, \ell, H_0, H, h_0, h_1$  - 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,  $\ell_8$  - расчетный ветровой пролет.

Группа "б":  $P_B$  - 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,  $M_B$  - момент относительно оси "у" от ветра на конструкцию опоры,  $M_B'$  - момент на уровне крепления тяг нижней траверсы к стойке от ветра на верхнюю часть опоры,  $M_D$  - момент относительно оси "у" от весовых нагрузок,  $M_D'$  - момент на уровне тяг нижней траверсы от весовых нагрузок.



$G$  - 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 стержневым. Расчет железобетонных стоек с различными вариантами армирования выполнен в соответствии с „Инструкцией по расчету железобетонных опор и фундаментов к ним“ инв. N 1070 тм

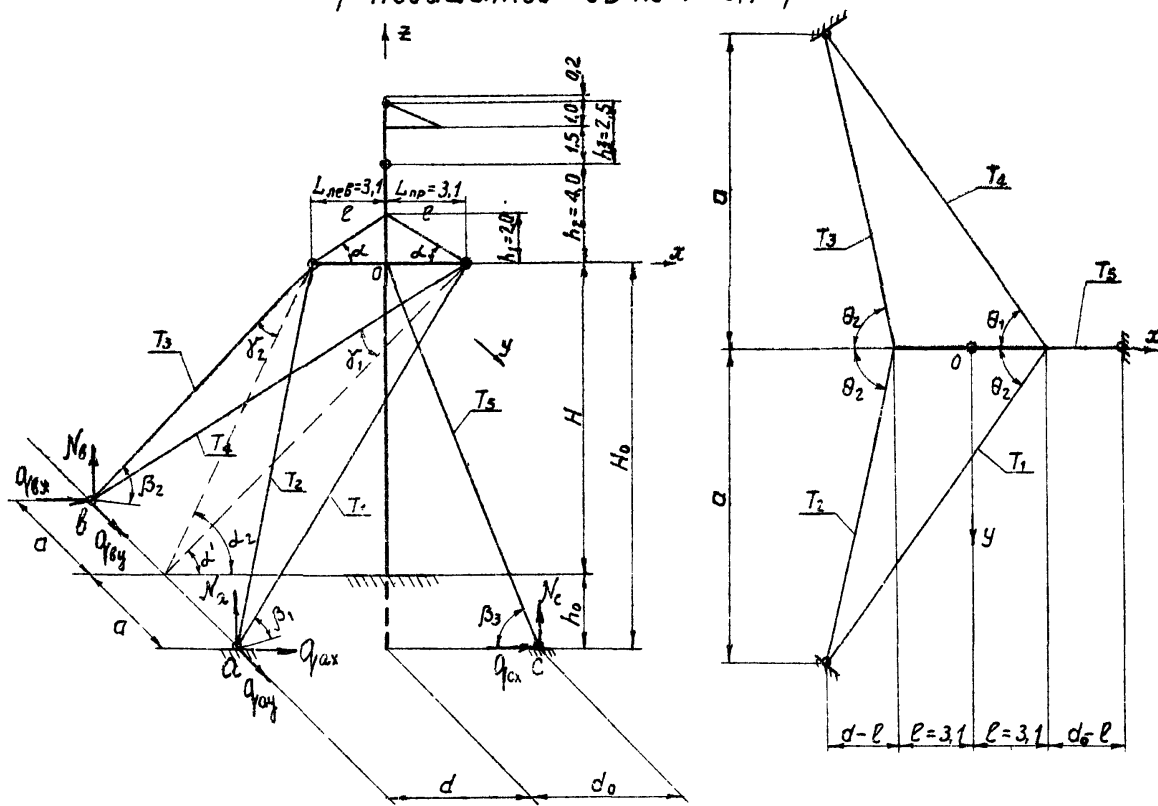
Расчет металлических элементов опоры выполнен в соответствии с „Инструкцией по расчету стальных опор и фундаментов к ним“ инв. N 1562 тм.

Все расчеты выполнены по методу предельных состояний.

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

Рисунки 230 все вкл 156-100 зкл 19/5-63.

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 | Обозначение | Угол в градусах | tg    | sin          | cos    | Угол в градусах | tg    | sin   | cos    |
| Угол между поясом траверсы и тросом                      | $\alpha$          |             | 32°54'          | 0,646 | 0,543        | 0,8396 | 32°54'          | 0,646 | 0,543 | 0,8396 |
| Угол в плане между тросами $T_1$ и $T_4$ и осью траверсы | $\theta_1$        |             | 10,4            | 0,749 | 0,663        |        | 12,7            | 0,768 | 0,64  |        |
|  |                   |             | 9,2             |       |              |        | 10,5            |       |       |        |
| Угол в плане между тросами $T_2$ и $T_3$ и осью траверсы | $\theta_2$        |             | 10,4            | 0,961 | 0,277        |        | 12,7            | 0,945 | 0,327 |        |
|  |                   |             | 3,0             |       |              |        | 4,4             |       |       |        |
| Угол в плоскости троса $T_1$ к горизонту                 | $\beta_1$         |             | 19,5            | 0,744 | 0,668        |        | 19,2            | 0,759 | 0,651 |        |
|  |                   |             | 13,9            |       |              |        | 16,5            |       |       |        |
| Угол в плоскости троса $T_2$ к горизонту                 | $\beta_2$         |             | 15,5            | 0,819 | 0,574        |        | 19,2            | 0,814 | 0,581 |        |
|  |                   |             | 10,85           |       |              |        | 13,45           |       |       |        |
| Угол в плоскости троса $T_3$ к горизонту                 | $\beta_3$         |             | 15,5            | 0,931 | 0,365        |        | 19,2            | 0,932 | 0,363 |        |
|  |                   |             | 6,1             |       |              |        | 7,5             |       |       |        |
| Половинный угол между тросами $T_1$ и $T_4$              | $\gamma_1$        |             | 10,4            | 0,5   | 0,866        |        | 12,7            | 0,5   | 0,866 |        |
|  |                   |             | 18,08           |       |              |        | 21,95           |       |       |        |
| Половинный угол между тросами $T_2$ и $T_3$              | $\gamma_2$        |             | 10,4            | 0,549 | 0,836        |        | 12,7            | 0,549 | 0,836 |        |
|  |                   |             | 15,8            |       |              |        | 19,7            |       |       |        |
| Угол между проекцией троса $T_1$ и горизонтом            | $\alpha_1$        |             | 15,5            | 0,86  | 0,511        |        | 19,2            | 0,876 | 0,482 |        |
|  |                   |             | 9,2             |       |              |        | 10,6            |       |       |        |
| Угол между проекцией троса $T_2$ и горизонтом            | $\alpha_2$        |             | 15,5            | 0,982 | 0,190        |        | 19,2            | 0,975 | 0,223 |        |
|  |                   |             | 3,0             |       |              |        | 4,4             |       |       |        |

Расчетные длины тросов [м]

| Шифр обознач.      | УБ 110-1  | УБ 110-1+3,7                                       |
|--------------------|---|--|
| $l_{T_1}, l_{T_4}$ | $\sqrt{10,4^2 + 9,2^2 + 15,5^2} = 20,8 \text{ м}$ | $\sqrt{12,7^2 + 10,5^2 + 19,2^2} = 25,3 \text{ м}$ |
| $l_{T_2}, l_{T_3}$ | $\sqrt{10,4^2 + 3^2 + 15,5^2} = 18,9 \text{ м}$   | $\sqrt{12,7^2 + 4,4^2 + 19,2^2} = 23,4 \text{ м}$  |
| $l_{T_5}$          | $\sqrt{6,1^2 + 15,5^2} = 16,7 \text{ м}$          | $\sqrt{7,5^2 + 19,2^2} = 20,6 \text{ м}$           |

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

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

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

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.   | Среднеэксп. режим I   | Среднеэксп. режим II  |   |
| a           | см                 | 1270              | $P_8$  | кг          | 1050  | 262   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1. Максимальное тяжение в тросе $G_{max} = 45 \text{ кг/м}^2$ .<br>2. Критические пролеты для троса $l_{2х} = 224 \text{ м}$ и $l_{3х} = 100 \text{ м}$ (для I и II р.с. соответственно).<br>3. Ветровая нагрузка на трос принята по промежуточным опорам с коэффициентами увеличения скоростного напора по высоте $k=1.08$ ( $kQ=54 \text{ кг/м}^2$ ).<br>4. В аварийных режимах нагрузки подсчитаны при условии обрыва двух проводов до АС-150 и одного - при марке провода выше АС-150 |
| d           | —                  | 750               | $P_n$  | кг/м        | 111   | 145   | 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              | $T'_e$   | —           | 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 <sup>2</sup> | $1,5 \times 10^6$ | $T''_e$  | —           | 3145  | 4350  | 2360  | 3510  | 2405  | 1330  |   |
| $F_1$       | см <sup>2</sup>    | 2,82              | $T''_c$  | —           | 3145  | 4350  | 0   | 3510  | 2405  | 1330  |   |
| $F_2$       | —                  | 2,82              | $T''_T$  | —           | 2420  | 3065  | 2450  | 0   | 2120  | 980   |   |
| $F_5$       | —                  | 2,82              | $M_6$  | кгсм        | $-24,28 \times 10^4$  | $-8,16 \times 10^4$   | 0   | 0   | 0   | 0   |   |
| $V_c$       | кг см <sup>2</sup> | $118 \times 10^9$ | $M_9$  | —           | $1,909 \times 10^4$   | $2,77 \times 10^4$  | $1,92 \times 10^4$  | $1,91 \times 10^4$  | $1,909 \times 10^4$   | $1,909 \times 10^4$   |   |
| $T_{05}$    | кг                 | 10000             | $M'_6$   | —           | $4,72 \times 10^4$  | $1,06 \times 10^4$  | 0   | 0   | 0   | 0   |   |
| $l_g$       | м                  | 230               | $M'_9$   | —           | $1,909 \times 10^4$   | $2,77 \times 10^4$  | $-18,69 \times 10^4$  | $1,91 \times 10^4$  | $1,909 \times 10^4$   | $1,909 \times 10^4$   |   |
| $L_{пр}$    | 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   |   |
| $L_8$       | —                  | 0                 | Схема основной нагрузки при $\alpha=0$ и подвеске проводов марки |             |  |  |  |  |  |  |   |
| $h_2$       | —                  | 400               |  |             | АСО-240   | АС-150  | АСО-240   | АСО-240   | АСО-240   | АСО-240   |   |
| $h_3$       | —                  | 250               |  |             |   |   |   |   |   |   |   |

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

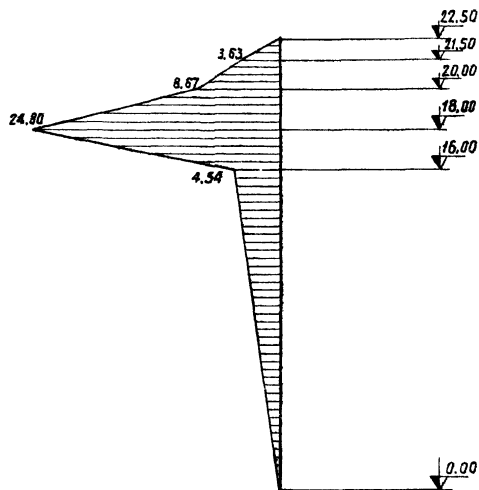
## Результаты статического расчета опоры произведенного на ЭЦВМ „Урал 2“

| Результаты расчета                        | Нормальный режим I; q=50 кг/м <sup>2</sup> ; C=0 |                       |                       |                       |                       |                       | Нормальный режим II; q=14 кг/м <sup>2</sup> ; C=20мм |                       |                       |                       |                       |                       | Аварийный режим III. Обрыв берзневского и левого проводов АС-150 |                       |                       |                       |                       |                       | Аварийный режим IV. Обрыв троса |                       |                       |                       |                       |                       | Среднеэксплуатационный режим I |                       |                       |                       |                       |                       | Среднеэксплуатационный режим II |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |   |   |
|---|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---|---|
|   | 0°   | 10°                   | 20°                   | 30°                   | 40°                   | 50°                   | 60°  | 0°                    | 10°                   | 20°                   | 30°                   | 40°                   | 50°  | 60°                   | 0°                    | 10°                   | 20°                   | 30°                   | 40°                             | 50°                   | 60°                   | 0°                    | 10°                   | 20°                   | 30°                            | 40°                   | 50°                   | 60°                   | 0°                    | 10°                   | 20°                             | 30°                   | 40°                   | 50°                   | 60°                   | 0°                    | 10°                   | 20°                   | 30°                   | 40°                   | 50°                   | 60°                   |                       |   |   |   |
| Усилия в оптяжках                         | T <sub>1</sub>                                   | 4006                  | 4953                  | 5890                  | 6810                  | 7705                  | 8657   | 9939                  | 3776                  | 5072                  | 6354                  | 7612                  | 9121   | 10948                 | 12694                 | 0                     | 0                     | 398                   | 1006                            | 1628                  | 2264                  | 2905                  | 1346                  | 2338                  | 3336                           | 4330                  | 5316                  | 6285                  | 7287                  | 3066                  | 3805                            | 4639                  | 5261                  | 5967                  | 6651                  | 7307                  | 3065                  | 3465                  | 3861                  | 4251                  | 4632                  | 5001                  | 5335                  |   |   |   |
|   | T <sub>2</sub>                                   | 4083                  | 5802                  | 7503                  | 9173                  | 10798                 | 12461  | 14441                 | 4072                  | 6388                  | 8679                  | 10925                 | 13411  | 16200                 | 18864                 | 1463                  | 2597                  | 3718                  | 4824                            | 5915                  | 6984                  | 8020                  | 1273                  | 2877                  | 4480                           | 6072                  | 7639                  | 9170                  | 10713                 | 2862                  | 4239                            | 5604                  | 6949                  | 8263                  | 9535                  | 10758                 | 2862                  | 3581                  | 4294                  | 4997                  | 5683                  | 6348                  | 6986                  |   |   |   |
|   | T <sub>3</sub>                                   | 4083                  | 5802                  | 7503                  | 9173                  | 10798                 | 12461  | 14441                 | 4072                  | 6388                  | 8679                  | 10925                 | 13411  | 16200                 | 18864                 | 4185                  | 5309                  | 6399                  | 7453                            | 8473                  | 9450                  | 10377                 | 4452                  | 6043                  | 7611                           | 9142                  | 10626                 | 12051                 | 13466                 | 2862                  | 4239                            | 5604                  | 6949                  | 8263                  | 9536                  | 10758                 | 2862                  | 3581                  | 4294                  | 4997                  | 5683                  | 6348                  | 6986                  |   |   |   |
|   | T <sub>4</sub>                                   | 4006                  | 4953                  | 5890                  | 6810                  | 7705                  | 8657   | 9939                  | 3776                  | 5072                  | 6354                  | 7612                  | 9121   | 10948                 | 12694                 | 7652                  | 7624                  | 7935                  | 8398                            | 8821                  | 9200                  | 9533                  | 4784                  | 5763                  | 6721                           | 7551                  | 8547                  | 9400                  | 10264                 | 3066                  | 3805                            | 4639                  | 5261                  | 5967                  | 6651                  | 7307                  | 3065                  | 3465                  | 3861                  | 4251                  | 4632                  | 5001                  | 5335                  |   |   |   |
|   | T <sub>5</sub>                                   | 8494                  | 6666                  | 4858                  | 3083                  | 1357                  | 0  | 0                     | 8674                  | 6197                  | 3747                  | 1345                  | 0  | 0                     | 0                     | 11056                 | 9131                  | 7742                  | 6638                            | 5560                  | 4516                  | 3573                  | 9993                  | 8216                  | 6452                           | 4715                  | 3018                  | 1374                  | 0                     | 9993                  | 8545                            | 7107                  | 5691                  | 4309                  | 2969                  | 1684                  | 9993                  | 9226                  | 8466                  | 7717                  | 6986                  | 6277                  | 5596                  |   |   |   |
| Гор. реакция под ступкой                  | R <sub>x</sub>                                   | -146                  | -105,7                | -65,9                 | -26,7                 | 11,5                  | 44,8   | 61,7                  | -18,20                | 33,10                 | 87,7                  | 133,3                 | 170,1  | 190,6                 | 210,2                 | 238,7                 | 101,0                 | 77,4                  | 111,4                           | 144,7                 | 176,9                 | 207,9                 | 3,18                  | 24,89                 | 46,44                          | 67,6                  | 88,4                  | 108,5                 | 125,4                 | 3,2                   | 38,3                            | 73,09                 | 107,3                 | 140,9                 | 173,3                 | 204,5                 | 3,2                   | 19,6                  | 35,8                  | 51,8                  | 67,4                  | 82,5                  | 97,1                  |   |   |   |
| Перемещение оси ступки на уровне проверсы | Δx   | 2,02                  | 4,46                  | 6,88                  | 9,26                  | 11,57                 | 13,97  | 17,0                  | 1,77                  | 5,09                  | 8,37                  | 11,59                 | 15,27  | 19,53                 | 23,60                 | -1,41                 | 1,16                  | 3,02                  | 4,60                            | 5,94                  | 7,34                  | 8,68                  | 0,91·10 <sup>-2</sup> | 2,39                  | 4,75                           | 7,08                  | 9,35                  | 11,55                 | 13,78                 | 0,91·10 <sup>-2</sup> | 1,95                            | 3,87                  | 5,77                  | 7,62                  | 9,41                  | 11,14                 | 0,9·10 <sup>-2</sup>  | 1,03                  | 2,05                  | 3,06                  | 4,03                  | 4,98                  | 5,89                  |   |   |   |
| Углы поворота траверсы                    | γ  | 0,46·10 <sup>-4</sup> | 0,37·10 <sup>-3</sup> | 0,77·10 <sup>-3</sup> | 0,12·10 <sup>-2</sup> | 0,16·10 <sup>-2</sup> | 0,19·10 <sup>-2</sup>                                | 0,21·10 <sup>-2</sup> | 0,26·10 <sup>-3</sup> | 0,79·10 <sup>-3</sup> | 0,13·10 <sup>-2</sup> | 0,18·10 <sup>-2</sup> | 0,22·10 <sup>-2</sup>  | 0,25·10 <sup>-2</sup> | 0,27·10 <sup>-2</sup> | 0,18·10 <sup>-2</sup> | 0,93·10 <sup>-3</sup> | 0,71·10 <sup>-3</sup> | 0,105·10 <sup>-2</sup>          | 0,14·10 <sup>-2</sup> | 0,17·10 <sup>-2</sup> | 0,20·10 <sup>-2</sup> | 0,31·10 <sup>-3</sup> | 0,27·10 <sup>-3</sup> | 0,51·10 <sup>-3</sup>          | 0,74·10 <sup>-3</sup> | 0,97·10 <sup>-3</sup> | 0,12·10 <sup>-2</sup> | 0,14·10 <sup>-2</sup> | 0,31·10 <sup>-3</sup> | 0,38·10 <sup>-3</sup>           | 0,74·10 <sup>-3</sup> | 0,11·10 <sup>-2</sup> | 0,14·10 <sup>-2</sup> | 0,17·10 <sup>-2</sup> | 0,21·10 <sup>-2</sup> | 0,31·10 <sup>-3</sup> | 0,20·10 <sup>-3</sup> | 0,37·10 <sup>-3</sup> | 0,53·10 <sup>-3</sup> | 0,69·10 <sup>-3</sup> | 0,84·10 <sup>-3</sup> | 0,99·10 <sup>-3</sup> |   |   |   |
| Углы поворота траверсы                    | β  | 0,35·10 <sup>-4</sup> | 0,83·10 <sup>-4</sup> | 0,13·10 <sup>-3</sup> | 0,2·10 <sup>-3</sup>  | 0,22·10 <sup>-3</sup> | 0,27·10 <sup>-3</sup>                                | 0,32·10 <sup>-3</sup> | 0,34·10 <sup>-3</sup> | 0,39·10 <sup>-3</sup> | 0,46·10 <sup>-3</sup> | 0,23·10 <sup>-3</sup> | 0,29·10 <sup>-3</sup>  | 0,37·10 <sup>-3</sup> | 0,45·10 <sup>-3</sup> | 0,92·10 <sup>-2</sup> | 0,61·10 <sup>-2</sup> | 0,51·10 <sup>-2</sup> | 0,49·10 <sup>-2</sup>           | 0,46·10 <sup>-2</sup> | 0,47·10 <sup>-2</sup> | 0,44·10 <sup>-2</sup> | 0,63·10 <sup>-3</sup> | 0,69·10 <sup>-3</sup> | 0,68·10 <sup>-3</sup>          | 0,67·10 <sup>-3</sup> | 0,66·10 <sup>-3</sup> | 0,63·10 <sup>-3</sup> | 0,60·10 <sup>-3</sup> | 0,56·10 <sup>-3</sup> | 0,39·10 <sup>-3</sup>           | 0,77·10 <sup>-3</sup> | 0,12·10 <sup>-3</sup> | 0,16·10 <sup>-3</sup> | 0,19·10 <sup>-3</sup> | 0,22·10 <sup>-3</sup> | 0,56·10 <sup>-3</sup> | 0,21·10 <sup>-3</sup> | 0,41·10 <sup>-3</sup> | 0,6·10 <sup>-3</sup>  | 0,8·10 <sup>-3</sup>  | 0,98·10 <sup>-3</sup> | 0,12·10 <sup>-3</sup> |   |   |   |
| Изг. моменты на уровне лопат              | M <sub>c</sub>                                   | -88896                | -153343               | -217152               | -279838               | -340322               | -334207  | -421258               | -72129                | -154079               | -235072               | -314494               | -373375  | -406165               | -437468               | -381962               | -161626               | -123905               | -178384                         | -231604               | -283158               | -332655               | -5095                 | -39832                | -74305                         | -108251               | -141412               | -173535               | -200616               | -5092                 | -61236                          | -116953               | -171819               | -225415               | -277335               | -327183               | -5092                 | -31282                | -57272                | -82865                | -107861               | -132086               | -155339               |   |   |   |
| Гор. реакция под ступкой                  | R <sub>y</sub>                                   | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0  | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0  | 0                     | 0                     | 590                   | 588                   | 581                   | 570                             | 554                   | 534                   | 511                   | 995                   | 991                   | 980                            | 961                   | 935                   | 902                   | 861                   | 0                     | 0                               | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0 | 0 | 0 |
| Верт. реакция под ступкой                 | N <sub>η</sub>                                   | -30663                | -33214                | -35737                | -38213                | -40624                | -43527   | -48714                | -36648                | -40100                | -43514                | -46863                | -51968   | -59305                | -66318                | -32080                | -32112                | -33166                | -34721                          | -36239                | -37710                | -39122                | -30091                | -32546                | -34982                         | -37382                | -39725                | -41995                | -44553                | -28636                | -30662                          | -32673                | -34653                | -36587                | -38461                | -40260                | -29099                | -30168                | -31229                | -32273                | -33293                | -34281                | -35231                |   |   |   |
| Усилия на анкерные лопаты                 | N <sub>α</sub>                                   | 6379                  | 8506                  | 10609                 | 12674                 | 14684                 | 16767  | 19361                 | 6196                  | 9076                  | 11923                 | 14717                 | 17897  | 21565                 | 25071                 | 1199                  | 2128                  | 3347                  | 4714                            | 6080                  | 7437                  | 8771                  | 2063                  | 4128                  | 6198                           | 8255                  | 10286                 | 12273                 | 14297                 | 4667                  | 6355                            | 8030                  | 9679                  | 11290                 | 12851                 | 14349                 | 4667                  | 5559                  | 6443                  | 7314                  | 8165                  | 8989                  | 9780                  |   |   |   |
|   | Q <sub>αx</sub>                                  | 2442                  | 3161                  | 3872                  | 4570                  | 5250                  | 5960   | 6868                  | 2344                  | 3321                  | 4287                  | 5235                  | 6333   | 7620                  | 8851                  | 275                   | 488                   | 864                   | 1326                            | 1792                  | 2258                  | 2720                  | 802                   | 1518                  | 2236                           | 2951                  | 3658                  | 4350                  | 5059                  | 1820                  | 2387                            | 2950                  | 3505                  | 4047                  | 4572                  | 5076                  | 1819                  | 2121                  | 2421                  | 2716                  | 3004                  | 3283                  | 3552                  |   |   |   |
|   | Q <sub>αy</sub>                                  | -4220                 | -5626                 | -7018                 | -8383                 | -9713                 | -11091   | -12806                | -4099                 | -6004                 | -7887                 | -9735                 | -11838   | -14264                | -16584                | -793                  | -1407                 | -2214                 | -3118                           | -4022                 | -4919                 | -5802                 | -1365                 | -2730                 | -4039                          | -5460                 | -6803                 | -8118                 | -9457                 | -3087                 | -4204                           | -5311                 | -6402                 | -7470                 | -8500                 | -9491                 | -3087                 | -3677                 | -4262                 | -4838                 | -5401                 | -5946                 | -6470                 |   |   |   |
|   | N <sub>β</sub>                                   | 6379                  | 8506                  | 10609                 | 12674                 | 14684                 | 16767  | 19361                 | 6196                  | 9076                  | 11923                 | 14717                 | 17897  | 21565                 | 25071                 | 9226                  | 10125                 | 11253                 | 12468                           | 13624                 | 14712                 | 15724                 | 7271                  | 9317                  | 11327                          | 13286                 | 15180                 | 16994                 | 18808                 | 4667                  | 6355                            | 8030                  | 9679                  | 11290                 | 12851                 | 14349                 | 4667                  | 5559                  | 6443                  | 7314                  | 8165                  | 8989                  | 9780                  |   |   |   |
|   | N <sub>βx</sub>                                  | 2442                  | 3161                  | 3872                  | 4570                  | 5250                  | 5960   | 6868                  | 2344                  | 3321                  | 4287                  | 5235                  | 6333   | 7620                  | 8851                  | 3987                  | 4185                  | 4520                  | 4912                            | 5280                  | 5622                  | 5935                  | 2837                  | 3545                  | 4240                           | 4916                  | 5570                  | 6194                  | 6821                  | 1820                  | 2387                            | 2950                  | 3505                  | 4047                  | 4572                  | 5076                  | 1819                  | 2121                  | 2421                  | 2716                  | 3004                  | 3283                  | 3552                  |   |   |   |
|   | N <sub>βy</sub>                                  | 4220                  | 5626                  | 7018                  | 8383                  | 9713                  | 11091  | 12806                 | 4099                  | 6004                  | 7887                  | 9735                  | 11838  | 14264                 | 16584                 | 6103                  | 6697                  | 7443                  | 8247                            | 9012                  | 9731                  | 10400                 | 4810                  | 6182                  | 7492                           | 8788                  | 10041                 | 11241                 | 12440                 | 3087                  | 4204                            | 5311                  | 6402                  | 7470                  | 8500                  | 9491                  | 3087                  | 3677                  | 4262                  | 4838                  | 5401                  | 5946                  | 6470                  |   |   |   |
|   | N <sub>c</sub>                                   | 7912                  | 6209                  | 4525                  | 2873                  | 1264                  | 0  | 0                     | 8080                  | 5772                  | 3491                  | 1252                  | 0  | 0                     | 0                     | 10297                 | 8504                  | 7211                  | 6183                            | 5179                  | 4207                  | 3273                  | 9308                  | 7652                  | 6010                           | 4392                  | 2811                  | 1280                  | 0                     | 9308                  | 7959                            | 6620                  | 5302                  | 4013                  | 2766                  | 1568                  | 9308                  | 8594                  | 7885                  | 7188                  | 6507                  | 5847                  | 5213                  |   |   |   |
| Q <sub>βx</sub>                           | -3090  | -2426                 | -1768                 | -1122                 | -494                  | 0                     | 0  | -3156                 | -2255                 | -1363                 | -489                  | 0                     | 0  | 0                     | -4027                 | -3322                 | -2816                 | -2415                 | -2023                           | -1643                 | -1278                 | -3636                 | -2989                 | -2347                 | -1715                          | -1098                 | -500                  | 0                     | -3636                 | -3109                 | -2585                           | -2071                 | -1568                 | -1080                 | -612                  | -3636                 | -3357                 | -3080                 | -2808                 | -2541                 | -2284                 | -2036                 |                       |   |   |   |

Примечание: Обозначения усилий и перемещений приведенные в таблице соответствуют программе, инв. N3002 ТМ-ТБ.

Элюры изгибающих моментов и перерезывающих сил

Элюра моментов



$$M \nabla 22,50 = 0$$

$$M \nabla 21,50 = 3,63 \times 1,0 = 3,63 \text{ тм}$$

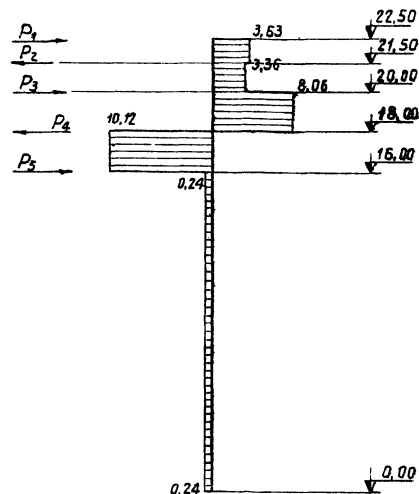
$$M \nabla 20,00 = 3,63 \times 2,50 - 0,27 \times 1,5 = 9,07 - 0,40 = 8,67 \text{ тм}$$

$$M \nabla 18,00 = 3,63 \times 4,50 - 0,27 \times 3,5 + 4,7 \times 2 = 16,35 - 0,95 + 9,40 = 24,80 \text{ тм}$$

$$M \nabla 16,00 = 3,63 \times 6,50 - 0,27 \times 5,5 + 4,7 \times 4 - 18,18 \times 2 = 23,60 - 1,50 + 18,80 - 36,36 = 4,54 \text{ тм}$$

$$M \nabla 0,00 = 3,63 \times 22,5 - 0,27 \times 21,5 + 4,7 \times 20,0 - 18,18 \times 18 + 9,88 \times 16,0 = 81,8 - 5,8 + 94,0 - 327,0 + 158,0 \approx 0$$

Элюра перерезывающих сил



$$P_1 = P_T + W \times 0,7 + \frac{Mg}{1,0} = 3065 + 1248 \times 230 + 7,9 \times 0,7 + \frac{277}{1,0} = 3630 \text{ кг} = 3,63 \text{ т}$$

$$P_2 = \frac{277}{1} - W \times 1,25 = 277 - 9,8 = 0,27 \text{ т}$$

$$P_4 = (V_2 - V_1) \times \frac{3,1}{2} = (30,90 - 19,20) - 0,0079 \times 2 = 18,20 - 0,02 = 18,18 \text{ т}$$

$$V_2 = 2 \times 18,864 \times \frac{19,20}{23,44} = 30,90 \text{ т}$$

$$V_1 = 2 \times 12,694 \times \frac{19,20}{25,34} = 19,20 \text{ т}$$

$$P_3 = P_n + W \times 1,75 = 4350 + 1,45 \times 230 + 14 = 4,7 \text{ т}$$

$$P_5 = 18,20 + 0,02 + 4,68 + 4,68 - 2 \times 12,694 \times \frac{10,6}{25,35} - 2 \times 18,864 \times \frac{4,4}{23,44} = 18,20 + 0,02 + 4,68 + 4,68 - 10,65 - 7,05 = 9,88 \text{ т}$$

# Расчет стойки сц-1п

(Архивный № 3082ТМ-Т4-2)

Расчетные характеристики стойки:

$$D = 56 \text{ см}, \quad \delta = 6 \text{ см}; \quad \tau_B = 25 \text{ см}; \quad \tau_H = 25,6 \text{ см}; \quad \tau_a = 25,2 \text{ см}$$

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

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 холоднокатаной проволоки периодического профиля по ГОСТ 8480-63 и стали класса А-I.

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

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

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

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

## 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.  $\alpha = 60^\circ$

$$M = 4,375 \text{ тм}$$

$$N = 66,32 \text{ т}$$

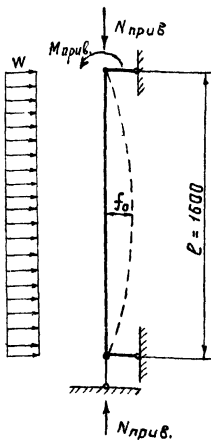
Среднеэксплуатационный режим II.

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

$$N_{дл} = 35,23 \text{ т}$$

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

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



Результат от эск. № 136-100 эск. 19/12-62.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Момент от прогиба стоек.

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

$f_0$  - производственный прогиб стойки 2,5 мм на 1 мм согласно главы СНиП III-У.6-67.

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

Решение 03.07.2014 г. 15:56:40

$f_w$  - прогиб от изгибающего момента

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

$$N_3 = \frac{\pi^2 \cdot B}{\rho^2} = \frac{\pi^2 \times 12,20 \cdot 10^{10}}{1600^2} = 460000 \text{ кг}$$

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

Действующие изгибающие моменты в сечениях стойки на высоте равны:

$$M_{npуб}^P = M_{npуб} \cdot \frac{\sin \alpha x}{\sin \alpha l} + M_0 \sin \frac{\pi}{l} x + W \frac{\rho x - x^2}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Потери предварительного напряжения в арматуре:

1) от усадки тяжелого бетона

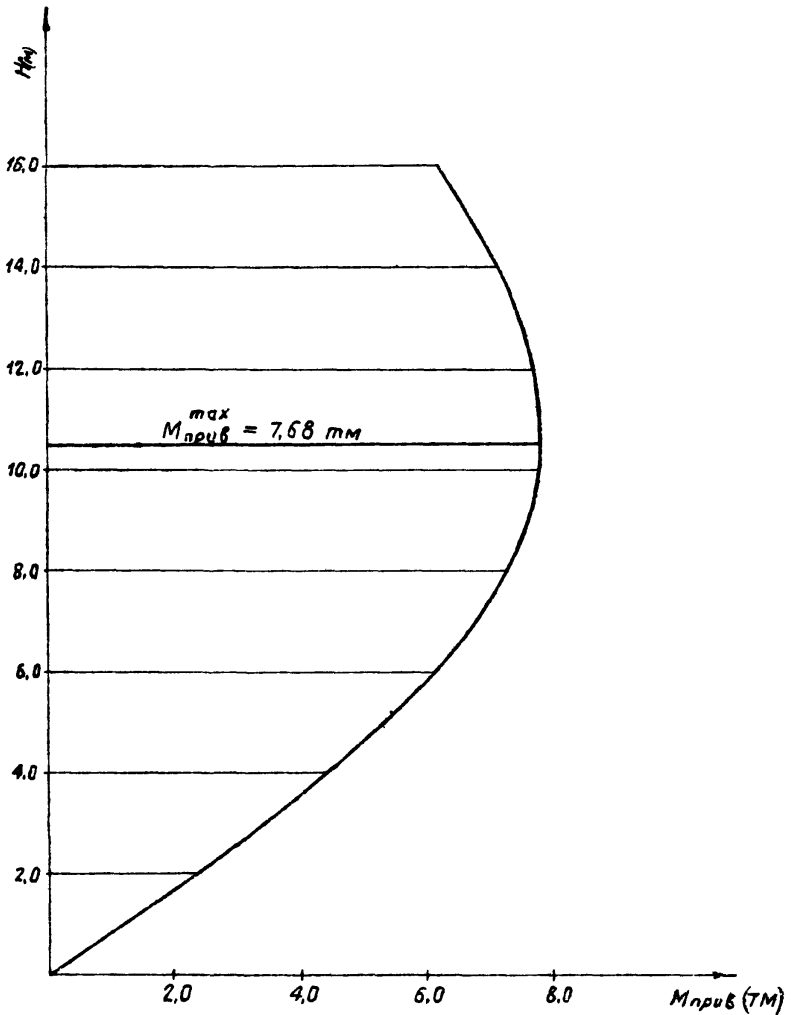
$$\sigma_{\text{ус}} = 400 \text{ кг/см}^2$$

2) от релаксации напряжений

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

|             |  |  |  |       |  |
|-------------|--|--|--|-------|--|
| N3082 тм т7 |  |  |  | Лист  |  |
| литера      |  |  |  | 17/40 |  |

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

$M_{max} = 7,68 тм$

на отм. 10,5 м

|             |  |  |  |      |    |
|-------------|--|--|--|------|----|
| N3082ТМ-Т 7 |  |  |  | Лист |    |
| литера      |  |  |  | 18   | 40 |

3. Потери на усадки и форме

$$\sigma_{уп} = 400 \text{ кг/см}^2$$

4. От ползучести бетона:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2<sup>ой</sup> случая внецентренного сжатия:

$$N(e_o + z_H) \leq z_H [R_{пр} F + K_a (R_{ак} F_a + R_{нс} F_H) - m_T \sigma'_o F_H]$$

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

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

$$\text{т.к. } e_o < z_H \quad K_a = 1 - \frac{e_o}{3z_H} = 1 - \frac{9,8}{3 \times 25,6} = 1 - 0,128 = 0,872.$$

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

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

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

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

Б. Расчет по трещиностойкости

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

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

$n \approx 1,4$  - 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  $\psi$  находим из уравнения

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Потери от релаксации напряжений

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

4. От ползучести бетона

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### В. Расчет стойки ЦЦ-1п на изгиб

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

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

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

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

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

$$M^P = \frac{0,997}{3,14} [290 \times 922 \times 25 + (10800 - 5860) \cdot 15,1 \times 25,5 + (2100 + 2100) \cdot 4,52 \times 25,2] =$$

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

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

г. Расчет на поперечную силу

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

Главные растягивающие напряжения с учетом предварительного обжатия бетона в сечении

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

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

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

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

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

$$\sigma_{б0} = \frac{\sigma_0 \cdot F_n - (\sigma_{уст} + \sigma_{нд}) \cdot F_a}{F_n} = \frac{8600 \times 15,10 - (400 + 820) \cdot 4,52}{1019} = 122 \text{ кг/см}^2$$

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

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

Поперечная арматура ставится конструктивно.

## Расчет стойки СЦ-1пр

(Архивный номер N3082ТМ-Т4-3)

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 ЦНИУЧМ 426-61 и стали класса А-І.

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

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

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

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

А. Расчет на внецентренное сжатие

Жесткость стойки СЦ-1пр

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

$$J_p = \frac{\pi b}{32} (D+d)(D^2+d^2) + 0,5(\eta_1 - 1) F_H \cdot z_H^2 + 0,5(\eta_2 - 1) F_a z_a^2 =$$

$$= \frac{3,14 \times 6}{32} (56+4) (56^2+4^2) + 0,5(4,74-1) 14,53 \times 25,6^2 + 0,5(5,52-1) 4,52 \times 25,6^2$$

$$= 296000 + 18000 + 7000 = 321000 \text{ см}^4$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{10200 \times 14,53 + 2100 \times 4,52 + 79300}{(10200 - 5170) \times 14,53 + (2100 + 2100) \times 4,52 + 230 \times 925} = \frac{235400}{360000} = 0,654$$

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

для 2-го случая внецентренного сжатия.

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

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

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

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

Калькулятор 030 300 300 156700 20 19/12/2021



$$M^p = 25,6 [220 \times 923 + 0,872 (2100 \times 4,52 + 3500 \times 14,53) - 1,1 \times 7970 \times 14,53] =$$

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

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

Б Расчет по трещиностойкости

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

для изгибаемого элемента, при втором случае внецентренного сжатия.

Параметр  $\psi$  находим из уравнения:

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

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

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

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

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

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

Потери предварительного напряжения:

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

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

3. От релаксации напряжений  $\sigma_{\text{рл}} = (0,27 \frac{9360}{16000} - 0,1) \cdot 9360 = 540 \text{ кг/см}^2$

4. От ползучести бетона

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

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

Решение 330 эср 3ин 196-100 эд. 19/2-68г.

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

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

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

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

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

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

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

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

### В. Расчет стойки на изгиб

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

$$= \frac{10200 \times 14,53 + 2100 \times 4,52}{(10200 - 5170) \times 14,53 + 4200 \times 452 + 290 \times 923} = \frac{158000}{360000} = 0,440$$

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

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

$$M^P = \frac{0,983}{3,14} \left[ 290 \times 923 \times 25 + (10200 - 5170) \cdot 14,53 \times 25,6 + (2100 + 2100) \times \right. \\ \left. \times 4,52 \times 25,6 \right] = 0,313 \cdot (6690000 + 1870000 + 485000) = \\ = 2830000 \text{ кгсм} = 28,3 \text{ тм}$$

$$M^P = 28,3 \text{ тм} > M_g = 24,80 \text{ тм} \text{ (см. элюру моментов} \\ \text{лист 13)}.$$

Г. Расчет на поперечную силу

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

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

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

$$\sigma_{50} = \frac{\sigma_0 F_n - (\sigma_{yc} + \sigma_{20}) F_0}{F_n} = \frac{7970 \times 14,53 - (400 + 845) 4,52}{1016} = 109 \text{ кг/см}^2$$

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

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

Поперечная арматура ставится конструктивно.

## Расчет стойки СЦ-1 (Архивный № 3098 ТМ-Т4-2)

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.

$$R_n = R_a = 5100 \text{ кг/см}^2; \quad R_{nc} = R_{ac} = 3500 \text{ кг/см}^2;$$

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

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

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 ненамного 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:

Рисунки 230 стр 156-160 вкл. 19/5-63.

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

2. От релаксации напряжений

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

3. От ползучести бетона

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

$$\sigma_{\sigma} = \frac{13,57 \cdot (5400 - 310)}{1048} = 56 \text{ кг/см}^2;$$

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

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

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

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

$$\alpha_k = \frac{5100(13,57 + 11,31) + 78300}{(5100 - 1160) \cdot 13,57 + (5100 + 3600) \cdot 11,31 + 917 \times 290} = \frac{204800}{418000} \approx 0,490$$

так как  $\alpha_k = 0,49 < 0,50$

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

$$N_e = 78300 \times 9,8 = 7,68 \text{ тм} < 33,1 \text{ тм}$$

Б. Расчет по трещиностойкости

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

при этом  $\psi$  определяется из уравнения:

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

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.

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

3. От ползучести бетона

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Происходит раскрытие трещин.

В. Расчет стойки СЦ-1 на изгиб

$$M_p = \frac{1}{J} [R_u \cdot F_b \cdot z + (R_H + G'_c) \cdot F_H \cdot z_H + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a \cdot z_a] \cdot \sin \pi \alpha_k$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Файл № 030 эсп. Зап. № 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Q'_b = 0,3 \times 6 \times (10,5 + 25,0)^2 \times 290 = 658\,000 \text{ кгсм}$$

$$F_{ca} = \frac{10120 \times 10120 \times 100}{4 \times 658\,000 \times 1700} = \frac{10,2 \times 10^9}{4,48 \times 10^9} = 2,29 \text{ см}^2;$$

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

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

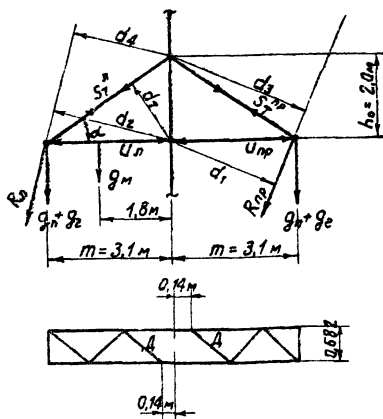
Принят шаг спирали 50 мм.



# Расчет металлических элементов

## Расчет нижней траверсы

### Расчетная схема



Расчетные данные:

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

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

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

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

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

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

$$L_7 = \sqrt{m^2 + h^2} = \sqrt{3,1^2 + 2^2} = 3,69 \text{ м}$$

$$d_3 = L_7 \cdot \sin(180^{\circ} - \alpha - \alpha_1) = 3,69 \sin 85^{\circ} 57' = 3,69 \times 0,9975 = 3,68 \text{ м}$$

$$d_4 = L_7 \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha) = 3,69 \times \sin 45^{\circ} 13' = 3,69 \times 0,71 = 2,62 \text{ м}$$

### 1. Расчет тяг траверсы

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

Усилия в оттяжках

$$T_1 = T_4 \approx 12,69 \text{ т}; \quad T_2 = T_3 = 18,86 \text{ т},$$

$$R_n = (T_2 + T_3) \cdot \cos \gamma_2 = 2 \times 18,86 \times 0,836 = 31,6 \text{ т},$$

$$R_{np} = (T_1 + T_4) \cdot \cos \gamma_1 = 2 \times 12,69 \times 0,866 = 22,0 \text{ т}$$

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

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

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  $\angle 125 \times 8$

$$F_{\sigma p} = 19,7 \text{ см}^2; \quad F_{HT} = 19,7 - 2,5 = 17,2 \text{ см}^2$$

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

Сквозной болт узла „стойка-тяга“

принят  $\phi 56 \text{ мм}$   $F_{\sigma p} = 24,63 \text{ см}^2$

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

$$\tau_{cp} = \frac{36600}{24,63} = 1480 \text{ кг/см}^2 < 1500 \text{ кг/см}^2;$$

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

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  $170 \text{ мм}$

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

Рисунки 230 эсн Зав 156-100 ЗИЛ 19/17-69г.

## 2. Расчет поясов

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

Усилие на один пояс траверсы

$$U_n = \frac{R_n \cdot d_2 + (g_n + g_r) \cdot m}{2h_0} = \frac{31,6 \times 2,62 + (1,97 + 0,33) \cdot 3,1}{2 \times 2} = 22,4 \text{ т}$$

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

Пояс принят из L 140 x 9

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

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

Изгибающий момент от веса обводной

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

$$M = 0,5 \times 0,058 \times \frac{1,8}{3,7} \times 1,3 = 0,0219 \text{ тм}$$

$$\sigma = \frac{U}{\gamma F} + \frac{M}{W} = \frac{22400}{0,798 \times 24,7} + \frac{2190}{120} = 1130 + 18 = 1148 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$$

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

Усилия в оттяжках

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

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

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

Усилие на один пояс траверсы от поперечных нагрузок:

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

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

Реакция в узле „стойка-пояс“

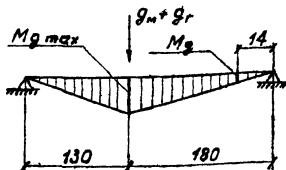
$$R'' = S_T \frac{H+h_2+h_1}{H} = 2,45 \cdot \frac{12,5+4+2,5}{12,5} = 3,70 \text{ т}$$

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.

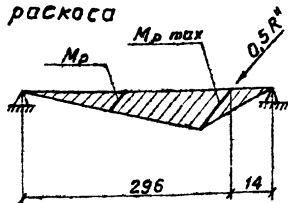


$$g_m = 260 \text{ кг}; \quad g_r = 58 \text{ кг}$$

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

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

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  $\sigma = \frac{15700 + 5500}{0,798 \times 24,7} + \frac{24700 + 935}{120,5} = 1080 + 215 = 1295 \text{ кг/см}^2 < 2100 \text{ кг/см}^2$

Сквозной болт крепления узла „стойка-пояс“  
принят  $\phi 48$  мм.  $F_b = 18,1$  см<sup>2</sup>.

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  $\bar{IV}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ .

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

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

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

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

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

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“.

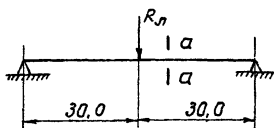
Болт  $\phi 24$  мм.  $F = 4,52$  см<sup>2</sup>.

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

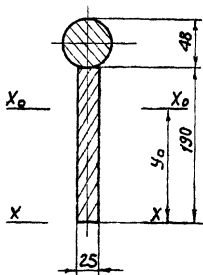
$$\sigma_{\text{см}} = \frac{5440}{2,2 \times 0,5} = 3780 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2$$

#### 4. Проверка детали крепления оттяжек.

Расчетная схема



Сечение по а-а



$$R_n = 31,6 \text{ т.}$$

Проверка детали на срез.

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

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

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

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

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

$$J_{x_0-x_0} = \frac{\pi \times 4,8^4}{64} + 18,1 \times (2,4 + 6,2)^2 + \frac{2,5 \times 19,0^3}{12} + 47,5 \times (12,8 - 9,5)^2 = 26,0 + 1335 + 1425 + 514 = 3300 \text{ см}^4;$$

$$W_{\text{min}} = \frac{J_{x-x_0}}{y_0} = \frac{3300}{12,8} = 258 \text{ см}^3;$$

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

5. Проверка фасонки узла „ пояс-тяга”.

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

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

При снятии усилием в оттяжках:

$$\sigma_{см} = \frac{R_n}{2 \times 4,8 \times 1} = \frac{31600}{9,6} = 3300 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

### 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 3054-66.

$R$  - 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-узловых опорах;

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

### 7. Расчет билки биссекторной оттяжки.

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

Решение 030 э.сл. Зап. 155-100 э.л. 19/12-65г.

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

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

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

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

Болт вилка - оттяжка принимаем  
 $\phi 36 \text{ мм}$ ;  $F = 10,18 \text{ см}^2$ ;

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

$$\sigma_{см} = \frac{T_s}{2 \times 1 \times 3,6} = \frac{11060}{7,2} = 1560 \text{ кг/см}^2 < 3800 \text{ кг/см}^2.$$

в. 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. Соловьев* / В. Соловьев /