Филиал ОАО «Инженерный Центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС»

*"УТВЕРЖДАЮ":*
*Первый заместитель директора-*
*Главный инженер филиала*
*«Фирма ОРГРЭС»*
*_____ В.С. Невзгодин*
*«_____»_____ 2007 г.*

# Технологические карты по монтажу одностоечных одноцепных и двухцепных стальных многогранных анкерно-угловых опор ВЛ 330 кВ

**(Первая редакция)**

**По договору №2007.114.051**

**Начальник ЦИВЛ**  **Р.С. Каверина**

**Зам. начальника ЦИВЛ** **Л.А. Дубинич**

**Москва - 2007 год**

gost.e-ecolog.ru

**СОДЕРЖАНИЕ**


| | Стр. |
|---|---|
| -Аннотация | 4 |
| - Технологическая карта №1 **«Монтаж одностоечной одноцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-1 с помощью одного крана»** | 6 |
| - Технологическая карта №2 **«Монтаж одностоечной одноцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-3 с помощью одного крана»** | 16 |
| - Технологическая карта №3 **«Монтаж одностоечной одноцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-5 с помощью одного крана»** | 26 |
| - Технологическая карта №4 **«Монтаж одностоечной двухцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-2 методом наращивания»** | 36 |
| - Технологическая карта №5 **«Монтаж одностоечной двухцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-4 методом наращивания»** | 49 |
| - Технологическая карта №6: **«Монтаж одностоечной двухцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-6 методом наращивания»** | 62 |
| - Приложение | |
| ***Рисунок 1П*** **Схема стыковки секций многогранных опор с помощью домкратов гидравлических** | 75 |
| ***Рисунок 2П*** **Схема установки домкратов гидравлических при стыковке секций** | 76 |
| ***Рисунок 3П*** **Схема установки опоры МУ330-1 (МУ330-3, МУ330-5) с помощью крана** | 77 |
| ***Рисунок 4П*** **Схема установки 2-х секций опоры МУ330-2 (МУ330-4, МУ330-6)** | 78 |
| ***Рисунок 5П*** **Схема стыковки секций опор МУ330-2 (МУ330-4, МУ330-6) методом наращивания** | 79 |

## Аннотация

Разработка технологических карт по монтажу одностоечных одноцепных и двухцепных стальных многогранных анкерно-угловых опор ВЛ 330 кВ выполнялась Филиалом «Фирма ОРГРЭС» на основании Договора №2007.114.051 от 01.08.07, заключенного между Филиалом ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС» и филиалом «Севзапэнергосетьпроект –Западсельэнергопроект» ОАО «СевЗап НТЦ».

Одностоечные одноцепные и двухцепные стальные многогранные анкерно-угловые опоры ВЛ 330 кВ разработаны филиалом «Севзапэнергосетьпроект – Западсельэнергопроект» ОАО «Северо-западного энергетического инжинирингового центра» согласно техническому заданию в рамках договора №602Э-60 с ОАО «ФСК ЕЭС» и Целевой программы «Создание и внедрение стальных многогранных опор для ВЛ 35-500 кВ».

Работы по сборке и установке опор проводятся с соблюдением требований:

- «Межотраслевых правил по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» РОТ РМ 016-2001 п.п. 4.15.1-4.15.17,
- «Правил безопасности при строительстве линий электропередачи и производстве электромонтажных работ» РД 153-34.3-03.285-02 п.п. 1, 2.4, 2.10, 5;
- «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382-00 п. 9.5.

Технологические карты по монтажу разработаны для 6-ти типов стальных многогранных анкерно-угловых опор одноцепных - **МУ330-1** на угол поворота ВЛ $15^0$, **МУ330-3** на угол поворота ВЛ $30^0$, **МУ330-5** на угол поворота ВЛ $60^0$ и двухцепных **МУ330-2** на угол поворота ВЛ $15^0$, **МУ330-4** на угол поворота ВЛ $30^0$, **МУ330-6** на угол поворота ВЛ $60^0$.

Технологические карты содержат разделы:

- состав бригады с группой по ТБ,
- норма времени на сборку и монтаж опоры,
- инструменты, приспособления, защитные средства, механизмы для проведения работ по сборке и установке опор,
- материалы,
- условия труда,
- меры безопасности при производстве работ,
- технология проведения работ по сборке и установке опор,
- эскизы на выполнение работ.

### Меры безопасности

Работы производятся с соблюдением требований «Межотраслевых правил по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» РОТ РМ 016-2001 и «Правил безопасности при строительстве линий электропередачи и производстве электромонтажных работ» РД 153-34.3-03.285-2002.

- Перед началом работ необходимо проверить исправность приспособлений, такелажа, инструмента и защитных средств, обратив особое внимание на сроки их испытаний.
- Все грузоподъемные машины, монтажные приспособления должны быть испытаны.

- Лицо, ответственное за выполнение работ до их начала, обязано детально ознакомить всех участвующих в работе с утвержденной схемой и порядком подъема опоры, системой сигналов, а также провести инструктаж по безопасности работ.
- Действия, связанные с применением механизмов, производятся по команде производителя работ.
- Перед подъемом опоры производитель работ должен проверить исправность механизмов, такелажных приспособлений, правильность закрепления расчалок, а также правильность и надежность крепления всего такелажа под нагрузкой. Для этого опора поднимается на высоту 20-30 см и производится проверка правильного положения опоры. При обнаружении в процессе осмотра каких-либо недостатков опору следует опустить на землю и исправить замеченные дефекты. Затем повторить проверку.

Подъем опоры в проектное положение разрешается только при полном отсутствии дефектов. Устранять дефекты на поднятой опоре запрещается.
- Подходить к опоре во время подъема для осмотра и проверки разрешается только производителю работ.
- Запрещается производить подъем опоры при ветре 10-12 м/с и выше, ливне, грозе.
- Регулирование положения опоры при установке ее на фундамент производится только с помощью оттяжек.
- Во время подъема и установки опоры запрещается:
- пригружать комель опоры какими-либо предметами или удерживать его руками для достижения перевеса в сторону комля;
- находиться под опорой, в зоне возможного ее падения, в опасной зоне вблизи крана;
- приближаться к опоре до полного ее подъема и опускаться в котлован;
- подниматься на опору до полного ее закрепления.

**Особые условия**

Работа с краном производится с соблюдением «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382-00.

Установка опоры краном допускается при следующих условиях:
- масса поднимаемой опоры не должна превышать грузоподъемности крана при соответствующем вылете стрелы;
- рабочий ход крюка должен обеспечивать подъем низшей точки основания опоры под землей не менее чем на 0,5 м;
- рабочий ход стрелы подъемного крана должен обеспечивать подъем опоры не менее чем на $35\text{-}40^0$ (угол подъема устанавливаемой опоры).
- строповка одностоечной опоры при подъеме должна производиться выше центра тяжести. До момента поворота стрелы крана комель опоры должен быть поднят на высоту не менее 0,5 м над землей.

При работе автокраном при сборке оцинкованных опор в качестве строп необходимо использовать либо капроновые стропа, либо заплетенные из мягкого оцинкованного троса стропа, на которые надеты чехлы, сшитые из брезента или из резино-тканевого материала, для того чтобы не повредить цинковое покрытие элементов опоры. (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОЛЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРОПОВ – **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ)**

**Технологическая карта 4**
**«Монтаж одностоечной двухцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-2 методом наращивания »**

## 4.1 Пояснительная записка

**4.1.1** Одностоечная двухцепная анкерно-угловая опора МУ330-2 (*рисунок 4.1*) разработана для угла поворота ВЛ - 0 – $30^0$.

Опора МУ330-2 исполнена на базе гнутого многогранного профиля. Ствол опоры состоит из 4 секций. Количество граней секций – 16. Количество граней траверсы- 8

***Таблица 4.1***

| Параметры конструкции | Длина, м | Толщина, мм | Вес ед., кг |
|---|---|---|---|
| Верхняя секция | 9.60 | 9 | 2979 |
| Средняя секция | 9.54 | 14 | 4297 |
| Средняя секция | 10.70 | 16 | 6598 |
| Нижняя секция | 11.46 | 18 | 9550 |
| **Общая высота** | **34,40** | | |
| Траверсы, | 4.568 | 9 | 591 |

Вес опоры - 28712 кг

Секции ствола опоры соединяются между собой телескопическими стыками. Длина телескопических стыков: верхнего – 1800 мм, среднего – 2300 мм, нижнего – 2800 мм.

Соединение секций производится с усилием до достижения проектного размера (длины) стыка или до отсутствия перемещений в стыках.

Траверсы к стволу опоры и нижняя секция к фундаменту крепятся с помощью фланцевых соединений. Для крепления частей конструкции применяются болты класса прочности 6.6 из углеродистой стали марки 35.

Материал конструкции опоры – низколегированная сталь С345.

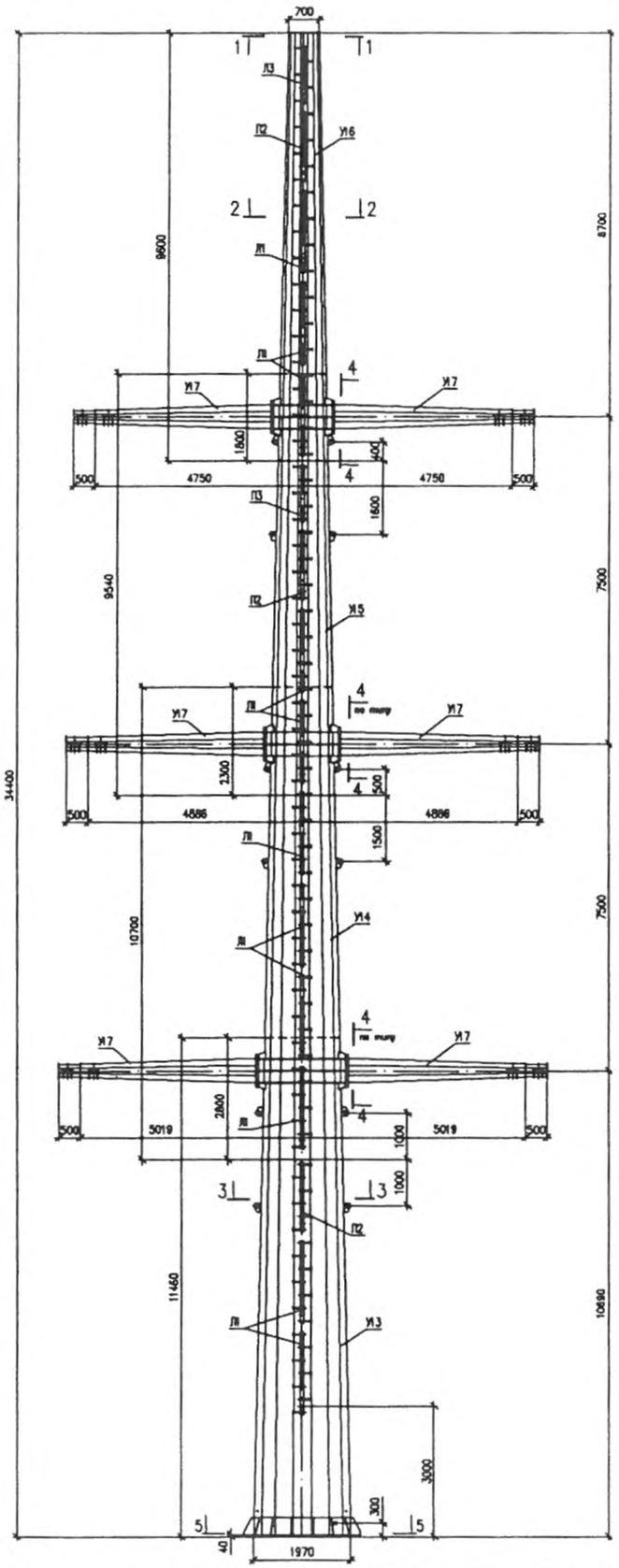
**4.1.2.** Область применения опоры охватывает следующие варианты расчетных условий, представленных в *таблице 4.2.*

***Таблица 4.2***

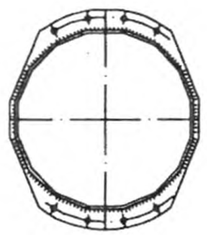
Расчетные данные опоры МУ330-2

| *Расчетные данные для анкерно-угловой двухцепной многогранной опоры МУ330-2* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Нормативы* | | *СНиП II-23-81*, Глава 2.5 ПУЭ-7-2003 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ»* | | | |
| *Расчетные климатические условия* | | *Максимальный скоростной напор ветра 650 Па (V=32 м/с)* | | | |
| | | *Режимы гололедных нагрузок* | | | |
| | | $b_э$ *=15 мм* $b_у$ *=15 мм* | $b_э$ *=20 мм* $b_у$ *=20 мм* | $b_э$ *=15 мм* $b_у$ *=15 мм* | $b_э$ *=20 мм* $b_у$ *=20 мм* |
| | | *Ветер при гололеде 160 Па (V=16 м/с)* | | | |
| *Трос* | | *Марка* | | | |
| | | *С70* | | | |
| | | *Максимальное напряжение , МПа* | | | |
| | | *363* | *376* | *391* | *416* |
| *Провод* | *Марка* | *2хАС 300/39* | | | *2хАС 400/51* |
| | *Допускаемые напряжения, МПа* | | | | |
| | $\sigma_{гол}$ | *122,0* | | | |
| | $\sigma_{t\,min}$ | *122,0* | | | |
| | $\sigma_{эксп.}$ | *81,0* | | | |
| *Наибольший угол поворота ВЛ, град.* | | | | | |
| *Угловой опоры* | | *0-30* | | *0-20* | |
| *Концевой опоры* | | - | | | |

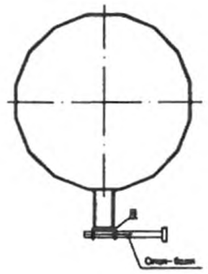
Двухцепная анкерно-угловая опора МУ330-2 рассчитана с учетом подвески более тяжелого провода 2хАС400/51 для угла поворота ВЛ, равного $0^0 \div 20^0$. Область применения опоры при подвеске проводов 2хАС300/39 приведена в таблице 4.2




1-1



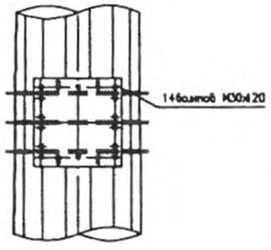
2-2




3-3



4-4




5-5

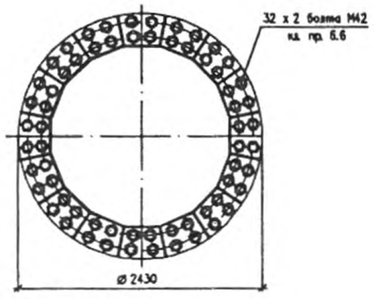



Таблица отправочных марок

| Наименование элемента | Марка | Кол. шт. | Масса, кг 1 шт. | Масса, кг Всех |
|---|---|---|---|---|
| Нижняя секция | У13 | 1 | 9550 | 9550 |
| Средняя секция | У14 | 1 | 6598 | 6598 |
| Средняя секция | У15 | 1 | 4297 | 4297 |
| Верхняя секция | У16 | 1 | 2979 | 2979 |
| Траверса | У17 | 6 | 591 | 3546 |
| Лестница | Л1 | 11 | 13 | 143 |
| Лестница | Л2 | 3 | 11 | 33 |
| Лестница | Л3 | 2 | 9 | 18 |
| | | | | |
| Масса металла на опору | | | | 27164 |
| Масса метизов | | | | 245 |
| Масса наплавленного металла | | | | 225 |
| Масса опоры без цинкового покрытия | | | | 27634 |
| Масса цинкового покрытия | | | | 1078 |
| Масса опоры с цинковым покрытием | | | | 28712 |

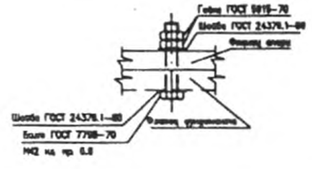
Выборка металла

| NN п/п | Профиль | Масса, кг | Марка стали | ГОСТ сортамента |
|---|---|---|---|---|
| 1 | – δ 40 | 486 | С345 ГОСТ 27772–88 | ГОСТ 19903–74 |
| 2 | – δ 32 | 480 | | |
| 3 | – δ 20 | 585 | | |
| 4 | – δ 18 | 8894 | | |
| 5 | – δ 16 | 6516 | | |
| 6 | – δ 14 | 3881 | | |
| 7 | – δ 12 | 3210 | | |
| 8 | – δ 10 | 192 | | |
| 9 | – δ 9 | 2640 | | |
| 10 | – δ 6 | 106 | | |
| Листовой прокат | | 26970 | | |
| 11 | [ ВП | 194 | | ГОСТ 8240–97 |
| | | | | |
| Наплавленный металл | | 225 | | |
| Итого | | 27389 | | |

## Общие примечания:

1. Материал конструкции опоры низколегированная сталь С345 по ГОСТ 27772–88.
2. Болты соединений стоек опоры с траверсами и консолью – М30 класса прочности 6.6 по ГОСТ 7798–70 из углеродистой стали марки 35 по ГОСТ 1050–88.
   Болты М30 комплектуются двумя гайками и двумя шайбами.
   Степ-болты для подъема на опору М20, болты М16 для установки лестниц и крепления съемных диафрагм при транспортировке секций стойки – класса прочности 4.6.
   Гайки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 5915–70.
   Для болтов класса прочности 6.6 – гайки класса прочности 5 из углеродистой стали марки 20 по ГОСТ 1050–88, для болтов класса прочности 4.6 – гайки класса прочности 4 из углеродистой стали Ст3сп3 по ГОСТ 380–94.
   Шайбы круглые по ГОСТ 11371–78 из стали марки С235 по ГОСТ 27772–88.
   Шайбы пружинные по ГОСТ 6402–70 из стали марки 65Г по ГОСТ 1050–88.
3. Отверстия под болты образуются сверлением. Диаметры отверстий на 2 мм больше диаметра болтов.
4. Сварка металлических элементов производится электродами Э50 по ГОСТ 9467–75.
   Швы сварных соединений должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 11533–75, ГОСТ 14771–76.
5. Защита от коррозии элементов опор производится способом горячего цинкования в соответствии со СНиП 2.03.11–85.
6. Для подъема на опору предусмотрены лестницы Л1, Л2, Л3.
7. На траверсах предусмотрены детали для узлов крепления натяжных гирлянд КГН-21-5.
8. Для крепления поддерживающих гирлянд для обводки шлейфа на траверсах предусмотрены отверстия под скобы СК-7-1Б (завод-изготовитель ЗАО "МЗВА").

Установка болта на фланец




Расчетные данные для анкерно-угловой двухцепной многоэтажной опоры МУ330-2

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Нормативы | СНиП II-23-81*, Глава 2.5 ПУЭ-7-2003 "Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ" | | | | |
| Расчетные климатические условия | Максимальный скоростной напор ветра 650 Па (V=32 м/с) | | | | |
| | Режимы гололедных нагрузок | | | | |
| | $b_0$=15мм, $b_f$=15мм | $b_0$=20мм, $b_f$=20мм | $b_0$=15мм, $b_f$=15мм | $b_0$=20мм, $b_f$=20мм | |
| | Ветер при гололеде 160 Па (V=16 м/с) | | | | |
| Трос | Марка | | | | |
| | С 70 | | | | |
| | Максимальное напряжение, МПа | | | | |
| | 363 | 376 | 391 | 416 | |
| Провод: Марка | 2 х АС 300/39 | | 2 х АС 400/51 | | |
| Провод: Допускаемые напряжения, МПа | | | | | |
| Провод: $\sigma_{ст}$ | 122 | | | | |
| Провод: $\sigma_{1\,ст}$ | 122 | | | | |
| Провод: $\sigma_{ст}$ | 81 | | | | |
| Наибольший угол поворота ВЛ, град | | | | | |
| Угловой опоры | 0 – 30 | | 0 – 20 | | |
| Концевой опоры | – | | | | |

Ведомость метизов

| Диаметр | Наименование | Шифр | Длина, мм | Кол. шт. | Масса, кг 1 шт. | Масса, кг Всех | ГОСТ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | Болты | М16х 60 | 60 | 15 | 0.1294 | 1.9 | Болты ГОСТ 7798–70 |
| | | М16х 50 | 50 | 64 | 0.1136 | 7.3 | |
| | Гайки | | | 79 | 0.0376 | 3.0 | Гайки ГОСТ 5915–70 |
| | Шайбы круглые | | | 156 | 0.0113 | 1.8 | |
| | Шайбы пружинные | | | 79 | 0.008 | 0.6 | |
| 20 | Болты | Степ-болт* | 310 | 105 | 0.833 | 87.5 | – |
| | Гайки | | | 210 | 0.0714 | 15.0 | Шайбы круглые ГОСТ 11371–78 |
| | Шайбы пружинные | | | 105 | 0.0158 | 1.7 | |
| | | | | | | | |
| 30** | Болты | М30х 120 | 120 | 84 | 0.9098 | 76.4 | Шайбы пружинные ГОСТ 6402–70 |
| | Гайки | | | 168 | 0.2425 | 40.7 | |
| | Шайбы круглые | | | 168 | 0.0536 | 9.0 | |
| | | | | | | | |
| Итого болтов | | | | | | 173.1 | |
| Итого всех | | | | | | 58.7 | |
| Итого шайб круглых | | | | | | 10.8 | |
| Итого шайб пружинных | | | | | | 2.3 | |
| Всего метизов | | | | | | 244.9 | |

*Степ-болты специального изготовления см. черт. N 20003тм-т.2 кн.2, л.10.
**Болты М30 класса прочности 6.6.

Список чертежей

| NN п/п | Наименование чертежа | Номер чертежа |
|---|---|---|
| 1 | Монтажная схема | 20003тм-т.3 кн.2, л.4 |
| 2 | Нижняя секция У13 | 20003тм-т.3 кн.2, л.5 |
| 3 | Средняя секция У14 | 20003тм-т.3 кн.2, л.6.1, 6.2 |
| 4 | Средняя секция У15 | 20003тм-т.3 кн.2, л.7.1, 7.2 |
| 5 | Верхняя секция У16 | 20003тм-т.3 кн.2, л.8 |
| 6 | Траверса У17 | 20003тм-т.3 кн.2, л.9 |
| 7 | Лестницы Л1, Л2, Л3 | 20003тм-т.2 кн.2, л.10 |
| | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | 20003 тм – т.3 кн 2 |
| Н. контр. | Фролова | | | | | Разработка испытания и аттестация стальных многогранных одностоечных одноцепных и двухцепных анкерно-угловых опор для ВЛ 330 кВ |
| ГИП | Мартиновский | | | | | Двухцепная анкерно-угловая опора МУ330-2 |
| Гл. спец. | Корелинова | | | | | Стадия: Р; Лист: 4; Листов: |
| Нач. сект. | Абрамовская | | | | | Монтажная схема |
| Вед. инж. | Дьяконова | | | | | ОАО "СибЭлектросетьпроект" Филиал СЕВЕРЭЛЕКТРОСЕТЬПРОЕКТ Санкт-Петербург 2007 г. |
| Инж. I кат. | Ямайлова | | | | | |

Инв.N подл. | Подпись и дата | Взам.инв.N

Рисунок № 1

## 4.2 «Монтаж одностоечной двухцепной стальной многогранной анкерно-угловой опоры МУ330-2 методом наращивания »

### 4.2.1 Состав бригады

| *№ п/п* | *Должность и профессия* | *Группа по электробезопасности* | *Количество человек* | *Разряд* |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Электромонтер-линейщик | IV | **1** | 6 |
| **2** | Электромонтер-линейщик | III | **2** | **5** |
| **3** | Электромонтер-линейщик | II | **1** | **3** |
| **4** | Машинист автокрана | II | **1** | **6** |
| **5** | Водитель автомобиля для перевозки людей | II | **1** | **6** |
| **6** | Водитель автовышки | II | **1** | **6** |
| | **Всего** | | **7** | |

### 4.2.2. Механизмы

| **№ п/п** | **Наименование механизмов** | **Количество** |
|---|---|---|
| 1 | Автомобиль, оборудованный для перевозки людей | 1 |
| 2 | Автокран, г.п. 25 тс с удлинителем стрелы 8м | 1 |
| 3 | Телескопическая вышка АГП 36 | 1 |

### 4.2.3 Оборудование

| **№ п/п** | **Наименование механизмов** | **Количество** |
|---|---|---|
| 1 | Гидродомкрат ДО50П200 г/п 50тс с двумя предохранительными кранами КП-1 | 2 компл. |
| 2 | Насосная станция с бензоприводом НБР-1,6И20-1 | 1 |
| 3 | Рукава высокого давления с резьбой К3/8 с одной стороны и полумуфтой с другой | 4 |
| 4 | Кран многоходовой КР-2 | 2 |

### 4.2.4. Защитные средства

| № п/п | Наименование защитных средств | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Предохранительный пояс | Шт. | 4 |
| 2 | Каска защитная | Шт. | 7 |
| 3 | Рукавицы | Пар. | 7 |
| 4 | Рабочая спецодежда | Компл. | 7 |
| 5 | Аптечка медицинская (полевая) | Шт. | 1 |

### 4.2.5. Приспособления

| № п/п | Наименование приспособлений | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Строп стальной инвентарный | Компл. | 1 |
| 2 | Приспособление инвентарное (для разворота опоры) | Компл. | 1 |
| 3 | Звено промежуточное двойное 2ПР-45-1 | Компл. | 4 |
| 4 | Звенья промежуточные регулируемые ПРР-45-1 | Компл. | 4 |
| 5 | Скоба СК-45-1 | Шт. | 4 |
| 6 | Капроновый канат Ø16 мм, длиной 30 м | Шт. | 2 |
| 7 | Бруски деревянные (подкладки) | Шт. | 6 |

### 4.2.6. Приборы

| № п/п | Наименование приспособлений | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Бинокль | Шт. | 1 |
| 2 | Радиостанция | Шт. | 2 |
| 3 | Теодолит | Шт. | 1 |

### 4.2.7. Инструмент

| № п/п | Наименование приспособлений | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Рулетка металлическая длиной 10 м | Шт. | 1 |
| 2 | Рулетка металлическая длиной 50 м | Шт. | 1 |
| 3 | Ключи гаечные двухсторонние под болты<br>М16<br>М20<br>М30<br>М42 | Шт. | <br>2<br>4<br>2<br>2 |
| 4 | Лестница разборная инвентарная | Шт. | 1 |
| 5 | Ножовка по металлу (с запасными полотками) | Шт. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | Пила поперечная двуручная | Шт. | 1 |
| 7 | Лопаты штыковые | Шт. | 2 |
| 8 | Лопаты совковые | Шт. | 2 |
| 9 | Лом стальной | Шт. | 2 |
| 10 | Кувалда (5 кг) | Шт. | 1 |
| 11 | Молоток слесарный | Шт. | 2 |
| 12 | Керн | Шт. | 1 |
| 13 | Ломики монтажные | Шт. | 2 |
| 14 | Оправки конусные (ø16х20х30х42) | Шт. | 6 |

### 4.2.8 Материалы

| № п/п | Наименование приспособлений | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Секция нижняя У13 (вес 9550 кг) | Шт. | 1 |
| 2 | Секция средняя У14 (вес 6598 кг) | Шт. | 1 |
| 3 | Секция средняя У15 (вес 4297 кг) | Шт. | 1 |
| 4 | Секция верхняя У16 (вес 2979 кг) | Шт. | 1 |
| 5 | Траверса У17(вес 591 кг) | Шт. | 6 |
| 6 | Лестница Л1 | Шт. | 11 |
| 7 | Лестница Л2 | Шт. | 3 |
| 8 | Лестница Л3 | Шт. | 2 |
| 9 | Болты совместно с гайкой, шайбой пружинной и 2-мя шайбами круглыми:<br>М16х60<br>М16х50<br>М30х120<br>М42 | <br><br>Шт.<br>Шт.<br>Шт.<br>Шт. | <br><br>15<br>64<br>84<br>62 |
| 10 | «Степ-болт» с 2-мя гайками и одной шайбой пружинной<br>М20х310 | <br><br>Шт. | <br><br>105 |

### 4.2.9 Эксплуатационные материалы

| № п/п | Наименование | Ед. изм. | Количество |
|---|---|---|---|
| 1 | Дизельное топливо | л | 35 |
| 2 | Автомобильный бензин | л | 58 |
| 3 | Краска темная | кг | 0,5 |
| 4 | Графитовая смазка (литол) | кг | 2 |
| 5 | Мел | Шт. | 2 |
| 6 | Белая самоклеющаяся лента | Рулон | 2 |

## 4.2.10. Технология работ

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| **Монтаж нижней секции У13 и средней секции У14** (вес 18300 кг, длина – 19,34 м) | | | | |
| 1 | С помощью автокрана (г/п 25 т.), в непосредственной близости от смонтированного фундамента под опору МУ330-2, произвести на предварительно спланированную и очищенную площадку выкладку нижней (У13) и средней (У14) секций опоры на козелки в количестве 2-х шт. под каждую секцию, между секцией и козелками необходимо положить деревянные подкладки толщиной не менее 60 мм. (Рисунок 1П Приложение). | Вся бригада | | |
| 2 | Проверить нижнюю и среднюю секции опоры на соответствие нормам и допускам. Устранить выявленные недостатки. Проверить качество сварных швов на внешних и внутренних стенках и в случае обнаружения раковин, сварных наплывов, вмятин и прочих повреждений, принять меры по их устранению. В случае невозможности их устранения секции заменить. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>1 |
| 3 | Секции У13 и У14 ствола опоры необходимо развернуть на козелках, так чтобы пластины для стяжки секций располагались в горизонтальной плоскости. | Вся бригада | | |
| 4 | На верхнюю наружную часть секций У13 и У14 нанести тонким слоем графитовую смазку (литол) на длину не менее 1.5 м | Электромонтер-линейщик | 3 | 1 |
| 5 | На верхних частях секций опор У13 и У14 нанести проектные отметки ограничения стяжки, которые равны соответственно 2600 мм и 2300 мм. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 5<br>3 | 1<br>1 |
| 6 | Нанести метки на фланцах фундамента и основания нижней секции У13, которые должны располагаться вдоль биссектрисы угла поворота трассы ВЛ. | Электромонтер-линейщик | 6 | 1 |
| 7 | Автокраном застропить среднюю секцию ствола опоры У14, совместить продольные **сварные швы** средней У14 и нижней У13 секций, приподняв среднюю секцию, надвинуть нижний торец секции У14 на верхнюю часть секции У13 до заклинивания, соблюдая соосность. | Вся бригада | | |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 8 | Окончательную стяжку секций до проектной отметки (2600 мм) проводить при помощи гидродомкратов с общим усилием тяжения до 600 кН (60 тс.).<br>Между пластин для стяжки секций У13 и У14 с помощью соединительных скоб СК45-1 установить натяжные устройства (2 гидродомкрата) с обеих сторон секций ствола опоры. Установить необходимую длину стяжного устройства (с помощью монтажных промежуточных регулируемых звеньев типа ПРР-45-1) при полностью выдвинутых штоках гидродомкратов. Соединить с помощью шлангов гидродомкраты и насосную станцию (Рисунок 2П Приложение). | Вся бригада | | |
| 9 | Включить гидростанцию и стянуть нижнюю У13 и среднюю У14 секции с помощью домкратов до отметки 2600 мм, соблюдая соосность стягиваемых секций, не допуская перекосов. Нагрузку давать ступенями по 50 кН на каждом гидродомкрате и при этом фиксировать длину стяжки.<br>При стяжке необходимо следить за показаниями датчика давления (манометра), которое не должно превышать 300 кН на каждом гидродомкрате. Допускаемое стягивание секций У13 и У14 ствола опоры проводится до отметки 2600 мм. Если торец средней секции У14 не достигает отметки 2600 мм, то не ослабляя натяжения простучать зону стыка кувалдой, подложив на место удара деревянную прокладку (кусок доски толщиной 40-60 мм), чтобы не нарушался слой оцинковки (**при этом не допускается наносить удары по сварным швам секций ствола опор).** Если при увеличении нагрузки длина стяжки стыков не изменяется, то процесс стяжки заканчивается. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>2 |
| 10 | После прекращения стягивания нижней секции У13 со средней секцией У14, необходимо ослабить натяжение, выключить гидростанцию, демонтировать стяжные устройства | Вся бригада | | |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 11 | На нижней У13 и средней У14 секциях установить лестницы Л1 (6 шт.) и Л2 (1 шт.) и закрепить на них степ-болты, проверить их крепление и выполнить кернение резьбы в точках под углом $120^0$. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 5<br>3 | 1<br>1 |
| 12 | На среднюю траверсу У14 с помощью крана смонтировать две траверсы У17, закрепив каждую на 14 болтах М30х120 с гайками и круглыми шайбами | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 13 | С помощью трафарета кисточкой и темной краской на верхнюю грань нижней секции У13 под нижней лестницей нанести порядковый номер опоры, тип опоры, год строительства название ВЛ и закрепляется предупредительный плакат. | Электромонтер-линейщик | 5 | 1 |
| 14 | Кран установить на расстоянии 3,0 м от края фундамента и аутригеры привести в рабочее положение. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 5<br>3<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 15 | Застропить на уровне фланца в 4-х местах нижнюю часть секции капроновыми канатами или х/б канатом | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>1 |
| 16 | Застропить за пластины для стяжки секций с помощью уравнительного блока собранные секции У13 и У14 и с помощью крана выложить их так, чтобы центр тяжести находился рядом с фундаментом. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>2<br>1 |
| 17 | Застропить краном выше центра тяжести (под траверсами) собранные секции, приподнять на 0,5 м и проверить состояние такелажа | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 18 | Опору поднять при максимальном вылете стрелы крана. Основание опоры завести над фундаментом с помощью капроновых канатов и развернуть так, чтобы траверсы располагались по биссектрисе угла поворота ВЛ (Рисунок 4П Приложения) | Вся бригада | | |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 19 | Собранные секции У13 иУ14 установить на фундамент, соединив метки на фланцах фундамента и нижней стойки опоры. Проверить вертикальность стоек, которая контролируется теодолитом или отвесом и производится с помощью металлических оцинкованных пластин. (Вертикальность опоры должна быть обеспечена горизонтальностью фланца фундамента). Закрепить опору с помощью 64 шт. болтов М42, 128 шт. шайб и 128 шт. гаек М42. (установка шайб, контргаек обязательна). Закернить резьбу болтов в трех точках под углом $120^0$ (для предотвращения вандализма гайки положено приварить)<br>Если у фундамента выведено заземление, то его следует закрепить болтом к закладной части внизу фланца нижней секции. | Вся бригада | | |
| 20 | Подняться на опору, снять строп, приспособление для разворота и капроновые канаты | Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 5<br>6 | 1<br>1 |
| | **Монтаж средней секции У15 и верхней секции У16**<br>(вес 10412 кг, длина – 17350 мм) | | | |
| 21 | С помощью автокрана, в непосредственной близости от смонтированного фундамента под опору МУ330-2, произвести выкладку верхней У15 и средней У16 секций опоры на козелки в количестве 2-х шт. под каждую секцию, между секцией и козелками необходимо положить деревянные подкладки толщиной не менее 60 мм. (Рисунок 1П Приложение). | Вся бригада | | |
| 22 | Проверить секции и траверсы на соответствие нормам и допускам. Устранить выявленные недостатки. Проверить качество сварных швов на внешних и внутренних стенках и в случае обнаружения раковин, сварных наплывов, вмятин и прочих повреждений, принять меры по их устранению. В случае невозможности их устранения секции заменить. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>1 |
| 23 | Секции У15 и У16 ствола опоры необходимо развернуть на козелках, так чтобы пластины для стяжки секций располагались в горизонтальной плоскости. | Вся бригада | | |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 24 | На верхнюю наружную часть средней секции У15 нанести тонким слоем графитовую смазку (литол) на длину не менее 1.0 м и нанести проектную отметку ограничения стяжки, равной 1800 мм | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 5<br>3 | 1<br>1 |
| 25 | Автокраном застропить верхнюю секцию ствола опоры У16, совместить продольные **сварные швы** секций У15 и У16, приподняв верхнюю секцию, надвинуть нижний торец на верхнюю часть средней секции У16 до заклинивания, соблюдая соосность. | Вся бригада | | |
| 26 | Окончательную стяжку секций до проектной отметки (1800 мм) проводить при помощи гидродомкратов (цилиндров) с общим усилием тяжения до 600 кН (60 тс.).<br>Между пластин для стяжки секций У15 и У16 с помощью соединительных скоб СК45-1 установить натяжные устройства (2 гидродомкрата) с обеих сторон секций ствола опоры. Установить необходимую длину стяжного устройства (с помощью монтажных промежуточных регулируемых звеньев типа ПРР-45-1) при полностью выдвинутых штоках гидродомкратов. Соединить с помощью шлангов гидродомкраты и насосную станцию (Рисунок 2П Приложение). | Вся бригада | | |
| 27 | Включить гидростанцию и стянуть верхнюю У16 и среднюю У15 секции с помощью домкратов до отметки 1800 мм, соблюдая соосность стягиваемых секций, не допуская перекосов. Нагрузку давать ступенями по 50 кН на каждом гидродомкрате и при этом фиксировать длину стяжки.<br>При стяжке необходимо следить за показаниями датчика давления, которое не должно превышать 300 кН на каждом гидродомкрате. Допускаемое стягивание секций У16 и У15 проводится до отметки 1800 мм. Если торец средней секции У15 не достигает отметки 1800 мм, то не ослабляя натяжения простучать зону стыка кувалдой, подложив на место удара деревянную прокладку. Если при увеличении нагрузки длина стяжки стыков не изменяется, то процесс стяжки заканчивается. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>2 |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 28 | После прекращения стягивания верхней У16 и средней секций У15, необходимо ослабить натяжение, выключить гидростанцию, демонтировать стяжные устройства | Вся бригада | | |
| 29 | На средней У15 и верхней У16 секциях установить лестницы Л1 (5 шт.), Л2 (2 шт.) и Л3 (2 шт.), закрепить на них степ-болты, проверить их крепление и выполнить кернение резьбы в точках под углом $120^0$. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 5<br>3 | 1<br>1 |
| 30 | На среднюю секцию У15 и верхнюю У16 с помощью крана смонтировать по две траверсы У17, закрепив каждую на 14 болтах М30х120 с гайками и круглыми шайбами | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 31 | Кран установить на расстоянии 3,0м от края фундамента и аутригеры привести в рабочее положение. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 5<br>3<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 32 | Застропить в 4-х местах нижнюю часть средней секции У15 капроновыми канатами или х/б канатом | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 6<br>5 | 1<br>1 |
| 33 | Застропить за пластины для стяжки секций с помощью уравнительного блока собранные секции У15 и У16 и с помощью крана выложить их так, чтобы центр тяжести находился рядом с фундаментом. | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>2<br>1 |
| 34 | Застропить краном выше центра тяжести (под верхними таверсами) собранные секции, приподнять на 0,5 м и проверить состояние такелажа | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик<br>Машинист крана | 6<br>5<br>6 | 1<br>1<br>1 |
| 35 | Опору поднять при максимальном вылете стрелы крана. Основание средней секции У15 завести над верхом установленной секции У14 с помощью капроновых канатов и развернуть так, чтобы траверсы располагались по биссектрисе угла поворота ВЛ (Рис. 4 Приложения).<br>Секции постепенно опустить до заклинивания их на секции У14. | Вся бригада | | |

| № пп | Последовательность операций | Исполнитель | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Должность | Разряд | Кол. чел. |
| 36 | Окончательную стяжку секций до проектной отметки (2300 мм) проводить при помощи гидродомкратов (цилиндров) с общим усилием тяжения до 600 кН (60 тс.).<br>На телескопической вышке поднять к узлу стяжки секций необходимое оборудование (гидродомкрат, промзвенья, скобы) и установить его с одной стороны. Затем поднять оборудование на другую сторону опоры и так же установить его. Поднять насосную станцию со шлангами и соединить с гидродомкратами при полностью выдвинутых штоках. (Рисунок 5П Приложение). | | | |
| 37 | Включить гидростанцию и стянуть средние секции У14 и У15 с помощью домкратов до отметки 2300 мм, соблюдая соосность стягиваемых секций, не допуская перекосов. Нагрузку давать ступенями по 50 кН на каждом гидродомкрате и при этом фиксировать длину стяжки.<br>При стяжке необходимо следить за показаниями датчика давления (манометра), которое не должно превышать 300 кН на каждом гидродомкрате. | Электромонтер-линейщик | 5<br>6 | 1<br>1 |
| 38 | После прекращения стягивания средних секций У14 и У15 натяжение сбросить, выключить гидростанцию, отсоединить шланги и опустить оборудование, затем демонтировать натяжные схемы с домкратами и так же опустить вниз. | | | |
| 39 | Вышку привести в транспортное положение | Водитель вышки | 6 | 1 |
| 40 | Подняться на опору, снять строп, приспособление для разворота и капроновые канаты | Электромонтер-линейщик<br>Электромонтер-линейщик | 5<br>4 | 1<br>1 |
| 41 | Кран привести в транспортное положение | Машинист крана | 6 | 1 |
| 42 | Опора МУ-2 смонтирована – вся бригада вместе с такелажем и приспособлениями переезжает на следующий пикет | Вся бригада | | |

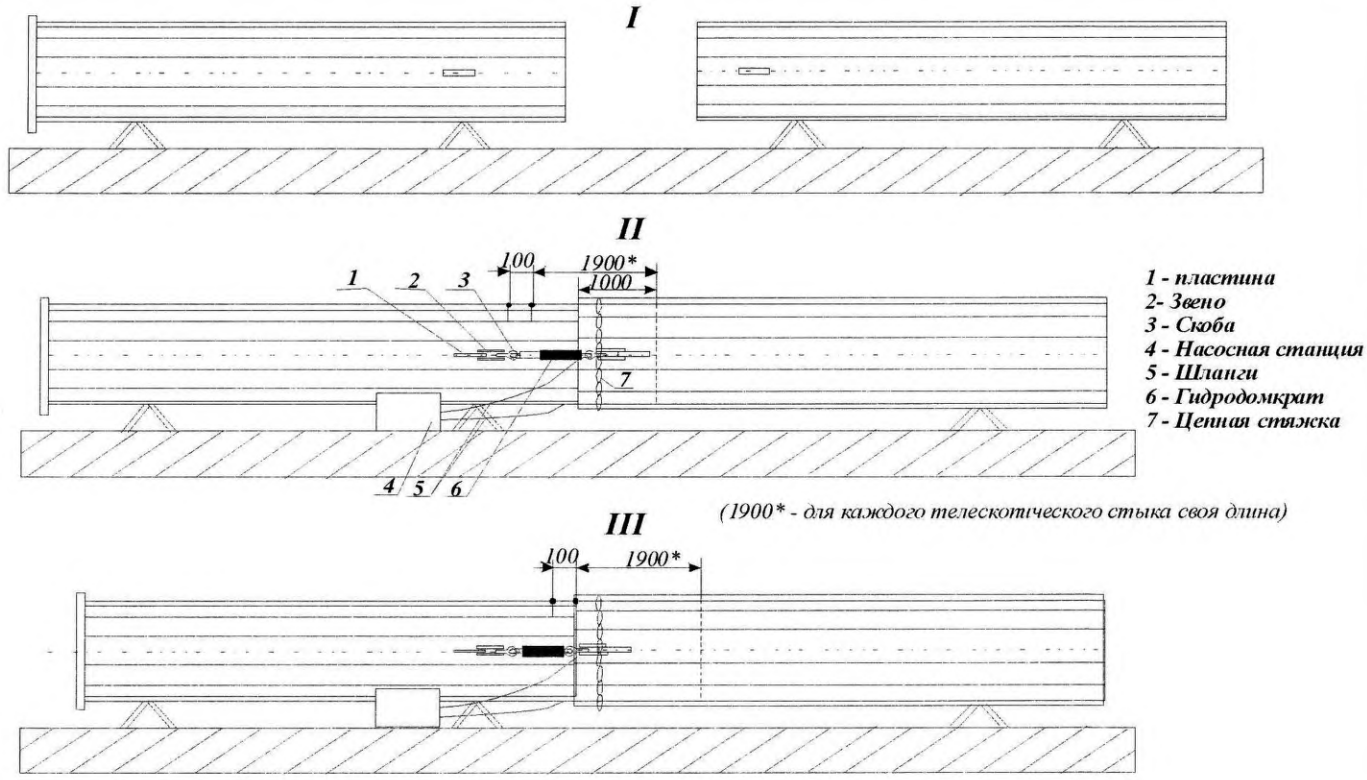
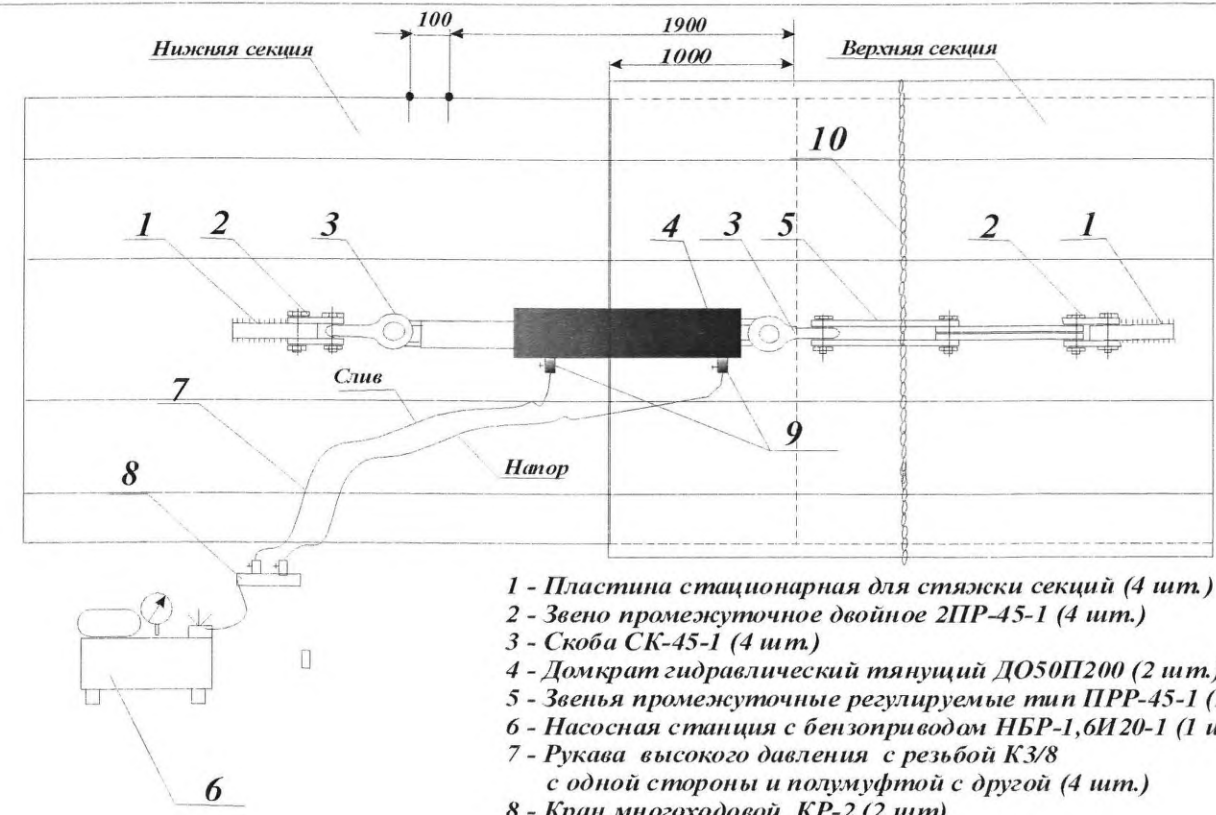



***Рисунок 1П. Схема стыковки секций многогранных опор с помощью домкратов гидравлических***




1 - Пластина стационарная для стяжки секций (4 шт.)
2 - Звено промежуточное двойное 2ПР-45-1 (4 шт.)
3 - Скоба СК-45-1 (4 шт.)
4 - Домкрат гидравлический тянущий ДО50П200 (2 шт.)
5 - Звенья промежуточные регулируемые тип ПРР-45-1 (2 шт.)
6 - Насосная станция с бензоприводом НБР-1,6И20-1 (1 шт.)
7 - Рукава высокого давления с резьбой К3/8
с одной стороны и полумуфтой с другой (4 шт.)
8 - Кран многоходовой КР-2 (2 шт)
9 - Предохранительный кран КП-1 (2 шт.)
10 - Цепная стяжка (1 шт.)

**Рисунок 2П. Схема установки домкратов гидравлических при стыковке секций**

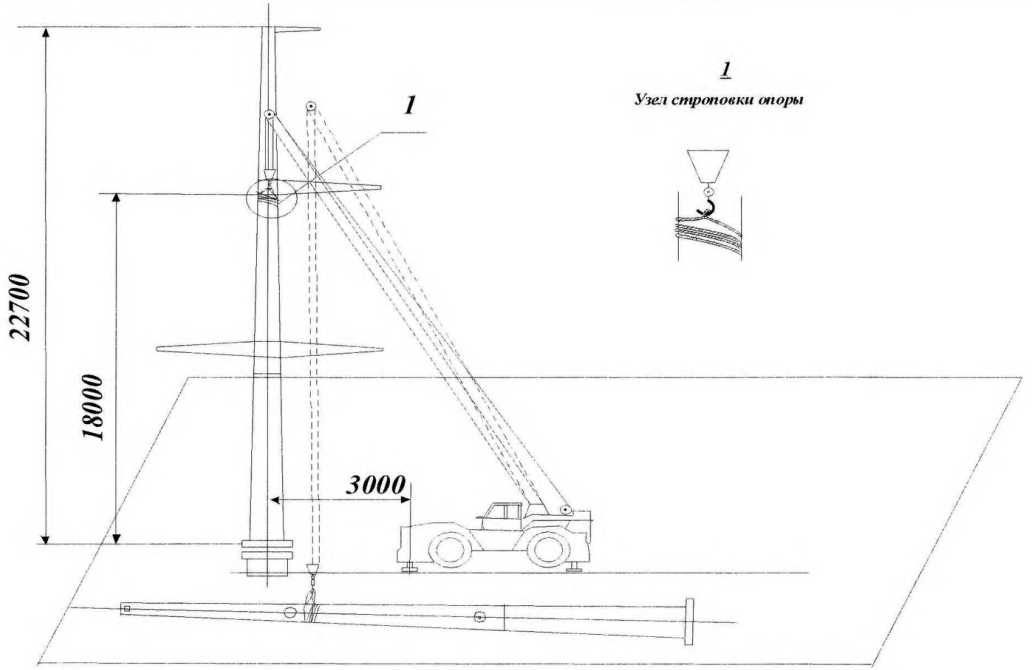



*Рисунок 3П. Схема установки опоры МУ330-1 (МУ-3,МУ-5) с помощью крана*

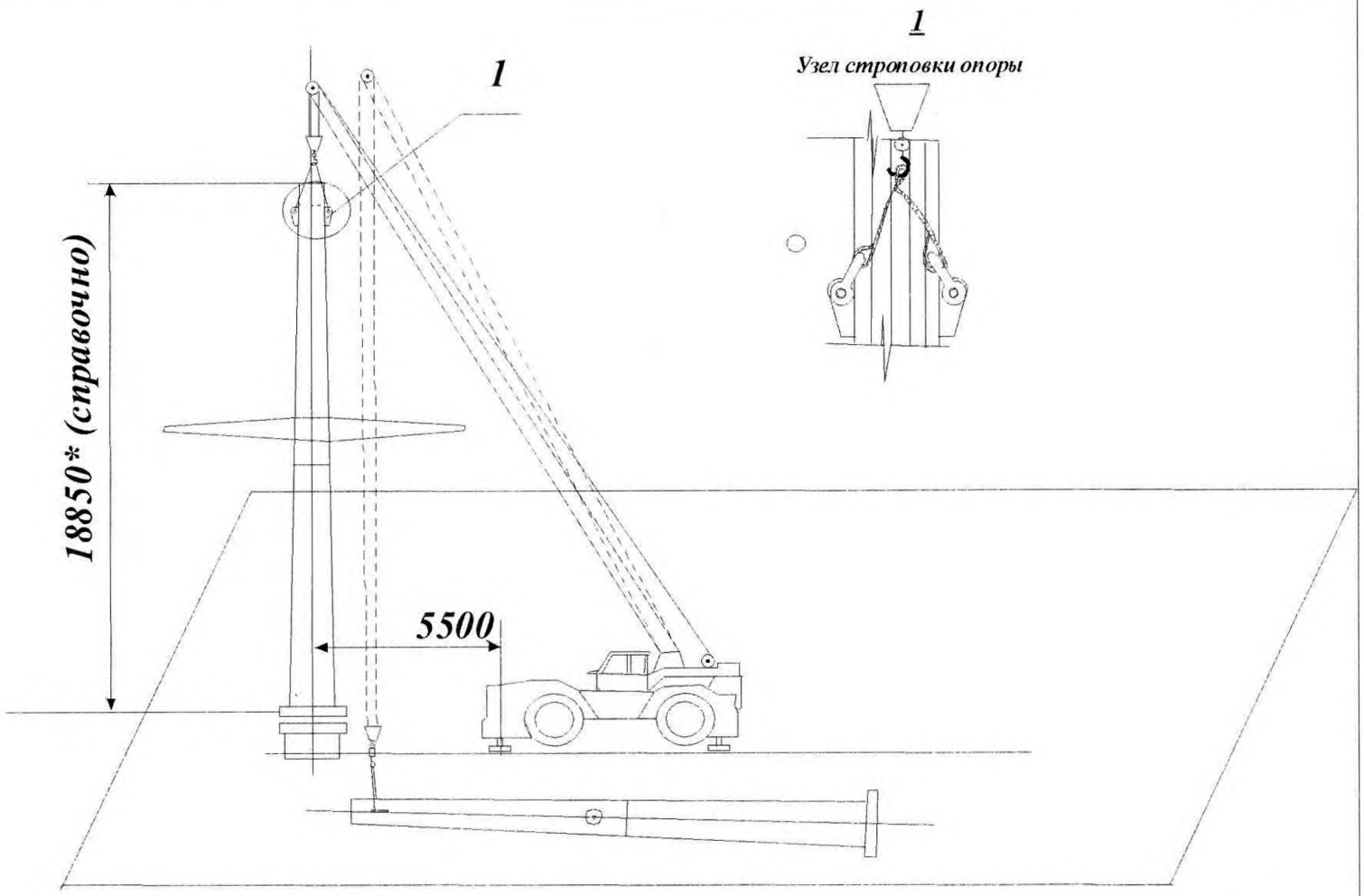
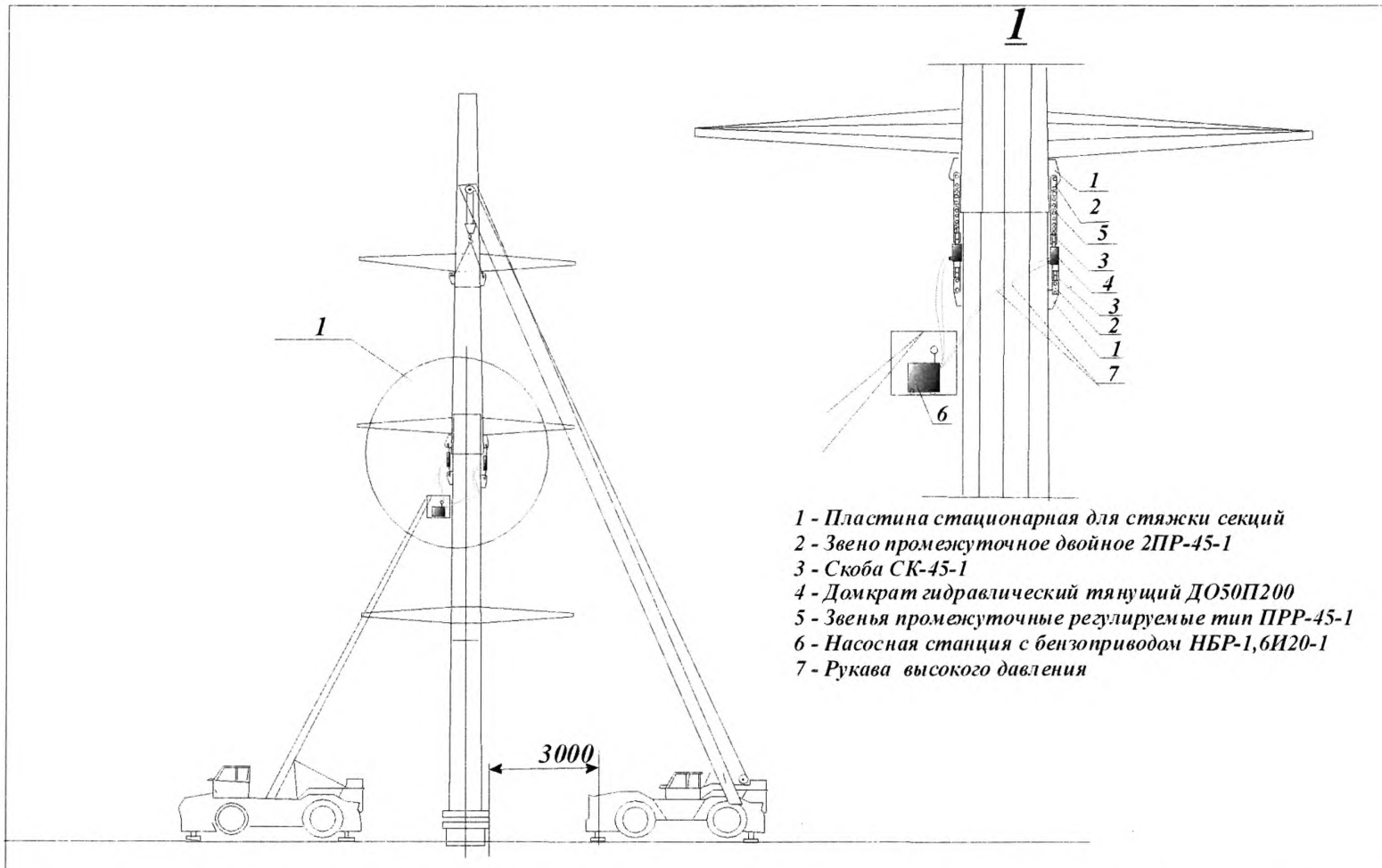



***Рисунок 4П. Схема установки двух секций опор МУ330-2 (МУ330-4, МУ330-6) с помощью крана***




*1 - Пластина стационарная для стяжки секций*
*2 - Звено промежуточное двойное 2ПР-45-1*
*3 - Скоба СК-45-1*
*4 - Домкрат гидравлический тянущий ДО50П200*
*5 - Звенья промежуточные регулируемые тип ПРР-45-1*
*6 - Насосная станция с бензоприводом НБР-1,6И20-1*
*7 - Рукава высокого давления*

***Рисунок 5П. Схема монтажа двух секций опор МУ330-2 (МУ330-4, МУ330-6) методом наращивания***

gost.e-ecolog.ru