

№ 9442ТМ-Т1

Олигер

Рекомендации

по безригельному креплению

железобетонных опор ВЛ

110-350 кВ.

Рекомендации по проектированию

инв № 9442ТМ-Т1

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ

Орден Октябрьской Революции
Всесоюзный Государственный проектно-исследовательский
и научно-исследовательский институт энергетических
систем и электрических сетей

"ЭНЕРГОСЕТЫПРОЕКТ"

Северо-Западное Отделение

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО БЕЗВИТЕЛЬНОМУ ЗАКРЕПЛЕНИЮ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ
110-330 КВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Главный инженер

Зав. НИИКЭС, к. т. н.

Главный специалист
НИИКЭС



И. М. НОСОВ

А. И. КУРНОСОВ

Н. И. ШВЕЦОВА

Ивв. № 9442ТМ-ТІ


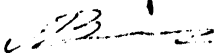

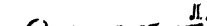
Ленинград
1977

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ

Ордена Октябрьской Революции
Всесоюзный Государственный проектно-исследовательский
и научно-исследовательский институт энергетических
систем и электрических сетей
"ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО БЕЗРИТМЬНОМУ ЗАКРЕПЛЕНИЮ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ
110-330 КВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

| | | |
|---|---|----------------|
| Главный инженер института "Энергосетьпроект" |  | С.С. РОКОТЫН |
| Начальник Технического отдела |  | А.С. ЗЕЛИЧЕНКО |
| Главный специалист- строитель |  | Ю.А. ГАЛИМОВ |
| Начальник строительного сектора |  | Л.З. ЛЕВИН |

Инв. № 9442тм-т1

Москва
1977г.

АННОТАЦИЯ

Одноствольные свободностоящие промежуточные опоры широко применяются на линиях электропередачи 35-220 кВ. Основным способом закрепления их в грунте является установка в цилиндрический сверленный котлован несколько большего диаметра, чем ствол стойки.

Пространство между стенками котлована и стойкой заполняется крупным песком или песчано-гравийной смесью с обязательным послойным уплотнением, обеспечивающим физико-механические характеристики не ниже, чем для грунта ненарушенной структуры, окружающего стойку.

Для опор с центрифугированными стойками, глубина заделки принята равной 3,0 и 3,3 м: первая - для конических стоек длиной 22,6 м диаметром 560/340 мм и цилиндрических диаметром 560 мм; вторая - для конических стоек длиной 26 м диаметром 650/410 мм.

В случаях, когда по условиям значительных величин действующих нагрузок или низких характеристик грунта основания такие закрепления оказываются недостаточными, устанавливаются один или два верхних ригеля без изменения глубины заделки.

При этом ригель устанавливается в отрытое вручную отверстие с последующей засылкой щелей крупным песком или песчано-гравийной смесью.

Недостатком ригельной схемы закрепления является возможное некачественное выполнение работ: недостаточное уплотнение засыпаемого в щели грунта, особенно если отверстие для ригеля выполнено большим, чем предусмотрено проектом.

Контроль качества этих работ, как правило, отсутствует, в результате чего возможно значительное увеличение деформативности и снижение надежности работы линии.

Современные же механизмы, используемые для устройства сверленных котлованов, позволяют выполнять сверление на большую глубину, чем принятая в настоящее время в 3,0 и 3,3 м. В связи с этим оказалось целесообразным рассмотреть возможность установки стоек опор по безригельной схеме с некоторым увеличением заглубления стойки в грунт.

Расчетно-теоретическим и экспериментальным методами исследовано влияние заглубления на несущую способность и деформативность безригельного закрепления в зависимости от грунтовых условий. Установлено, что несущая способность стойки по грунту расчет пропорционально увеличению глубины по параболическому закону; по такой же закономерности уменьшается с глубиной деформативность закрепления от единичной горизонтальной силы.

Целесообразность замены ригельного закрепления эквивалентным безригельным в каждом конкретном случае должна определяться на основании технико-экономического сравнения.

В случаях, когда по величине действующего момента безригельное закрепление может быть осуществлено на глубину, превышающую стандартную (равную 3 м и 3,3 м) не более, чем на 0,5 м, технико-экономический анализ может не выполняться.

В настоящей работе прочностные и деформационные характеристики закреплений определены при заглублении стоек до 4,5 м включительно. Все расчеты по их определению выполнены на ЭВМ.

І. Настоящие рекомендации распространяются на проектирование закреплений железобетонных опор ВЛ IIО-330 кВ в грунтовых условиях, которые по наименованию грунтов и их составу соответствуют таблицам I-² приложения 2 главы СНиП П-15-74 "Основания зданий и сооружений".

В табл.І настоящих "рекомендаций" приведены также расчетные значения прочностных характеристик этих грунтов, определенных по указаниям п.п. І3.2 и І3.3 гл.СНиП П-15-74.

Настоящие рекомендации не распространяются на проектирование в особых грунтовых условиях.

2. В результате увеличения с глубиной несущей способности стоек по грунту возможна замена ригельного закрепления по схемам А, Б и Г (рис.І) эквивалентным ему по прочности безригельным закреплением с большим заглублением стойки в грунт.

По типовым проектам закрепление стоек в грунт в зависимости от величины диаметра в котле принято на глубину: 3 м - для конических стоек диаметром 560/340 мм и цилиндрических диаметром 560 мм; 3,3 м - для конических стоек диаметром 650 мм.

Типы закреплений А, Б и Г соответствуют закреплениям в грунтах с ненарушенной структурой (в т.н. сверленных котлованах):

- тип АІ - закрепление с одним унифицированным ригелем,
- тип АІІ - закрепление с двумя унифицированными ригелями, устанавливаемыми без просвета.
- тип БІ - закрепление с насыпной банкеткой и одним унифицированным ригелем, устанавливаемым в бече-кетке, глубина котлована в основном грунте - полная (как по схеме А). Высота банкетки - І,2 м.

Тип ГШ - закрепление с насыпной банкеткой и двумя унифицированными ригелями, устанавливаемыми в банкетке с учетом в ширину ригеля; глубина котлована в основном грунте - 2 м; высота банкетки - 2 м.

3. В табл. 2 приведены значения заглублений стоек в грунт по схеме безригельного закрепления, при которых величины предельных опрокидывающих моментов соответствуют значениям моментов для схем ригельных закреплений с типовым заглублением.

Предельный опрокидывающий момент определяется по рекомендациям п.п. 6.56 и 6.57 "Руководства" ^{х)} с использованием расчетных значений характеристик грунтов и с учетом действительной высоты приложения горизонтальной силы.

Величины предельных опрокидывающих моментов в зависимости от схемы ригельного закрепления для грунтов с табличными характеристиками (табл. I) приведены в табл. 4-6.

В табл. 4-6 и на графиках рис. 2-5 значения M_n приведены без учета коэффициента γ_2 .

4. Равнопрочные безригельные и ригельные закрепления должны обеспечивать нормируемую деформативность заделки, равную 0,01 рад.

В табл. 3 приведены значения модуля деформации грунта, при которых безригельное закрепление эквивалентное ригельному по прочности оснований удовлетворяют также требованию расчета по деформациям $\theta_{\text{с.в.}}$ ^{х)}

где: β - угол поворота стойки под действием горизонтальной силы, определяемой по выражению

$$Q = \frac{M_n}{H}$$

х) Руководство по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1 кВ. Раздел 5. Основания. Инв. № 3041тм-т2.

(Н - принятая в расчете высота приложения горизонтальной силы).

β'' - предельная величина угла поворота, принимаемая равной 0,01 рад.

5. При проектировании закреплений стоек с увеличенной глубиной заделки подбор необходимой глубины должен выполняться по табл.2 и 3 совместно.

6. При проектировании безригельного закрепления с увеличенной глубиной заделки необходимо выполнить проверку прочности стойки в опорном сечении и в соответствии с разделом IV "Руководства по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше 1 кВ" - железобетонные конструкции.

Проверка равнопрочности закреплений выполняется, исходя из условия $M_g \leq m_3 M_{n,2} \leq M_{n,c}$ ^{x)}

где: M_g - момент в опорном сечении от действующих нагрузок;

$M_{n,2}$ - предельный момент по прочности грунта, принимаемый по табл. 4-6;

m_3 - коэффициент условий работы, принимаемый по табл. 7;

$M_{n,c}$ - предельный момент по прочности стойки в сечении по высоте $\Delta h = h - h_T$ (h - заглубление стойки свыше типового; h_T - типовое заглубление).

7. По настоящим рекомендациям величина заглубления стойки в грунт назначается следующим образом:

x) На рис. 6 приведены эпюры предельных моментов по высоте стойки выше поверхности грунта.

- по величине M_g и грунтовым условиям с использованием табл. 4-6 подбирается схема закрепления;

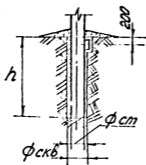
- затем по табл. 2 и 3 (совместно) определяется необходимая глубина для осуществления безригельного закрепления;

- проверяется прочность ствола стойки на высоте Δh от отметки гипсового заглубления, равного 3 м или 3,3 м в зависимости от размеров стойки.

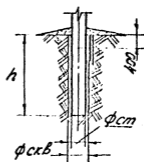
| Наименование грунта | Виды песчаных грунтов и консистенция глинистых грунтов | N | Характеристики грунтов | | | | | | | Наименование грунта | Виды песчаных грунтов и консистенция глинистых грунтов | N | Характеристики грунтов | | | | | | | | |
|---------------------|--|----|------------------------|--------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------------------------|--|------------|---|----------------------|--------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|---|
| | | | Нормативные значения | | | Расчетные значения | | | | | | | Модуль деформации E, тс/тс ² | Нормативные значения | | | Расчетные значения | | | | Модуль деформации E, тс/тс ² |
| | | | $\rho_{L, град}$ | $C, тс/тс^2$ | $\gamma, тс/тс^3$ | $\rho_{L, град}$ | $C_L, тс/тс^2$ | $\gamma, тс/тс^3$ | $E, тс/тс^2$ | | | | | $\rho_{L, град}$ | $C, тс/тс^2$ | $\gamma, тс/тс^3$ | $\rho_{L, град}$ | $C_L, тс/тс^2$ | $\gamma, тс/тс^3$ | $E, тс/тс^2$ | |
| песчаные грунты | пески гравелистые и крупные | 1 | 43 | 0.2 | 2.00 | 39 | 0.05 | 2.00 | 5000 | суглинки | 0.25 $\leq J_L \leq 0.5$ | 31 | 21 | 2.3 | 1.80 | 19 | 0.958 | 1.80 | 1400 | | |
| | | 2 | 40 | 0.1 | 2.70 | 36 | 0.025 | 2.00 | 4000 | | | 32 | 19 | 1.8 | 1.80 | 17 | 0.750 | 1.80 | 1100 | | |
| | | 3 | 38 | — | 2.00 | 34 | — | 2.00 | 3000 | | | 33 | 17 | 1.5 | 1.80 | 15 | 0.625 | 1.80 | 800 | | |
| | пески средней крупности | 4 | 40 | 0.3 | 1.90 | 36 | 0.075 | 1.90 | 5000 | | 0.5 $\leq J_L \leq 0.75$ | 34 | 19 | 2.5 | 1.90 | 17 | 0.753 | 1.90 | 1700 | | |
| | | 5 | 38 | 0.2 | 1.90 | 34 | 0.05 | 1.90 | 4000 | | | 35 | 18 | 2.0 | 1.85 | 16 | 0.606 | 1.85 | 1200 | | |
| | | 6 | 35 | 0.1 | 1.85 | 32 | 0.025 | 1.85 | 3000 | | | 36 | 16 | 1.6 | 1.80 | 14 | 0.485 | 1.80 | 800 | | |
| | пески мелкие | 7 | 38 | 0.6 | 1.85 | 34 | 0.15 | 1.85 | 4800 | | 0.5 $\leq J_L \leq 0.25$ | 37 | 14 | 1.4 | 1.80 | 13 | 0.424 | 1.80 | 600 | | |
| | | 8 | 36 | 0.4 | 1.85 | 33 | 0.10 | 1.85 | 3800 | | | 38 | 12 | 1.2 | 1.75 | 11 | 0.364 | 1.75 | 500 | | |
| | | 9 | 32 | 0.2 | 1.80 | 29 | 0.05 | 1.80 | 2800 | | | 39 | 21 | 8.1 | 1.80 | 19 | 3.375 | 1.80 | 2800 | | |
| | | 10 | 28 | — | 1.80 | 25 | — | 1.80 | 1800 | | | 40 | 20 | 6.8 | 1.80 | 18 | 2.833 | 1.80 | 2400 | | |
| | пески пылеватые | 11 | 36 | 0.8 | 1.80 | 33 | 0.20 | 1.80 | 3900 | | 0.25 $\leq J_L \leq 0.25$ | 41 | 19 | 5.4 | 1.80 | 17 | 2.250 | 1.80 | 2100 | | |
| | | 12 | 34 | 0.6 | 1.80 | 31 | 0.15 | 1.80 | 2300 | | | 42 | 18 | 4.7 | 1.80 | 16 | 1.958 | 1.80 | 1800 | | |
| | | 13 | 30 | 0.4 | 1.75 | 27 | 0.10 | 1.75 | 1800 | | | 43 | 16 | 4.1 | 1.75 | 14 | 1.708 | 1.75 | 1500 | | |
| | | 14 | 26 | 0.2 | 1.75 | 23 | 0.05 | 1.75 | 1100 | | | 44 | 14 | 3.6 | 1.75 | 13 | 1.500 | 1.75 | 1200 | | |
| супеси | 0.5 $\leq J_L \leq 0.25$ | 15 | 30 | 1.5 | 2.00 | 27 | 0.625 | 2.00 | 3200 | 2 глины | 0.25 $\leq J_L \leq 0.5$ | 45 | 18 | 5.7 | 1.75 | 16 | 2.375 | 1.75 | 2100 | | |
| | | 16 | 29 | 1.1 | 1.95 | 26 | 0.458 | 1.95 | 2400 | | | 46 | 17 | 5.0 | 1.80 | 15 | 2.083 | 1.80 | 1800 | | |
| | | 17 | 27 | 0.8 | 1.90 | 24 | 0.333 | 1.90 | 1600 | | | 47 | 16 | 4.3 | 1.70 | 14 | 1.792 | 1.70 | 1500 | | |
| | 0.25 $\leq J_L \leq 0.75$ | 18 | 28 | 1.3 | 1.90 | 25 | 0.394 | 1.90 | 3200 | | 48 | 14 | 3.7 | 1.70 | 13 | 1.542 | 1.70 | 1200 | | | |
| | | 19 | 26 | 0.9 | 1.90 | 23 | 0.273 | 1.90 | 2400 | | 49 | 11 | 3.2 | 1.65 | 10 | 1.333 | 1.65 | 900 | | | |
| | | 20 | 24 | 0.6 | 1.85 | 22 | 0.182 | 1.85 | 1600 | | 50 | 15 | 4.5 | 1.75 | 14 | 1.364 | 1.75 | 1800 | | | |
| | | 21 | 21 | 0.3 | 1.80 | 19 | 0.091 | 1.80 | 1000 | | 51 | 14 | 4.1 | 1.75 | 13 | 1.242 | 1.75 | 1500 | | | |
| суглинки | 0.5 $\leq J_L \leq 0.25$ | 22 | 26 | 4.7 | 2.00 | 23 | 1.958 | 2.00 | 3400 | 0.5 $\leq J_L \leq 0.75$ | 52 | 12 | 3.6 | 1.70 | 11 | 1.091 | 1.70 | 1200 | | | |
| | | 23 | 25 | 3.7 | 1.95 | 23 | 1.542 | 1.95 | 2700 | | 53 | 10 | 3.3 | 1.70 | 9 | 1.0 | 1.70 | 900 | | | |
| | | 24 | 24 | 3.1 | 1.90 | 22 | 1.292 | 1.90 | 2200 | | 54 | 7 | 2.9 | 1.65 | 6 | 0.879 | 1.65 | 700 | | | |
| | 0.25 $\leq J_L \leq 0.5$ | 25 | 23 | 2.5 | 1.80 | 21 | 1.042 | 1.80 | 1700 | 1977 | Нормативные и расчетные характеристики грунтов. | Этаблица 1 | 9442 т. 1 | 9 | 28 | | | | | | |
| | | 26 | 22 | 2.2 | 1.80 | 20 | 0.917 | 1.80 | 1400 | | | | | | | | | | | | |
| | | 27 | 20 | 1.9 | 1.80 | 18 | 0.792 | 1.80 | 1100 | | | | | | | | | | | | |
| | | 28 | 24 | 3.9 | 1.90 | 22 | 1.625 | 1.90 | 3200 | | | | | | | | | | | | |
| | | 29 | 23 | 3.4 | 1.85 | 21 | 1.417 | 1.85 | 2500 | | | | | | | | | | | | |
| | | 30 | 22 | 2.8 | 1.80 | 20 | 1.167 | 1.80 | 1900 | | | | | | | | | | | | |

А. Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой.

Тип II

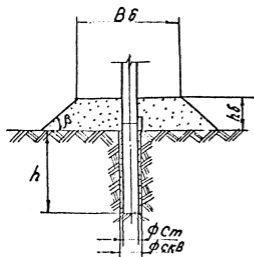


Тип III



*Закрепления с насыпными банкетками
(Основной грунт имеет ненарушенную структуру)*

Тип Б I



Тип Г II

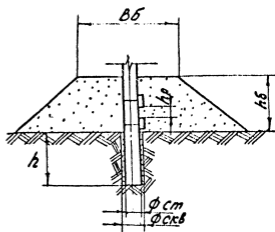


Таблица 2

Величины заглубления стоек при безригельном закреплении, эквивалентные по прочности основания (по грунту) схемам ригельного закрепления, в м

| Наименование грунта | | Стойки диаметром 650/410 мм | | | | Стойки диаметром 560 мм и 560/340 мм | | | |
|------------------------|----------------|--------------------------------|------|-----|------|---|------|-----|------|
| | | А I | А II | Б I | Г II | А I | А II | Б I | Г II |
| Пески | | 3,6 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | 3,8 |
| супеси | | 3,5 | 3,9 | 4,2 | 4,4 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 3,9 |
| суглинки | $J_L \leq 0,5$ | 3,7 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 3,4 | 3,8 | 4,0 | 3,8 |
| | $J_L > 0,5$ | 3,7 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 3,4 | 3,8 | 4,1 | 3,9 |
| глины | $J_L \leq 0,5$ | 3,8 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 3,6 | 3,8 | 3,8 | 3,6 |
| | $J_L > 0,5$ | 3,8 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 3,7 | 3,9 | 3,9 | 3,6 |

Таблица 3

Значения модулей деформации грунтов E , при которых угол отклонения оси стойки от вертикали β не превышает 0,01 рад для заселки глубиной по табл. 2 при действии предельного момента.

| Наименование грунта | | Стойки диаметром, 650/410 мм | стойки диаметром 560 мм и 550/340 мм |
|---------------------|----------------|--|--------------------------------------|
| пески | | обеспечивается при значениях $E \geq 200 \text{ кгс/см}^2$ | |
| сыпеси | | при $E \geq 100 \text{ кгс/см}^2$ | при $E \geq 130 \text{ кгс/см}^2$ |
| суглинки | $I_L \leq 0,5$ | при $E \geq 150 \text{ кгс/см}^2$ | при $E \geq 150 \text{ кгс/см}^2$ |
| | $I_L > 0,5$ | при $E \geq 120 \text{ кгс/см}^2$ | при $E \geq 130 \text{ кгс/см}^2$ |
| глины | $I_L \leq 0,5$ | при $E \geq 150 \text{ кгс/см}^2$ | при $E \geq 150 \text{ кгс/см}^2$ |
| | $I_L > 0,5$ | при $E \geq 100 \text{ кгс/см}^2$ | при $E \geq 110 \text{ кгс/см}^2$ |

| Изменение грунта | Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов | N | Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой | | | Закрепления с насыпными банкетками | |
|---------------------|--|----|---|-------|-------|--|-------|
| | | | A I | A II | A III | Б I | Г III |
| песчаные грунты | пески гравелистые и крупные | 1 | 51,99 | 52,90 | 71,92 | 98,11 | 84,15 |
| | | 2 | 43,76 | 47,85 | 58,10 | 80,33 | 68,81 |
| | | 3 | 37,47 | 40,94 | 50,07 | 70,25 | 60,00 |
| | пески средней крупности | 4 | 42,58 | 46,86 | 56,90 | 78,33 | 66,66 |
| | | 5 | 36,66 | 40,41 | 49,43 | 68,76 | 58,61 |
| | | 6 | 50,92 | 34,12 | 42,03 | 59,39 | 50,30 |
| | пески мелкие | 7 | 37,57 | 42,11 | 51,53 | 69,67 | 59,97 |
| | | 8 | 34,27 | 38,21 | 46,92 | 64,54 | 55,21 |
| | | 9 | 25,01 | 27,92 | 34,77 | 49,17 | 41,74 |
| | | 10 | 18,80 | 20,92 | 26,44 | 38,35 | 32,51 |
| | пески пылеватые | 11 | 35,16 | 39,86 | 48,98 | 65,43 | 56,54 |
| | | 12 | 30,05 | 34,01 | 42,08 | 57,18 | 49,22 |
| | | 13 | 22,10 | 25,09 | 31,47 | 43,77 | 37,48 |
| | | 14 | 16,70 | 18,94 | 24,11 | 34,21 | 29,36 |
| суглеси | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 15 | 31,33 | 38,22 | 47,77 | 56,34 | 52,76 |
| | | 16 | 27,06 | 32,64 | 40,99 | 49,98 | 46,11 |
| | | 17 | 22,14 | 26,49 | 33,54 | 42,18 | 38,48 |
| | $0,25 < J_L \leq 0,75$ | 18 | 24,21 | 29,10 | 36,70 | 45,49 | 41,66 |
| | | 19 | 20,22 | 24,05 | 30,57 | 39,08 | 35,49 |
| | | 20 | 17,76 | 20,85 | 26,62 | 35,18 | 31,49 |
| | | 21 | 13,73 | 15,94 | 20,58 | 28,15 | 25,03 |
| суглинки | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 22 | 39,73 | 52,84 | 65,10 | 64,69 | 66,52 |
| | | 23 | 34,47 | 45,48 | 56,45 | 57,68 | 58,45 |
| | | 24 | 29,58 | 38,93 | 48,70 | 50,59 | 50,93 |
| | | 25 | 24,76 | 32,55 | 40,94 | 43,51 | 43,29 |
| | | 26 | 22,31 | 29,27 | 36,99 | 39,76 | 39,47 |
| | | 27 | 18,87 | 24,80 | 31,58 | 34,24 | 34,09 |

1977

Предельные опрокидывающие моменты M_n для стоек
конических диаметром 330/410 мм длиной 25 м при
заселении в грунт по ск. А I, II, III, Б I на 33 м, по ск. Г III - 23 м

9442ТМ/1

13 28

| Поместьевые размеры | Виды песчаных и конгломератных глинистых грунтов | N | Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой | | | Закрепления с насыпными банкетками | |
|------------------------|--|-------|---|-------|-------|--|-------|
| | | | А I | А II | А III | Б I | Г III |
| суглинки | $0,25 < J_L \leq 0,5$ | 28 | 33,23 | 44,30 | 54,96 | 56,61 | 55,38 |
| | | 29 | 28,96 | 38,68 | 48,25 | 50,05 | 49,14 |
| | | 30 | 24,69 | 32,89 | 41,31 | 43,34 | 42,89 |
| | | 31 | 21,48 | 28,44 | 35,97 | 38,27 | 38,16 |
| | | 32 | 17,53 | 23,09 | 29,50 | 31,99 | 31,99 |
| | | 33 | 14,80 | 19,48 | 25,08 | 27,58 | 27,46 |
| | $0,5 < J_L \leq 0,75$ | 34 | 18,17 | 23,86 | 30,50 | 33,19 | 33,04 |
| | | 35 | 15,75 | 20,51 | 26,38 | 28,14 | 29,28 |
| 36 | | 12,22 | 16,75 | 21,73 | 24,42 | 24,59 | |
| 37 | | 11,80 | 15,22 | 19,84 | 22,54 | 22,60 | |
| 38 | | 9,94 | 12,85 | 16,81 | 19,38 | 19,21 | |
| глины | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 39 | 45,16 | 61,98 | 74,74 | 74,39 | 69,50 |
| | | 40 | 41,52 | 55,82 | 69,03 | 69,06 | 65,14 |
| | | 41 | 30,41 | 42,34 | 52,07 | 52,72 | 49,11 |
| | | 42 | 26,43 | 35,94 | 45,74 | 46,64 | 43,38 |
| | | 43 | 21,59 | 30,65 | 38,19 | 39,22 | 36,17 |
| | | 44 | 19,09 | 27,01 | 33,81 | 35,07 | 32,27 |
| | $0,25 < J_L \leq 0,5$ | 45 | 29,75 | 41,76 | 51,19 | 51,70 | 47,74 |
| | | 46 | 26,09 | 35,75 | 45,39 | 46,21 | 42,53 |
| | | 47 | 22,05 | 31,26 | 38,82 | 39,73 | 36,58 |
| | | 48 | 19,14 | 27,17 | 34,00 | 35,05 | 32,28 |
| 49 | | 14,80 | 21,44 | 27,00 | 28,15 | 25,33 | |
| $0,5 < J_L \leq 0,75$ | 50 | 19,07 | 26,68 | 33,58 | 34,92 | 32,63 | |
| | 51 | 17,24 | 24,17 | 30,55 | 31,98 | 29,78 | |
| | 52 | 14,33 | 20,26 | 25,76 | 27,19 | 25,03 | |
| | 53 | 12,33 | 17,58 | 22,46 | 23,90 | 21,59 | |
| | 54 | 9,66 | 13,99 | 17,98 | 19,35 | 16,87 | |

1977

Предельные отклоняющие моменты $M_{пр}$ для стоек конических дисков диаметром 650/410 мм длиной 25 мм при заглублении в грунт по ск. А I, А II, А III, Б I на 3, 5 м, по ск. Г III на 2, 3 м.

212011
14 28

| наименование грунта | Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов | № | Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой | | | Закрепления с насыпными банкетками | |
|------------------------|--|----|---|-------|-------|--|-------|
| | | | А I | А II | А III | Б I | Г III |
| песчаные грунты | Пески гравелистые и крупные | 1 | 38,24 | 42,92 | 54,14 | 65,31 | 65,79 |
| | | 2 | 30,49 | 34,39 | 43,68 | 53,52 | 54,13 |
| | | 3 | 26,12 | 29,44 | 37,98 | 47,06 | 47,71 |
| | пески средней крупности | 4 | 29,74 | 33,83 | 43,21 | 52,31 | 53,17 |
| | | 5 | 25,63 | 29,21 | 37,64 | 46,04 | 46,90 |
| | | 6 | 21,68 | 24,71 | 31,87 | 39,48 | 40,65 |
| | пески мелкие | 7 | 26,38 | 30,71 | 39,18 | 47,18 | 47,62 |
| | | 8 | 24,04 | 27,80 | 35,93 | 43,51 | 44,22 |
| | | 9 | 17,58 | 20,36 | 26,78 | 33,15 | 34,04 |
| | | 10 | 13,22 | 15,25 | 20,42 | 26,00 | 26,71 |
| | | 11 | 24,76 | 29,25 | 37,71 | 44,62 | 44,92 |
| | | 12 | 21,17 | 24,95 | 32,46 | 38,98 | 39,43 |
| | пески пылеватые | 13 | 15,60 | 18,46 | 24,42 | 29,91 | 30,47 |
| | | 14 | 11,79 | 13,94 | 18,70 | 23,58 | 23,93 |
| суглеси | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 15 | 22,32 | 28,85 | 37,52 | 42,10 | 38,72 |
| | | 16 | 19,24 | 24,54 | 32,18 | 35,86 | 34,47 |
| | $0,25 < J_L \leq 0,75$ | 17 | 15,73 | 19,87 | 26,35 | 30,86 | 29,92 |
| | | 18 | 17,22 | 21,87 | 28,03 | 33,57 | 31,68 |
| | | 19 | 14,35 | 18,00 | 24,01 | 28,50 | 27,10 |
| | | 20 | 12,58 | 15,54 | 20,88 | 25,32 | 24,48 |
| | | 21 | 9,71 | 11,83 | 16,14 | 20,21 | 19,65 |
| суглинки | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 22 | 28,80 | 41,00 | 51,45 | 55,22 | 44,52 |
| | | 23 | 24,93 | 35,22 | 44,71 | 46,85 | 39,78 |
| | | 24 | 21,38 | 30,19 | 38,64 | 40,92 | 34,98 |
| | | 25 | 17,89 | 25,21 | 32,56 | 34,88 | 30,23 |
| | | 26 | 16,10 | 22,65 | 29,44 | 31,84 | 27,64 |
| | | 27 | 13,60 | 19,18 | 25,16 | 27,57 | 23,81 |

1977

Предельные прокобыляющие нагрузки R_0 для стоек
цилиндрических диаметром 560 мм длиной 22,6 м
Заглубление в грунт по ст. А I П. П. К I на 3,0 м, по ст. Г III - 2 м

9442тк-1

15 28

| Наименование грунта | Виды песчаных и консистенция елинистых грунтов | № | Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой | | | Закрепления с насыпными банкетками | | |
|------------------------|--|------------------------|---|-------|-------|--|-------|-------|
| | | | А I | А II | А III | Б I | Г III | |
| суглинки | $0,25 < J_L \leq 0,5$ | 28 | 24,08 | 34,42 | 43,41 | 45,30 | 38,17 | |
| | | 29 | 20,99 | 30,07 | 38,30 | 40,25 | 34,03 | |
| | | 30 | 17,87 | 25,56 | 32,73 | 34,81 | 29,70 | |
| | | 31 | 15,51 | 22,05 | 28,64 | 30,91 | 26,53 | |
| | | 32 | 12,63 | 17,87 | 23,51 | 25,89 | 22,24 | |
| | | 33 | 10,64 | 15,05 | 19,88 | 22,26 | 19,00 | |
| | $0,5 < J_L \leq 0,75$ | 34 | 13,07 | 18,42 | 24,27 | 25,83 | 22,88 | |
| | | 35 | 11,31 | 15,80 | 21,01 | 23,60 | 20,31 | |
| | | 36 | 9,26 | 12,88 | 17,32 | 19,82 | 17,02 | |
| | | 37 | 8,43 | 11,68 | 15,76 | 28,89 | 21,60 | |
| | | 38 | 7,10 | 9,85 | 13,43 | 15,76 | 13,27 | |
| | | 39 | 33,07 | 48,51 | 58,70 | 59,52 | 48,03 | |
| | глины | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 40 | 30,35 | 44,14 | 49,70 | 50,87 | 40,85 |
| | | | 41 | 22,19 | 33,19 | 41,06 | 42,40 | 34,00 |
| 42 | | | 19,26 | 28,97 | 36,11 | 37,57 | 30,05 | |
| 43 | | | 15,79 | 24,07 | 30,16 | 31,67 | 25,08 | |
| 44 | | | 13,87 | 21,20 | 26,78 | 28,35 | 22,35 | |
| 45 | | | 21,74 | 32,78 | 40,19 | 41,49 | 33,00 | |
| $0,25 < J_L \leq 0,5$ | | 46 | 13,02 | 28,84 | 35,76 | 37,22 | 29,44 | |
| | | 47 | 16,08 | 24,57 | 30,64 | 32,08 | 25,38 | |
| | | 48 | 13,93 | 21,35 | 26,87 | 28,37 | 22,39 | |
| | | 49 | 10,79 | 16,85 | 21,28 | 22,78 | 17,51 | |
| $0,5 < J_L \leq 0,75$ | | 50 | 13,85 | 20,92 | 26,62 | 28,24 | 22,63 | |
| | | 51 | 12,50 | 18,94 | 24,23 | 25,89 | 20,64 | |
| | | 52 | 10,38 | 15,88 | 20,42 | 22,04 | 17,31 | |
| | | 53 | 8,90 | 13,77 | 17,76 | 19,37 | 14,86 | |
| | 54 | 6,94 | 10,93 | 14,12 | 15,65 | 11,43 | | |

1977

Предельные опрокидывающие моменты M_0 для стоек
цилиндрических диам. 560 мм длиной 22,6 м
Закрепление в грунте по ст. А I, II, III, Б I на 3,0 м по ст. Г II-2 м

3442 м·т

16 28

| Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов | N | Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой | | | Закрепления с насыпными банкетками | | |
|--|-----------------------------|---|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|
| | | А I | А II | А III | Б I | Г III | |
| песчаные грунты | Пески гравелистые и крупные | 1 | 37,54 | 42,24 | 53,50 | 64,56 | 64,80 |
| | | 2 | 23,93 | 33,85 | 43,46 | 53,16 | 53,48 |
| | | 3 | 25,64 | 28,97 | 37,55 | 46,54 | 46,99 |
| | Пески средней крупности | 4 | 29,20 | 33,30 | 42,71 | 51,72 | 52,38 |
| | | 5 | 25,16 | 28,76 | 37,22 | 45,53 | 46,20 |
| | | 6 | 21,26 | 24,33 | 31,77 | 39,26 | 40,19 |
| | Пески мелкие | 7 | 25,90 | 30,25 | 39,06 | 46,67 | 46,92 |
| | | 8 | 23,60 | 27,38 | 35,54 | 42,04 | 43,56 |
| | | 9 | 17,25 | 20,05 | 26,49 | 32,81 | 33,55 |
| | | 10 | 12,97 | 15,01 | 20,21 | 25,73 | 26,33 |
| | Пески пылеватые | 11 | 24,31 | 28,82 | 37,31 | 44,15 | 44,26 |
| | | 12 | 20,78 | 24,59 | 32,12 | 38,57 | 38,85 |
| | | 13 | 15,30 | 18,18 | 24,17 | 29,61 | 30,03 |
| | | 14 | 11,56 | 13,72 | 18,58 | 23,34 | 23,58 |
| супеси | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 15 | 21,91 | 28,47 | 37,16 | 41,86 | 38,10 |
| | | 16 | 18,89 | 24,21 | 31,87 | 36,48 | 33,93 |
| | | 17 | 15,43 | 19,60 | 26,10 | 30,54 | 28,77 |
| | $0,25 < J_L \leq 0,75$ | 18 | 16,89 | 21,57 | 28,56 | 33,02 | 30,99 |
| | | 19 | 14,07 | 17,75 | 23,78 | 28,21 | 26,68 |
| | | 20 | 12,34 | 15,31 | 20,67 | 25,07 | 24,11 |
| | | 21 | 9,52 | 11,65 | 15,98 | 20,01 | 19,36 |
| суглинки | $0 \leq J_L \leq 0,25$ | 22 | 21,30 | 40,54 | 50,97 | 52,07 | 48,76 |
| | | 23 | 24,49 | 34,82 | 44,30 | 46,36 | 39,10 |
| | | 24 | 20,99 | 29,84 | 38,29 | 40,50 | 34,39 |
| | | 25 | 17,56 | 24,91 | 32,27 | 34,52 | 29,72 |
| | | 26 | 15,80 | 22,38 | 29,18 | 31,52 | 27,19 |
| | | 27 | 13,34 | 18,95 | 24,94 | 27,29 | 23,42 |

1917

Предельные опрокидывающие моменты 16, 35, 5, 10 тмк
 канических диаметром 560/340 мм, длиной 22,5 м при
 заглублении в грунт по сх. А I, II, III, Б I на 3 м, по сх. Г III - 2 м

9442 ТМ-Т1
 17 28

Ж4427м - 1.1 - 10

18

(Значения в скобках)

| Наименование грунта | Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов | № | Значения в эрвенте с непроворванной структурой | | | Значения в большом с массивными | | |
|-----------------------------|--|---------------------------|--|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | | AI | AII | AIII | BI | ГII | |
| | | | | | | | | |
| суглинки | 0,25 < J _L ≤ 0,5 | 28 | 23,65 | 34,03 | 43,15 | 44,96 | 37,61 | |
| | | 29 | 29,60 | 29,73 | 37,95 | 39,84 | 33,46 | |
| | | 30 | 17,54 | 25,26 | 32,56 | 34,58 | 29,29 | |
| | | 31 | 15,22 | 21,79 | 23,39 | 30,59 | 26,08 | |
| | | 32 | 12,38 | 17,65 | 23,30 | 25,63 | 21,87 | |
| | | 33 | 10,43 | 14,86 | 19,81 | 22,14 | 18,74 | |
| | 0,5 < J _L ≤ 0,75 | 34 | 12,81 | 18,20 | 24,05 | 26,56 | 22,49 | |
| | | 35 | 11,08 | 15,60 | 20,82 | 23,37 | 19,97 | |
| | | 36 | 9,07 | 12,71 | 17,16 | 19,62 | 16,74 | |
| | | 37 | 8,26 | 11,53 | 15,66 | 18,12 | 15,39 | |
| | | 38 | 6,95 | 9,72 | 13,31 | 15,60 | 12,04 | |
| | | 39 | 32,53 | 48,02 | 58,14 | 58,92 | 47,20 | |
| | глины | 0 < J _L ≤ 0,25 | 40 | 29,83 | 43,98 | 53,86 | 54,75 | 44,27 |
| | | | 41 | 21,79 | 32,84 | 40,66 | 41,96 | 33,40 |
| 42 | | | 18,91 | 28,66 | 35,76 | 37,18 | 29,51 | |
| 43 | | | 15,50 | 23,81 | 29,86 | 31,34 | 24,61 | |
| 44 | | | 13,61 | 20,97 | 26,51 | 28,05 | 21,94 | |
| 45 | | | 21,35 | 32,44 | 39,89 | 41,16 | 32,49 | |
| 0,25 < J _L ≤ 0,5 | | 46 | 18,67 | 28,53 | 35,40 | 36,83 | 28,91 | |
| | | 47 | 15,78 | 24,30 | 30,35 | 31,74 | 24,92 | |
| | | 48 | 13,66 | 21,12 | 26,60 | 28,08 | 21,98 | |
| | | 49 | 10,57 | 16,67 | 21,05 | 22,54 | 17,18 | |
| 0,5 < J _L ≤ 0,75 | 50 | 13,58 | 20,68 | 26,36 | 27,95 | 22,22 | | |
| | 51 | 12,26 | 18,73 | 24,00 | 25,62 | 20,26 | | |
| | 52 | 10,17 | 15,70 | 20,72 | 21,81 | 17,00 | | |
| | 53 | 8,72 | 13,61 | 17,57 | 19,16 | 14,58 | | |
| | 54 | 6,79 | 10,80 | 13,96 | 15,48 | 11,25 | | |

| | | |
|------|--|--------------------|
| 1977 | Предельные опрокидывающие моменты Но для стоек качественных диаметром 550/1340 мм длиной 22,6 м при завлаблении в грунт по ск. AI, II, III, BI на 3 м, по ск. ГВ - 2 м | Ж4427м-11 18 28 |
|------|--|--------------------|

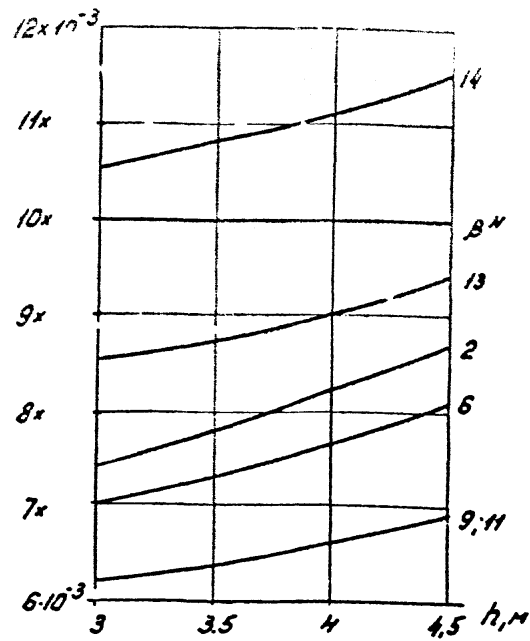
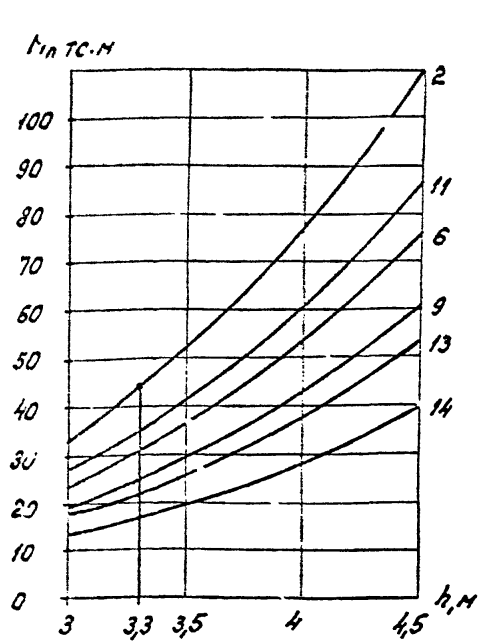


Рис. 2 Графики зависимости изменения величины предельного момента M_n и угла поворота стойки β от глубины заложения стойки диаметром 650/410 мм в песчаных грунтах
 Примечание. На графиках рис. 2-5 цифрами справа обозначен "N" грунта, в соответствии с табл. 1.

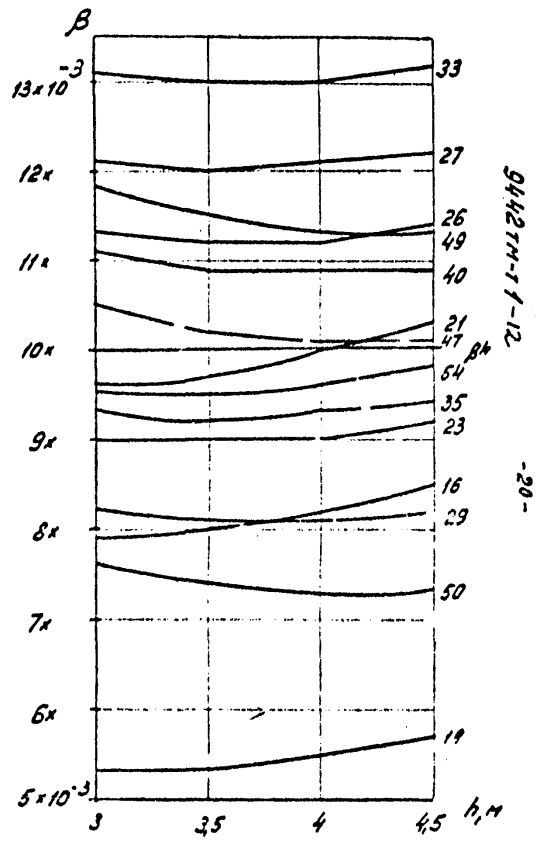
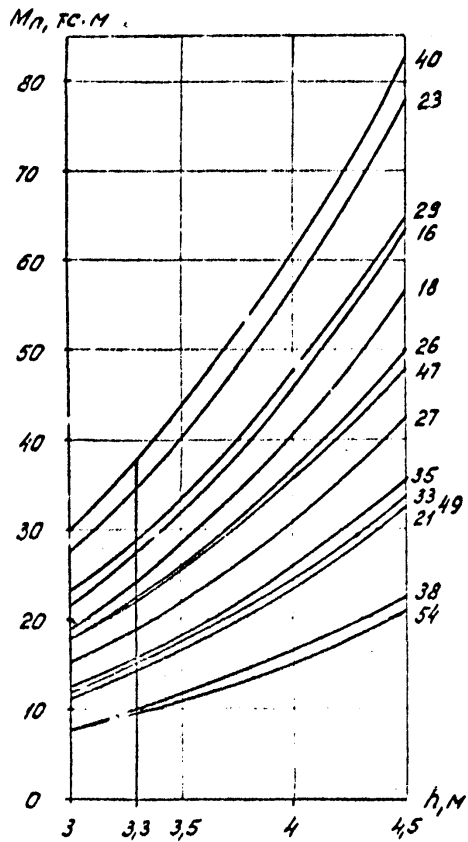
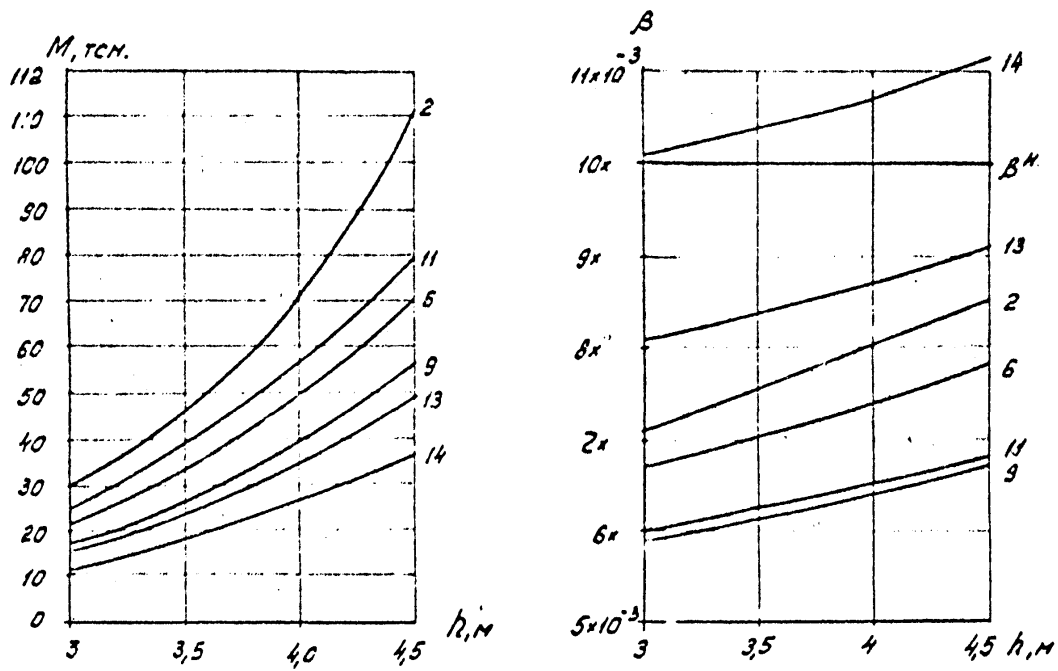


Рис.3. Графики зависимости изменения величины предельного момента M_p и угла поворота стойки β от глубины заложения стойки диаметром 650/410мм в глинистых грунтах.



94427M-71-13

-21-

Рис. 4 Графики зависимости изменения величины предельного момента M и угла поворота β от глубины заложения стойки диаметром 560 мм и 560/340 мм в песчаных грунтах.

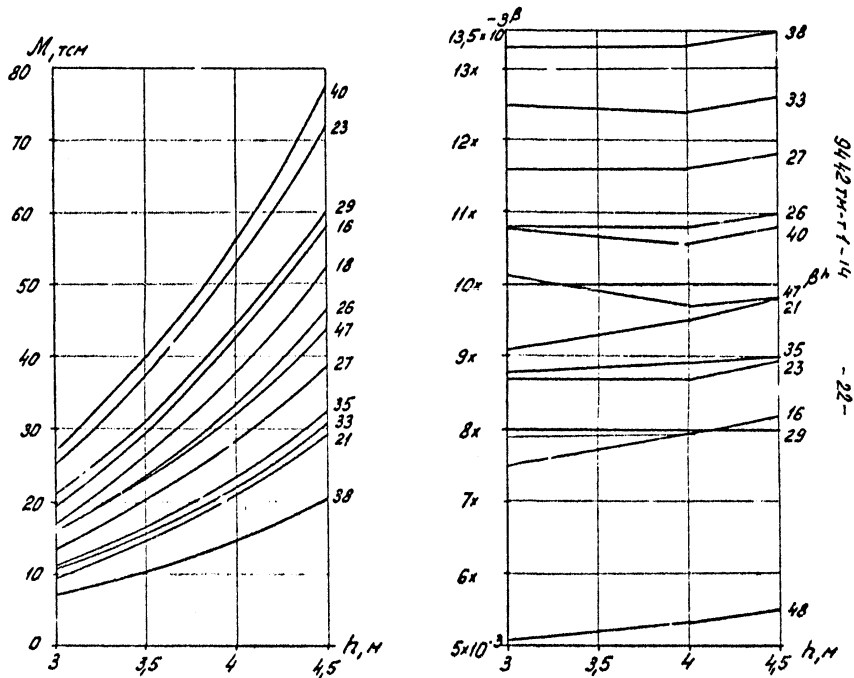


Рис. 5 Графики зависимости изменения величины предельного момента M и угла поворота β от глубины заложения стойки диаметром 560 м и 560/340 в глинистых грунтах.

Таблица 7

| Виды песчаных и конисистенция глинистых грунтов | | γ_3 |
|--|-------------------|------------|
| Пески | крупные | 1.1 |
| | средней крупности | 1.05 |
| | мелкие | 1.1 |
| | пылеватые | 1.15 |
| Супеси | $I_L \leq 0.25$ | 1.3 |
| | $I_L > 0.25$ | 1.4 |
| Суглинки | $I_L \leq 0.25$ | 1.25 |
| | $I_L > 0.25$ | 1.4 |
| Глины | $I_L \leq 0.5$ | 1.5 |
| | $I_L > 0.5$ | 1.5 |

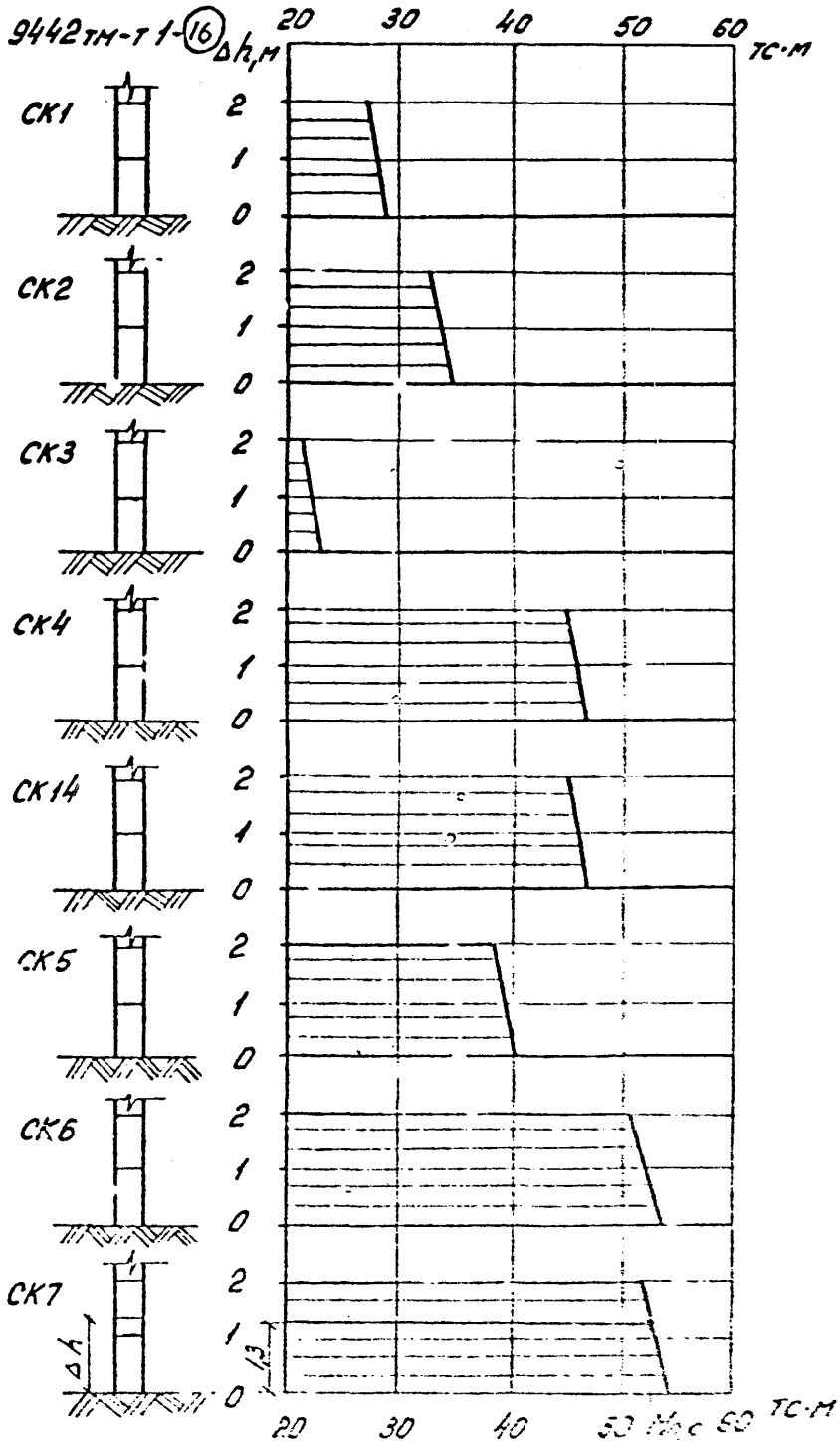


Рис.6 Эпюры моментов $\text{TC} \cdot \text{м}$ по высоте стойки выше отметки типовой застройки.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ

Для каждой схемы ригельного и эквивалентного ему по прочности заделки безригельного закрепления определены капиталозатраты и трудозатраты на I опору.

Затем капиталозатраты и трудозатраты были определены на I км ВЛ IIО кВ. Результаты расчетов представлены в табл.8.

Приведенные затраты определяются по следующей формуле:

$$Z = \sum_{\text{н}} K + И, \text{ где}$$

Z - приведенные затраты по одной из рассматриваемых схем закрепления стоек;

K - капиталовложения;

И - ежегодные издержки производства, определяемые по проценту от капиталовложений. Так для ВЛ IIО кВ И=0,028K.

Ен - нормативный коэффициент эффективности.

Приведенные затраты представлены в табл. 9.

Приведенные затраты безригельного закрепления по сравнению с ригельным наименьшие.

В табл. 10 (на основании табл. 8,9) приведены основные показатели эффективности безригельного закрепления стоек.

Из таблицы видно, что безригельное закрепление стоек СК (I-3) ϕ 560/340 мм на один км ВЛ IIО кВ на глубину

$h_{\text{н}} = 3,4$ м экономичнее, по сравнению с одноригельным на глубину $h_{\text{н}} = 3,0$ м, на 51.5 рублей и т.д.

ТАБЛИЦА 8
КАПИТАЛОЗАТРАТЫ И ТРУДОЗАТРАТЫ НА I км ВЛ (т.р./чел.дн.)

| | Ригельное закрепление | | | | Безригельное закрепление | | | |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|
| | АП | АШ | БІ | ГПІ | АП | АШ | БІ | ГПІ |
| Стойка СК (1-3) р 560/340 | 2.956 | 3,179 | 2.989 | 3,274 | 2.603 | 2.807 | 2.878 | 3.134 |
| | 18,99 | 23.72 | 19,58 | 25.55 | 16.91 | 17.43 | 17,53 | 21.78 |
| Стойка СК (4-7) р 650/410 | 3,082 | 3,302 | 3.134 | 3.473 | 2.950 | 3.072 | 3.007 | 3.333 |
| | 24.37 | 29.25 | 26.22 | 33.01 | 21.94 | 24.09 | 21.51 | 29.87 |

№ 9442 км-11

26

ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ

ТАБЛИЦА 9

| | Ригельное закрепление | | | | Безригельное закрепление | | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | АП | АШ | БИ | ГП | АП | АШ | БИ | ГП |
| Стойка СК(1-5) # 560/340 | 0,4367 | 0,4700 | 0,4437 | 0,4813 | 0,3852 | 0,4150 | 0,4259 | 0,4688 |
| Стойка СК(4-7) # 650/410 | 0,4559 | 0,4763 | 0,4641 | 0,5100 | 0,4370 | 0,4546 | 0,4450 | 0,4932 |

ТАБЛИЦА 10

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗРИТЕЛЬНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

| Наименование показателей | Стойка СК(1-3) р 560/340 | | | | Стойка СК(4-7) р 650/410 | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | Ац | Аш | Б1 | ГП1 | Ап | Аш | Б1 | ГП1 |
| Экономия капиталовложений (т.р.) | 0,353 | 0,375 | 0,111 | 0,123 | 0,129 | 0,320 | 0,127 | 0,140 |
| Экономия приведенных затрат (т.р.) | 0,0515 | 0,0550 | 0,0198 | 0,0175 | 0,0189 | 0,0217 | 0,0191 | 0,0168 |
| Экономия труда - затрат (чел.дн.) | 2,08 | 6,19 | 2,05 | 3,77 | 2,43 | 5,16 | 1,71 | 3,14 |