Олигер

N 9442тм-т1

Рекомендации

по безригельному закреплению

железобетонных опор ВЛ

110-350 кВ.

Рекомендации по проектированию

инв N 9442тм-т1

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ

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

"ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

Северо-Западное Отделение

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО БЕЗРИГЕЛЬНОМУ ЗАКРЕПЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ 110-330 КВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Главный инженер — И.М.НОСОВ

Зав.НИЛКЭС, к.т.н. — А.И.КУРНОСОВ

Главный специалист НИЛКЭС — Н.И.ШВЕЦОВА

Инв. № 9442тм-тI

Ленинград
1977

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ

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

"ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЕЗРИТЕЛЬНОМУ ЗАКРЕПЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ВЛ 110-330 КВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Главный инженер института "Энергосетьпроект" — С.С.РОКОТЯН

Начальник Технического отдела — А.С.ЗЕЛИЧЕНКО

Главный специалист-строитель — Ю.А.ГАЛЯЛИН

Начальник строительного сектора — Л.Э ЛЕВИН

Инв. № 9442тм-тI

Москва
1977г.

АННОТАЦИЯ

Одностоечные свободностоящие промежуточные опоры широко применяются на линиях электропередачи 35-220 кВ. Основным способом закрепления их в грунте является установка в цилиндрический сверленый 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 3,5 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, устанавлива - ются один или два верхних ригеля без изменения глубины заделки.

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

Недостатком ригельной схемы закрепления являетсяя 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 сверленых 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 растет 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.

I. Настоящие рекомендации распространяются на проектирование закреплений железобетонных опор ВЛ 110-330 кВ в грунтовых условиях, которые по наименованию грунтов и их состоянию соответствуют таблицам I-3 приложения 2 главы СНиП II-I5-74 "Основания зданий и сооружений".

В табл.I настоящих "рекомендаций" приведены также расчетные значения прочностных характеристик этих грунтов, определенных по указаниям п.п. I3.2 и I3.3 гл.СНиП II-I5-74.

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.I) 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 комле 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. сверленых котлованах):

тип АI - закрепление с одним унифицированным ригелем,

тип АII - закрепление с двумя унифицированными ригелями, устанавливаемыми без просвета.

тип БI - закрепление с насыпной банкеткой и одним унифицированным ригелем, устанавливаемым в банкетке, глубина котлована в основном грунте - полная (как по схеме А). Высота банкетки - I,2 м.

Тип ГШ - закрепление с насыпной банкеткой и двумя унифицированными ригелями, устанавливаемыми в банкетке с просветом 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" [x] 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 Мп приведены без учета коэффициента m_{z_3}.

4. Равнопрочные безригельные и ригельное закрепления должны обеспечивать нормируемую деформативность заделки, равную 0,0I рад.

В табл. 3 приведены значения модуля деформации грунта, при которых безригельное закрепление эквивалентное ригельному по прочности основания удовлетворяют также требованию расчета по деформациям $\theta \leq \beta^N$

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

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

---

x) Руководство по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше I кВ. Раздел 6. Основания. Инв. № 3041тм-т2.

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

β^{u} - предельная величина угла поворота, принимаемая равной 0,0I 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 IУ "Руководства по проектированию опор и фундаментов линий электропередачи и распределительных устройств подстанций напряжением выше I 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_q 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 типового заглубления, равного 3 м или 3,3 м в зависимости от размеров стойки.

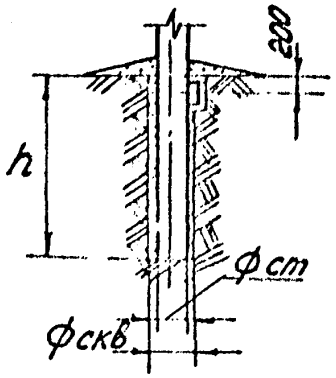
Наименование грунта	Виды песчаных грунтов и консистенция глинистых грунтов	№	Характеристики грунтов: Нормативные значения $\varphi^н_{I}$, град	$C^н$, тс/м²	γ, тс/м³	Расчетные значения φ_I, град	C_I, тс/м²	γ_I, тс/м³	Модуль деформации E, тс/м²
Песчаные грунты	пески гравелистые и крупные	1	43	0.2	2.00	39	0.05	2.00	5000
		2	40	0.1	2.00	36	0.025	2.00	4000
		3	38	—	2.00	34	—	2.00	3000
	пески средней крупности	4	40	0.3	1.90	36	0.075	1.90	5000
		5	38	0.2	1.90	34	0.05	1.90	4000
		6	35	0.1	1.85	32	0.025	1.85	3000
	пески мелкие	7	38	0.6	1.85	34	0.15	1.85	4800
		8	36	0.4	1.85	33	0.10	1.85	3800
		9	32	0.2	1.80	29	0.05	1.80	2800
		10	28	—	1.80	25	—	1.80	1800
	пески пылеватые	11	36	0.8	1.80	33	0.20	1.80	3900
		12	34	0.6	1.80	31	0.15	1.80	2300
		13	30	0.4	1.75	27	0.10	1.75	1600
		14	26	0.2	1.75	23	0.05	1.75	1100
Супеси	$0 \le J_L \le 0{,}25$	15	30	1.5	2.00	27	0.625	2.00	3200
		16	29	1.1	1.95	26	0.458	1.95	2400
		17	27	0.8	1.90	24	0.333	1.90	1600
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}75$	18	28	1.3	1.90	25	0.394	1.90	3200
		19	26	0.9	1.90	23	0.273	1.90	2400
		20	24	0.6	1.85	22	0.182	1.85	1600
		21	21	0.3	1.80	19	0.091	1.80	1000
Суглинки	$0 \le J_L \le 0{,}25$	22	26	4.7	2.00	23	1.958	2.00	3400
		23	25	3.7	1.95	23	1.542	1.95	2700
		24	24	3.1	1.90	22	1.292	1.90	2200
		25	23	2.5	1.80	21	1.042	1.80	1700
		26	22	2.2	1.80	20	0.917	1.80	1400
		27	20	1.9	1.80	18	0.792	1.80	1100
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	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
Суглинки	$0{,}25 \le J_L \le 0{,}5$	31	21	2,3	1.80	19	0.958	1.80	1400
		32	19	1.8	1.80	17	0.750	1.80	1100
		33	17	1.5	1.80	15	0.625	1.80	800
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	34	19	2.5	1.90	17	0.753	1.90	1700
		35	18	2.0	1.85	16	0.606	1.85	1200
		36	16	1.6	1.80	14	0.485	1.80	800
		37	14	1.4	1.80	13	0.424	1.80	600
		38	12	1.2	1.75	11	0.364	1.75	500
Глины	$0 \le J_L \le 0{,}25$	39	21	8,1	1.80	19	3.375	1.80	2800
		40	20	6.8	1.80	18	2.833	1.80	2400
		41	19	5.4	1.80	17	2,250	1.80	2100
		42	18	4.7	1.80	16	1.958	1.80	1800
		43	16	4.1	1.75	14	1.708	1.75	1500
		44	14	3.6	1.75	13	1.500	1,75	1200
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	45	18	5.7	1.75	16	2,375	1.75	2100
		46	17	5.0	1.80	15	2,083	1.80	1800
		47	16	4.3	1.70	14	1,792	1.70	1500
		48	14	3.7	1.70	13	1,542	1.70	1200
		49	11	3.2	1.65	10	1,333	1.65	900
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	50	15	4.5	1.75	14	1,364	1.75	1800
		51	14	4.1	1.75	13	1,242	1.75	1500
		52	12	3.6	1.70	11	1,091	1.70	1200
		53	10	3.3	1.70	9	1,0	1.70	900
		54	7	2.9	1.65	6	0,879	1.65	700

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Северо-Западное отделение
г. Ленинград

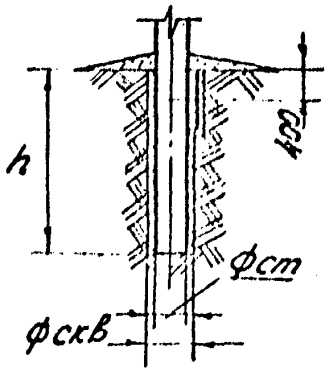
1977 — Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов. Таблица 1

А. Закрепления в грунтах с ненарушенчой структурой.

Тип II

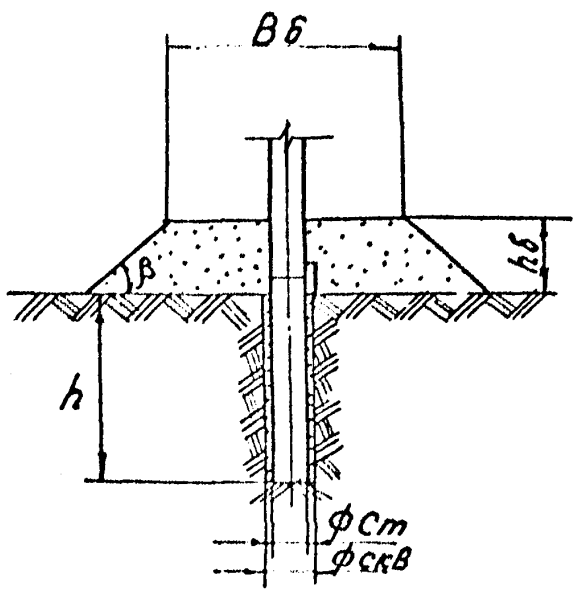


Тип III



Закрепления с насыпными банкетками (Основной грунт имеет ненарушенную структуру)

Тип Б I



Тип Г III

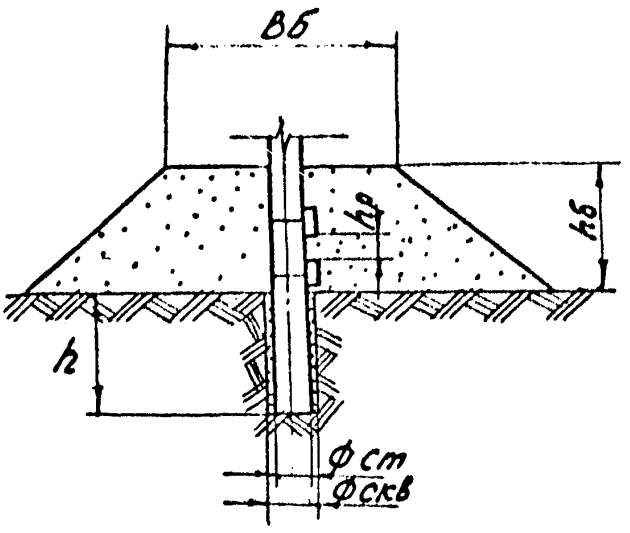


Рис. 1

Таблица 2

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

Наименование грунта		Стойки диаметром 650/410мм				Стойки диаметром 560мм и 560/340мм			
		А I	А III	Б I	Г III	А I	А III	Б I	Г III
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	4,1	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 заделки глубиной по табл. 2 при действии предельного момента.

Наименование грунта		Стойки диаметром 650/410 мм	Стойки диаметром 560 мм и 530/340 мм
пески		обеспечивается при значениях $E \geq 200$ кгс/см^2	
супеси		при $E \geq 100$ кгс/см^2	при $E \geq 130$ кгс/см^2
суглинки	$J_L \leq 0,5$	при $E \geq 150$ кгс/см^2	при $E \geq 150$ кгс/см^2
	$J_L > 0,5$	при $E \geq 120$ кгс/см^2	при $E \geq 130$ кгс/см^2
глины	$J_L \leq 0,5$	при $E \geq 150$ кгс/см^2	при $E \geq 150$ кгс/см^2
	$J_L > 0,5$	при $E \geq 100$ кгс/см^2	при $E \geq 110$ кгс/см^2

Инженерно-геологические элементы	Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов	N	Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой			Закрепления с насыпными банкетками	
			AI	AII	AIII	БI	ГIII
Песчаные грунты	пески гравелистые и крупные	1	54,99	59,90	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	66,86
		5	36,66	40,41	49,43	68,76	58,61
		6	30,92	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	48,96	65,43	56,44
		12	30,05	34,01	42,08	57,13	49,22
		13	22,10	25,09	31,47	43,77	37,48
		14	16,70	18,94	24,11	34,21	29,36
Супеси	$0 \le J_L \le 0,25$	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
	$0,25 < J_L \le 0,75$	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	$0 \le J_L \le 0,25$	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	24,90	31,58	34,24	34,09

Таблица 4 (продолжение)

Наименование грунтов	Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов	N	Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой			Закрепления с насыпными банкетками	
			AI	AII	AIII	БI	ГIII
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	29,14	29,28
		36	12,92	16,75	21,73	24,42	24,53
		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	56,82	69,03	69,06	65,14
		41	30,41	42,34	52,07	52,72	49,11
		42	26,43	36,94	45,74	46,64	43,38
		43	21,69	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	33,75	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

Таблица 5

наименование грунта	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	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	21,66	24,71	31,87	39,48	40,65
	пески мелкие	7	26,38	30,71	39,48	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
	пески пылеватые	11	24,76	29,25	37,71	44,63	44,92
		12	21,17	24,95	32,46	38,98	39,43
		13	15,60	18,46	24,42	29,91	30,47
		14	11,79	13,94	18,70	23,58	23,93
супеси	$0 \le J_L \le 0{,}25$	15	22,32	28,85	37,52	42,10	38,72
		16	19,24	24,54	32,18	36,86	34,47
		17	15,73	19,87	26,35	30,86	29,22
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}75$	18	17,22	21,87	28,83	33,57	31,48
		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	$0 \le J_L \le 0{,}25$	22	28,80	41,00	51,45	53,22	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 опрокидывающие моменты Мп для стоек цилиндрических диаметром 560 мм длиной 22,6 м Заглубление в грунт по сх. А I, II, III, Б I на 3,0 м, по сх. Г III - 2 м	9442 тм-т1	
		15	28

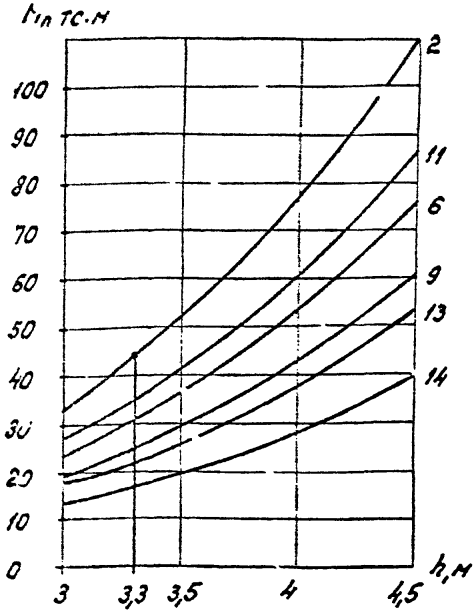
таблица 5 (продолжение)

Наименование грунта	Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов	N	Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой			Закрепления с насыпными банкетками	
			AI	AII	AIII	БI	ГIII
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	40,26	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	26,83	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	21,80
		38	7,10	9,85	13,43	15,76	13,27
Глины	$0 \leq J_L \leq 0,25$	39	33,07	48,51	58,70	59,52	48,03
		40	30,35	44,44	49,70	50,87	40,85
		41	22,19	33,19	41,06	42,4c	34,00
		42	19,26	28,97	36,11	37,57	30,05
		43	15,79	24,07	30,16	31,67	25,06
		44	13,87	21,20	26,78	28,35	22,35
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	45	21,74	32,78	40,19	41,49	33,00
		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

Основания грунта	Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов	N	Закрепления в грунтах с ненарушенной структурой			Закрепления с насыпными банкетками	
			AI	A II	A III	БI	Г III
Песчаные грунты	Пески гравелистые и крупные	1	37,54	42,24	53,50	64,56	64,80
		2	29,93	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	43,04	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	28,12	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	41,66	38,10
		16	18,89	24,21	31,87	36,48	33,93
		17	15,43	19,60	26,10	30,64	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	20,30	40,54	50,97	52,67	49,16
		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

Таблица 6 (продолжение)

Наименование грунта	Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов	N	Закрепление в грунте с ненарушенной структурой			Закрепление бонкетками с насыпными	
			А I	А II	А III	Б I	Г VI
суглинки	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	28	23,65	34,03	43,15	44,96	37,61
		29	20,60	29,73	37,95	39,84	33,46
		30	17,54	25,26	32,56	34,58	29,29
		31	15,22	21,79	28,39	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
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	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	13,04
глины	$0 \le J_L \le 0{,}25$	39	32,53	48,02	58,14	58,92	47,20
		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
	$0{,}25 < J_L \le 0{,}5$	45	21,35	32,44	39,89	41,16	32,49
		46	18,67	28,53	35,40	36,83	28,91
		47	15,78	24,30	30,39	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
	$0{,}5 < J_L \le 0{,}75$	50	13,56	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



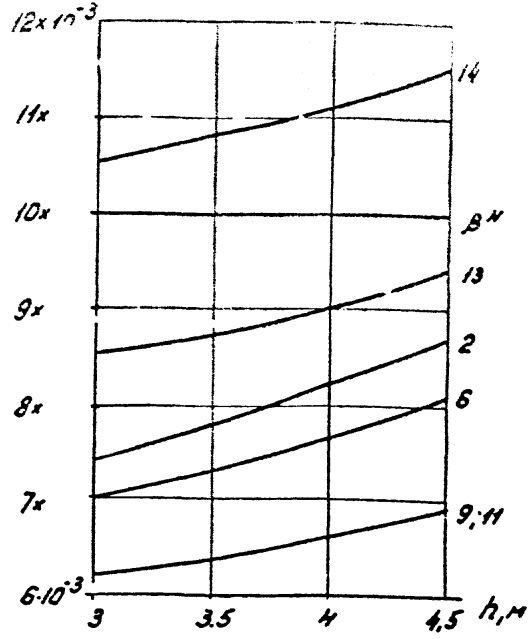
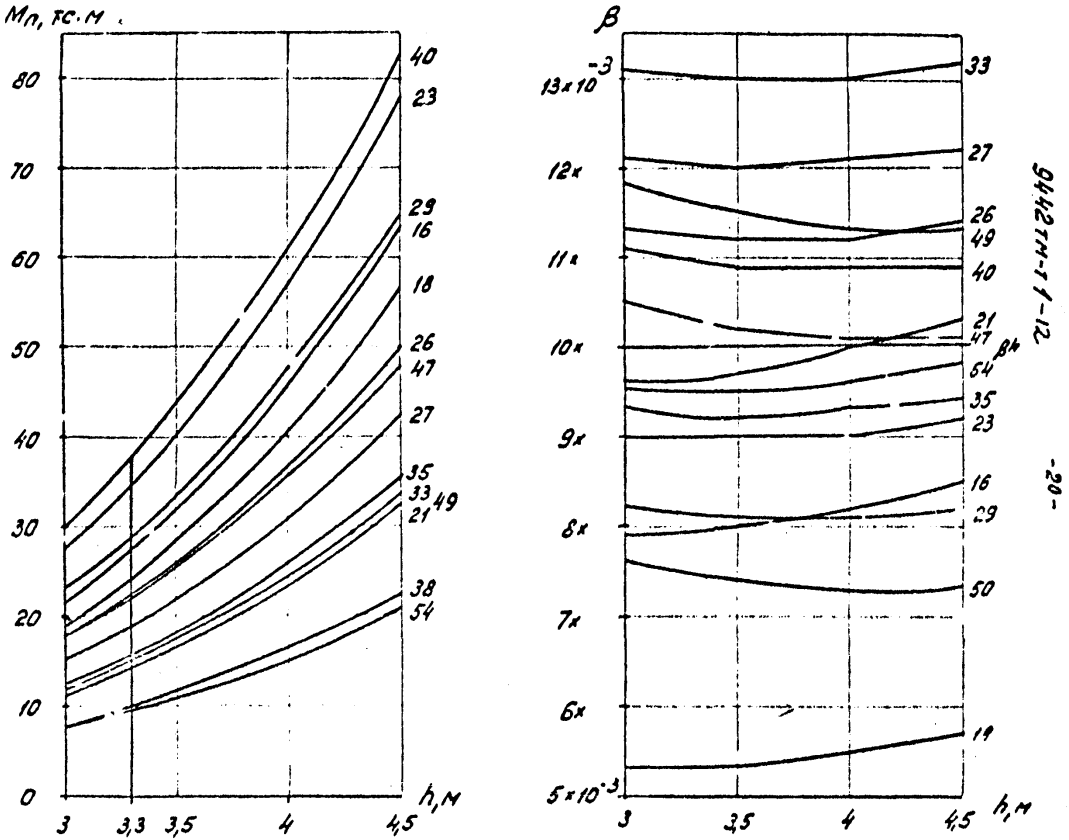


Рис. 2 Графики зависимости изменения величины предельного момента Мп и угла поворота стойки β от глубины заложения стойки диаметром 650/410 мм в песчаных грунтах

Примечание. На графиках рис. 2-5 цифрами справа обозначен "N" грунта", в соответствии с табл. 1.



9442тм-т1-12

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

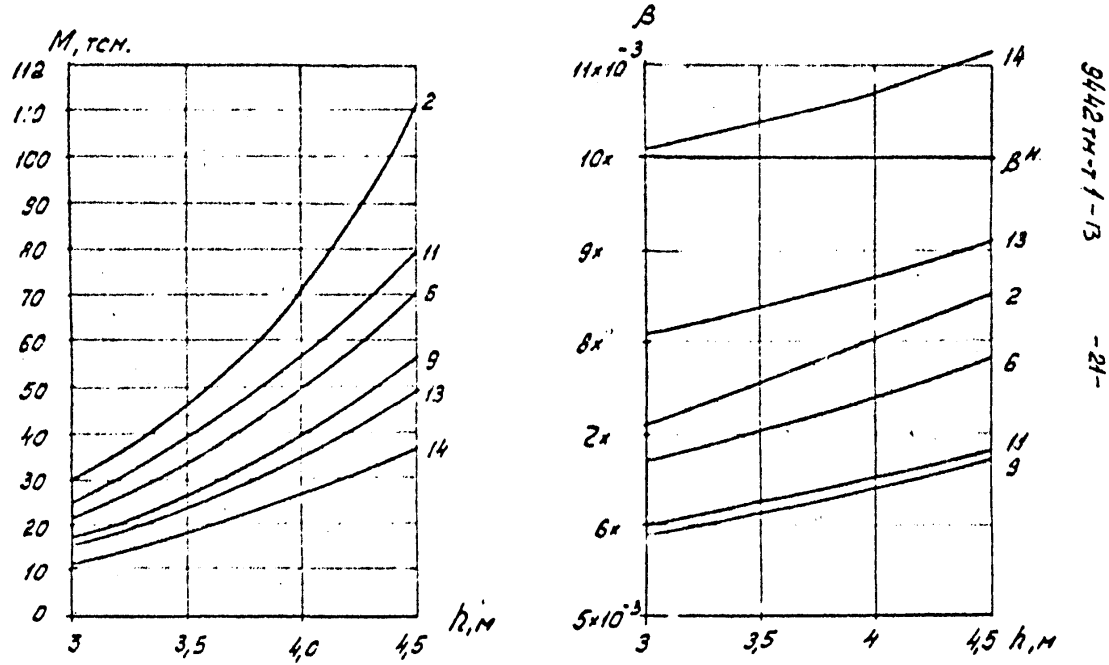


Рис. 4 Графики зависимости изменения величины предельного момента Мп и угла поворота β от глубины заложения стойки диаметром 560 мм и 560/340 мм в песчаных грунтах.

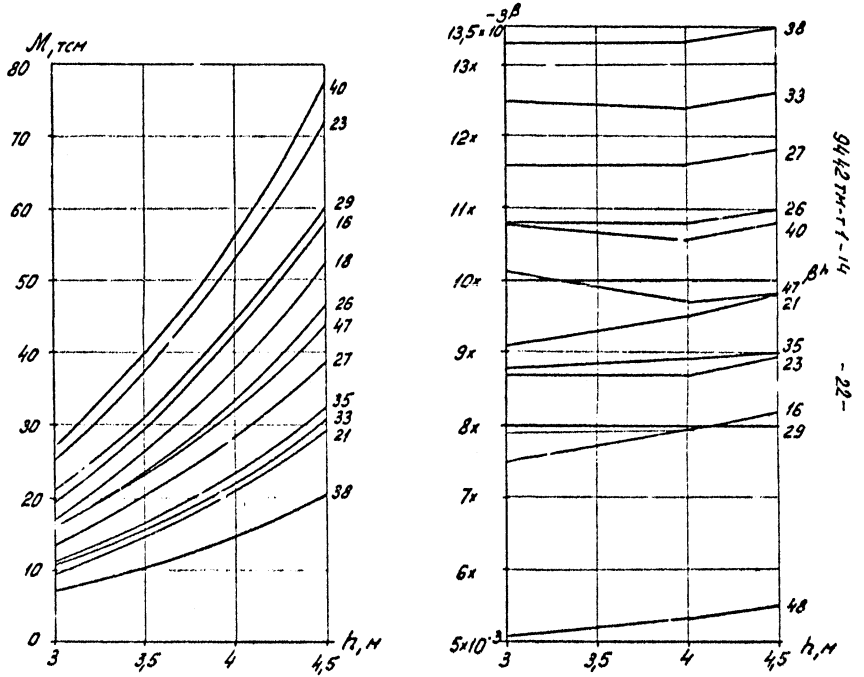


Рис. 5 Графики зависимости изменения величины предельного момента Мп и угла поворота β от глубины заложения стойки диаметром 560м и 560/340 в глинистых грунтах.

Таблица 7

Виды песчаных и консистенция глинистых грунтов		m_3
Пески	крупные	1.1
	средней крупности	1.05
	мелкие	1.1
	пылеватые	1.15
Супеси	$J_L \leq 0.25$	1.3
	$J_L > 0.25$	1.4
Суглинки	$J_L \leq 0.25$	1.25
	$J_L > 0.25$	1.4
Глины	$J_L \leq 0.5$	1.5
	$J_L > 0.5$	1.5

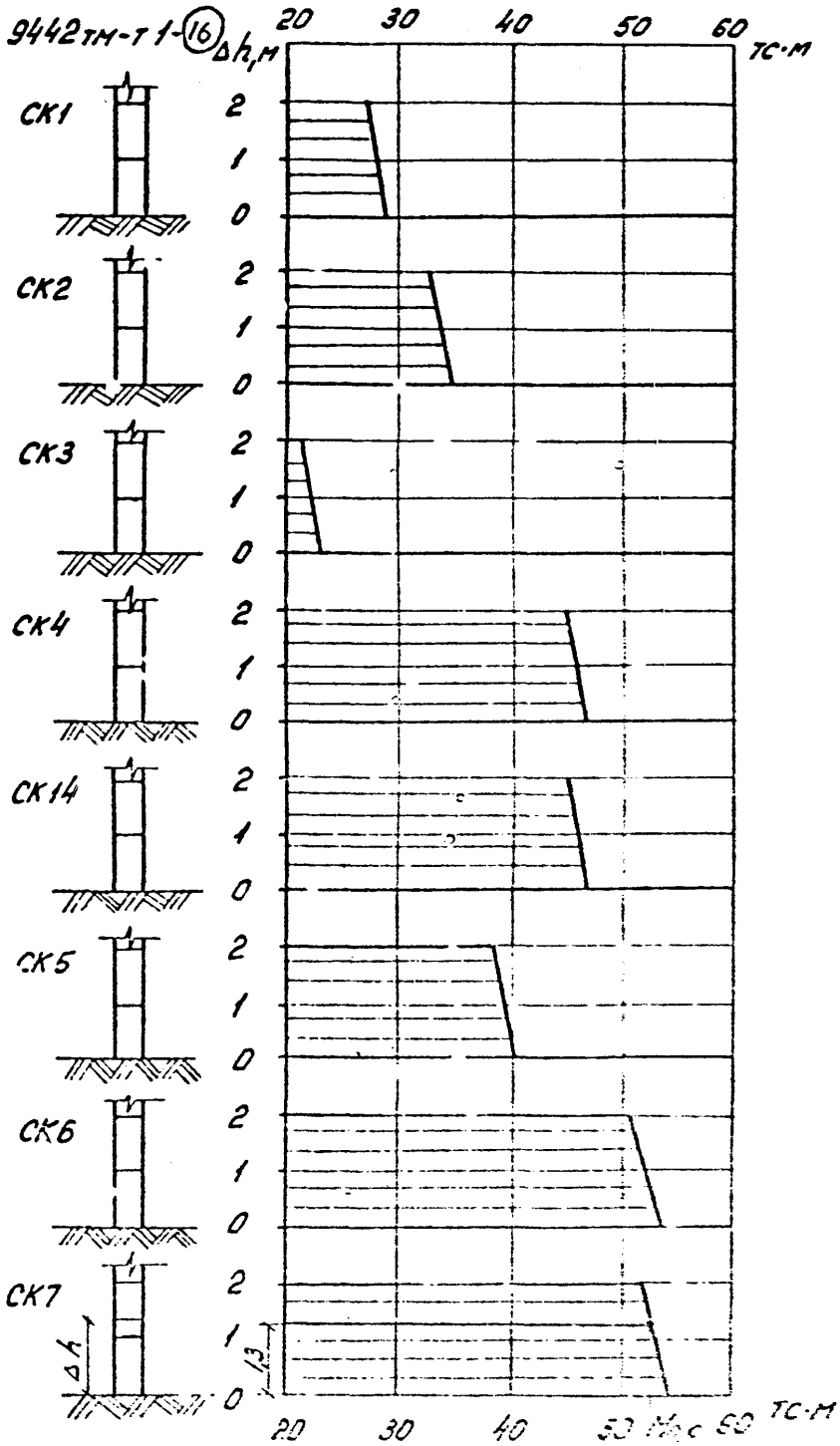


Рис. 6 Эпюры моментов Мр по высоте стойки выше отметки типовой заглубления.

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 II0 кВ. Результаты расчетов представлены в табл.8.

Приведенные затраты определяются по следующей формуле:

$$З = E_н K + И \quad , \text{ где}$$

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

К - капиталовложения;

И - ежегодные издержки производства, определяемые по проценту от капиталовложений. Так для ВЛ II0 кВ И=0,028К.

Ен - нормативный коэффициент эффективности.

Приведенные затраты представлены в табл. 9.

Приведенные затраты безригельного закрепления по сравнению с ригельным наименьшие.

В табл. I0 (на основании табл. 8,9) приведены основные показатели эффективности безригельного закрепления стоек.

Из таблицы видно, что безригельное закрепление стоек СК (I-3) ϕ 560/240 мм на один км ВЛ II0 кВ на глубину h_i = 3,4 м экономичнее, по сравнению с одноригельным на глубину h_i = 3,0 м, на 5I.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	ГПТ
Стойка СК (I-3) ϕ 560/340	2.956	3,I79	2.989	3,274	2.608	2.807	2.878	3.I34
	I8,99	23.72	I9,58	25.55	I6.9I	I7.43	I7,53	2I.78
Стойка СК(4-7) ϕ 650/4I0	3,082	3,302	3.I34	3.473	2.950	3.072	3.007	3.353
	24.37	29.25	26.22	33.0I	2I.94	24.09	24.5I	29.87

№ 9442-ТМ-Т1

26

ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ ТАБЛИЦА 9

	Ригельное закрепление				Безригельное закрепление			
	АП	АШ	БІ	ГПІ	АП	АШ	БІ	ГПІ
Стойка СК(І-5) ∅ 560/340	0,4367	0,4700	0,4437	0,4813	0,3852	0,4150	0,4259	0,4638
Стойка СК(4-7) ∅ 650/410	0.4559	0.4763	0.4641	0.5100	0.4370	0.4546	0.4450	0.4932

ТАБЛИЦА IO

№ 9442тм-т1

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗРИГЕЛЬНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Наименование показателей	Стойка СК(I-3) ϕ 560/340				Стойка СК(4-7) ϕ 650/4I0			
	АП	АШ	БІ	ГПІ	АП	АШ	БІ	ГПІ
Экономия капиталовложений (т.р.)	0,353	0.375	0.III	0.I23	0.I29	0.320	0.I27	0.I40
Экономия приведенных затрат (т.р.)	0.05I5	0.0550	0.0I98	0.0I75	0.0I89	0.02I7	0.0I9I	0.0I68
Экономия трудозатрат (чел.дн.)	2,08	6,I9	2,05	3,77	2,43	5.I6	I.7I	3.I4

63

gost.e-ecolog.ru