

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

КОНСТРУКЦИЯ ТРОСОВОЙ ЗАЩИТЫ ОПОР ВЛ ОТ
ЛЕДОХОДА

СОСТАВ ПРОЕКТА

АЛЬБОМ I - основные положения

АЛЬБОМ II - рабочие чертежи

АЛЬБОМ III - пояснительная записка и расчеты

ПРИМЕНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Типовой проект 3.407-44 "Защита фундаментов опор
на пойменных участках ВЛ 35-500 кВ от ледовых и волн-
воздействий"

АЛЬБОМ У1-ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОПОРЫ.

РАСЧЕТЫ.

(Распространяет институт
"Энергосетьпроект")

АЛЬБОМ III

РАЗРАБОТАН

УТВЕРЖДЕН

Белорусским отделением

"Энергосетьпроект"

Главный инженер Белорусского
отделения "Энергосетьпроект"

Начальник технического отдела

Главный специалист

Руководитель группы

Жильев

В.Александров

Контуш

А.Контуш

Шилов

Е.Шилов

Шашко

С.Шашко

I. АННОТАЦИЯ

Рабочие чертежи материалов для проектирования "конструкция тросовой защиты опор ВЛ от ледохода" разработаны Белорусским отделением института "Энергосетьпроект" в соответствии с письмами института "Энергосетьпроект" № 09-710/610 от 13 марта 1973 года и № 09-3II/839 от 28 марта 1974г., с учетом замечаний по работе "Конструкция тросовой защиты опор ВЛ от ледохода. Основные положения" (инв. № 73I3тм-1) согласно письма 09-3II/1797 от 18 июля 1973 года.

В материалах для проектирования разработаны рабочие чертежи основных схем тросовой конструкции, предназначенной для защиты опор линий электропередачи, устанавливаемых в поймах рек, от ударов отдельных, выходящих на поймы льдин.

Конструкция тросовой защиты опор от ледохода рассчитана для установки на временно затапливаемых паводковыми водами поймах при горизонте ледохода, с учетом высоты волны, до 4,0 м над поверхностью земли и толщине льда до 0,6 м.

Проект не распространяется на случай установки опор в озерах, водохранилищах, руслах рек, в поймах горных рек, а также в поймах, где наблюдается ледосплав, сплошной ледоход или заторы и навалы льда.

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

№ листа

	I
I. Титульный лист	I
2. Состав проекта	I
3. Аннотация	2
4. Содержание тома	3
5. Общая часть	4
6. Конструктивные решения	5
7. Основные расчетные положения	9
8. Расчет сравнительной экономи- ческой эффективности внедре- ния тросовой конструкции	27
9. Технология сооружения тросовой защиты	49
10. Указания по применению	53
II. Справка и выписка из патентного формуляра	56
12. Приложение	58

Общая часть

Тросовая защита предназначена для защиты металлических и железобетонных опор, когда на пойме выходят лишь отдельные льдины, сравнительно небольших размеров, т.е. для условий, при которых защита в виде земляных обсыпаний является нецелесообразной и дорогостоящей.

Конструктивные решения разработаны для всех типов свободностоящих металлических и железобетонных опор ВЛ 35 + 500 кВ.

При проектировании тросовой защиты опор ВЛ от ледохода необходимы следующие исходные гидрологические и геологические данные:

- I) наличие затворов и навалов льда;
- 2) размеры льда и его скорость на пойме;
- 3) горизонт высоких вод;
- 4) горизонт высокого ледохода;
- 5) высота поймы;
- 6) преобладающее направление движения ледохода;
- 7) средняя скорость потока (ледохода) на вертикали перед опорой;
- 8) размыв берегов и изменение русла;
- 9) общая размыв пойменного грунта;
- 10) условия, влияющие на местный размыв грунта: степень задернованности, структура грунта, наличие подпорных сооружений, водоворотов, наличие местного размыва у существующих на пойме преград водному потоку;
- II) местные условия, влияющие на степень ледового воздействия;
- 12) нормативные характеристики грунта: γ , W и ϵ или C и φ на глубине до 3-х м, R и B на глубине 3;
- 13) общая характеристика грунта, расстояние до грунтовых вод,

мощность растительного слоя, устойчивость стенок в сверленом котловане $\phi 650$ мм, глубиной 3,0 м;

14) Глубина и характеристики торфяного слоя.

Для определения скорости воды можно использовать "Графики для определения максимальной скорости течения воды V , определяемой по глубине затопления поймы h , по уклону водной поверхности j для каждого типа поймы". Графики построены на основании известной формулы Шези $V = \frac{h^{\frac{2}{3}}}{h} \sqrt{hj}$ и приведены в данной работе, приложение №1.

Тросовая защита запроектирована в виде конструкций с вертикальной навеской тросовой сети, а также дополнительная конструкция с наклонной навеской сети.

Каждый тип ледореза запроектирован на уровень ледохода равный 1,9 м; 2,9 м; 3,9 м.

Выбор типа ледореза зависит от размеров базы опоры, размеров и скорости льдин, ГВЛ, характеристики грунта и производится в соответствии с указаниями по применению проекта (см. стр. 53).

II. Конструктивные решения.

Конструкции тросовой защиты запроектированы следующих типов:

1. С вертикальной навеской тросовой сети:

а) на вертикальные железобетонные надолбы, выполненные из стоек СЦ1 и закрепленные в грунте при помощи железобетонных пасынков, последние могут быть выполнены из стоек СЦ1, СЦ2, имеющих незначительные заводские дефекты;

б) на вертикальные ж.б. надолбы из стоек СЦ1, СЦ2, закрепленных в грунте с помощью унифицированных ригелей;

в) на вертикальные надолбы из стоек СЦ1, СЦ2 с подкосом из ж.б. ~~или стоеч~~.

2. С наклонной навеской тросовой сети на несущие тросы, укрепленные на ж.б. стойках с установкой между ними распорки

(опытная конструкция).

Тросовая защита с вертикальной навеской сетки на усиленный пасынками вертикальный надолб.

Вертикальная сеть содержит горизонтальные несущие тросы закрепленные по периметру на усиленных надолбах. Между собой горизонтальные тросы соединены вертикальными тросами с помощью дуговых зажимов или специальным переплетением.

Усиленный надолб представляет собой вертикальную железобетонную трубу, вырезаемую из стойки СЦ. Надолб закрепляется в грунте с помощью двух коротких труб (пасынков), устанавливаемых по обе стороны надолба. Надолб и пасынки устанавливаются в сверленые котлованы с засыпкой пазух гравелисто- песчаной смесью с уплотнением и соединяются между собой швеллерной разъемной балкой.

При ударе льдины в вертикальный надолб происходит местное раздробление льда со смятием. Льдина прорезается надолбом на глубину, равную половине его диаметра. Кинетическая энергия льдины полностью расходуется для местного раздробления льда. Надолб пригоден для защиты опор от льдин толщиной до 0,6 м.

При ударе льдины о тросовую сеть происходит остановка последней, при этом нагрузка от усилия в тросе, передаваемая на усиленный надолб, меньше усилия от непосредственного воздействия льдины на надолб.

Тросовая защита с вертикальной сеткой, навешиваемой из вертикальных надолбов с ригелями.

Эта защита отличается от предыдущей, только тем, что надолб закрепляется в грунте с помощью унифицированных ригелей, в остальном конструкции аналогичны. Несущая способность этих надолбов значительно ниже, чем усиленных, они расчитаны на воздействия льдин толщиной до 0,3 м при закреп-

лении их в мелкозернистом песке.

Тросовая защита с вертикальной навеской сети на надолбы с подкосами.

Зашита отличается от предыдущих только конструкцией надолба, разработанного на основании имеющихся в эксплуатации конструкций.

Область ее применения определяется в каждом конкретном случае, где не возможна установка защиты на надолбах с пасынками и надолбах с ригелями по гуртовым или прочностным условиям их несущей способности.

Зашита также рекомендуется к применению в случаях большей кинетической энергии плывущих льдин, но при уровнях ГВЛ не более 0,5 от максимального.

Установка надолбов всех конструкций выполняется в грунте ненарушенной структуры на расстоянии не менее 1,5 м от бровки котлована под фундаменты опор. При этом обязательно должно соблюдаться расстояние от контура защищаемого сооружения до тросовой защиты из условия прохождения тросовой сети во внутрь ограды при ударе льдины в профиле.

Тросовая защита с наклонной сеткой (опытная).

Тросовая зашита с наклонной сеткой представляет собой железобетонную конструкцию состоящую из внутренних и внешних якорных железобетонных стоек. Отметка верха внешних стоек на 1,0 м выше уровня земли. Отметка верха внутренней стойки выше максимального уровня ледохода на 1,6 м с учетом высоты волны.

Внутренняя и внешняя стойки между собой соединяются несущими тросами, на которых укреплена тросовая сеть. Между стойками, ниже несущего троса, наклонно устанавливаются металлические жесткие балки, работающие на сжатие.

Железобетонные стойки изготавливаются из унифицированных цилиндрических стоек СЦ со стержневым армированием.

Наклонная тросовая защита запроектирована как наиболее рациональная с точки зрения работы по разрушению льда под действием изгиба.

Лед, действуя на наклонную сетку, испытывает горизонтальную и вертикальную составляющие реакции сети, и ломается у кромки от изгиба. При таком разрушении льда конструкция загружается минимальной нагрузкой.

Наклонные тросовые конструкции предназначены для защиты опор от льдин толщиной до 0,8 м. Конструктивная схема защиты с наклонной тросовой сетью допускает круговую защиту и исключает при этом непосредственное приложение нагрузки к стойке для навески сети.

Нагрузка от льдины, воспринимаемая наклонной сетью, передается несущим тросам, которые работают на растяжение. Растягивающие нагрузки от троса передаются через стойки на жесткие балки, которые работают на сжатие. При этом нагрузка в закреплении стоек незначительная и конструкция может применяться в поймах со слабыми водонасыщенными грунтами, а также при наличии на поверхности грунта небольшого слоя торфа. Закрепление стоек

в грунте при необходимости выполняется с помощью пасынков или ригелей.

Основные расчетные положения

a. Определение ледовых нагрузок.

При тросовой защите с наклонной сеткой кинетическая энергия льдин расходуется на подъем их на наклонную сеть, в результате чего лед ломается у кромки от местного изгиба под собственной тяжестью. Эта защита рассчитывается на нагрузку, вызывающую разрушение льда от изгиба или среза при напоении на откос.

"Указания по определению ледовых нагрузок на речные сооружения СН 76-66" построены на известном положении, что давление льда не может быть больше силы, способной разрушить льдину. Согласно СН 76-66 величина нагрузок зависит только от сопротивления льда разрушению (его толщины, прочности и характера деформации).

Размеры и скорость движения льдин, определяющие ее кинетическую энергию, учитываются при ударе в вертикальный надолб или вертикальную сетку, когда энергия льдин должна быть погашена при полной ее остановке. Конструкция тросовой защиты не имеет больших масс, ввиду чего, гашение энергии наплывающей льдин происходит за счет статической и динамической работы конструкции на изгиб, скатие и растяжение. Поэтому в данном проекте дано ограничение размеров льдин и скорости их движения.

Для надолбов с вертикальной извеской сети размеры льдин и ее скорость ограничиваются величинами, при которых кинетическая энергия льдин будет израсходована на работу по врезанию в лед вертикальной трубы надолб на половину своего диаметра.

Сила удара этой льдины и принята за величину, прилагаемую к тросовой сети при расчете ее на растяжение и передачу нагрузки на надолбы.

Эта предпосылка позволила воспользоваться методикой расчета ледорезов на воздействие малых льдин при их остановке.

Как показывает опыт проектирования и эксплуатации линий электропередачи, на поймах рек направление движения потока не бывает постоянным и может отклоняться от направления общего течения реки на значительную величину и даже меняться из во времени, поэтому требуется круговая защита опор ВЛ от ледохода.

Необходимо также отметить, что в разработанных конструкциях имеются дополнительные запасы прочности за счет следующих обстоятельств:

а) нормы проектирования ледорезов исходят из сроков службы гидротехнических сооружений значительно превышающих сроки службы опор линий электропередачи;

б) расчетные нагрузки для ледорезов принимаются из условия повторяемости один раз в 50 лет, а для опор линий электропередачи — один раз в пять или десять лет при напряжении соответственно 35кВ или 110-330кВ;

в) формулы инструкции 1066тм-т1 предназначены для расчета устойчивости железобетонных опор, у которых горизонтальные нагрузки расположены на высоте ~~и~~ 20 метров от поверхности грунта. В связи с малой высотой приложения горизонтальной нагрузки на надолбах, несущая способность их по закреплению в грунте, рассчитанная по инструкции, является заниженной.

г) основной ледоход на реках приходится на весенний период, когда имеется определенная толща промерзшего грунта, характеристики которого прочнее характеристик принятых в расчете.

Расчет тросовой защиты при ударе
льдины в пролете между надолбами.

Тросовая защита с вертикальным навеской сети выполнена двух типов: I тип - однопролетная треугольная в плане с длиной пролетов 7 м и квадратная с длиной пролетов 10 м и высотой защиты при каждом из пролетов 2,3 и 4 м.

II тип - двухпролетная и трехпролетная квадратная в плане с длиной пролетов 7 и 10 м и высотой защиты 2,3 и 4 м.

По конструкции надолбов тросовая защита подразделяется на тросовую защиту облегченную (ТЗО)-надолб с ригелями и тросовую защиту с усиленными надолбами (ТЗ)-надолб с пасынками. Надолбы для навески сети ТЗО закрепляются в грунте с помощью ригеля, а ТЗ - с помощью пасынков, скрепленных с надолбом посредством металлической балки, расположенной ^{на} над поверхностью грунта.

При воздействии плывущей льдины на тросовую сеть в пролете необходимо рассчитать следующее:

1. Усилие, действующее в тросе.
2. Усилие, передаваемое тросом на надолб.
3. Величину прогиба сети во внутрь ограды, под действием давления льдины.

В расчете принято, что на тросовую сеть воздейст-

вует кинетическая энергия льдины, рассчитанная по условиям устойчивости каждого типа недолбов.

Кинетическая энергия плывущей льдины , которая должна перейти в потенциальную энергию троса , определяется по формуле

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{F_d \cdot h_d \cdot \delta \cdot r^2}{2g}$$

Потенциальная энергия принятого троса имеет следующее выражение

$$\frac{N^2 \cdot Z}{2 E \cdot F}$$

При условии, что потенциальная энергия принятого троса должна полностью погасить кинетическую энергию льдины будет справедливо равенство

$$\frac{N^2 \cdot Z}{2 E \cdot F} \gg \frac{mv^2}{2}$$

Усилие возникающее в тросе определяется по формуле

$$N = \sqrt{m \cdot v^2 \cdot E \cdot F}$$

Максимальное усилие передаваемое тросом на стойку со стороны воздействия плывущей льдины определяется по формуле

$$T = 2N \cdot \cos\left(\frac{90^\circ - \alpha}{2}\right);$$

Для определения прогиба сети во внутрь ограды необходимо определить увеличение длины троса по периметру ограды. Увеличение троса состоит из деформации троса и уменьшения периметра ограды, вызванного отклонением стоек усилием воздействующим от троса на надолб.

Удлинение троса определяется по формуле

$$\Delta Z = \frac{N \cdot Z}{E \cdot F};$$

Уменьшение периметра определяется из выражения

$$\Delta P = \delta \cdot \Delta P = \frac{\delta \cdot f}{\sqrt{2}} = \frac{\delta \cdot H \cdot \beta}{\sqrt{2}}$$

при условии прогиба стойки по диагонали ограды.

Для треугольной в плане ограды ΔP определяется по вышеприведенной форме с введением коэффициента 0,75.

Прогиб сетки во внутрь ограды определяется из выражения

$$h = 0,5 \cdot \ell \cdot t g \alpha$$

Угол α отклонения троса от первоначального положения при условии приложения нагрузки на 0,5 ℓ определится по формуле

$$\cos \alpha = \frac{0.5 \ell}{0.5(\ell + \alpha \chi + \alpha P)} = \frac{\ell}{\ell + \frac{\alpha \chi}{EF} + \frac{8 \cdot H \cdot \beta}{\sqrt{2}}};$$

где - m - масса плывущей льдины (т)

v - скорость движения льдины (м/сек²)

N - общее разрывное усилие по тросу (т)

F - площадь сечения троса (м²)

E - модуль продольной упругости троса (т/м²)

ℓ - длина пролета ограды (м)

χ - периметр троса ограды (м)

f - прогиб верхушки надолба (м)

H - высота тросовой защиты (м)

β - угол поворота стойки в грунте (рад.)

Для определения расчетных величин по типам тросовой защиты составлена таблица исходных данных и расчета (таблица № 6)

Область применения конструкций тросовой защиты опор от ледохода

Примечание: Указанные для ориентации произведения $F_{\text{ж}}$ соответствуют толщинам льда n , указанным в таблице. В таблицах №2+5 указаны значения допустимых льдин в зависимости от заданной толщины и скорости льда (при этих же характеристиках грунта)

Значения			m	m_c					
δ'	C''	y''	m	m_c	δ'	C''	y''	m	m_c
I.8	0.2	32	5.86	0.72	I.5	I.I	I9	2.95	3.08
I.6	I.9	20	3.26	5.43	I.45	0.8	I8	2.75	2.2

Таблица № 2

Допустимые площади льдин для усиленных налобков $H = 2m$

Параметры грунта	Толщ. льдин.	Допустимые площади льдин в м ² при скоростях м/сек												
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	I.0	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
Песок	0.2	2980	I670	I070	740	550	410	330	270	220	I80	I60	I35	I20
	0.3	I330	750	480	330	240	I85	I45	I20	I00	80	70	60	50
	0.4	760	420	270	I90	I35	I05	80	65	55	45	40	35	30
	0.5	490	270	I70	I20	85	65	55	45	35	30	25	20	20
	0.6	340	I90	I20		85	60	45	35	30	25	20	20	I5
Песок	0.2	3100	I750	II20	780	570	440	345	280	230	I95	I65	I40	I25
	0.3	I400	790	500	350	255	I95	I55	I25	I00	85	75	65	55
	0.4	790	440	280	I95	I45	I10	85	70	60	50	40	35	30
	0.5	510	290	I80	I25	90	70	55	45	35	30	25	20	20
	0.6	360	200	I30		90	65	50	40	30	25	20	20	I5
Суглинок	0.2	I790	I000	640	450	330	250	200	I60	I30	I10	95	80	70
	0.3	800	450	290	200	I45	I10	90	70	60	50	40	35	30
	0.4	450	250	I65	I15	85	65	50	40	35	30	25	20	20
	0.5	300	I65	I05		75	55	40	35	25	20	20	I5	I5
	0.6	205	II5	75		50	40	30	25	20	I5	I0	I0	I0
Суглинок	0.2	I070	600	385	265	I95	I50	I20	95	80	65	55	50	40
	0.3	475	270	I70	I20	90	65	55	40	35	30	25	20	20
	0.4	270	I50	I00	70	50	40	30	25	20	I5	I5	I0	I0
	0.5	I75	I00	65	45	30	25	20	I5	I5	I0	I0	8	7
	0.6	I25	70	45	30	25	20	I5	I0	9	8	6	5	5

Таблица № 3

Допустимые площади льдин для
установленных надолбов $H = 3.0$ м

Характ. грунта $\tau_{\text{льдин}}$ m	Толщ. льдин m	Допустимые площади льдин в м ² при скоростях $\tau/m/\text{сек}$												
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	
Мелководье песчаное	0.2	1830	I030	660	460	330	260	200	I60	I35	I15	95	85	75
	0.3	860	490	310	215	I60	I20	95	75	60	55	45	40	35
	0.4	500	280	I80	I25	90	70	55	45	35	30	25	20	20
	0.5	330	I85	I20	80	60	45	35	30	25	20	I5	I5	I0
	0.6	235	I30	85	60	40	30	25	20	I5	I5	I0	I0	I0
	0.2	1850	I040	670	465	340	260	200	I70	I40	I15	I00	85	75
Пластичные суглинки	0.3	850	475	300	210	I55	I20	95	75	60	50	45	40	35
	0.4	490	270	I70	I20	90	70	55	45	35	30	25	20	20
	0.5	320	I80	I15	80	60	45	35	30	25	20	I5	I5	I0
	0.6	230	I30	80	55	40	30	25	20	I5	I5	I0	I0	I0
	0.2	I100	620	400	275	200	I55	I20	I00	80	70	60	50	45
	0.3	500	280	I80	I25	90	70	55	45	35	30	25	25	20
$\varphi'' = 18^0$; $C'' = 0,8 \tau/m^2$	0.4	290	I60	I00	70	55	40	30	25	20	20	I5	I5	I0
	0.5	I90	I05	70	45	35	25	20	I5	I5	I0	I0	8	7
	0.6	I35	75	50	35	25	20	I5	I0	I0	8	7	6	5
	0.2	670	380	240	I70	I25	95	75	60	50	40	35	30	25
	0.3	305	I70	I10	75	55	40	35	25	20	I5	I5	I0	I0
	0.4	I75	I00	65	45	30	25	20	I5	I5	I5	I0	8	7
$\varphi'' = 19^0$; $C'' = 1,1 \tau/m^2$	0.5	I15	65	40	30	20	I5	I5	I0	9	7	6	5	5
	0.6	85	50	30	20	I5	I0	I0	I0	7	6	5	4	4

Таблица № 4

Допустимые площади льдин для
усиленных надолбов $H = 40$ м.

Характ. Толщ.
грунта льда [Допустимые площади льдин в м² при скоростях v м/сек.
(м)] 10.3 10.4 10.5 10.6 10.7 10.8 10.9 11.0 11.1 11.2 11.3 11.4 11.5

Мелкозернистое песчаное $\gamma'' = 320$	0.2	Допустимые площади льдин в м ² при скоростях v м/сек.												
		1370	770	490	340	250	190	150	120	100	85	70	60	
	0.3	640	360	230	160	120	90	70	55	50	40	35	30	
	0.4	380	210	135	95	70	55	40	35	30	25	20	15	
	0.5	255	145	90	65	45	35	30	20	20	15	15	10	
	0.5	185	105	70	45	35	25	20	15	15	10	10	8	
													7	
Пластичные суглинки $\gamma'' = 190$; $C = 1.1$ /м ² $\gamma' = 20$; $C' = 1.9$ /м ²	0.2	1570	880	560	390	290	220	175	140	115	100	85	70	60
		600	335	215	150	110	85	65	55	45	35	30	25	25
	0.4	355	200	130	90	65	50	40	30	25	20	20	15	15
	0.5	240	135	85	60	45	35	25	20	15	15	10	10	10
	0.6	175	100	65	45	30	25	20	15	15	10	9	8	7
	0.2	750	420	270	185	140	105	85	65	55	45	40	35	30
		350	200	125	90	65	50	40	30	25	20	20	15	15
	0.4	210	120	75	50	40	30	25	20	15	15	10	10	8
	0.5	140	80	50	35	25	20	15	10	10	9	7	6	5
	0.6	100	60	35	25	20	15	10	10	8	6	5	5	4

Таблица № 5

Допустимые площади льдин для надолбов, закрепленных ригелями.

Нормативные характеристики грунта м.з. песок $\gamma=32^0$; $C=0,27/m^2$

7313 ТН-13

-19-

Высота надолба	$H+0,3$	G_n	Толщина льда	$0,0232H^3/h^2+2,7$	$G_n^2=F\delta^2$	Допустимые площади льдин м ² при скоростях δ м/сек												
						0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
2,2	2,5	9		$0,33 \cdot \frac{0,0232x2,5^3x0,33+2,7}{97x0,33^2} = 21,4$		240	135	85	60	45	35	25	20	20	15	10	10	10
			0,2	$0,0232x2,5^3x0,2+2,7 \cdot \frac{x}{97x0,2^2} = 57,6$		640	360	230	160	120	90	70	60	50	40	30	30	25
			0,26	$0,0232x3,5^3x0,26+2,7 \cdot \frac{x}{97x0,26^2} = x7,1^2 = 22,6$		250	140	90	65	50	35	30	20	20	15	10	10	10
3,2	3,5	7,1	0,2	$0,0232x3,5^3x0,2+2,7 \cdot \frac{x}{97x0,2^2} = x7,1^2 = 37,7$		420	235	150	105	75	60	45	40	30	25	20	20	20
4,2	4,5	5,9	0,22	$0,0232x4,5^3x0,22+2,7 \cdot \frac{x}{97x0,22^2} = x5,9^2 = 22,6$		250	140	90	65	50	35	30	20	20	15	10	10	10

Программа расчета тросовой сети с вертикальной навеской на ж.б. надолбы Таблица № 6.

Типы тросо-вой защиты	Установочные данные										Расчет										
	$E \cdot v^2$	h_0	γ	$2g$	$2EF$	Z	N	H	β	ρ	$\frac{0.03}{4} \cdot \frac{\gamma^2}{5}$	$\sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \frac{0.3}{6}$	$\frac{0.5}{12} \cdot \frac{0.8}{14}$	$\frac{0.03}{10}$	опр	под	$0.5 \cdot \frac{0}{12}$	$2 \cdot \frac{0}{13}$	$\frac{0.5 \cdot 0}{20} \cdot \frac{0}{13}$	$\frac{0.5 \cdot 0}{20} \cdot \frac{0}{20}$	
	m^2/m	m	T/m	m/s	γ	N	T	M	rad	N	$\frac{m \cdot g^2}{2} \cdot \frac{N^2 \cdot 2E}{Z} \cdot \frac{N \cdot Z}{EF} \cdot \frac{0.4 \cdot 8}{12}$	$\sqrt{\frac{m \cdot g^2 \cdot N^2 \cdot 2E}{Z} \cdot \frac{N \cdot Z}{EF} \cdot \frac{0.4 \cdot 8}{12}}$	$\frac{0.4 \cdot 8}{12} \cdot \frac{N \cdot Z}{EF} \cdot \frac{0.4 \cdot 8}{12}$	$\frac{0.4 \cdot 8}{12} \cdot \frac{N \cdot Z}{EF} \cdot \frac{0.4 \cdot 8}{12}$	опр	под	$0.5 \cdot \frac{0}{12} \cdot \frac{0.9 \cdot 0.9}{2}$	$2 \cdot \frac{0}{13} \cdot \frac{0.9 \cdot 0.9}{2}$	$\frac{0.5 \cdot 0}{20} \cdot \frac{0.9 \cdot 0.9}{2}$		
0																					
T3-I0-2	30.I.I	0,6	0,9	I9,6	I447,8	40.0.9	6.07	2	0.01	I0	0,909	0.9I6	6.046	0.30I	0.7I3	0.960	I6 ⁰ I2	0,2905	I,4525	9,670	0,528
T3-7-3	20.T.I	0,6				2I.0.9		3		7	0,606	0.48I	6.8I3	0.I78	0.I27	0.958	I6 ⁰ 36	0,298I	I,0434	I0,925	0,895
T3-I0-3	20.I.I	0,6				40.0.9		3		I0	0,606	0.9I6	4,937	0.246	0.I70	0.960	I6 ⁰ I2	0,2905	I,4525	7,896	0,647
T3-7-4	24.I.I	0,45				2I.0.9		4		7	0,546	0.48I	6,467	0.169	0.I70	0.954	I7 ⁰ 24	0,3I34	I,097	I0,4235	I,139
T3-I0-4	24.I.I	0,45				40.0.9		4		I0	0,546	0.9I6	4,686	0.233	0.226	0.956	I7 ⁰ 00	0,3057	I,5285	7,5342	0,823
T3-I4-2	34.I.I	0,6				56.0.9		2		7	I,030	I,283	5,439	0.379	0.II3	0.934	I8 ⁰ 54	0,38I9	I,3367	8,959	0,490
T3-20-2	34.I.I	0,6				80.0.9		2		I0	I,030	I,832	4,55I	0.453	0.II3	0.946	I8 ⁰ 54	0,3424	I,7120	7,405	0,405
T3-30-2	30.I.I	0,6				I20.0.9	6.07	2		I0	0,909	2,748	3,49I	0.52I	0.II3	0.940	I8 ⁰ 00	0,3640	I,820	5,7197	0,313
T3-I4-3	20.I.I	0,6				56.0.9		3		7	0,606	I,283	4,I72	0.290	0.I70	0.938	I8 ⁰ 18	0,3699	I,2947	6,847	0,56I
T3-20-3	20.I.I	0,6				80.0.9		3		I0	0,606	I,832	3,49I	0.347	0.I70	0.95I	I8 ⁰ 00	0,3249	I,6245	5,6484	0,466
T3-30-3	20.I.I	0,6				I20.0.9		3		I0	0,606	2,748	2,850	0.425	0.I70	0.944	I9 ⁰ I8	0,3502	I,75I0	4,649	0,32I
T3-I4-4	24.I.I	0,45				56.0.9		4		7	0,546	I,283	3,960	0.276	0.226	0.933	I2I ⁰ 06	0,3859	I,3507	6,6308	0,714
T3-20-4	24.I.I	0,45				80.0.9		4		I0	0,546	I,832	3,3I3	0.330	0.226	0.947	I8 ⁰ 42	0,3385	I,6925	5,386	0,589
T3-30-4	24.I.I	0,45				I20.0.9		4		I0	0,546	2,748	2,705	0.404	0.226	0.94I	I9 ⁰ 48	0,360	I,800	4,4259	0,484
T30-7-2	2I.I.I	0,3				2I.0.9		2		7	0,3I8	0,48I	4,936	0.I29	0.085	0.970	I4 ⁰ 00	0,2493	0,8726	7,779I	0,425
T30-I0-2	2I.I.I	0,3				40.0.9		2		I0	0,3I8	0,9I6	3,576	0.I78	0.II3	0.972	I3 ⁰ 36	0,24I9	I,2I0	5,6207	0,307
T30-7-3	22.I.I	0,25				2I.0.9		3		7	0,278	0,48I	4,6I5	0.I20	0.I27	0.966	I4 ⁰ 54	0,266I	0,93I4	7,3I8	0,600
T30-I0-3	22.I.I	0,25				40.0.9		3		I0	0,278	0,9I6	3,344	0.I66	0.I70	0.967	I4 ⁰ 48	0,2642	I,32I	5,299	0,434
T30-7-4	22.I.I	0,2				2I.0.9		4		7	0,222	0,48I	4,124	0.I08	0.I70	0.962	I5 ⁰ 48	0,2830	0,9905	6,5786	0,719
T30-I0-4	22.I.I	0,2				40.0.9		4		I0	0,222	0,9I6	2,988	0.I49	0.226	0.964	I5 ⁰ 24	0,2754	I,377	4,754	0,520

	0	! I	! 2	! 3	! 4	! 5	! 6	! 7	! 8	! 9	! 10	! II	! I2	! I3	! I4	! I5	! I6	! I7	! I8	! I9	! I0	! 2I
T30-I4-2	2I.	I,I	0,3				56.0.9		2		7	0,3I8	I,282	3,922	0,2I0	0,II3	0,956	I7 ⁰ 6	0,3076	I,077	4,862	0,266
T30-20-2	2I.	I,I	0,3				80.0.9		2		10	0,3I8	I,832	2,529	0,252	0,II3	0,965	I5 ⁰ I2	0,27I7	I,359	4,0I8I	0,220
T30-30-2	2I.	I,I	0,3				I20.0.9		2		10	0,3I8	2,748	2,065	0,308	0,II3	0,960	I6 ⁰ I8	0,2924	I,462	3,305	0,I8I
T30-I4-3	2I.	I,I	0,25				56 . 0.9		3		7	0,278	I,282	2,826	0,I97	0,I70	0,950	I8 ⁰ I2	0,3288	I,I5I	4,578	0,375
T30-20-3	22.	I,I	0,25				80 . 0.9		3		10	0,278	I,832	2,364	0,235	0,I70	0,96I	I6 ⁰ 6	0,2886	I,443	3,779	0,3I0
T30-30-3	22.	I,I	0,25				I20. 0.9		3		10	0,278	2,748	I,930	0,288	0,I70	0,956	I7 ⁰ 6	0,3076	I,538	3,I05	0,255
T30-I4-4	22.	I,I	0,2				56. 0.9		4		7	0,222	I,282	2,525	0,I76	0,226	0,946	I8 ⁰ 54	0,3424	I,I98	4,I09	0,449
T30-20-4	22.	I,I	0,2				80 . 0.9		4		10	0,222	I,832	2,II3	0,2I0	0,226	0,958	I6 ⁰ 42	0,3	I,5	3,39I	0,37I
T30-30-4	22.	I,I	0,2				I20 . 0.9		4		10	0,222	2,748	I,725	0,257	0,226	0,954	I7 ⁰ 30	0,3I53	I,577	2,782	0,304

Устойчивость надолбов.

Расчет надолбов на опрокидывание производится по методу разрушающих нагрузок в соответствии с "Инструкцией по расчету закреплений в грунте свободностоящих железобетонных опор" С80 Энергостройпроект, №1066тм-т1. Определение предельной горизонтальной нагрузки на пасынки производится по формулам безригельного закрепления стволов железобетонных опор, а не надолбы по формулам для закрепления ствола опоры с ригелем, расположенным выше уровня грунта. Ригелем служит балка, опирающаяся на пасынки.

Высота надолбов принимается на 0,8 м выше ГВЛ. Точка приложения ледовой нагрузки на надолбы принимается на 0,4 м ниже ГВЛ, в соответствии с ТУ и нормами проектирования искусственных сооружений на городских путях сообщения.

Коэффициент запаса на опрокидывание принят равным 1,5.

Расчет закрепления надолбов с ригелями и пасынками в грунте по устойчивости, размеров и скорости льда, металлической балки надолба выполнен в типовом проекте 3.407-44 "Защита фундаментов опор на пойменных участках ВЛ 35-500кВ от ледовых и волновых воздействий" том.6. Результаты этих расчетов полностью приняты в данном проекте при воздействии льдины непосредственно на надолбы.

При воздействии льдины на тросовую сеть необходимо определить угол β поворота закрепления за счет деформаций грунта от нагрузки, приложенной тросом к надолбу.

Расчет оснований закреплений по деформациям производится по формуле $\beta = \beta'$, где β' - нормативная величина предельного угла поворота закрепления.

При расчете прогиба тросовой сети во внутрь ограды принято $\beta''=0,01$ рад. Это условие соблюдается для всех грунтов тросовой защиты с навеской вертикальной сети на надолбы, усиленные пасынками.

Для тросовой защиты типа ТЗО требуется проверка определения угла поворота надолба с ригелем в грунте по отдельным видам грунтов в соответствии с таблицей 10 "Инструкции по расчету закреплений в грунте свободностоящих железобетонных опор" инв. №1066тм.

Определяется угол поворота от нормативной горизонтальной силы приложенной к высоте $H=20$ м.

$$\beta_q = \beta \cdot Q'' \leq 0,01$$

Q'' - нормативная горизонтальная сила для указанных типов тросовой защиты принимается по графе 21 "Программы расчета тросовой сети с вертикальной навеской на ж.б. надолбы" (см. таблица №6 лист №21).

Расчет прочности надолбов с пасынками.

Расчет железобетонных труб надолбов с пасынками сводится к сопоставлению изгибающего момента, действующего на надолб от расчетных нагрузок с несущей способностью на изгиб железобетонных стоец типа СЦ, рассчитанных по предельным состояниям. В соответствии с Указаниями СН-76-66 в расчетных формулах определения динамических нагрузок учитывается коэффициент перегрузки, принятый равным $k=1,1$.

Определение участка стойки СЦ, из которого могут быть вырезаны надолбы.

Таблица 7

Высота надолба	Пределъ- ная го- ризон- тальная нагрузка	Максимальный изгибающий момент от расчетной нагрузки	Несущая способность по прочности	Отметка начала участка стойки, м	Отметки конца участка стойки, м	Приме- чание
H_H	Q_p, T	$M = \frac{Q_p}{1,5} (H-1) K_{TH}$	N, Tm			
2,0	20,6	$\frac{20,6}{1,5} \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 15,1$	27,6	10,4	18,4	
3,0	15,5	$\frac{15,5}{1,5} \cdot 2,0 \cdot 1,1 = 22,8$	27,6	10,4	18,4	
4,0	12,6	$\frac{12,6}{1,5} \cdot 3,0 \cdot 1,1 = 27,7$	27,6	10,4	18,4	

Предельная горизонтальная нагрузка Q_p принята из расчета прочности надолбов с пасынками по типовому проекту 3:407-44 инв. № 3381тм-т3 лист 36.

Расчет участка стойки СЦ I между отметками 10,4+18,4 м принят по работе "Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ110-330кВ" № 407-4-20, том 7, расчет анкерно-угловых опор ВЛ 110кВ лист 31 (Расчет стойки СЦ-I на изгиб).

Поперечная нагрузка, допустимая на этом участке стойки СЦ определяется по формуле $Q = \sqrt{\frac{F_{c,a} \cdot 4 Q'_p \cdot R_{ax}}{100}}$.

$F_{c,a} = f_x \cdot \pi = 0,1256 \cdot 20 = 2,512 \text{ см}^2$ - площадь поперечного сечения однозаходной спирали на один метр длины участка

$$Q'_p = 658000 \text{ кгсм};$$

$$R_{ax} = 1700 \text{ кг/см}^2;$$

$$Q = \sqrt{\frac{25,12 \cdot 4 + 658000 \cdot 1700}{100}} = 2 \cdot 10^2 \sqrt{2,512,65,8 \cdot 17} = \\ = 2 \cdot 10^2 \cdot 53 = 10600 \text{ кг} = 10,6 \text{ т}$$

В качестве пасынков для надолба могут применяться отрезки стоек СЦ-1, вырезанные на любом участке, а также стойки, имеющие производственные дефекты.

Изгибающие моменты, действующие на пасынки незначительны, т.к. перерезывающая сила на них в два раза меньше перерезывающей силы на надолб. Кроме того, приложена сила Q к пасынкам непосредственно над поверхностью грунта.

Расчет прочности надолбов с ригелями.

Предельная горизонтальная нагрузка на надолбы с ригелями принята по типовому проекту 3.407-44 днв № 3301ТМ-73 лист 21.

Определение участка стойки СЦ-1, из которого могут быть вырезаны надолбы.

Таблица 8

Высота надолба	Предельная горизонтальная нагрузка	Максимальный изгибающий момент от расчетной нагрузки	Несущая способность участка стойки по прочности, тн	Отметка начала участка стойки, м	Отметка конца участка стойки, м	Примечание
$H, \text{м}$	$Q_p, \text{тн}$	$M = \frac{Q_p}{1,5}(H-1) \cdot K, \text{тнм}$				

2,0	9,0	$\frac{9,0}{1,5} \cdot 1,0 \cdot 1, I=6,6$	18,4	10,4	18,4
-----	-----	--	------	------	------

3,0	7,1	$\frac{7,1}{1,5} \cdot 2,0 \cdot 1, I=10,4$	18,4	0,0	22,0
-----	-----	---	------	-----	------

4,0	5,9	$\frac{5,9}{1,5} \cdot 3,0 \cdot 1, I=11,8$	18,4	0,0	22,0
-----	-----	---	------	-----	------

Расчет на изгиб участков стойки СЦ-І на отметках 0,0 м + 22,0 м.

Изгибающий момент определяется по формуле

$$M = \frac{f}{\pi} [R_u \cdot F_b \cdot z + (R_h + G_c') \cdot F_h \cdot z_h + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a \cdot z_a] \sin \alpha_k$$

$$\text{здесь } \alpha_k = \frac{R_h \cdot F_h + R_a \cdot F_a}{(R_h + G_c') \cdot F_h + (R_a + R_{ac}) \cdot F_a + R_u \cdot F_b};$$

$$\alpha_k = \frac{5100 (13,57+2,26)}{(5100-II50) 13,57 + (5100+3600) \cdot 2,26 + 917 \cdot 290} =$$

$$= \frac{80733,0}{339193,5} = 0,238 < 0,5; \quad \pi \alpha_k = 180^\circ. 0,238 = 42^\circ 48'$$

$$M_p = [290 \cdot 917 \cdot 25,0 + (5100-II50) 13,57 \cdot 25,6 + (5100+3600)$$

$$2,26 \cdot 25,6 \cdot \cancel{25,6} \cdot \frac{0,6794}{3,14} = (6600000+1370000+$$

$$+504000) \cdot 0,2178 = 18,4 \text{ Тм}$$

Расчет участков стойки СЦ-І на ^{попереч} ненеичную силу.

Шаг спирали на этих участках стойки 80мм;

$$F_c = f_x \cdot \pi = 0,1256 \text{ см}^2 \cdot \frac{1000}{80} = 1,57 \text{ см}^2$$

$$Q = \sqrt{\frac{1,57 \cdot 658000 \cdot 1700}{100}} = 2 \cdot 10^2 \cdot \sqrt{1,57 \cdot 65,8 \cdot 17} =$$

$$= 2 \cdot 10^2 \cdot 42 = 8400 \text{ кг} = 8,4 \text{ т}$$

Входящие в расчет формулы и исходные данные принять по работе

"Унифицированные железобетонные нормальные опоры ВЛ II0-330кВ"

№ 407-4-20, том 7, расчет анкерно-угловых опор ВЛ II0кВ листы

I4+32.

Расчет сравнительной экономической эффективности внедрения тросовой конструкции защиты пойменных металлических опор ВЛ.

I. Краткая характеристика и эталон сравнения.

Предлагается принять для защиты пойменных опор ВЛ от ледохода конструкцию тросовой защиты следующих типов:

I тип. Тросовая защита (ТЗО) с легкими надолбами.

II тип. Тросовая защита (ТЗ) с тяжелыми надолбами.

III тип. Тросовая защита (ТЗН) с наклонной сеткой, закрепленной на сваях (опытная).

В качестве эталона принята защита пойменных опор от ледохода посредством язычных банкеток с укреплением откосов, соответственно следующих типов:

I тип. Банкетка (Б) с каменным мощением поверхности откосов,

II тип. Банкетка (Б) с покрытием поверхности откосов ж.б. плитами.

III тип. Банкетка (Б) с покрытием поверхности откосов ж.б. плитами и шунтовым ограждением в торбу, глубиной до 2,0м.

Высота защиты тросовой сеткой и банкетками принята равной 2,5 м, под металлические опоры.

II. Расчет приведенных затрат.

Приведенные затраты по сравниваемым вариантам определяются в соответствии с п.п. 2.10 и 3.1 инструкции по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве СН423-71

$$\Pi_L = C_0 + F_H \cdot K_L + E_H \cdot K_L$$

где

C_i - себестоимость строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам.

K_i - капитальные вложения в основные производственные фонды строительной организации по сравниваемым вариантам.

K'_i - сопряженные капитальные вложения в производство строительных материалов и конструкций по сравниваемым вариантам.

E_K - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

а/ по первому типу защиты.

$$\Pi_{T30} = 2546,05 + 0,12 \cdot 262,77 + 0,12 \cdot 994,35 = 2696,90 \text{ руб.}$$

$$\Pi_0 = 7038,96 + 0,12 \cdot 747,45 = 7128,65 \text{ руб.}$$

$$N_I = \Pi_0 - \Pi_{T30} = 4431,75 \text{ руб.}$$

б/ по второму типу защиты

$$\Pi_{T3} = 4169,19 + 0,12 \cdot 235,27 + 0,12 \cdot 1741,68 = 4406,42 \text{ руб.}$$

$$\Pi_0 = 18990,88 + 0,12 \cdot 1050,06 + 0,12 \cdot 8760,00 = 20168,09 \text{ руб.}$$

$$N_I = \Pi_0 - \Pi_{T3} = 15761,67 \text{ руб.}$$

в/ по третьему типу защиты

$$\Pi_{T3H} = 5065,32 + 0,12 \cdot 472,75 + 0,12 \cdot 2871,94 = 5466,68 \text{ руб.}$$

$$\Pi_0 = 25617 + 0,12 \cdot 4186,88 + 0,12 \cdot 876,00 = 27170,70 \text{ руб.}$$

$$N_I = \Pi_0 - \Pi_{T3H} = 21704,02 \text{ руб.}$$

г/ Экономическая эффективность тросовой защиты по типу III в
сравнении с защитой банкеткой по типу II

$$\text{N} = \frac{\pi_5}{\pi_3} - \pi_{73} = 20168,09 - 5466,68 = 14701,41 \text{ руб.}$$

Исходные данные для расчета на I (одну) конструкцию защиты по типам.

Показатели	Ед. изм.	I		II		III		IV	
		ТЗО с лег- кими на- долбами	Банкет- ка с камен- ным моще- нием	Т.З. с тяжелыми надолба- ми	Б. с покры- тием ж.б. плитами	ТЗН на сваях с наклонной сеткой	Б. с пок- рытием ж.б. плитами	Обоснова- ние	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	
Продолжительность работ по устройству конструк- ции защиты	ч/дн.	34,4	413,51	40,19	242,48	62,48	880,79		
Себестоимость строитель- но-монтажных работ	руб.	2546,05	7038,96	4169,19	18990,88	5065,32	25617,07		
Капитальные вложения *) в основные производст- венные фонды строитель- ной организации	руб.	262,77	747,45	235,27	1050,06	472,75	4186,88		
В производство строи- тельник материалов	руб.	994,35	-	1741,68	8760,00	2871,94	8760,00		

*) Оборотные средства принимаются одинаковыми в сравниваемых вариантах.

Расчет себестоимости строительно-монтажных работ по устройству
защиты от ледохода I (одной) опоры по вариантам

7313 ТМ-73

Приложение I

н/п	Показатели	I		II		III		Обоснование
		ТЗО с легкими на-долбами	Б. с ка-менным моще-нием	Т.З с тя-желыми надолба-ми	Б. с по-крытием ж.б.пли-тами	ТЭН на сваях с наклон-ной сет-кой	Б.с покры-тием ж.б. плитами со шпунто-вым огражд.	
	I	2	3	4	5	6	7	8
1.	Прямые затраты	2476,35	6314,13	3992,32	17923,43	4849,56	23651,5	п.2+п3+П4
2.	в том числе:							
	материалы	2206,88	4447,22	3715,54	16357,12	4130,54	19136,85	Приложение 2
3.	Основная зарплата	104,06	1118,91	119,08	660,43	118,46	1685,41	Приложение 3
4.	Эксплуатация машин	165,41	748,00	157,70	905,88	600,56	2829,25	Приложение п
	Накладные расходы за-висящие от:							Приложение п.1. Инструкция СН 423-7
5.	Основной зарплаты	15,609	167,837	17,862	99,065	17769	252,81	п.3х0,15

	I	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1	7	1	8
6. трудоёмкости работ		20,84		248,II	24,II	154,49		37,49		528,47		0,6руб.х	(ч/дн)		
7. продолжительности работ		25,70		308,88	134,90	813,89		160,50		1184,28					
Итого себестоимость		2546,05		7038,96	4169,19	18990,88		5065,32		25617,07					

14,5% - накладные расходы для строительства ВЛ.

Расчет стоимости материалов и конструкций на I (одну) конструкцию
защиты.

Приложение 2

Материалы и конструкции	Един. изм. во рас- четн. цена за ед. в руб.	Плано- с лег- кими надолб ками		T.30 стоим		Б. с камен. мощением		T.3. с тя- желыми на- долб.		Б. с плитами		T.3.Н на евак нак- лонная		Б. с ж/б плитами и шпунт. огн.		Обос- нова- ние	
		кож.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим	коло.	стоим
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Металлоконструкции к х.б. опорам	т	345,00	1,2	414	-	-	2,63	907,35	-	-	1,6	552	-	-	Ц.И, Ч.П п.427		
2. Трос	п.м.	0,13	500	65	-	-	500	65	-	-	600	65	-	-	Ц.И, Ч.У п.63		
3. Детали крепления ригелей	т	615,00	0,104	63,96	-	-	0,039	23,985	-	-	-	-	-	-	Ц.И, Ч.Г п.77		
4. Стойки х.б. СЦ I	м3	215,00	5,12	1100,8	-	-	8,82	1896,3	-	-	-	-	-	-	Принт 06-08		
5. Сваи х.б. С-35-0-8	"	129,00	-	-	-	-	-	-	-	-	15,84	2043,36	-	-	Дополн. I к ЭСII		

	I	12	3	14	5	16	7	18	9	II0	III	112	13	114	15	16
15. Битум- вая масти- ка	M2	0,22	-	-	-	-	-	-	-	300	66	-	-	-	И.Г. ч.1 п.68	
16. Лак № 177	T	3,73	I	43	5,334	-	-	2,96	II,04	-	-	I,10	4,10	-	-	35-I49
17. Камень для рис- бермы	M3	II,40	-	-	60	684	-	-	60	684	-	-	60	684	Каталог кн.У	
18. Камен- ное моще- ние	M2	2,86	-	-	727	2079,22	-	-	-	-	-	-	-	-	каталог кн.И I-833	
19. Железо- бетон- ные плиты П1	M2	II2,00	-	-	-	-	-	I20	I3440	-	-	I20	I3440	ЭСД.п.51		
20. Сплош- ная одер- новка	I00 M2	85,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I,75	I4,93	Каталог кн.И I-813	

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	------	-----	----	-----

21.Шпунтовое ограждение М ²	5,76													480	2764,8	Ма- тв- лог
22.Цемент- ный раствор М3	I4,30	-	-	-	-	-	-	38,4	549, I2	-	-	38,4	549, I2	кн. I. п. I.- 7II		

Итого:	2206,88	4447,22	3715,54	I6357, I2	4130,54	I9136,85										
--------	---------	---------	---------	-----------	---------	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Расчет труда и заработной платы на I конструкцию защиты

Приложение 3

Номер III Наименование работ	Ед. изм. м/см	Ч/дн. зарпл. руб.	I				II				III				Обоснование	
			Т.З.О с легки- ми надолбами		Б.с камен- ный моде- ием		Т.З.Н тяжелы- ми надолбами		Б.с покры- тием х-б		Г.З.Н с нак- лонной сет- шитами		Б.с х.б. плитами и шпунтовым огражд.			
			ч/дн	Основн. з/пл.	ч/дн	Основн. з/пл.	ч/дн	Основн. з/пл.	ч/дн	Основн. з/пл.	ч/дн	Основн. з/пл.	ч/дн			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	16	17
I. Земляные работы и фундаменты																
1. Образование цилин- дрических котлован- ков	шт.	0,082 0,24	0,656	1,92	-	-	1,476	4,32	-	-	-	-	-	-	EHA P65 23-3-2 пI-б	
2. Устройство лидер- ных скважин на болоте	шт	0,082 0,24	-	-	-	-	-	-	-	2,624	7,68	-	-	-		
3. Устройство глини- стой отмостки	м3	1,07 2,68	1,712	4,288	-	-	3,852	9,648	-	-	-	-	-	-	СНиП Т. 2I-6-3. 13-32	
4. Обмазка х.б. стоек битумом	100 м2	5-95 16-70	-	-	-	-	-	-	-	17,85	50,1	-	-	-	СНиП II.Т. 2I-6-х 13-30	
5. Разработка грунта II кат. Экскаватором 0,25м3 в карьере	1000 м3	3,3 8,3	-	-	1,815	4,565	-	-	0,182	4,565	-	-	0,710	17,845	СНиП II.Т. 10-35-0 I-244	
6. Транспортировка грунта	It/10кн	-	-	-	31,4	-	-	-	31,4	-	-	-	-	-	II.З., стр.28	
7. Устройство банд- кетки из при- возного грунта	м3	0,163 0,41	-	-	89,65	225,5	-	-	89,65	225,5	-	-	220	554	СНиП Г 10-104-я I-637	
8. Устройство шу- того ограждения	м2	0,60 1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	288	633,6	СНиП II.Т. 10-115 I-711		

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20. Монтаж тросовой сети с установкой зажимов		I м.п. 0,02 0,06	10	30	-	-	10	30	-	-	16	48	-	-	CH II 48-12-a 35-I06	
21. Окраска металлоконструкций лаком № I77	т	I,18 3,92	I,680	5,582	-	-	3,492	II,599	-	-	I,298	4,312	-	-	CHIII, т. 48-58-6 35-527	
22. Смазка каната смазкой ЗЭС		m.п. 0,007 0,019	3,5	9,5	-	-	3,5	9,5	-	-	5,6	I5,2	-	-	Ду 28/L3 ЗЭС	
23. Установка ж.б. заглушек	м3	0,7 I,77	I,I2	2,832	-	-	2,52	6,372	-	-	-	-	-	-	CHи II, т. I2-I	
24. Разрезка ж.б. цилиндрических центрифугированных стоек рез.																
Итого:			34,402	104,055	4135G5	III8,905	40,193	II9,075	242,482	660,425	62,478	I88,46	880,79	I685,41		

73/374-73

- 11 -

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II	III	IV	V
6. Автосамосвал	I9,70	-	-	33,4	657,98	-	-	33,4	657,98	-	-	77,2	I520,84		
7. Консер с дизельмо- лотом	II,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,64	378,624		
8. Насос центробежный 50 мм	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I20,00	420		
9. Вышка телескопи- ческая	27,80	I,3	36,I4	-	-	I,3	36,I4	-	-	2,08	57,824	-	-		
10. Автомашина ГАЗ-66	I0,I3	0,2	2,026	-	-	0,2	2,026	-	-	0,27	2,735	-	-		
11. Пневмотрамбовки	4,I0	0,26	I,066	-	-	0,45	I,845	-	-	-	-	-	-		
12. Аппарат АСТО	0,I2	I,I0	0,I32	-	-	I,I0	0,I32	-	-	I,76	0,2II	-	-		
Итого:			I65,462		748,004		I57,697		905,876		600,559		2829,248		

Расчет капитальных вложений в основные производственные фонды строительной организации на одну защиту по типам.

Приложение 5

Наименование машин	Балансовая стоимость машин в руб.	Продол-		Т.З.О с легкими надолбами		Б. с каменным мощением		Т З с тяжелыми надолбами		Б.с покрытием ТЗН с наклон- кой ж.б. плитами		Б. с покрытием ж.б. плитами со в най сеткой шпунт		Б. с покрытием ж.б. плитами со в нограждением	
		житель- ность работы в году	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.	Кол. м/см	Капвло- жения в руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	
I. Кран автомобильный	7017	256	-	-	-	-	-	-	II,04	302,608	-	-	II,04	302,608	
2. Буровая установка	8460	256	0,768	25,380	-	-	I,728	57,105	-	-	3,072	101,520	-	-	
3. Агрегат выброудавливавший на тр-ре 100 л.с.	7120	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4. Экскаватор	9960	256	0,17	6,614	4,84	I88,306	0,29	II,283	4,84	I88,306	-	-	I8,92	736,106	
5. Коан тракторный	13608	250	3,53	I92,145	-	-	2,33	I26,927	-	-	-	-	-	-	
6. Автосамосвал	3683	220	-	-	33,4	559,146	-	-	33,4	559,146	-	-	77,2	I292,398	
7. Колесный с дизельмотором	10800	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,64	I602,327	
8. Насос центробежный 50мм	528	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I20,0	253,44	
9. Вышка телескопическая	6613	256	I,3	33,582	-	-	I,3	33,582	-	-	2,08	53,731	-	-	
10. АвтомашинаСАЗ66	3880	250	0,2	3,104	-	-	0,2	3,104	-	-	0,27	4,190	-	-	
II. Пневмотрам-бочки	1874	250	0,26	I,949	-	-	0,45	3,373	-	-	-	-	-	-	

73/3 ТМ -Т3

-13-

I	! 2 !	3 ! 4 !	5 ! 6 !	7 ! 8 !	9 ! 10 !	II ! 12 !	13 ! 14 !	15
---	-------	---------	---------	---------	----------	-----------	-----------	----

12. Аппарат ACTO

I,10

-

I,10

-

I,76

Итого:

262,774

747,452

235,274

1050,06

472,75

4186,879

Расчет капитальных вложений в производство строительных
материалов на одну защиту от ледохода по типам.

Приложение 6

Материалы и конструкции

Еди- ница изме- рения	Удель- ные капито- зования на	I							II						
		T.3.0 с легкими надолбами	Б. с камен- ным мо- щением	T. З с тяже- лыми надол- бами	Б. с покры- тием ж.б.	T.3.1 с нак- лонной сет- кой	Б. с пок- рытием ж.б. пла- змой	1000 шунто- вым ограж- дением							
едини- цы	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.	Сумма в руб.	Кол.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Стальные кон- струкции	t.	243	I,424	346,032	-	-	2,959	719,037	-	-	I,100	267,3	-	-	Норма- тивы удель- ных капи- таль- ных вложе- ний по отра- дия "про- мыш- ност стро- тель- ных
Сборные ж.б. конструкции	m3	73	3,2	233,6	-	-	4,2	306,6	I20	8760	35,68	2604,64	I20	8760	

Стальные кон-
струкции

t.	243	I,424	346,032	-	-	2,959	719,037	-	-	I,100	267,3	-	-
----	-----	-------	---------	---	---	-------	---------	---	---	-------	-------	---	---

Сборные ж.б.
конструкции

m3	73	3,2	233,6	-	-	4,2	306,6	I20	8760	35,68	2604,64	I20	8760	
----	----	-----	-------	---	---	-----	-------	-----	------	-------	---------	-----	------	--

73/3 ТМ-73

-45-

I 2 1 3 1 4 1 5 1 6 1 7 1 8 1 9 1 10 1 11 1 12 1 13 1 14 1 15 1 16

Центрифугирован-
ные ж.б.стойки

" 8I 5,I2 4I4,72 - - 8,84 7I6,04 - - - - -

- конструк-
ции и
деталей
на 1971-
-1975 г.г.

Итого:

994,352

1741,677

8760

2871,94

8760

Объемы работ по устройству конструкции тросовой
защиты опор ВЛ от ледохода

Приложение 7.

№ III	Наименование работ	Ед. изм.	Т и п н			
			I	II	III	
I	2		3	4	5	6
<u>I. Земляные работы</u>						
1.	Сверление цилиндрических котлованов под ж.б. опоры	шт.	8	18		—
2.	Устройство лидерных скважин под ж.б. свай	шт	—	—		16
3.	Рытьё щелей для ригелей	м3	8	3		—
4.	Устройство глинняной отмостки	м ³	1,6	3,6		—
5.	Обмазка битумом ж.б. свай	м2	—	—		300
<u>II. Монтаж фундаментов</u>						
1.	Ж.б. ригели АР-5	м3	1,6	0,6		—
2.	Вибропрессование свай С-35-0-8 на полную глубину	"	—	—		7,52
3.	То же, С-35-0-10 на половину глубины	"	—	—		9,84
<u>III. Монтаж опор</u>						
1.	Установка ж.б. отрезков стойки СЦ-1 длиной 6,4м, объёмом 0,64 м3	л	5,12	5,12		—
2.	То же, длиной 3,2м, объёмом 0,37м3	м3	—	—		3,70
3.	Металлоконструкции к опорам и сваям	т.	1,424	2,959		1,100

I	2	3	4	5	6
4. Монтаж тросов	м.п.	500	500	800	
5. Монтаж балки-ригеля С-35-0-8	м3	-	-	7,92	
6. Монтаж сетевой арматуры	т	0,20	0,20	0,21	
7. Монтаж деталей крепления ригелей	т	0,104	-	0,039	-
8. Окраска металлоконструкций лаком I77	т	I,424	2,959	I,100	

IV. Прочие работы.

1. Устройство ж.б. заглушек мз		I,6	3,6	-
2. Смазка каната смазкой ЗЭС	м.п	710	710	I300
3. Разрезка ж.б. цилиндрических центрифугированных стоек	рез.	6	I4	

Объёмы работ по устройству банкеток

№ пп	Наименование работ	Един. изм.	Типы		
			I	II	III
I	2	3	4	5	6
1.	Устройство банкетки из привозного грунта	м3	550	550	550
2.	Разработка грунта экскаватором	м3	-	-	800
3.	Обратная засыпка грунта с уплотнением	м3	-	-	800

I	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

4. Устройство обратного фильтра

Щебень	"	110	110	110
Гравий	"	73	73	73

5. Устройство рисбермы из камня

"	70	70	70
---	----	----	----

6. Каменное мощение

m2	727	-	-
----	-----	---	---

7. Укладка ж.б. плит Ш для покрытия

m3	-	120	120
----	---	-----	-----

8. Сплошная одерновка

m2	-	-	175
----	---	---	-----

9. Устройство шпунтового ограждения

"	-	-	100
---	---	---	-----

**Технология сооружения тросовой
защиты опор ВЛ от ледохода.**

I. Тросовая защита типа ТЗО с вертикальной навеской сети на железобетонные надолбы, закрепленные в грунте посредством унифицированных ригелей, обеспечивает круговую защиту опор от выходящих на пойму льдин, монтируется по чертежам в следующей последовательности:

а) в сверленые котлованы устанавливаются железобетонные отрезки стойки типа СЦ, пазухи между стенками котлована и стойки засыпаются гравийно-песчаной смесью с послойным уплотнением. Устанавливаются и закрепляются к стойкам железобетонные ригели с заглублением и ориентацией по чертежу;

б) на стойках крепятся хомуты, на которых навешиваются панели тросовой сети, выполненной в заводских условиях или на пикете.

Четные панели соединяются между собой прошивкой троса, а нечетная панель внизу ограды закрепляется к дополнительному тросу посредством дуговых зажимов.

Панели тросовой сети и отдельные горизонтальные тросы соединяются между собой по периметру посредством талрепов. Талрепы желательно располагать со стороны менее вероятного подхода льдины;

в) тросы смазываются защитной электротехнической смазкой ЗЭС по всей ограде с помощью прибора АСТ-500;

г) при агрессивных грунтовых водах подземную часть стоек покрыть перед установкой в сверленые котлованы битумной обмазкой слоем 2-3 мм по холодной огрунтовке из битума, растворенного в керосине;

д) защита от размыва грунта вокруг стоек и опор указывается в проекте в каждом конкретном случае и выполняется в соответствии с

указаниями проектной организации, использующей материал для проектирования тросовой защиты.

2. Тросовая защита типа ТЗ с вертикальной сеткой навешенной на железобетонные надолбы, закрепленные в грунте посредством железобетонных пасынков.

а) в сверленные котлованы устанавливаются железобетонные стойки-надолбы и пасынки, ориентированные по чертежу. Пазухи между стенками котлована и отрезков ж.б. трубы заполняются гравийно-песчаной смесью с уплотнением.

Между собой стойка-надолб и пасынки связываются жесткой металлической-балкой, которая устанавливается непосредственно над землей.

В дальнейшем все работы выполняются по изложенным выше пунктам б); в); г) и д);

3. Тросовая защита типа ТЗП с навеской сети на вертикальные надолбы с подкосом.

а) В сверленном котловане устанавливается железобетонный надолб, который укрепляется с внутренней стороны ограды подкосом. Установка подкоса выполняется в сверленном или копанном котловане в зависимости от наличия механизмов. Между собой подкосы-стойки-надолб соединяются посредством металлических хомутов.

В дальнейшем все работы выполняются по изложенным выше пунктам б); в); г) и д).

4. Тросовая защита типа ТЗН с наклонной навеской сети (опытная).

Тросовая защита с наклонной сеткой предназначена для круговой защиты опор ВЛ, расположенных в поймах с заторфованными и слабыми водонасыщенными грунтами.

Монтаж конструкции выполняется по чертежу в следующей последовательности.

а) устанавливаются в сверленные котлованы железобетонные на-долбы из отрезков ствола стойки типа СЦ-І с забивкой пазух крупным песком. Вариантно при наличии слоя торфа вместо ж.б. труб используются сваи. Сваи вдавливаются в грунт. Ориентация стоек или свай выполняется строго по чертежу;

б) монтируются на стойках хомуты с установкой между внутренними и внешними стойками жесткой балки;

в) монтируются между внешними и внутренними стойками несущие тросы.

г) монтируются горизонтальные тросы сети, которые соединяются с несущими тросами с помощью дуговых и прессуемых зажимов, а по периметру соединяются с помощью талрепа.

д) между собой горизонтальные тросы соединяются наклонными тросами с помощью дуговых скимов или переплетением. Монтаж наклонных тросов ведется по всей наклонной плоскости тросовой сети одновременно.

е) тросы смазываются защитной электротехнической смазкой при помощи прибора АСТ-500.

ж) при агрессивных грунтовых водах подземную часть стоек покрыть перед установкой в грунт битумной мастикой слоем 2-3 мм по

холодной огрунтовке из битума, растворенного в керосине.

з) защита от размыва грунта вокруг стоек и опоры выполняется в соответствии с указаниями проектной организации, использующей материалы для проектирования тросовой защиты.

Указания по применению

Указания по применению.

1. Для применения данного проекта гидрологические и геологические изыскания должны быть выполнены в полном объеме, указанном на ^юместе 4 данного тома. Особенно полно и четко должны быть отражены данные, указанные в п.п. I,2,3,4,5,I0,II.

2. При несовпадении заданных характеристик грунтов γ и C с расчетными, указанными в таблице № I (лист .45), подбор типа д^о-защитной ограды следует производить путем сравнения значений $m_u m_c$ найденных для конкретных характеристик со значениями $m_u m_c$, приведенными на листе 15.

Определение значений $m_u m_c$ производится по формулам

$$m = \gamma \cdot t g^2 (45^\circ + \frac{\gamma}{2}),$$

$$m_c = 2 \cdot c t g (45^\circ + \frac{\gamma}{2}).$$

3. В случае резкого отличия найденных значений $m_u m_c$ от табличных, следует рассчитать допустимую ледовую нагрузку на выбранную конструкцию, руководствуясь формулами таблицы № I лист I4 и расчетных листов I8,I9 или 2I проверяемой конструкции, а также рекомендациями на листах 9 и 10 тома 6 типового проекта 3.407-44 "Защита фундаментов опор на пойменных участках ВЛ 35-500 кВ от ледовых и волновых воздействий". Расчеты.

Расчетом определяется только допустимая толщина льдин на конструкции с вертикальными сетками. Допустимая площадь льдин на эти конструкции находится по таблицам № I,2,3,4 и 5 листы 15,16,17,18 и 19 настоящего проекта в зависимости от найденной толщины льда и заданной скорости.

4. При выборе конструкции тресовой защиты необходимо учитывать

технико-экономические показатели круговой защиты опор ВЛ от отдельных льдин.

5. После выбора конструкции тросовой защиты, на принятой схеме, указывается преобладающее направление ледохода, а также даются необходимые указания при особых условиях применения ледорезов (защита от воздействия агрессивных вод, защита от размыва и т.д.)

6. При агрессивных грунтовых и паводковых водах подземную часть труб покрыть горячей битумной обмазкой слоем 2-3 мм по холодной огрунтовке из битума, растворенного в керосине.

7. Необходимость защиты от размыва грунта вокруг опор и на-долбов определяется в соответствии с "Техническими указаниями по расчету местного размыва у опор мостов ВСН-62-61". Выбор типа укрепления грунта в каждом отдельном случае производится по "Альбому конструкций креплений откосов насыпей и выемок", Главтранспроект, инв. № 214.

Патентная чистота и патентоспособность.

Технические решения, принятые в настоящей работе, проверены на патентную чистоту по СССР, Великобритании, Германии, США, Франции, Швейцарии, Австрии.

В материалах для проектирования "Конструкция тросовой защиты опор ВЛ от ледохода" разработана конструкция тросовой защиты с наклонной сеткой, на которую подана заявка для получения авторского свидетельства (Приоритетный № 1806533/29-14 от 27 июля 1972 года "Тросовая ограда для защиты пойменных сооружений").

При разработке настоящего материала для проектирования были изучены следующие патентные и информационные материалы:

По СССР - авторские свидетельства и патенты за весь срок действия по 30 июня 1974 года включительно по классам: 840, 27/42; 84a, 301, 32, 03, 34, 06, 10, 12, 14, 16, 18, 22 84a 1502

Великобритания - патенты по классам

45 ; 68 (2)C с 1966 по 1973 гг.

ФРГ - патенты по классам

84c, 27/42; 84a, 304 с 1966 по 1973 гг.

США - патенты по классам

61, 61 - 46/62 с 1966 по 1973 гг.

Франция - патенты по классам

84c, 27/42; 84a 304 с 1969 по 1973 гг.

Швейцария - патенты по классам

5b с 1968 по 1973 гг.

Австрия - патенты по классам

840, 27/42; 848.304 с 1958 по 1973 гг.

Рефератный журнал "Электротехника и энергетика" раздел "Е"
- электрические станции, сети и системы с 1965 по 1973 гг. и
другие периодические издания СССР по данному вопросу с 1963 по
июнь 1974 г. включительно.

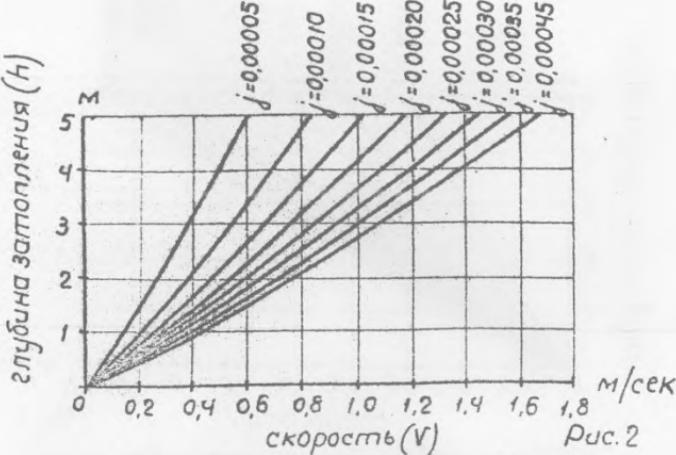


Рис.2

По́йма с небольшим коли́чеством старо-
речи́й, частично заросших кустарни́ком
(до 25%) полно́стью затопляемых при
высокой воде.

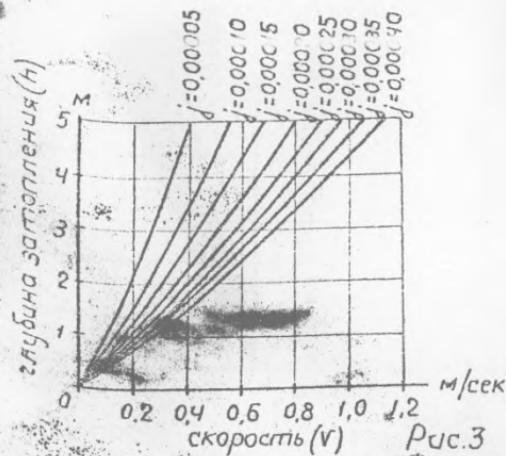


Рис.3

По́йма изрезана староречи́ями,
заросшая кустарни́ком и лесом
(до 50%), с незатопляемыми при
высокой воде бершина́ми.

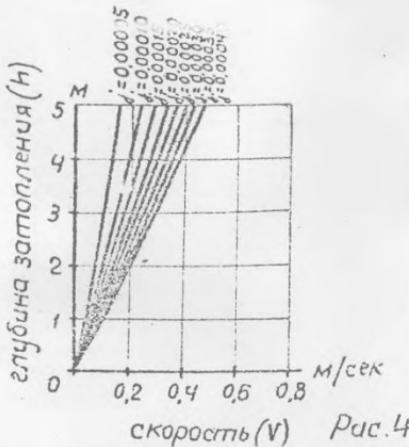


Рис.4

По́йма сплошь зарос-
шая кустарни́ком и
лесом.

Графики построены на основании известной формулы Шези $V = \frac{h^{\frac{1}{6}}}{h} \cdot \sqrt{h \cdot j}$;

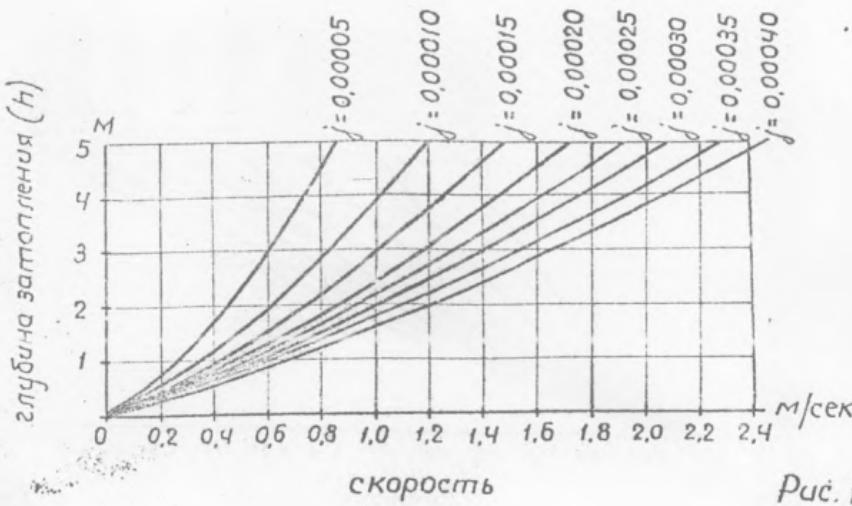


Рис. 1

Незарастающая ровная пойма, покрытая
лучевой расщепленностью, без приток и
староречий.

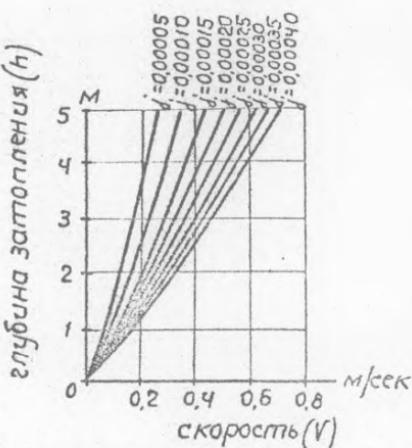


Рис. 5

Пойма, сильно заросшая густым кустарником
и лесом (до 75%)