ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
901-9-6

ПЕРЕХОДЫ ТРУБОПРОВОДАМИ ПОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ НА СТАНЦИЯХ И ПЕРЕГОНАХ И ПОД АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

АЛЬБОМ 1

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.
ЗАЩИТА КОЖУХОВ ОТ КОРРОЗИИ

Центральный институт типовых проектов
Москва

gost.e-ecolog.ru

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

Москва, А-445, Смольная ул., 22

Сдано в печать 1975 года

Заказ № 2676 Тираж 2000 экз

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
901-9-6

ПЕРЕХОДЫ ТРУБОПРОВОДАМИ ПОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ НА СТАНЦИЯХ И ПЕРЕГОНАХ И ПОД АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

АЛЬБОМ 1

Состав проекта:

Альбом 1	Часть 1-общая пояснительная записка Часть 2-защита труб от коррозии
Альбом 2	Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на перегонах и станциях
Альбом 3	Переходы трубопроводами под автомобильными дорогами
Альбом 4	Способы производства работ
Альбом 5	Сметы

Разработан
Государственным проектным институтом
Мосгипротранс

Введен в действие
институтом Мосгипротранс

приказ №52 от 30 марта 1970 г.

Центральный институт типовых проектов
Москва

Содержание альбома

№№ п/п	Наименование	№№ листов	№№ страниц
1	Содержание альбома	3	2
2	Общая пояснительная записка	4-5	3-4
3	Расчеты	6-12	5-11
4	Таблица выбора диаметров кожухов для водопроводов	13	12
5	Таблица выбора диаметров кожухов для канализационных самотечных трубопроводов	14	13
6	Защита кожухов от коррозии. Пояснительная записка	16-18	14-16
7	Защита катодной поляризацией. Установка группы упакованных (неупакованных) протекторов	19	17
8	Защита катодной поляризацией. Монтаж проводов в контрольно-измерительной колонке	20	18
9	Защита катодной поляризацией Подключение протектора к трубопроводу и кожуху	21	19
10	Защита катодной поляризацией Контрольно-измерительная колонка с деталями	22	20
11	Защита катодной поляризацией. Контрольно-измерительная колонка Детали	23	21

Гл. инж. проекта Красненский

Мосгипротранс Москва 1969г	Содержание альбома	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1 / Лист 3

Часть 1. Общая пояснительная записка

I. Введение

Типовой проект „Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами" разработан „Мосгипротрансом" на основании проектного задания, рассмотренного Госстроем СССР 12 мая 1968г и утвержденного заместителем министра Транспортного строительства 3 июля 1969г приказом № П-77

Проектом предусматривается устройство переходов водопроводными и канализационными трубопроводами по типу „труба в кожухе" под железнодорожными путями на перегонах и станциях для железных дорог I, II и III категорий, под автомобильными дорогами I и II категорий

Переходы должны обеспечивать:

1) полную безопасность движения транспорта в период производства работ по прокладке трубопроводов,
2) предохранение земляного полотна от размыва при аварии на трубопроводах;
3) предохранение трубопровода от разрушения при действии статических и динамических нагрузок;

Согласно СН и П II-Г.3-62 п 749 и техническим указаниям ВСН 121-65 переходы должны устраиваться на прямолинейных участках трубопроводов с пересечением полотна железной или автомобильной дороги под углом близким к прямому.

Переходы должны располагаться под полотном железной дороги в местах с минимальным количеством путей, как правило, вне мест расположения стрелочных переводов, съездов и перекрестных сечений, не ближе 10м от опор контактной сети и фундаментов искусственных сооружений.

Настоящий проект может быть применен для всех районов Советского Союза, кроме районов с сейсмичностью свыше 6 баллов и районов с пучинистыми, болотистыми, вечномерзлыми грунтами, районов с карстовыми явлениями и селевых зон, а также неустойчивых участков железнодорожного полотна, подверженных деформациям

Проект переходов разработан для напорных и безнапорных трубопроводов водопровода и канализации диаметрами от 150 до 1200 мм и увязан с типовым проектом переходов газопроводами под железными и автомобильными дорогами

Перечень примененных стандартов и типовых чертежей

№№ пп	Наименование стандарта или типового проекта	Шифр стандарта или типового проекта
1	Трубы стальные электросварные	ГОСТ 10704-63
2	Трубы чугунные напорные	ГОСТ 5525-61
3	Трубы железобетонные и бетонные безнапорные	ГОСТ 6482-63
4	Трубы и муфты асбестоцементные водопроводные	ГОСТ 539-65
5	Трубы керамические канализационные	ГОСТ 286-64
6	Сталь прокатная (полосовая, уголки, швеллеры,	ГОСТы 103-57, 8509-57,
	балки двутавровые)	8240-56, 8239-56
7	Водопроводные и канализационные колодцы	тип пр 4-18-628/62
8	Шпунт металлический	ГОСТ 4781-55
9	Индустриальные строительные изделия	Каталог ж.б изделий 69г
	для гражданского строительства (бетонные	серия 1.116-1 выпуск 1.
	фундаментные блоки)	

II Переходы под железнодорожными путями на перегонах и станциях

Проектом разработаны переходы под двухпутными железными дорогами нормальной колеи в соответствии с типовыми поперечными профилями земляного полотна вновь строящихся железных дорог колеи 1524мм общей сети Союза ССР (ПЖД-1 инв №366) и под железнодорожными путями на станциях

Переходы под однопутными железными дорогами решаются так же, как под двухпутными. Уменьшается только длина перехода

В настоящем проекте даны схемы переходов для следующих типовых поперечных профилей земляного полотна при уклоне местности не круче 1:5

а) В насыпи без резервов,
б) В насыпи с резервами,
в) В выемке глубиной до 4½м без кавальеров -

Проекты переходов на косогорных участках и в выемках глубиной свыше 4½м должны составляться индивидуально

При составлении проекта необходимо учитывать перспективное развитие жел дор. путей

III Переходы под автомобильными дорогами

Проектом разработаны переходы под автомобильными дорогами обтекаемого и необтекаемого профиля в соответствии с типовыми поперечными профилями по альбому инв № 361 выпуск 41-64г „Автомобильные дороги. Поперечные профили земляного полотна"

Из имеющихся типовых поперечных профилей земляного полотна автомобильных дорог выбраны следующие поперечные профили при уклоне местности не круче 1:5:

1) в насыпи высотой до 0.8м необтекаемого профиля для дорог I и II категорий;
2) в насыпи высотой до 1.5м обтекаемого профиля для дорог I и II категорий;
3) в насыпи высотой до 6м для автодорог I категории,
4) в насыпи высотой до 8м для автодорог II категории;
5) в выемке глубиной до 4½м для дорог I и II категорий.

Для насыпей высотой свыше 6 м проекты переходов решаются аналогично приведенным в настоящем проекте, увеличивается только длина перехода

Проекты переходов в выемках глубиной свыше 4½м и на косогорных участках должны составляться индивидуально

Схемы переходов под автомобильными дорогами приняты аналогичные схемам переходов под железнодорожными путями.

IV Конструктивные особенности переходов

А. Диаметры и материал труб

Диаметр рабочей трубы перехода принимается, как правило, равным диаметру рабочего трубопровода Для напорных трубопроводов исключение составляют диаметры 700, 900 и 1100мм при этом рабочая стальная труба перехода проектируется соответственно 800, 1000 и 1200мм, т.к. задвижки диаметрами 700, 900 и 1100мм промышленностью не выпускаются.

Диаметр кожуха определяется в зависимости от диаметра и материала рабочей трубы, длины кожуха, способа производства работ

Диаметры кожухов переходов приведены в таблицах на листах 13 и 14.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Мосгипротранс Москва 1969г	Общая пояснительная записка	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 4

Кожухи проектируются из стальных труб при производстве работ открытым способом, способами прокола и продавливания и из керамических, бетонных блоков при производстве работ способом щитовой проходки -

Толщина стенки стальных труб кожухов определяется по расчету в зависимости от усилий, воспринимаемых кожухом при продавливании, статической нагрузки (веса грунта), динамических нагрузок от подвижного состава и автомобилей Методика расчета и таблица толщин стенок труб приводится в приложениях №№1-9

Рабочий напорный трубопровод, укладываемый в кожухе, принимается из стальных труб, т к стальные трубы наилучшим образом обеспечивают целостность стыков при затаскивании их в кожух

Самотечные канализационные трубопроводы, укладываемые в кожухе, принимаются из чугунных, железобетонных, керамических и асбестоцементных труб, укладываемых на корыте.

В отдельных случаях под станционными железнодорожными путями может производиться укладка труб без кожухов В этом случае напорные трубопроводы должны приниматься из стальных труб, самотечные - из чугунных или железобетонных

Б ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ

Глубина заложения труб принимается, исходя из требований СН и П II-Г.3-62 и СН и П II-Г6-62 Кроме этого, расстояние от подошвы рельса или покрытия проезжей части автодороги до верха кожуха должно составлять не менее 1.5м При устройстве перехода способом прокола это расстояние должно составлять 3м для глинистых грунтов и 2м - для песчаных Пересечение должно располагаться ниже основания насыпи не менее чем на 0,5м, а при наличии резерва на 0,5м ниже его дна

В Арматура и колодцы

Для возможности отключения переходов предусматривается установка задвижек и шиберов на самотечных трубопроводах и задвижек на напорных трубопроводах

Задвижки принимаются. при давлении в рабочем трубопроводе до 10 атм - чугунные, свыше 10 атм - стальные Установка электрофицированных задвижек предусматривается только если они устанавливаются на рабочем трубопроводе

Материал и конструкция колодцев принимается в зависимости от местных условий по типовому проекту № 4-18-628/62.

V Производство работ

Устройство переходов под железнодорожными путями и автомобильными дорогами может производиться безтраншейным или открытым способами

Безтраншейная прокладка трубопроводов может производиться следующими способами:

а) проколом,
б) продавливанием,
в) горизонтальным бурением;
г) щитовой проходкой

Открытый способ производства работ рекомендуется в отдельных случаях (см записку в альбоме 4). с устройством рельсовых или инвентарных подвесных пакетов

При всех способах производства работ в течение всего периода работ должен осуществляться круглосуточный технадзор за состоянием дороги представителями линейно-дорожных участков для наблюдения за автодорогами и представителями дистанции пути - для наблюдения за железными дорогами в пределах полосы отвода

VI Указания по применению типового проекта переходов

Для выполнения проекта перехода необходимо выполнить технические изыскания:

Основной задачей изысканий является выбор места перехода под полотном железной или автомобильной дороги и производство инженерно-геологических работ

При изысканиях выполняются:

а) топографическая съемка участка перехода шириной до 50м в масштабе 1:500;
б) составление детального поперечного профиля земляного полотна дороги с нанесением водоотводных устройств, резервов и кавальеров в масштабе горизонтальный 1:200, вертикальный 1:100;
в) инженерно-геологическое обследование с бурением скважин по трассе перехода через 15-20 м;
г) лабораторное исследование грунтов по трассе перехода (в необходимых случаях)

Объем разведочных работ должен быть достаточным для полного выявления и всестороннего изучения гидрогеологических условий участка перехода.

Каждый проект перехода должен быть обеспечен следующими материалами:

а) геологическим разрезом и при необходимости анализами грунтов
б) данными о глубине залегания грунтовых вод, их химическом составе и коэффициенте фильтрации грунтов

Привязка типового проекта к местным условиям осуществляется в следующем порядке:

1) по поперечному профилю и категории дороги определяется схема перехода;
2) глубина заложения перехода определяется из условия заложения основного трубопровода на участках его примыкания к переходу;
3) в зависимости от диаметра рабочей трубы и длины перехода определяется диаметр кожуха и способ производства работ по таблицам на листах 13 и 14, после чего заполняются соответствующие листы типового проекта

На согласование предоставляются следующие материалы:

а) общий вид перехода в плане с указанием точного места перехода (перегон, км, пикет, плюс);
б) поперечный профиль перехода и полосы отвода с указанием всех обустройств жел. дор. пути или автодороги (насыпи, выемки, водоотводы, лесопосадки, линии связи, кабели и т д) и нанесением геологических данных как на участках трассы. на подходах, так и собственно земляного полотна;
в) схемы производства работ с указанием всех намеченных в проекте мер по обеспечению безопасности движения поездов во время производства работ;
г) График производства работ при устройстве перехода под жел дор путями (см альбом 4 Лист 7)

Нач отдела	Гл специалист	Гл инж проекта	Ярмолович
Проверил	Составил		Древновский / Красянский
Проектировал			Плужникова

Мосгипротранс Москва 1969г	Общая пояснительная записка	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 5

10458-01 5

Приложение № 1

Определение усилий при продавливании и проколе стальных кожухов при бестраншейной прокладке труб под железнодорожными путями и автодорогами.

Для расчета усилий приняты следующие условия:

а) грунты песчаные и глинистые;

б) трубы стальные;

в) продавливание осуществляется с применением ножа большего диаметра, чем диаметр продавливаемой трубы.

I Нагрузки

1. Нагрузки, действующие на стальной кожух определяются в зависимости от глубины заложения кожуха, геологических и гидрогеологических условий.

2. Кожух следует рассчитывать при основном сочетании нагрузок, состоящих из вертикального давления грунта и временной нагрузки от транспорта.

а) Постоянная нагрузка $q^{н}_{гр} = \gamma_{гр} \cdot H$;

где: $\gamma_{гр}$ – объемный вес грунта

H – высота слоя грунта над кожухом

б) Временная нагрузка

1 от подвижного состава жел. дор.

$$q^{н}_{т} = \frac{K}{0.5H + 14} \quad (1)$$

2. от подвижных нагрузок автодорог

$$q^{н}_{т} = \frac{19}{H + 3}; \quad (2)$$

где: К – класс нормативной временной вертикальной нагрузки от подвижного состава,

Н – высота засыпки от подошвы рельса до верха кожуха

Коэффициенты перегрузки для постоянных и подвижных нагрузок даются в следующей таблице.

	Виды нагрузок	Коэфф
1	Вертикальное давление от веса грунта	1.1
2	Вертикальное давление от ж.д подвижного состава	1.3
3	Вертикальное давление от автом транспорта (НК-80)	1.1

III Статический расчет

Расчет производится по первому предельному состоянию:

а) на прочность (по изгибающему моменту).

б) на устойчивость (по критическому давлению)

1. Определение расчетных моментов в стальном кожухе при эксплуатационных нагрузках.

$M = M_0 \zeta$ где $M_0 = 0.25 q r^2$

$$\zeta = \frac{1}{1 + \frac{\lambda K r}{E_c} \cdot \left(\frac{r}{h}\right)^3}$$ коэфф учитывающий влияние отпора грунта,

где:

M_0 – изгибающий момент от вертикальных сил без учета отпора грунта.

$q = q_т + q_{гр}$ – суммарная расчетная вертикальная нагрузка

$q_т$ – расчетная вертик нагрузка от транспорта

r – средний радиус кожуха в см.

h – толщина стенки кожуха (стального)

К – коэфф. сопротивления грунта в кг/см³ (приложение № 9)

E_c – $2.1 \cdot 10^6$ – модуль упругости материала трубы

λ – 1.33 – числовой коэфф.

$q_{гр}$ – расчетная вертик нагрузка от давления грунта

2 Определение предельного изгибающего момента

$M = WR$ где $W = \frac{b h^2}{6}$ – момент сопротивления продольного сечения кожуха

h – толщина стенки кожуха

b – длина расчетного участка трубы

R – расчетное сопротивление материала трубы при изгибе (приложение № 7)

3 Определение предельных нагрузок, выдерживаемых стальным кожухом по устойчивости.

$$q_т + q_{гр} \leq \frac{P_{кр}}{K_{уст}}$$ где

$q_{гр}$ – расчетное вертикальное давление от грунта

$q_т$ – расчетное вертикальное давление от транспорта

$P_{кр}$ – критическое внешнее давление

$K_{уст}$ – коэфф запаса на устойчивость $K_{уст} = 2$

Критическое внешнее давление

$$P_{кр} = \frac{(n^2 - 1) EJ}{b r^3} + \frac{K}{n^2 - 1};$$ где

n – любое целое положительное число, соответствующее наименьшему значению $P_{кр}$

EJ – жесткость участка стенки трубы длиной „в"

K – коэфф сопротивления грунта (Приложение 9)

4. Расчет футляра на усилия от домкратов, действующих в продольном направлении

$N = \tau \pi D_1 \mathcal{L}$ где:

τ – удельная сила трения

D_1 – наружный диаметр кожуха в м

$\mathcal{L}$ – длина проходки в м

Гл инж МГТ	Крающкин	Проверил	Плужникова
Нач отдела	Абрамович	Составил	Кифер
Гл специалист	Древновский		
Гл инж проекта	Красинский		

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969г	РАСЧЕТЫ	Типовой проект	901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом	1
		Лист	6

10458-01

5. Определение допускаемых продольных усилий от домкратов при заданной толщине стенки трубы

$$N = \sigma_{см} \cdot 2\pi r h m \text{ , где}$$

$\sigma_{см.м} = 1600$ кг/см² – расчетное сопротивление на местное смятие при плотном касании

r – средний радиус футляра в см

h – толщина стенки в см

m – 0,6 – коэффициент условий работы

Проверка устойчивости стенок кожуха от действия домкратных установок при проталкивании

$$\sigma_{кр} = K \frac{E h}{r} \text{ , где}$$

$\sigma_{кр}$ – критическое напряжение,

$E = 2{,}1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль упругости стали

h – толщина стенки футляра, в см

r – радиус футляра в см.

$$K = \frac{0.607 - 10^{-7} \left(\frac{r}{h}\right)^2}{1 + 0.004 \frac{E}{\sigma_т}} \text{ , где } \sigma_т \text{ – предел текучести материала}$$

Проверка устойчивости стенок при совместном воздействии внешнего давления и осевого сжимающего напряжения

$$\frac{\sigma}{\sigma_{кр}} + \frac{P}{P_{кр}} \leqslant 1 \text{ , где}$$

σ – осевое напряжение

$\sigma_{кр}$ – критическое осевое напряжение

P – внешнее давление

$P_{кр}$ – критическое давление по устойчивости поперечного сечения.

Приложение № 2

ТАБЛИЦЫ

определения толщин стенок труб кожуха при продавливании

$\mathcal{L}$ = 40 м H насыпи = 2 м h укладки труб = 3 м

Грунт – песчаный

д кожуха	Предварительно принятая толщина стенок кожуха (δ, мм)	Изгибающий момент в стенках кожуха Mизг (кгсм)	Предельный изгибающий момент при δ, Mпр (кгсм)	Усилия необходимые для продавливания (т)		Предельное продольное усилие на трубу (т)	Конструктивная толщина стенок кожуха (δ мм)	Предельное продольное усилие на трубу при принятой (δ мм)
				при непосредственном удалении грунта	при удалении через 2м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	9	55	284	160	220	220	10	250
1000	9	37	284	200	280	290	12	320
1200	10	35	350	240	370	380	14	460
1400	11	34	424	270	460	490	14	620

$\mathcal{L}$ = 40 м H насыпи = 2 м h укладки труб = 3 м Грунт – глинистый

1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	9	55	284	140	180	220	9	220
1000	9	45	284	170	240	290	10	320
1200	10	44	350	210	300	380	14	460
1400	11	43	424	255	370	490	14	580

$\mathcal{L}$ = 50 м H насыпи = 2 м h укладки труб = 3 м Грунт – песчаный

1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	9	55	284	190	250	220	10	255
1000	9	37	284	225	310	290	12	320
1200	10	35	350	270	410	380	14	460
1400	11	34	424	310	500	490	14	620

$\mathcal{L}$ = 50 м H насыпи = 2 м h укладки труб = 3 м Грунт – глинистый

1	2	3	4	5	6	7	8	9
800	9	65	284	150	200	220	9	220
1000	9	45	284	205	270	290	10	290
1200	10	44	350	260	340	380	14	460
1400	11	43	424	300	400	490	14	620

Приложение № 3

ТАБЛИЦА

расчетных нагрузок от веса грунта при h = 1,1 $q_{расч.}$ (т/м²)

γ / H (м)	1.75	1.80	1,85	1,90	1,95	2.0	2,05	2,10
0.5	0,96	0.99	1,02	1,044	1,071	1,13	1,13	1,155
1	1,93	1,98	2,04	2,09	2,145	2,2	2,258	2,31
2	3,85	3,96	4,07	4,18	4,29	4,4	4,51	4,62
3	5,77	5,94	6,1	6,27	6,43	6,6	6,76	6,92
4	7,7	7,92	8,14	8,35	8,57	8,8	9,01	9,23
5	9,61	9,90	10,2	10,44	10,71	11.0	11.3	11,55

$q_{расч} = \gamma H.h$ (т/м²) ; где

γ – объемный вес грунта (т/м³)

H – высота толщи грунта (м)

h – коэффициент перегрузки

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969г	РАСЧЕТЫ	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 7

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата | Инв. № проекта | Красноярский

Приложение № 4

ТАБЛИЦА

расчетных временных нагрузок „$q_{\text{вр}}$" от автотранспорта при h = 1,1 и от подвижного состава ж.д. при h = 1,3

$q = \frac{19}{H+3} \cdot h$ (т/м²) от автотранспорта		$q = \frac{K}{0,5 \cdot H + 1,4} \cdot h$ (т/м²)	
H	q	H	q
0 5	10,3	—	—
1,0	5 23	1,0	9,57
2,0	4 18	2 0	7,58
3,0	3,485	3,0	6,27
4,0	2,99	4 0	5,35
5,0	2,62	5,0	4,67

Приложение № 5

Определение нагрузок и усилий в стенках стальных кожухов при укладке их открытым способом в узкие траншеи в материковом грунте для пропуска трубопроводов под железнодорожными путями.

Определение нагрузок и усилий производится в соответствии с действующими нормативами на проектирование железнодорожных мостов и труб (СНиП-Д7-62 и СН200-62)

НАГРУЗКИ

а) Постоянные нагрузки

Нормативное давление грунта на кожух от собственного веса грунта принимается в т/м² $P = C\gamma H$ – вертикальное давление, где:

$C = 1 + A\mu \operatorname{tg} \varphi_н$ – безразмерный коэффициент, в котором

$\mu = \operatorname{tg}^2\left(45° - \frac{\varphi_н}{2}\right)$ – коэффициент бокового давление грунта над кожухом

$\varphi_н$ – нормативный угол внутреннего трения грунта При типовом проектировании допускается принимать для труб $\varphi = 30°$, при котором

$$\mu = \operatorname{tg}^2\left(45° - \frac{30°}{2}\right) = \operatorname{tg}^2 30° = 0{,}333 = \frac{1}{3} \quad \text{и} \quad \gamma = 1{,}8\ \text{т/м}^3$$

$$A = \frac{sh}{H}\left(2 - \frac{SDh}{H^2}\right) \text{– коэффициент,}$$

при $\frac{sh}{H} \geqslant \frac{H}{D}$ принимается $A = \frac{H}{D}$

H – высота засыпки от рассматриваемого сечения от верха трубы до подошвы рельсов

h – расстояние от поверхности лотка до верха трубы (кожуха) в метрах

D – диаметр трубы по внешнему контуру в метрах,

S – коэффициент, принимаемый равным 10 при типовом проектировании ж.д. труб на нескальных грунтах

б) Временная нагрузка

Нормативное вертикальное давление грунта на трубы от временной вертикальной нагрузки (в тоннах на 1м² соответствует проекции внешнего контура трубы) определяется по формуле $q = \frac{K}{0{,}5H + 1{,}4}$

Звенья круглых труб допускается рассчитывать на изгибающие моменты (без учета нормальных и поперечных сил) по формуле

$$M = \gamma z^2 (p + q)(1 - \mu)$$

где p и q – вертикальные давления от постоянной и временной нагрузок;

z – средний радиус круглой трубы в метрах

γ – 0.20 – 0.25 коэффициент, определяемый в зависимости от условий опирания звена.

При укладке кожухов в узкие траншеи глубиной более 2,5м в материковом грунте под подошвой насыпи железнодорожного полотна осадка насыпи не может вызвать факторов, увеличивающих вес столба грунта над кожухом, поэтому при определении веса этого столба безразмерный коэффициент C=1 и коэффициент, определяемый в зависимости от условий опирания кожуха, принимается V=0.20

После укладки кожухов пазухи между кожухом и стенками забиваются грунтом и уплотняются тщательным трамбованием до плотности естественного грунта.

Результаты расчетов кожухов при укладке их в открытые траншеи приведены в расчетной таблице

Приложение №6

РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА

Внутренний диаметр кожуха $D_{вн}$	Толщина стенок кожуха δ	Наружный диаметр кожуха D	Средний радиус кожуха z	Предельная высота слоя грунта от верха кожуха до под. рельса H	Нормативное вертикальное давление $P = C\gamma H$	Коэффициент перегрузки n_1	Расчетное вертикальное давление грунта $P_р = P \cdot n_1$	Норматив вертик давление от желдор нагрузки $q = \frac{K}{0{,}5H+1{,}4}$	Коэффициент перегрузки n_2	Расчетное давление от временной вертикальной нагрузки $Q_р = q n_2$	$P_р + Q_р$	Расчетный изгибающий момент для кожуха, укоженного в узкую траншею $M_р = 0{,}20 z^2 (P_р + Q_р)(1-\mu)$	Предельный изгибающий момент, для кожуха
мм	мм	м	м	м	т/м²	—	т/м²	т/м²	—	т/м²	т/м²	тм	тм
800	10	0.820	0.405	6,0	10,8	1.2	12 96	3 180	1 3	4 13	17.097	0.337	0 350
	12	0.824	0.406	9.0	16,2	1,2	19.44	2.380	1.3	3.090	22.530	0.495	0.504
	14	0.828	0 407	13,5	24.30	1.2	29.160	1.717	1 3	2 233	31.393	0.692	0. 686
1000	12	1.024	0.506	4.4	7.92	1.2	9.504	3.95	1.3	5.060	14.564	0.497	0.504
	14	1.028	0.507	7.8	14 04	1.2	16.848	2 645	1.3	3.430	20 278	0.686	0.686
	16	1.032	0.508	10.5	18.9	1.2	22 68	2 105	1 3	2 731	25.417	0.875	0.896
1200	14	1.228	0.607	3 9	7.02	1 2	8 424	4.18	1 3	5.44	13 864	0.680	0.686
	16	1 232	0 608	6.7	12 06	1.2	14.472	2 95	1 3	3.84	18 312	0.901	0 896
1400	16	1.432	0 708	3.5	6.3	1.2	7.56	4 45	1.3	5.77	13 33	0.891	0:896

Примечания

1 Расчетное сопротивление металла кожухов $\sigma = 2100$ кг/см²

2 При укладке кожухов на глубины больше указанных в таблице, кожухи должны быть усилены по индивидуальному проекту

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969г

Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами

Расчеты

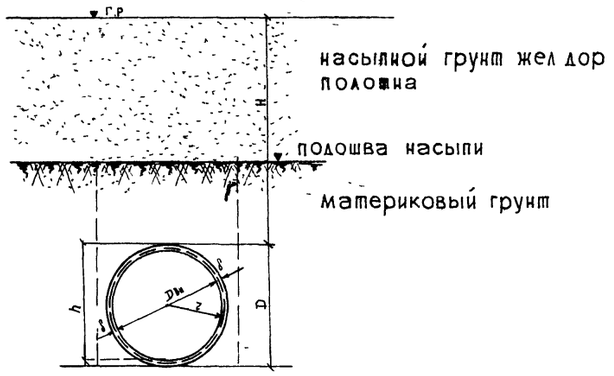
Типовой проект 901-9-6

Альбом 1

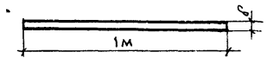
Лист 8

10458-01 8

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА к приложению N6



Расчетное сечение



Приложение 7

ТАБЛИЦА

расчетных сопротивлений прокатной стали (R кг/см²)

Вид напряженного состояния	Условные обозначения	Расчетные сопротивления прокатной стали	
		углеродистой	марок
		сталь-3 сталь-4	сталь-5
Растяжение, сжатие и изгиб	R	2100	2300
Срез	Rср	1300	1400
Смятие местное при плотном касании	Rсм.м	1600	1700

Приложение 8

ТАБЛИЦА

предельных изгибающих моментов для стальных труб при различных толщинах стенок

Толщина h стенки (см)	b (см)	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ (см³)	R кг/см²	M = WR (кг/см)
0.5	1	0.0417	2100	87.5
0.6	1	0.060	2100	126
0.7	1	0.0816	2100	171.5
0.8	1	0.1067	2100	224
0.9	1	0.1351	2100	284
1.0	1	0.1668	2100	350
1.1	1	0.2017	2100	424
1.2	1	0.240	2100	504
1.3	1	0.2817	2100	590
1.4	1	0.3267	2100	685

Гл. специалист	Абрамович	Составил	Кифер
Гл. инж. проекта	Кревновский	Проверил	Савин
	Краснянский		

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969г	РАСЧЕТЫ	Типовой проект	
		901-9-6	
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом	1
		Лист	9

ТАБЛИЦА

НОРМАТИВНЫХ И РАСЧЁТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

(„С" В КГ/СМ²; „φ" В ГРАД. „Е" КГ/СМ², „К" КГ/СМ³ И „γ" В Т/М³)

Наименование видов грунтов		Характеристика грунтов	Характеристика грунтов при коэффициенте пористости Е											
			0.41 — 0.5		0.51 — 0.6		0.61 — 0.7		0,71 — 0,8		0,81 — 0,95		0,96 — 1	
			норма-тивные	расчет-ные	норм.	расч.	норм.	расч	норм.	расч	норм.	расч.	норм.	расч.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
песчаные грунты	Гравелистые и крупные	С	0,02	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		φ	43	41	40	38	38	36	—	—	—	—	—	—
		Е	460	—	400	—	330	—	—	—	—	—	—	—
		К	10,0	—	8,5	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—
		γ	2,05	—	1,95	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—
	Средней крупности	С	0,03	—	0,02	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—
		φ	40	38	38	36	35	33	—	—	—	—	—	—
		Е	460	—	400	—	330	—	—	—	—	—	—	—
		К	10,0	—	8,5	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—
		γ	2,05	—	1,95	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—
	Мелкие	С	0,06	0,01	0,04	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—
		φ	38	36	36	34	32	30	—	—	—	—	—	—
		Е	310	—	280	—	240	—	—	—	—	—	—	—
		К	8,0	—	6,0	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—
		γ	2,05	—	1,95	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—
	Пылеватые	С	0,08	0,02	0,06	0,01	0,04	—	—	—	—	—	—	—
		φ	36	34	34	32	30	28	—	—	—	—	—	—
		Е	140	—	120	—	100	—	—	—	—	—	—	—
		К	2,0	—	1,5	—	1,0	—	1,9	—	—	—	—	—
		γ	—	—	2,05	—	1,95	—	—	—	—	—	—	—
	9,5-12,4 (суглинки, супеси)	С	0,12	0,03	0,08	0,01	0,06	—	—	—	—	—	—	—
		φ	25	23	24	22	23	21	—	—	—	—	—	—
		Е	230	—	160	—	130	—	—	—	—	—	—	—
		К	4,0	—	2,5	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—
		γ	2,1	2,1	2,0	2,0	1,95	1,95	—	—	—	—	—	—

Гл. специалист Древновский
Гл. инж. проекта Красиянский

МОСГИПРОТРАНС
Москва 1969г

Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами

РАСЧЕТЫ

Типовой проект 901-9-6
Альбом 1
Лист 10

Продолжение

Глинистые грунты при влажности на границе раскатывания И/р в %

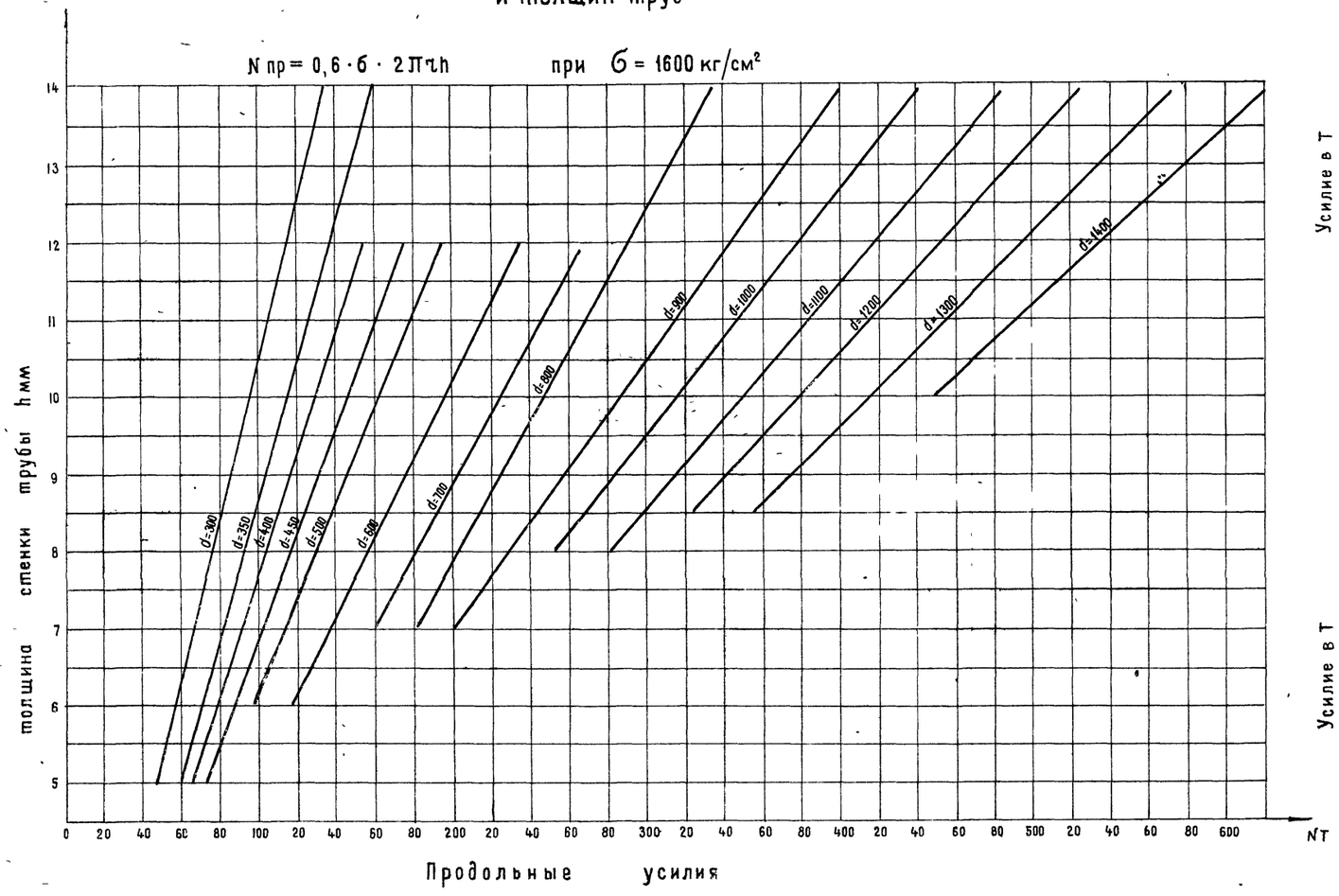
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12,5 — 15,4 (суглинки глины)	С	0,42	0,14	0,21	0,07	0,14	0,04	0,07	0,02	–	–	–	–
	φ	24	22	23	21	22	20	21	19	–	–	–	–
	Е	350	–	210	–	150	–	120	–	–	–	–	–
	К	7,0	–	4,0	–	2,0	–	1,5	–	–	–	–	–
	γ	2,1	2,1	2,0	2,0	1,95	1,95	1,9	1,9	–	–	–	–
15,5 — 18,4 (суглинки-глины)	С	–	–	0,5	0,19	0,25	0,11	0,19	0,08	0,11	0,04	0,08	0,02
	φ	–	–	22	20	21	19	20	18	19	17	18	16
	Е	–	–	300	–	190	–	130	–	100	–	80	–
	К	–	–	6,0	–	3,0	–	2,0	–	1,0	–	0,5	–
	γ	–	–	2,0	2,0	1,95	1,95	1,9	1,9	1,85	1,85	1,8	1,8
18,5 — 22,4 (суглинок-глина)	С	–	–	–	–	0,68	0,28	0,34	0,19	0,28	0,10	0,19	0,06
	φ	–	–	–	–	20	18	19	17	18	16	17	15
	Е	–	–	–	–	300	–	180	–	130	–	90	–
	К	–	–	–	–	6,0	–	3,0	–	2,0	–	1,0	–
	γ	–	–	–	–	1,95	1,95	1,9	1,9	1,85	1,85	1,8	1,8
22,5 — 26,4	С	–	–	–	–	–	–	0,82	0,36	0,41	0,25	0,36	0,12
	φ	–	–	–	–	–	–	18	16	17	15	16	14
	Е	–	–	–	–	–	–	260	–	160	–	110	–
	К	–	–	–	–	–	–	5,0	–	2,5	–	1,0	–
	γ	–	–	–	–	–	–	1,9	1,9	1,85	1,85	1,75	1,75
26,5 — 30,4	С	–	–	–	–	–	–	–	–	0,94	0,4	0,47	0,22
	φ	–	–	–	–	–	–	–	–	16	14	15	13
	Е	–	–	–	–	–	–	–	–	220	–	140	–
	К	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0	–	2,0	–
	γ	–	–	–	–	–	–	–	–	1,85	1,85	1,75	1,75

Средние удельные веса приняты; для песков – 2,66; супеси – 2,7, суглинков – 2,71; глин – 2,74.
Заполнение пор водой – 0,9

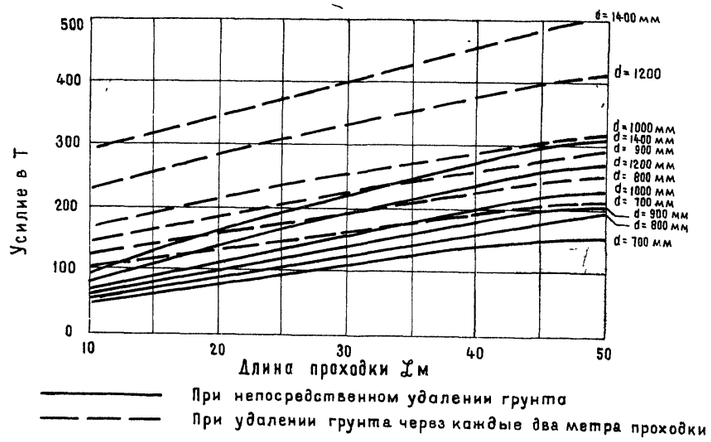
МОСГИПРОТРАНС Москва 1969 г.	РАСЧЕТЫ	Типовой проект	
		901-9-6	
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом	1
		Лист	11

Гл. инж. проекта | Гл. спецпроект | Древновский | Краснянский | Составил | Кифер

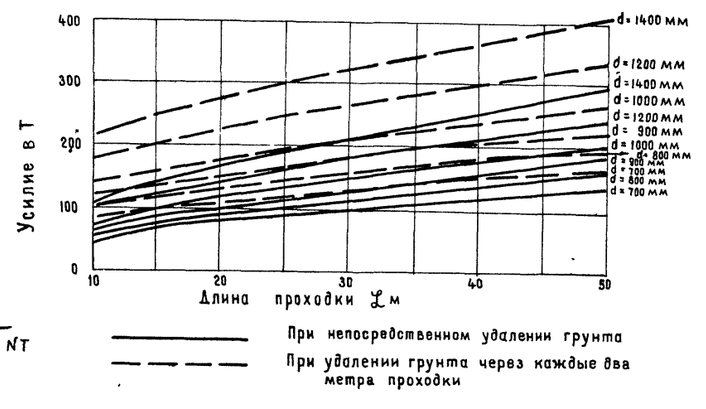
I График предельных продольных усилий в зависимости от диаметров и толщин труб



II График усилий, необходимых для продавливания трубы в песчаных грунтах



III График усилий, необходимых для продавливания трубы в глинистых грунтах



ГЛАВТРАНСПРОЕКТ МОСГИПРОТРАНС	РАСЧЕТЫ	Типовой проект	
Переход трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		901-9-6	
		Альбом	1
		Лист	12

Гл. специалист	Древновский	Проектировал	Кифер
Гл. инж. проекта	Краснянский	Копировал	Скворцова

1969

10458-01 12

Диаметры кожухов в зависимости от диаметра рабочей стальной трубы и длины проходки при разных способах производства работ

№ № п п	Способы производства работ / Диаметр рабочей трубы „dy" в мм	Прокол	Продавливание с ручной разработкой			Горизонтальное бурение станками				Щитовая проходка (диаметр тоннеля в свету)	Открытый способ проходки с установкой рельсовых пакетов
						УГБ-2	УГБ-4	УГБ-5			
		Длина бестраншейной проходки в м									
		до 40	до 18	до 36	до 60	до 40	до 60	до 40	до 60		
		Минимальные диаметры кожухов (мм)									
1	159	377	820	920	1220	1220	325	—	630	1800	377
2	219	426	820	920	1220	1220	426	—	630	1800	426
3	273	—	820	920	1220	1220	530	—	630	1800	530
4	325	—	820	920	1220	1220	530	—	630	1800	530
5	377	—	820	920	1220	1220	630	630	630	1800	630
6	426	—	820	1020	1220	1220	630	630	630	1800	630
7	530	—	820	1020	1220	1220	—	720	720	1800	820
8	630	—	820	1020	1220	1220	—	920	—	1800	820
9	820	—	1020	1020	1220	1220	—	1020	—	1800	1020
10	1020	—	1220	1220	1220	1220	—	—	—	1800	1220
11	1220	—	1420	1420	1420	—	—	—	—	1800	1420

Примечание:
Длина при щитовой проходке и открытом способе производства работ неограничена.

Мосгипротранс Москва 1969г	Таблица выбора диаметров кожухов для водопроводов	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 13

На специальные Гл. инж. проекта Красянская Копировал Мельникова

Диаметры кожухов в зависимости от диаметра и материала рабочей трубы и длины проходки при разных способах производства работ

№№ пп	Диаметр рабочей трубы „d" в мм (условный проход) / Способы производства работ		Прокол	Продавливание с ручной разработкой			Горизонтальное бурение станками УГБ-2	Горизонтальное бурение станками УГБ-4	Горизонтальное бурение станками УГБ-5		Щитовая проходка (диаметр тоннеля в свету)	Открытый способ проходки с установкой рельсовых пакетов
			Длина бестраншейной проходки в м									
			до 40	до 18	до 36	до 60	до 40	до 60	до 40	до 60		
			Минимальные диаметры кожухов (мм)									
1	150	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	530	630	630	1800	530
		железобетонные										
		керамические										
2	200	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	630	630	630	1800	630
		железобетонные										
		керамические										
3	250	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	630	630	630	1800	630
		железобетонные										
		керамические										
4	300	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	—	720	720	1800	720
		железобетонные							920	—		920
		керамические							720	720		720
5	350	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	—	720	720	1800	720
		железобетонные							—	—		—
		керамические							820	—		820
6	400	чугунные и асбестоцементные	—	820	920	1220	1220	—	820	—	1800	820
		железобетонные		1020	1020				1020			1020
		керамические		920	920				920			920
7	500	чугунные	—	1020	1020	1220	1220	—	1020	—	1800	1020
		железобетонные		1120	1120				—			1120
		керамические		1020	1020				1020			1020
8	600	чугунные	—	1120	1120	1220	1220	—	—	—	1800	1120
		железобетонные		1220	1220							1220
9	700	чугунные	—	1220	1220	1220	1220	—	—	—	1800	1220
		железобетонные		1320	1320	1320	—					1320
10	800	чугунные	—	1320	1320	1320	—	—	—	—	1800	1320
		железобетонные		1420	1420	1420						1420
11	900	чугунные	—	1420	1420	1420	—	—	—	—	1800	1420
		железобетонные		—	—	—					2250	—
12	1000	чугунные	—	—	—	—	—	—	—	—	1800	—
		железобетонные									2250	
13	1200	чугунные	—	—	—	—	—	—	—	—	1800	—
		железобетонные									2250	

Примечание:

Длина при щитовой проходке и открытом способе производства работ неограничена

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969г	Таблица выбора диаметров кожухов для канализационных самотечных трубопроводов	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 14

10458-01 14

Часть 2. Защита кожухов от коррозии

Пояснительная записка

Предусматривается защита кожухов переходов от почвенной коррозии. Защита от коррозии блуждающими токами при пересечении электрифицированных жел. дор. линий не предусматривается, т. к. кожухи небольшой длины (менее 200 м) практически не подвержены влиянию блуждающих токов.

Защита рабочего трубопровода из стальных труб от электрической коррозии разрабатывается, при необходимости, по индивидуальному проекту в зависимости от местных условий.

Защита стальных кожухов предусматривается поверхностными изоляционными покрытиями, а в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозийной активностью дополнительно к изоляционным покрытиям следует применять катодную поляризацию.

Защита кожухов методом катодной поляризации разработана институтом „Трансэлектропроект".

А. Защита поверхностными покрытиями.

Поверхностными изоляционными покрытиями могут быть:

а) цементные;
б) цементно битумные;
в) покрытия на основе эпоксидных смол.

Цементная изоляция.

Технология нанесения.

1. Очистка наружной поверхности трубы.
2. Приварка упорных колец к трубе с двух концов.
3. Укладка и приварка продольной арматуры
4. Навивка спиральной арматуры с приваркой её концов к упорным кольцам. Крепление спиральной арматуры к продольной при помощи вязальной проволоки.
5. Нанесение 2* слоёв цементно-песчаной смеси толщиной 12-16 мм торкретированием. Второй слой наносится после затвердения первого

   Состав смеси: Цемент глиноземистый марки „500" (1часть), песок (2части).

Цементно-битумная изоляция.

Технология нанесения.

1. Очистка наружной поверхности трубы.
2. Приварка упорных колец к трубе с двух концов
3. Укладка и приварка продольной арматуры.
4. Нанесение битумной мастики толщиной слоя 3-4 мм по предварительно огрунтованной поверхности трубы с приваренной продольной арматурой и упорными кольцами.
5. Навивка спиральной арматуры по слою битумной мастики.
6. Нанесение 1 слоя цементно-песчаной смеси толщиной 15-20 мм по слою армированной битумной мастики

   Состав смеси: портландцемент марки „300"-„400" (1часть).
   Песок – 3 части.

Для приготовления битумной мастики применяются нефтяные битумы марки БНИ-IV (гост 9812-61).

Изоляционные покрытия на основе эпоксидных смол.

Исследованиями различных синтетических материалов, как антикоррозийных покрытий трубопроводов, было установлено, что наиболее надёжными являются покрытия, получаемые на основе эпоксидных смол, модифицированных специально подобранными добавками, улучшающими их свойства.

Наиболее стойким и долговечным покрытием является эпоксидная краска ЭФАЖС, в состав которой входят: эпоксидная смола эд-6, мономер ФА и железный сурик.

Антикоррозийное покрытие ЭФАЖС представляет собой термостойкую, водонепроницаемую плёнку толщиной 0.4 мм, получаемую последовательным нанесением 3-4* слоев краски на поверхность трубы. Краска наносится пневматическим способом или кистью. Приготовление краски ЭФАЖС, ее нанесение на поверхность трубы должно производиться в строгом соответствии с временной производственной инструкцией по антиррозийной защите металлических трубопроводов эпоксидной краской ЭФАЖС (всн 007-67).

Б. Защита катодной поляризацией.

Коррозийная активность грунтов в зависимости от удельного сопротивления определяется по нижеприведённой таблице.

Мосгипротранс Москва 1969	Защита кожухов от коррозии. Пояснительная записка.	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 16

Величина удельного сопротивления грунта (ом м)	Более 100	От 20 до 100	От 10 до 20	От 5 до 10	Менее 5
Коррозийная активность	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Весьма высокая

Защита катодной поляризацией от почвенной коррозии применяется в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозийной активностью путём групповой установки магниевых протекторов.

Протекторы устанавливаются на глубину ниже промерзания грунта с удалением от трубопровода на 3-10 м и расстоянием между протекторами 3-5 м. Для проверки эффективности действия защиты устанавливается контрольно-измерительная колонка (листы 22-23), через которую протектор подключается проводом к стальному кожуху. На щиток той же колонки заводится провод от стального трубопровода, проложенного в кожухе, для измерения разности потенциалов „труба-земля" и подключения к протектору в случаях, когда нет отдельной защиты трубопровода или имеется вредное влияние защиты трубопровода на кожух или кожуха на трубопровод.

Число протекторов, необходимое для защиты кожуха, рассчитывается в следующей последовательности:

1. Общий ток ($i_{общ.}$), необходимый для защиты кожуха, определяется по формуле:

$$i_{общ.} = \frac{j \pi D \ell}{1000} \text{ (а)}, \quad (1)$$

где: j - защитная плотность тока, определяемая по графику в зависимости от удельного сопротивления грунта (ма/м²), (см. график);
D - внешний диаметр трубы кожуха (м);
ℓ - длина трубы кожуха (м);

2. Величина тока одного протектора подсчитывается:

$$i_п = \frac{\Delta и}{R_{пр} + R_{и.общ.} + R} \text{ (а)}, \quad (2)$$

где: $\Delta и$ - величина наложенной разности потенциала „труба-земля" после подключения протектора, равная 0,8 в.
$R_{пр}$ - переходное сопротивление „протектор-грунт" (ом);
$R_{и.общ.}$ - общее сопротивление битумной изоляции „сталь кожуха - грунт" (ом);
R - сопротивление проводника, соединяющего протектор с кожухом (см),

а) переходное сопротивление „протектор-грунт"

$$R_{пр} = R_п + R_{пп}; \quad (3)$$

где: $R_п$ - сопротивление растеканию тока протектора (ом);
$R_{пп}$ - поляризационное сопротивление протектора (ом), (ввиду малой величины её можно не учитывать).

б) сопротивление растеканию тока протектора

$$R_п = \frac{\rho}{2\pi\ell_1}\left(\ln\frac{2\ell_1}{d_1} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+\ell_1}{4t-\ell_1} + \frac{\rho_{ак}}{\rho}\ln\frac{d_1}{d_п}\right), \quad (4)$$

ρ - удельное сопротивление грунта (ом. м);
ℓ_1 - высота протектора с активатором (м);
d_1 - диаметр протектора с активатором (м);
t - расстояние от поверхности земли до середины протектора (м);
$\rho_{ак}$ - удельное сопротивление активатора (2 ом. м);
$d_п$ - диаметр протектора (м).

в) общее сопротивление битумной изоляции стального кожуха

$$R_{и.общ.} = \frac{R_и}{\pi D \ell}, \quad (5)$$

где: $R_и$ - электрическое сопротивление изоляции кожуха с учётом старения, принимаемое равной 1500 ом. м²;

Сопротивление проводника следует учитывать по известным формулам, при его длине более 10 м.

3. Количество протекторов, необходимое для защиты всего перехода

$$N = \frac{i_{общ}}{i_п} \text{ (шт)}, \quad (6)$$

4. Срок службы протектора определяется:

$$T = 2\frac{G}{3i_п} \text{ (лет)}, \quad (7)$$

где: G - вес протектора (кг);
3 - электрохимический эквивалент (для магния 3.94 кг/а в год);
2 - коэффициент использования протектора при КПД 50% = 0.5

Ниже приводится примерный расчёт защиты установкой групповых протекторов ($D = 0.82$ м, $\ell = 50$ м, $\rho = 10$ ом. м, $j = 4.5$ ма/м²).

а) Общий ток, необходимый для защиты стального кожуха:

$$i_{общ} = \frac{4,5 \cdot 3,14 \cdot 0,82 \cdot 50}{1000} = 0,58 \text{ а} \quad (1)$$

б) Сопротивление растеканию тока протектора:

$$R_п = \frac{10 \cdot 2,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8}\left(\lg\frac{2 \cdot 0,8}{0,27} + \frac{1}{2}\lg\frac{4 \cdot 1,5 + 0,8}{4 \cdot 1,5 - 0,8} + \frac{2}{10}\lg\frac{0,27}{0,11}\right) = 4.3 \text{ ом}. \quad (4)$$

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969 г.	Защита кожухов от коррозии. Пояснительная записка	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 17

Ввиду малой величины $R_{пп}$, то:

$$R_{пр} = R_{п} = 4{,}3 \text{ ом} \qquad (3)$$

в) Электрическое сопротивление изоляции кожуха с учётом её старения (принимается равной 1500 ом. м²)

$$R_{и.\,общ.} = \frac{1500}{3{,}14 \cdot 0{,}82 \cdot 50} = 11{,}7 \text{ ом} \qquad (5)$$

г) Сопротивление провода:

$$R = \frac{0{,}017 \cdot 15}{2{,}5} = 0{,}1 \text{ ом.}$$

д) Величина тока протектора:

$$i_{п} = \frac{0{,}8}{4{,}3 + 11{,}7 + 0{,}1} = 0{,}05 \text{ а.} \qquad (2)$$

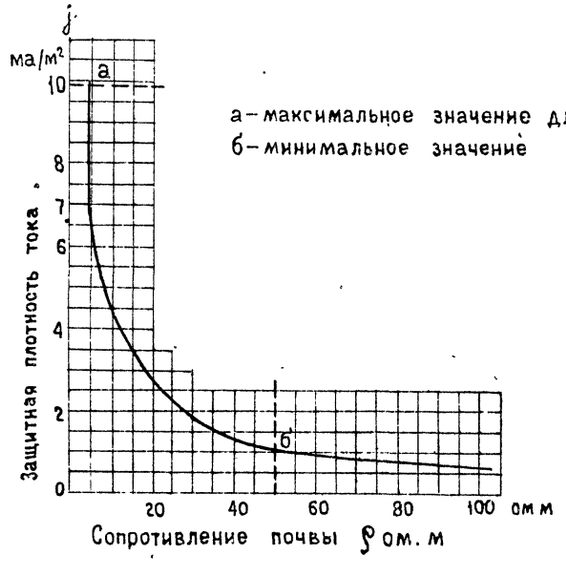
е) Количество протекторов:

$$N = \frac{0{,}580}{0{,}05} = 12 \text{ шт.} \qquad (6)$$

ж) Срок службы протектора:

$$T = 0{,}5\,\frac{10}{3{,}94 \cdot 0{,}05} = 25 \text{ лет} \qquad (7)$$

ГРАФИК
ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ ТОКА ОТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА



а – максимальное значение для расчёта
б – минимальное значение

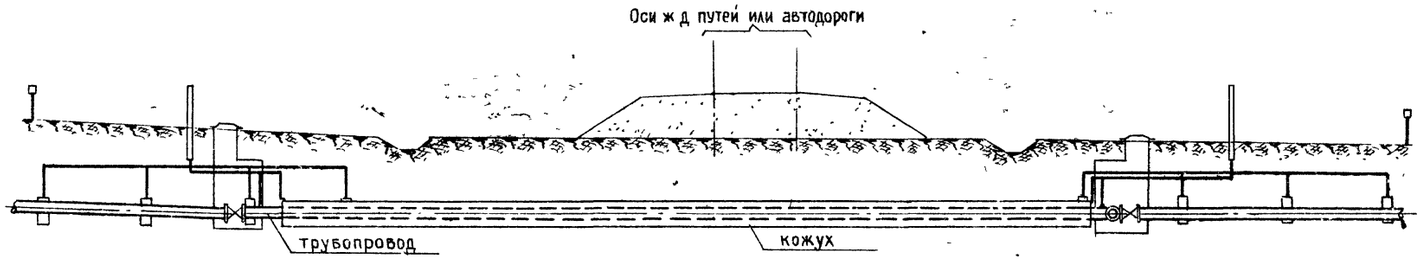
ПРИМЕЧАНИЕ:

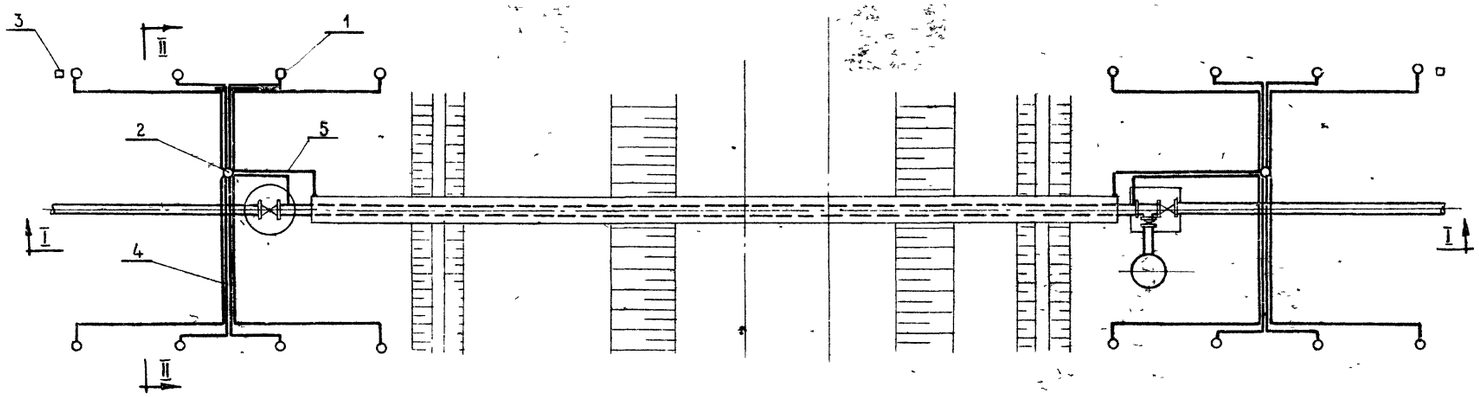
График учитывает старение изоляционного покрытия.

МОСГИПРОТРАНС Москва 1969 г	Защита кожухов от коррозии	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами	Пояснительная записка	Альбом 1
		Лист 18

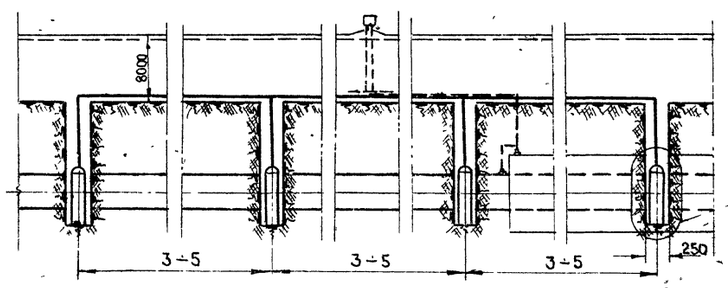
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

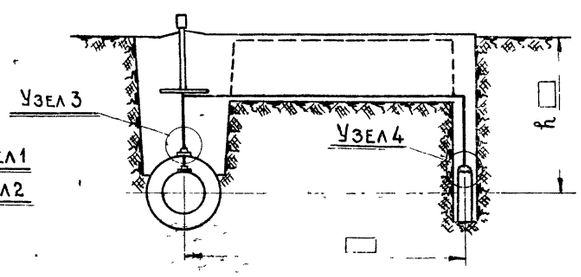
по I-I



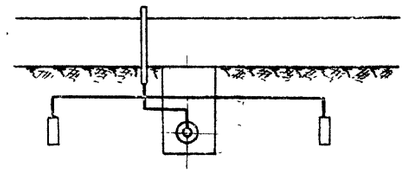


М 1:50





по II-II



Примечания:

1 Тип протекторов и их количество определяется при проектировании перехода в зависимости от величины подземного сооружения
2 Тип протекторов по сплавам определяется в зависимости от удельного сопротивления грунта:
В грунтах повышенной, высокой и весьма высокой коррозионной активности применять протекторы из сплава Мл16ПГ.
В грунтах повышенной и средней активности применять протекторы из сплава Мл16
3. Глубина установки протекторов „h", расстояние „ℓ" от протектора до защищаемого сооружения - определяются проектом.
4 Упакованный протектор (Узел 1 черт .) устанавливается в скважину ф 250 мм пробуренную буром, присыпается до верхнего обреза землей после чего заливается ведром воды и засыпается землей полностью. Перед установкой протектора в грунт, упакованный мешок из крафт-бумаги снять.
5 При отсутствии упакованных протекторов допускается установка не упакованных протекторов в активаторе (заполнителе) изготовляемом на месте (Узел 2 черт)
6 Провод ПТВЖ и ПВ покрыть битумной мастикой для защиты от грызунов.

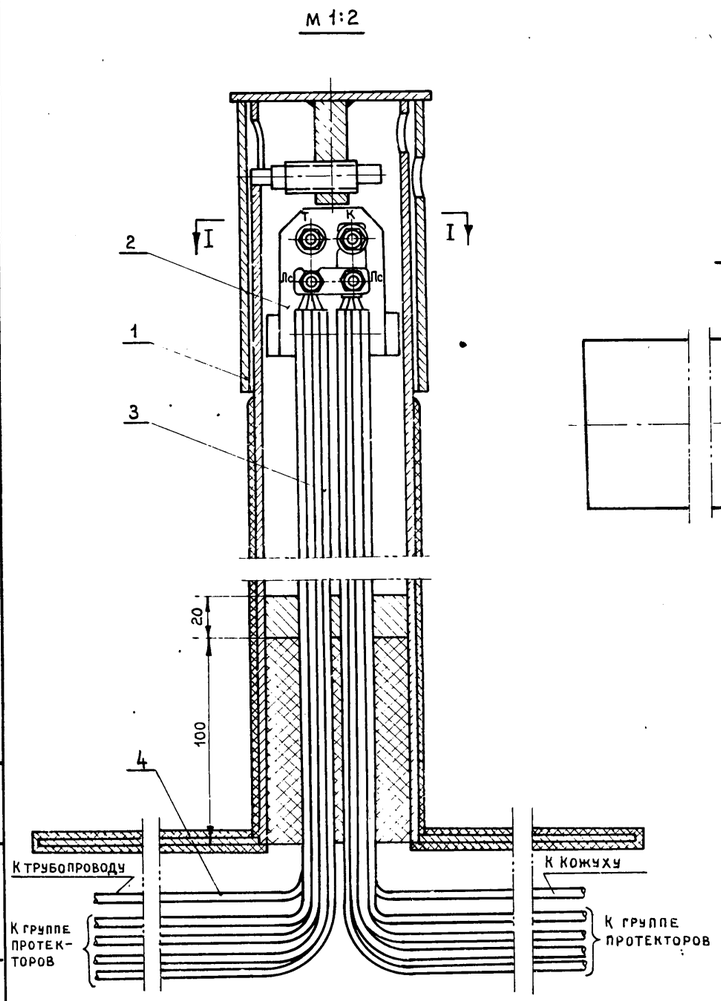
№ п/п	чертеж позиция	Наименование	Материал	К-во	1 шт	Общ.	Примечание
					Вес в кг		
5	—	Провод ПВ	4 ГОСТ 1977-64	—	—	—	
4	—	Провод ПТВЖ	2×1,2 ГОСТ 10254-62-	—	—	—	
3	Альбом I лист 21	Опознавательный знак протекторов	сварка	2	3,70	7,40	
2	Альбом 1 лист 22	Контрольно-измерительная колонка	комплект	2	12,17	24,34	
1	—	Протектор из магниевого сплава	готовое изделие	по проекту			Березняковский комбинат

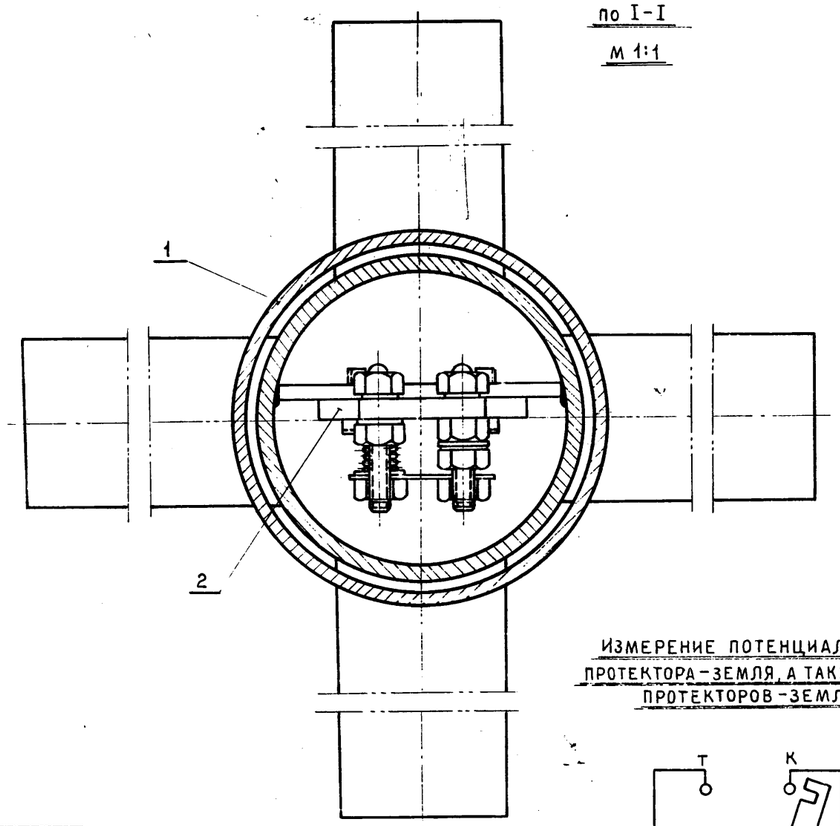
ТРАНСЭЛЕКТРОПРОЕКТ Москва 1989г

Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами

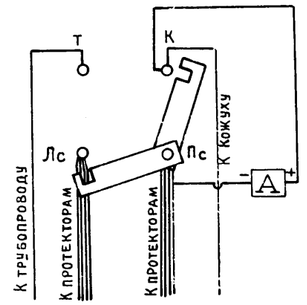
Защита катодной поляризацией Установка группы упакованных (неупакованных) протекторов

Типовой проект 901-9-6
Альбом 1
Лист 19

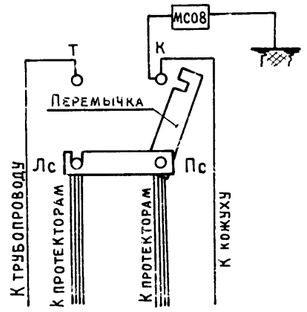




Измерение силы тока в цепи протектор-кожух и группы протекторов-кожух



Измерение сопротивления растеканию тока кожух-земля



Условные обозначения:

Т — Трубопровод

К — Кожух

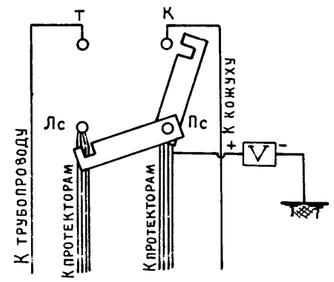
Лс — Левая сторона (группа) протекторов

Пс — Правая сторона (группа) протекторов

Примечание:

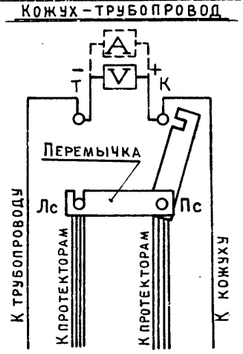
При проведении монтажа проводов следует на каждый провод прикрепить бирку с указанием № протектора на табличке опознавательного знака.

Измерение потенциала одиночного протектора-земля, а также группы протекторов-земля

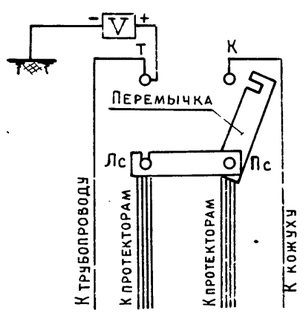


4	—	Провод ПВ	4 ГОСТ 1977-64	—	—	—	
3	—	Провод ПТВЖ	2х1,2 ГОСТ 10254-62	—	—	—	
2	Альбом 1 лист 22	Щиток контрольно-измерительной колонки	СБОРКА	1	—	1,21	
1	Альбом 1 лист 22	Контрольно-измерительная колонка	СБОРКА	1	—	12,17	
№№ п.п.	Чертеж позиция	Наименование	Материал	К-во	1 шт.	общ.	
					Вес в кг.		

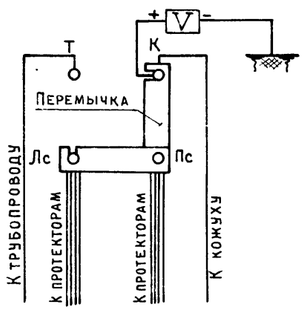
Измерение разности потенциалов и силы тока в цепи кожух-трубопровод



Измерение естественного потенциала трубопровод-земля



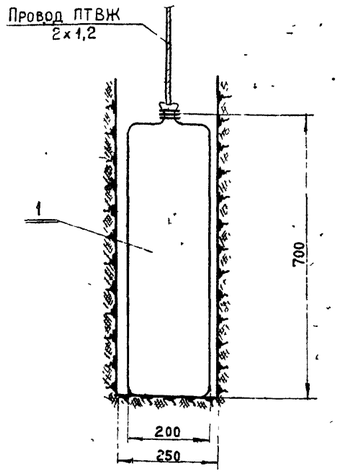
Измерение потенциала кожух-земля при работе протекторов



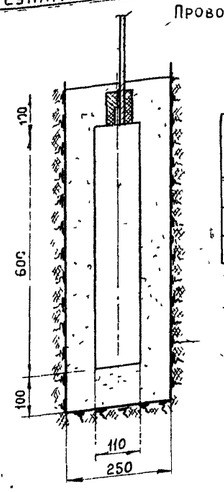
Гл. инж. ин-та		Степанов	Ак. от разд.
Нач. отдела		Казанцев	Проверил
Гл. специалист		Поршнев	Проектир.
Гл. инж. проекта		Решетников	Копировал
Решетников		Соколова	

Трансэлектропроект Москва 1969 г.	Защита катодной поляризацией Монтаж проводов в контрольно-измерительной колонке	Типовой проект 901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Альбом 1
		Лист 20

Узел 1 м 1:10
Упакованный протектор

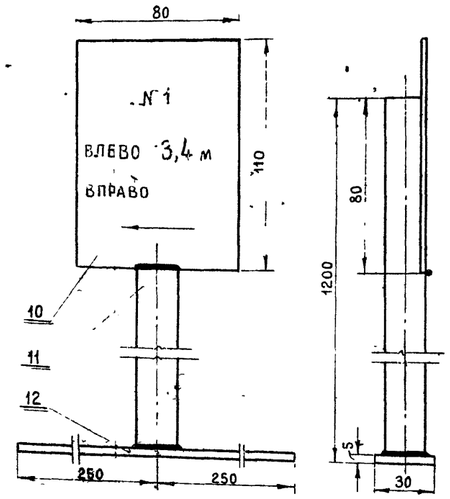


Узел 2 м 1:10
Неупакованный протектор



Состав заполнителя	Удельное сопротивление грунта	
	до 20 ом м	более 20 ом м
Сернокислый магний $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	14 кг	19 кг
Сернокислый кальций (гипс, алебастр)	8 кг	14 кг
Глина	28 кг	28 кг

Узел 5 м 1:2
Опознавательный знак протектора



Примечания

1 В узлах 2,3 и 4 соединительные провода, зачищаются, облуживаются и спаиваются припоем ПОС-30.

2 В табличке опознавательного знака указывается его номер, расстояние между протекторами и трубопроводом влево или вправо по ходу транспортируемого продукта. Направление группы протекторов показано стрелкой.

3 Для изготовления стержня знака может быть применена труба соответствующего диаметра (бросовые трубы) или угловая сталь (25х25х4).

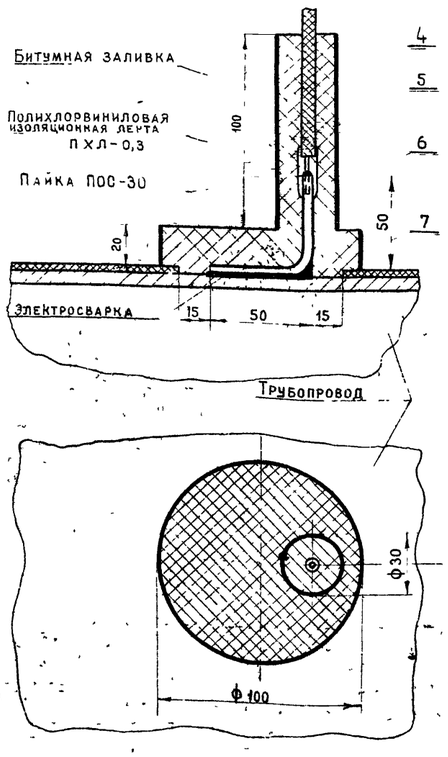
4 Стержень и анкер знака покрасить за два раза асфальтовым лаком, а табличку знака покрасить за два раза белой масляной краской. Надписи на табличке сделать черной масляной краской.

5 Провод ПТВЖ и ПВ изолировать битумной мастикой для защиты от грызунов.

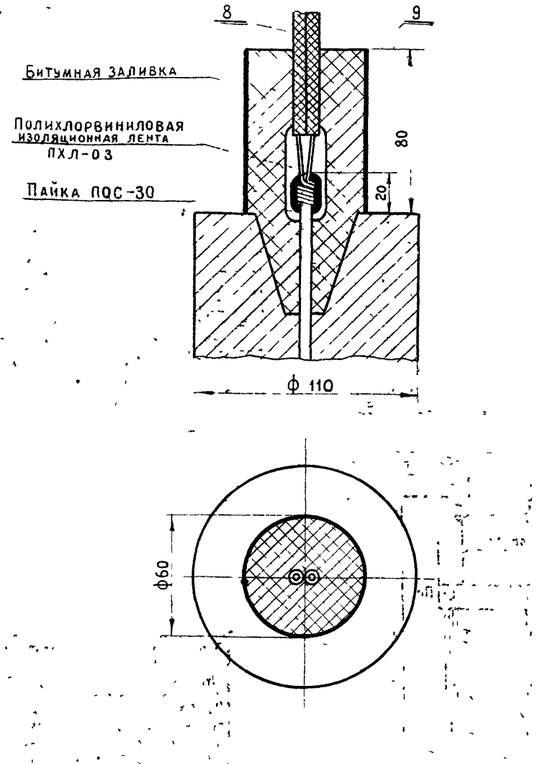
6 При отсутствии упакованных протекторов допускается установка неупакованных протекторов в активаторе, изготовляемом на месте. Порядок приготовления заполнителя (активатора).

В деревянном ящике смешать сернокислый магний или сернокислый натрий с водой, затем небольшими порциями засыпать нужное количество алебастра и сухой глины, предварительно перемешанных (глина должна быть просеяна через сито с отверстиями ф 5 мм) смесь непрерывно и тщательно перемешать деревянными мешалками. Смесь не должна содержать камней, комков глины и солей. Заполнитель считается готовым, когда смесь доведена до тестообразного состояния.

Узел 3 м 1:2
Присоединение протектора к защищаемому трубопроводу и патрону



Узел 4 м 1:2
Присоединение провода к протектору



№ п/п	Чертеж, позиция	Наименование	Материал	К-во	Масса 1 шт	Масса общ	Примеч.
12	—	Анкер ℓ = 500	Полоса 5х30 ГОСТ 103-57 Ст 3кп ГОСТ 380-60*	1	—	0.59	
11	—	Стержень ℓ = 1200	Круг 20 ГОСТ 2590-57 Ст.3кп ГОСТ 380-60*	1	—	2.97	
10	—	Табличка ℓ = 110	Лист 2х80 ГОСТ 3680-57 Ст 3кп ГОСТ 380-60*	1	—	0.14	
		Узел 5					
9	—	Стакан бумажный ф 60, ℓ = 80	ГОСТ 7933-56 КАРТОН	1	—	—	
8	—	Провод ПТВЖ ℓ — по месту	2х1,2 ГОСТ 10254-62 ЖЕЛЕЗО	—	—	—	
		Узел 4					
7	—	Стакан бумажный ф 100, ℓ = 20	ГОСТ 7933-56 КАРТОН	1	—	—	
6	—	Стержень, $\ell_{раз}$ = 100	Круг 5 ГОСТ 2590-57 Ст.3кп ГОСТ 380-60*	1	—	0.154	
5	—	Стакан бумажный ф 30, ℓ = 100	ГОСТ 7933-56 КАРТОН	1	—	—	
4	—	Провод ПВ ℓ — по месту	6 ГОСТ 1977-64 МЕДЬ	—	—	—	
		Узел 3					
3	—	Заполнитель	см таблицу	—	—	—	
2	—	Неупакованный протектор	Готовое изделие	1	—	—	Березниковский комбинат
		Узел 2					
1	—	Упакованный протектор	Готовое изделие	1	—	—	Березниковский комбинат
		Узел 1					

Трансэлектропроект, Москва, 1969 г.

Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами

Защита катодной поляризацией. Подключение протектора к трубопроводу и кожуху

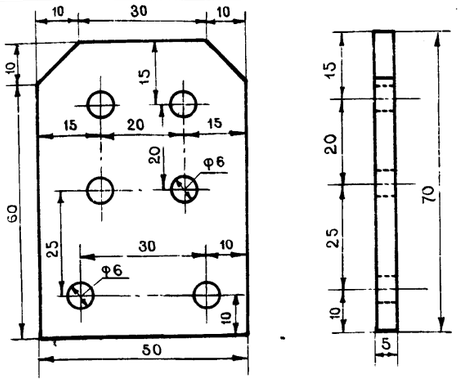
Типовой проект 901-9-6

Альбом 1

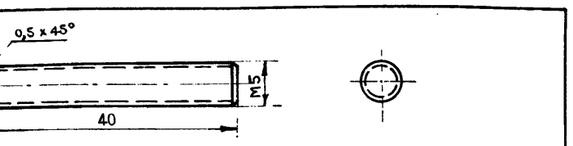
Лист 21

Калировал

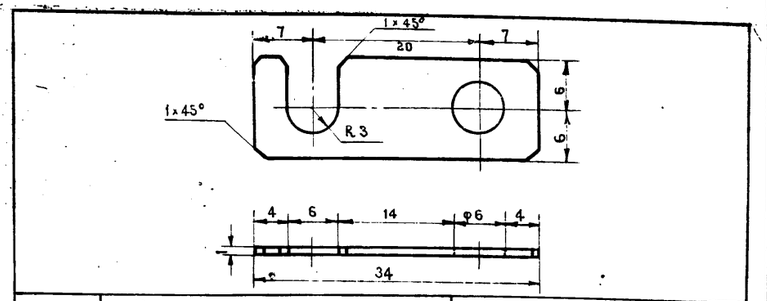
10458-01 20



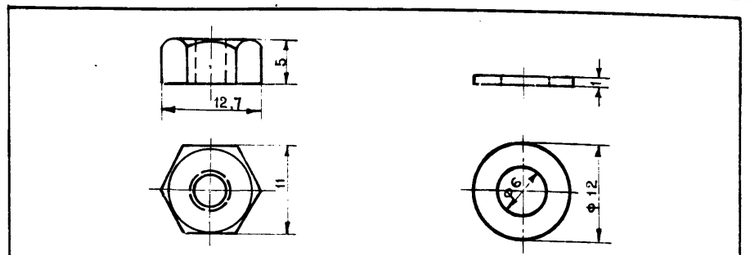
—	Панель ℓ=70	Текстолит	0,0084	1:1
Чертеж, позиция	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	Вес в кг	м



—	Шпилька ℓ=30	ф5 латунь	0,0038	2:1
Чертеж, позиция	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	Вес в кг	м

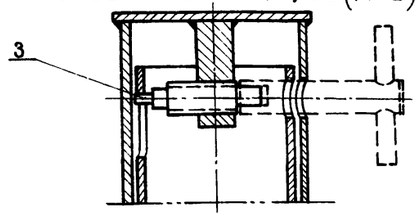


Чертеж, позиция	Перемычка	Латунь	0,003	2:1
	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	Вес в кг	м

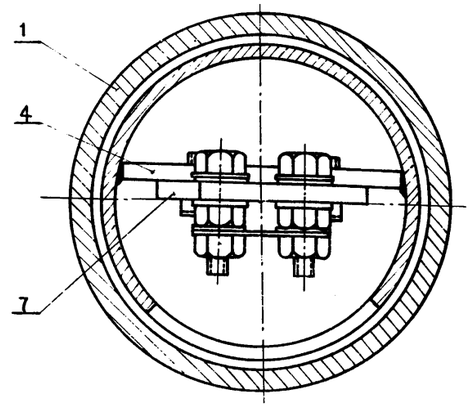


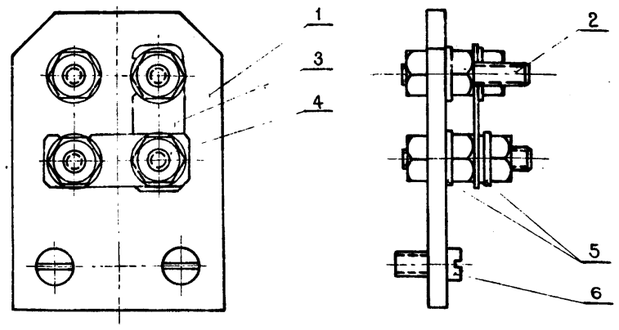
—	Гайка М-5	латунь	0,007	2:1
—	Шайба	латунь	0,0003	2:1
Чертеж позиция	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	Вес в кг.	м

Совмещение отверстия в крышке с отверстием в трубе (м1:2)



Сечение по С-С м1:1

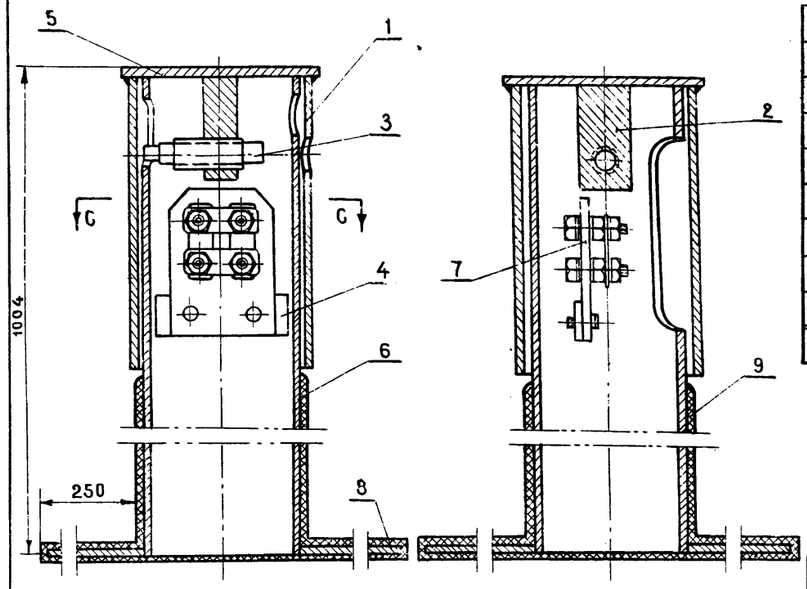




6	Винт М-5 ℓ=12 мм	Ст 3кп ГОСТ 380-60*	2	0,0025	0,005	
5	Шайба	латунь	6	0,0003	0,0018	
4	Гайки М-5	латунь	12	0,007	0,084	
3	Перемычка	латунь	2	0,0026	0,0052	
2	Шпилька	латунь	4	0,0038	0,015	
1	Панель	Текстолит	1	—	0,0084	
№№ п.п	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	К-во	1 шт	Общ. Все в кг.	Примечание

—	Щиток	Сборка	0,121	1:1
Чертеж, позиция	НАИМЕНОВАНИЕ	Материал	Вес в кг	м

м 1:2

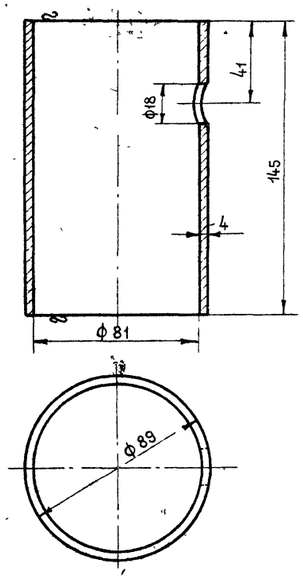


Общий вес = 12,17 кг.

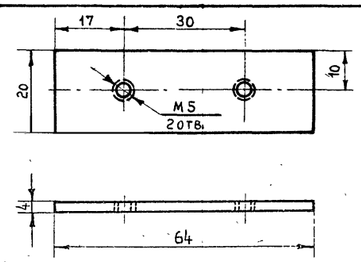
9	—	Изоляция битума	битум	0,5	0,5	0,5	
8	—	Планка нижняя ℓ=250	Полоса 5×40 ГОСТ 103-57 Ст 3кп. ГОСТ 380-60*	4	0,4	1,6	
7	—	Щиток	сборка	1	0,121	0,121	
6	Альбом I лист 23	Труба колонки	Труба ф75 ГОСТ 10705-63 Ст2 ГОСТ 380-60*	1	6,6	6,6	
5	Альбом I лист 23	Заглушка крышки	Лист 3×100×180 ГОСТ 5681-57 Ст 3кп ГОСТ 380-60*	1	0,136	0,136	
4	Альбом I лист 23	Планка для крепления панели ℓ=64	Полоса 4×20 ГОСТ 103-57 Ст 3 кп ГОСТ 380-60*	1	0,04	0,04	
3	Альбом I лист 23	Винт стопорный	Круг 14 ГОСТ 2590-57 Ст 3кп ГОСТ 380-60*	1	0,062	0,062	
2	Альбом I лист 23	Кронштейн	Полоса 16×25 ГОСТ 103-57 Ст 3кп ГОСТ 380-60*	1	0,156	0,156	
1	Альбом I лист 23	Труба крышки	Труба ф89 ГОСТ 10705-63 Ст2 ГОСТ 380-60*	1	2,95	2,95	
№№ п/п	Чертеж позиция	Наименование	Материал	кол-во	1 шт Вес в кг	Общ.	Примечание

Трансэлектропроект Москва 1969 г	Защита катодной поляризацией	Типовой проект	901-9-6
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями и под автомобильными дорогами.	Контрольно-измерительная колонка с деталями	Альбом	1
		Лист	22

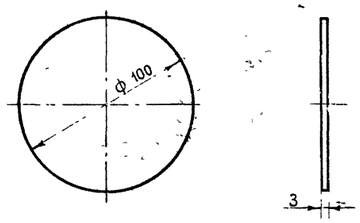
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата | Инв. № подл. | Гл. инж. проекта Соколова | Гл. инженер проекта Соколова | Нач. отдела Решетников | Нач. сектора Поршнев | Копировал | Формат А4 | 1969



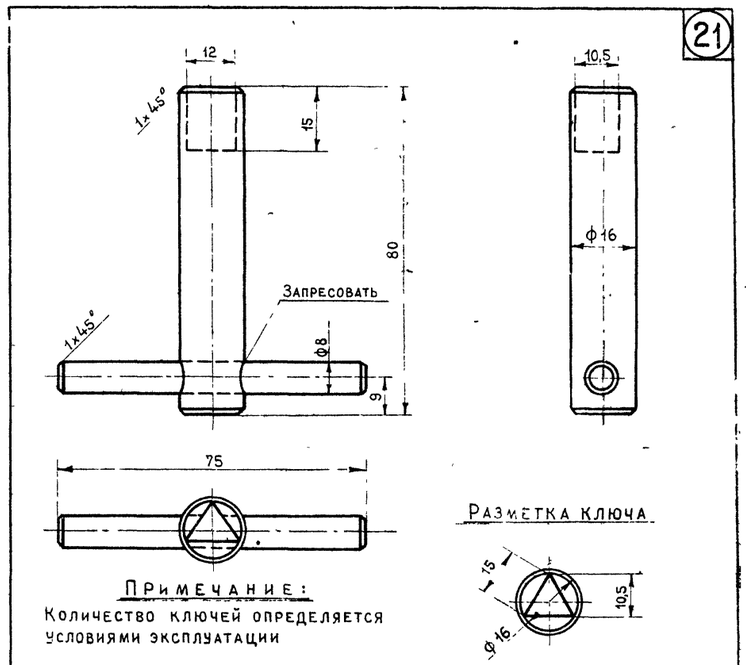
—	Труба крышки	Труба ф89 ГОСТ 10705-63 / Ст2 ГОСТ 380-60*	2,95	1:2
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М



—	Планка для крепления панели ℓ=64	Полоса 4х20 ГОСТ 103-57 / Ст3кп ГОСТ 380-60*	0,04	1:1
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг.	М

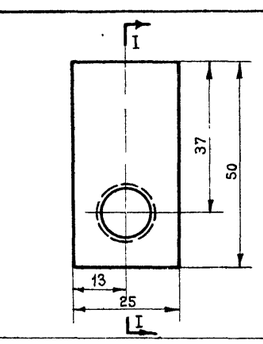


—	Заглушка крышки	Лист 3х100х100 ГОСТ 5681-57 / Ст3кп ГОСТ 380-60*	0,136	1:2
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М

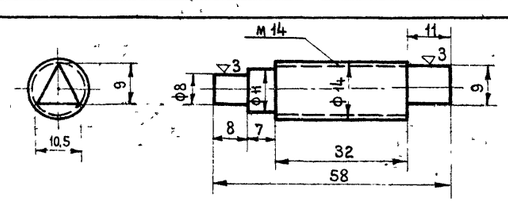


Примечание:
Количество ключей определяется условиями эксплуатации

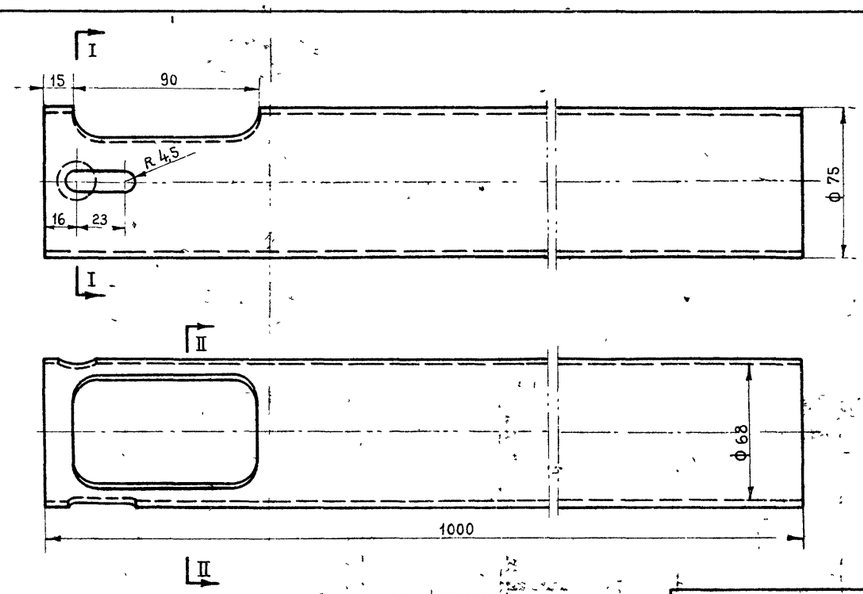
—	Ключ	Сборка	0,136	1:1
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М



—	Кронштейн ℓ=50	Полоса 16х25 ГОСТ 103-57 / Ст3кп ГОСТ 380-60*	0,156	1:1
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М



—	Винт стопорный	Круг 14 ГОСТ 2590-57 / Ст3кп ГОСТ 380-60*	0,062	1:1
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М



—	Труба колонки	Труба ф75 ГОСТ 10705-63 / Ст2 ГОСТ 380-60*	6,6	1:2
Чертеж позиция	Наименование	Материал	Вес в кг	М

ТРАНСЭЛЕКТРОПРОЕКТ · Москва 1969г.	Защита катодной поляризацией контрольно измерительная колонка Детали	Типовой проект	901-9-6
		Альбом	1
Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами		Лист	23

Силявко 10458-01

Копировал
gost.e-ecolog.ru