

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«Ухтинский государственный технический университет»  
(УГТУ)**

Индустириальный институт (СПО)

# **ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

## **СООРУЖЕНИЕ ПЕРЕХОДА НЕФТЕПРОВОДА ЧЕРЕЗ АВТОДОРОГУ III КАТЕГОРИИ МЕТОДОМ ПРОДАВЛИВАНИЯ**

Разработал:

А.Д. Красиков

Проверил:

Е.С. Прокопенко

Рецензия:

Е.А. Швецова

Н.контроль:

Е.С. Прокопенко

Утвердил:

Я.Х. Валеев

Ухта 2016

## Цель и задачи дипломной работы:

Цель дипломной работы заключается в строительстве перехода нефтепровода через автодорогу III категории методом продавливания.

Задачи дипломной работы :

- ✓ Обоснование выбора метода продавливания;
- ✓ Выбор технических средств;
- ✓ Произвести расчет выбора трубы;
- ✓ Произвести расчет на прочность футляра;
- ✓ Определить усилие продавливания кожуха;
- ✓ Определить усилие протаскивания трубопровода.

# Методы сооружения переходов через автодорогу

Открытый (траншейный) способ строительства переходов : - большой объём земляных работ, разрушение дорожных покрытий и перекрытию движения автомобильного транспорта.

Бестраншейный (закрытый) способ строительства переходов: + характеризуются высоким уровнем механизации, почти стационарным режимом работы, контакт с поверхностью грунта и асфальтобетонным покрытием исключен, легкость пересечения уже существующих коммуникаций и возможность отказа от водоотливных мероприятий.

## Существующие методы переходов через автодороги:

- Метод прокола;
- Метод продавливания;
- Метод горизонтально-направленного бурения;
- Метод микротоннелирования.

## Расчет выбора трубы

$$\delta = \frac{n \cdot P \cdot D_n}{\psi \cdot (R_1 + P)}$$
$$\delta = \frac{1,10 \cdot 10 \cdot 530}{2 \cdot (0,9736 \cdot 342,54 + 1,10 \cdot 10)} = 8,46 \text{ мм}$$

где  $n$  – коэффициент надежности по нагрузке, для нефтепроводов, работающих по системе из «насоса в насос»  $n=1,10$  ;

$P$ - внутреннее давление в трубопроводе, МПа,  $P=10$  МПа;

$D_n$  – наружный диаметр трубопровода, мм,  $D=530$  мм;

$R_1$  – расчетное сопротивление металла труб растяжению, МПа,  $R_1=342,54$  МПа;

$\psi_1$  – коэффициент учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб,  $\psi_1=0,9736$ .

По произведенным расчетам для строительства перехода нефтепровода выбираем трубы диаметром 530 мм с толщиной стенки 10,3 мм из стали 13ГСК52.

# Расчет защитного футляра (кожуха)

**Минимальный диаметр защитного футляра:**

$$D_{\Phi} \approx \frac{D_H^2}{0,9D_H - 85} \qquad D_{\Phi} \approx \frac{530^2}{0,9 \cdot 530 - 85} \approx 716$$

где  $D_H$  - наружный диаметр трубопровода, мм,  $D_H = 530$  мм,

Принимаем диаметр защитного футляра  $D_{\Phi} = 720$  мм.

**Минимальная толщина стенки футляра:**

$$\delta_{\Phi \min} = -\frac{N}{2R_2} \sqrt{\left(\frac{N}{2R_2}\right)^2 + \frac{6M}{R_2}} \qquad \delta_{\Phi \min} = -\frac{45,55 \cdot 10^3}{2 \cdot 370 \cdot 10^6} \sqrt{\left(\frac{-45,55 \cdot 10^3}{2 \cdot 370 \cdot 10^6}\right)^2 + \frac{6 \cdot 3,85 \cdot 10^3}{370 \cdot 10^6}} = 0,0078 \text{ мм.}$$

где  $M$  - расчетный изгибающий момент, кН,  $M = 3,85$  кН;

$N$  - расчетное поперечное сжимающее усилие, кН/м,  $N = -45,55$  кН/м;

$R_2$  - предел текучести, МПа,  $R_2 = 370$  Мпа.

Принимаем толщину стенки защитного футляра  $D_H 720$  по ТУ 14-3-1573-96 – 8 мм из стали 13ГСК52.

# Погрузочно-разгрузочные работы

- Погрузка труб на заводе-изготовителе и перевозка железнодорожным транспортом;
- Погрузка на автомобильный и другой вид транспорта;
- Выгрузка и раскладка труб по трассе.



Транспортировать трубы будем на двух трубовозах «КАМАЗ-43118».

Разгрузку производить автокраном «ЧЕЛЯБИНЕЦ 25Т», при помощи мягких полотенец ПМ524 для трубопровода 530мм и ПМ824 для кожуха 720 мм, траверсы ТРБ-61, клещевых захватов КЗ-531 для трубопровода 530мм, КЗ 721АМ для кожуха 720мм.



# Подготовительные работы



# Земляные работы



Плодородный слой снимется  
бульдозером ДЗ-240С



Параметры рабочего котлована:  
длина котлована – 17 м;  
ширина котлована – по низу 4 м; по  
верху 7 м.  
глубина котлована – 3 м.  
Параметры приёмного котлована:  
длина котлована – 5 м;  
ширина котлована – по низу 3 м; по  
верху 6 м.  
глубина котлована – 3 м.

Разработка котлованов выполняется  
одноковшовым экскаватором ЕТ-14-20 с  
обратной лопатой.



# Определение усилия продавливания

$$P = q_{cl} \cdot l + [2 \cdot (1 + \xi_0) \cdot p_1 + q_k] \cdot L \cdot tq\varphi$$

где  $q_c$  – удельное сопротивление вдавливанию ножа в грунт, кН,  $q_c = 70$  кН;

$l$  – периметр ножа, м,  $l = 2,32$  м;

$\varepsilon_0$  – коэффициент бокового давления грунта,  $\varepsilon_0 = 0,7$ ;

$L$  – длина бестраншейной проходки, м,  $L = 46$  м;

$tq\varphi$  – коэффициент трения кожуха о грунт,  $tq\varphi = 0,5$ ;

$p_1$  – вертикальное горное давление на 1 м длины кожуха;

$q_k$  – вес 1 м длины кожуха (футляра), кг,  $q_k = 140$  кг.

$$P = 70 \cdot 2,32 + [2 \cdot (1 + 0,7) \cdot 4,32 + 140] \cdot 46 \cdot 0,5 = 367 \text{ тс}$$

Вертикальное горное давление на 1 м длины кожуха:

$$P_1 = \frac{\gamma_{гр} \cdot D_k^2}{3 \cdot f_{кр}}$$

где  $\gamma_{гр}$  – удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma_{гр} = 15$  кН/м<sup>3</sup>,

$D_k$  – диаметр кожуха, м,  $D_k = 0,72$  м,

$f_{кр}$  – коэффициент крепости грунта, 0,5.

$$P_1 = \frac{15 \cdot 0,72^2}{3 \cdot 0,6} = 4,32$$

Исходя из полученных данных, выбираем установку для продавливания труб УБПТ-600 (средний класс).

# Установка бестраншейной прокладки труб Горизонт-600



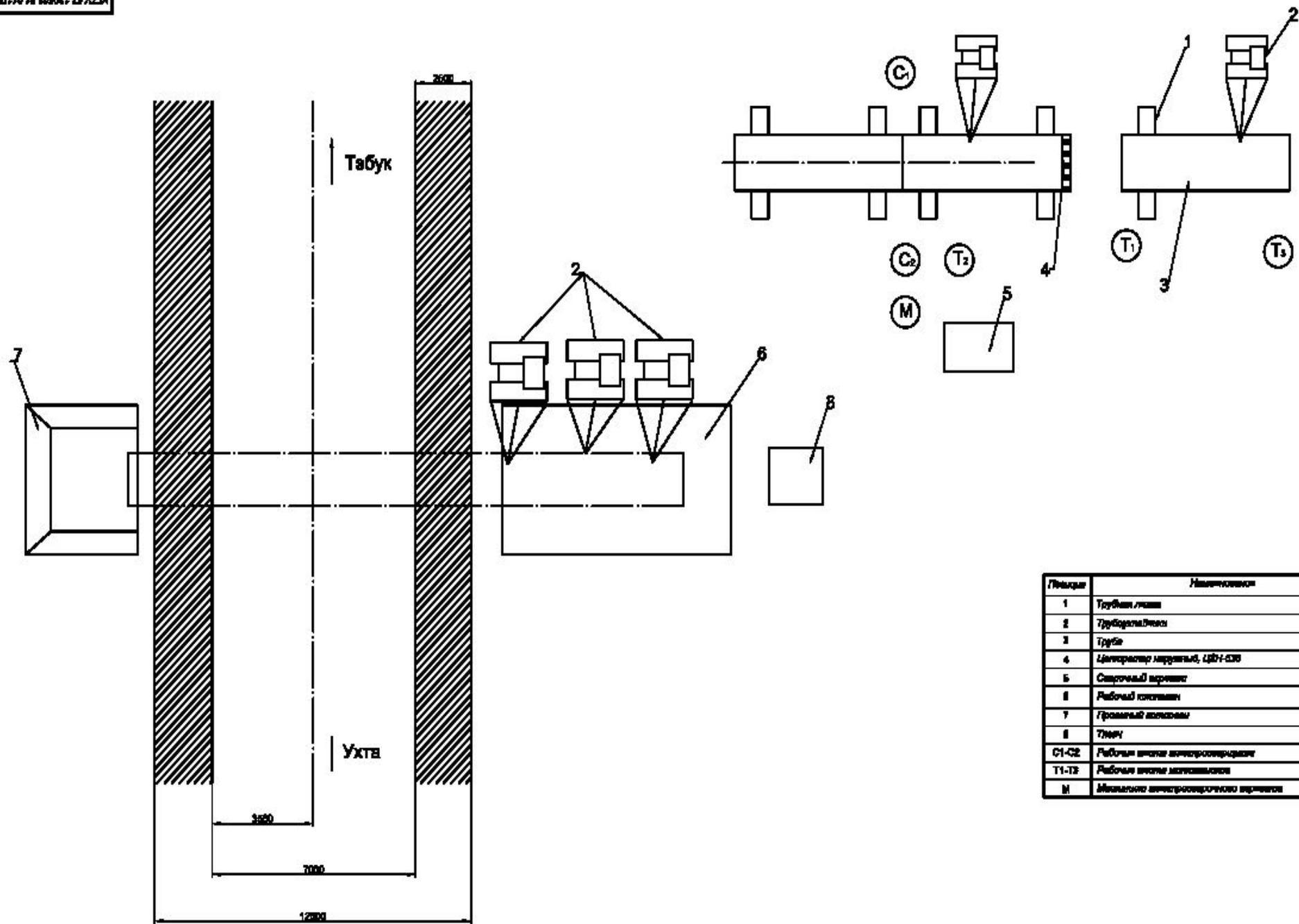


# Сварочно-монтажные работы

Сварка трубопровода и кожуха в нитку производится непосредственно на трассе ручной дуговой сваркой от двухпостового сварочного агрегата марки АСП-500Г-3МУЗ с использованием внешних звенных центраторов ЦЗН-720- для центровки кожуха и ЦЗН-530- для центровки трубопровода.



В качестве передвижной электростанции для сварочных постов применяется ЭСД-100Т/400-А1РК.



Позиция	Наименование
1	Трубы г/ш
2	Трубоудержатели
3	Труба
4	Центральный рычажный, ЦРЯ-СЭ
5	Смотровое отверстие
6	Рабочий столешник
7	Горизонтальный рычажный
8	Тяжелый
С1-С2	Рабочие места автоматизированные
Т1-Т2	Рабочие места автоматизированные
М	Место автоматизированного управления

УТУ.67.130602.61.011/ДТ			
№	И.И.	С.И.	Д.И.
1	И.И.	С.И.	Д.И.
2	И.И.	С.И.	Д.И.
3	И.И.	С.И.	Д.И.
4	И.И.	С.И.	Д.И.
5	И.И.	С.И.	Д.И.
6	И.И.	С.И.	Д.И.
7	И.И.	С.И.	Д.И.
8	И.И.	С.И.	Д.И.
9	И.И.	С.И.	Д.И.
10	И.И.	С.И.	Д.И.
11	И.И.	С.И.	Д.И.
12	И.И.	С.И.	Д.И.
13	И.И.	С.И.	Д.И.
14	И.И.	С.И.	Д.И.
15	И.И.	С.И.	Д.И.
16	И.И.	С.И.	Д.И.
17	И.И.	С.И.	Д.И.
18	И.И.	С.И.	Д.И.
19	И.И.	С.И.	Д.И.
20	И.И.	С.И.	Д.И.
21	И.И.	С.И.	Д.И.
22	И.И.	С.И.	Д.И.
23	И.И.	С.И.	Д.И.
24	И.И.	С.И.	Д.И.
25	И.И.	С.И.	Д.И.
26	И.И.	С.И.	Д.И.
27	И.И.	С.И.	Д.И.
28	И.И.	С.И.	Д.И.
29	И.И.	С.И.	Д.И.
30	И.И.	С.И.	Д.И.
31	И.И.	С.И.	Д.И.
32	И.И.	С.И.	Д.И.
33	И.И.	С.И.	Д.И.
34	И.И.	С.И.	Д.И.
35	И.И.	С.И.	Д.И.
36	И.И.	С.И.	Д.И.
37	И.И.	С.И.	Д.И.
38	И.И.	С.И.	Д.И.
39	И.И.	С.И.	Д.И.
40	И.И.	С.И.	Д.И.
41	И.И.	С.И.	Д.И.
42	И.И.	С.И.	Д.И.
43	И.И.	С.И.	Д.И.
44	И.И.	С.И.	Д.И.
45	И.И.	С.И.	Д.И.
46	И.И.	С.И.	Д.И.
47	И.И.	С.И.	Д.И.
48	И.И.	С.И.	Д.И.
49	И.И.	С.И.	Д.И.
50	И.И.	С.И.	Д.И.
51	И.И.	С.И.	Д.И.
52	И.И.	С.И.	Д.И.
53	И.И.	С.И.	Д.И.
54	И.И.	С.И.	Д.И.
55	И.И.	С.И.	Д.И.
56	И.И.	С.И.	Д.И.
57	И.И.	С.И.	Д.И.
58	И.И.	С.И.	Д.И.
59	И.И.	С.И.	Д.И.
60	И.И.	С.И.	Д.И.
61	И.И.	С.И.	Д.И.
62	И.И.	С.И.	Д.И.
63	И.И.	С.И.	Д.И.
64	И.И.	С.И.	Д.И.
65	И.И.	С.И.	Д.И.
66	И.И.	С.И.	Д.И.
67	И.И.	С.И.	Д.И.
68	И.И.	С.И.	Д.И.
69	И.И.	С.И.	Д.И.
70	И.И.	С.И.	Д.И.
71	И.И.	С.И.	Д.И.
72	И.И.	С.И.	Д.И.
73	И.И.	С.И.	Д.И.
74	И.И.	С.И.	Д.И.
75	И.И.	С.И.	Д.И.
76	И.И.	С.И.	Д.И.
77	И.И.	С.И.	Д.И.
78	И.И.	С.И.	Д.И.
79	И.И.	С.И.	Д.И.
80	И.И.	С.И.	Д.И.
81	И.И.	С.И.	Д.И.
82	И.И.	С.И.	Д.И.
83	И.И.	С.И.	Д.И.
84	И.И.	С.И.	Д.И.
85	И.И.	С.И.	Д.И.
86	И.И.	С.И.	Д.И.
87	И.И.	С.И.	Д.И.
88	И.И.	С.И.	Д.И.
89	И.И.	С.И.	Д.И.
90	И.И.	С.И.	Д.И.
91	И.И.	С.И.	Д.И.
92	И.И.	С.И.	Д.И.
93	И.И.	С.И.	Д.И.
94	И.И.	С.И.	Д.И.
95	И.И.	С.И.	Д.И.
96	И.И.	С.И.	Д.И.
97	И.И.	С.И.	Д.И.
98	И.И.	С.И.	Д.И.
99	И.И.	С.И.	Д.И.
100	И.И.	С.И.	Д.И.

# Изоляция сварного стыка термоусаживающимися манжетами ТЕРМА-СТМП

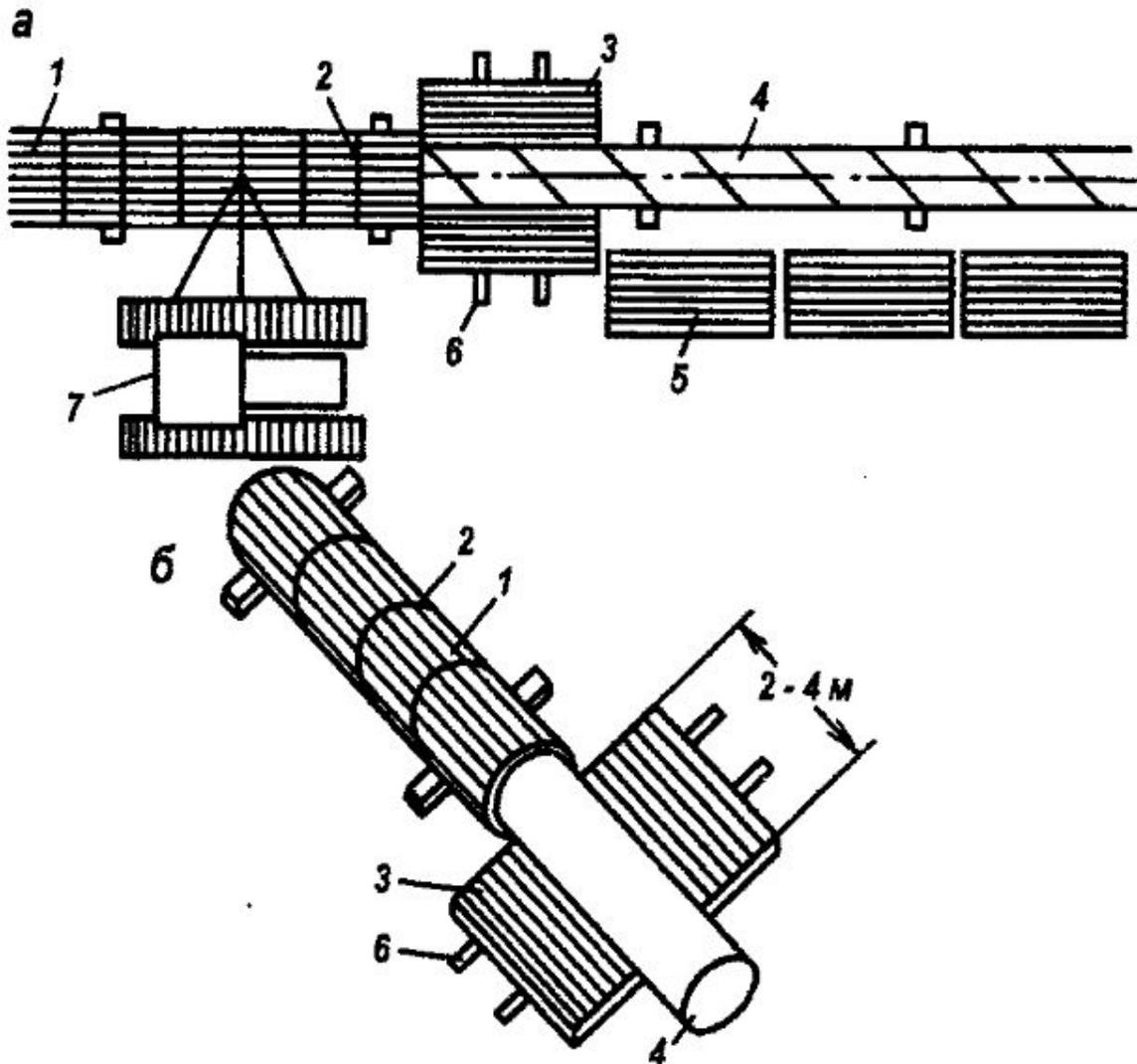
Производство работ по монтажу манжеты:

- - нагреть поверхность металла трубы и поверхности заводского покрытия до температуры не менее + 70 С;
- - нанести праймер на поверхность, которая будет изолироваться манжетой;
- - завести манжету под трубу клеевым подслоем к трубе;
- - прогреть горелкой внутренний слой манжеты в зоне нахлеста шириной от 150 до 250 мм;
- - обернуть манжету вокруг трубы;
- - прогреть горелкой верхний слой установленного края манжеты в зоне захлеста, уплотнить ее при помощи прикатного ролика;
- - нагреть ленту замок горелкой со стороны адгезива и наложить на зону нахлеста, прогревая ее горелкой прикатать роликом ;



- - равномерно нагревая горелкой манжету по всей площади, добиться ее термоусадки;
- - после усадки манжеты, прогреть всю ее поверхность в течении не менее 4 минут, прокатывая ее роликом.

# Футеровка трубопровода

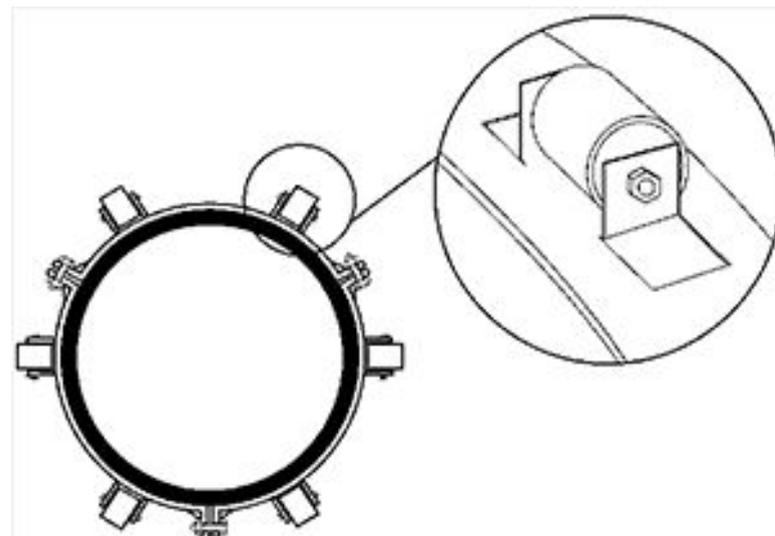


а - производство работ по футеровке трубопровода; б - футеровка трубопровода с помощью двух полос технической резины; 1- футерованный участок трубопровода; 2 - проволочная скрутка; 3- футеровочная рейка; 4 - заизолированный участок трубопровода; 5 - пакет футеровочной рейки; 6 - пояс из технической резины; 7 - кран-трубоукладчик

# Роликовое опорно-направляющее кольцо РОНК

Роликовые РОНК состоят из 2 или 3 металлических сегментов, снабженных опорными элементами роликового типа, скрепленных между собой болтовым соединением.

Длина сегмента определяется от условия обеспечения монтажного зазора между сегментами в местах болтовых соединений для обеспечения обжатия кольца вокруг трубопровода. Ширина и толщина прилегающей поверхности сегмента обрешеляются условиями допустимого давления кольца на защитное покрытие трубопровода.



Так как у нас диаметр трубопровода 530 мм, то расстояние между кольцами будет 4,5 м.

## Усилие протаскивания трубопровода

$$T_{\text{np}} = f_{\text{мп}} \cdot G \qquad T = 77,2 \cdot 0,8 = 61,7 \text{ кН}$$

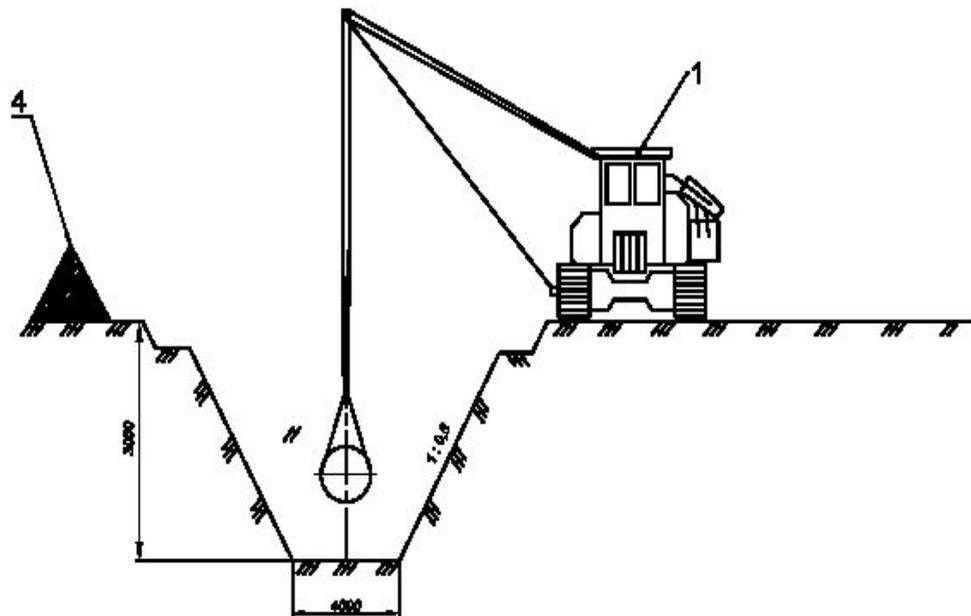
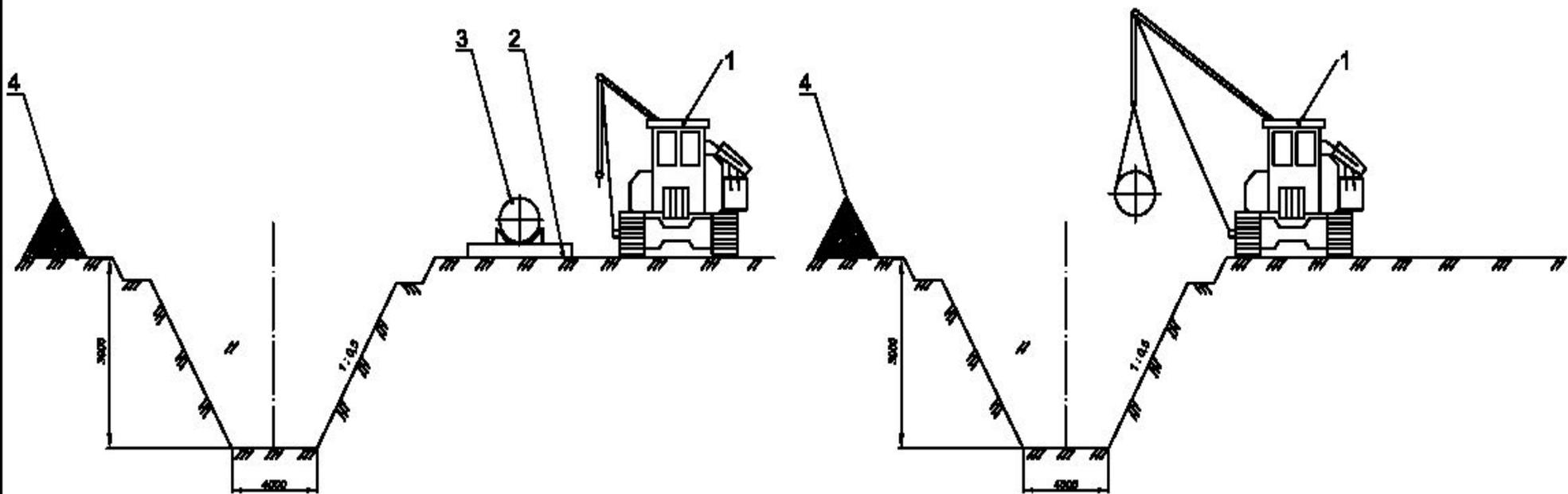
где  $f_{\text{тр}}$  – коэффициент трения зафутерованных труб о металл кожуха при продольном перемещении,  $f_{\text{тр}} = 0,8$ ;

$G$  – общий вес протаскиваемого зафутерованного трубопровода.

$$G = G_1 + G_2 \qquad G = 76 + 1,2 = 77,2 \text{ кН}$$

где  $G_1$  – вес металла трубы, кН;

$G_2$  – вес футеровки, кН.



Глибина	Назначення
1	Грунтозасувач, Селстрейт П-40
2	Ковшове землі
3	Ковшове землі, ТУ 14-3-1623-88 (ДСТУ 163)
4	Схема ґрунту
А-А	Після на встановлення
Б-Б	Після встановлення машини
В-В	Після встановлення

		УТВ. 57.130502.51.01/ДП	
		Технічний розробник корупційного	
		СМФ-010	



**Сравнительная экономическая эффективность строительства  
подземного перехода нефтепровода через автомобильную  
дорогу.**

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения	Сооружение перехода		Разница (+, -)
			Методом продвигания	Методом гнб	
1	Себестоимость строительства	руб.	972 878	2 108 558	-1 135 679
2	Заработная плата	руб.	284 930	1 093 555	- 808 624
3	Отчисления в фонд социальной защиты	руб.	85 479	328 066	- 242 587
4	Основные материалы	руб.	536 034	536 034	0
5	Вспомогательные материалы	руб.	7 304	9 208	- 1904
6	Амортизационные отчисления	руб.	8 087	11 824	- 3 736
5	Экономический эффект, Э	руб.	1 135 679		

## Заключение

В дипломном проекте рассмотрен вариант сооружения перехода нефтепровода через автодорогу III типа.

В проекте приведены технологические расчёты, на основании которых укладываемый трубопровод принят из труб диаметром 530 мм толщины стенки 10,3 мм и защитного кожуха диаметром 720 мм и толщиной стенки 8 мм.

Выбраны технические средства: два трубовоза «КАМАЗ-43118», автокран «КС-45721-21», бульдозер «ДЗ-240С», экскаватор «ЕТ-14-20», три трубоукладчика «Caterpillar PL83», тягач «Т-170».

Максимальное тяговое усилие протаскивания согласно проведённым расчётам составляет –61,7 кН. Исходя из полученных результатов для производства работ принята установка УБПТ Горизонт - 600.

Приведено экономическое обоснование сооружения перехода нефтепровода через автодорогу методом продавливания. Экономический эффект от сооружения перехода данным методом составил 1135679,9руб.



**Спасибо за внимание!**