

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВНИИСПТ нефть



РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ КАПИТАЛЬНОГО
РЕМОНТА ПОДВОДНЫХ НЕЖЕТЕПРОВОДОВ МЕТОДОМ ПОДСАДКИ НА
ГРУНТАХ I-III КАТЕГОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

РД 39-0147103-358-89

УФА

Министерство нефтяной и газовой промышленности

ВНИСПТнефть

УТВЕРЖДЕН

Зам.начальника Главтранснефти

В.Х. Галюком

20 октября 1989 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ КАПИТАЛЬНОГО
РЕМОНТА ПОДВОДНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ МЕТОДОМ ПОДСАДКИ НА
ГРУНТАХ I-III КАТЕГОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ТЕЛЕВИЗУСКИХ СРЕДСТВ

РД 39-0147103-358-89

Настоящая Инструкция разработана институтом ВНИСПНефть совместно с трестом Подводтрубопровод.

Разработчики от института ВНИСПНефть: к.т.н. Р.С.Гумеров, к.т.н. Р.М.Аскаров, с.н.с. Н.Ф.Нефедова, н.с. Н.А.Комлева, инженер Н.П.Махортова;

от треста Подводтрубопровод: К.А.Забела, В.В.Гаршин, Н.Ф.Еремин;

от Главтранснефти: Е.М.Павлов, В.Е.Будыгин.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Инструкция по технологическому процессу капитального ремонта подводных нефтепроводов методом подсадки на грунтах I-III категории с использованием существующих технических средств

РД 39-0147103-358-89

Вводится впервые

Срок введения установлен с 1 ноября 1989 г.

Срок действия до 1 ноября 1992 г.

Настоящая инструкция распространяется на проектирование и производство капитального ремонта (КР) подводных переходов нефтепроводов (ПН) \varnothing 377-1220 мм методом подсадки (дозаглубления трубы) на грунтах I-III категории с использованием существующих технических средств.

Инструкция является обязательной для организаций, занимающихся разработкой проектов на капитальный ремонт подводных переходов методом подсадки, и организаций, выполняющих ремонт методом подсадки.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая инструкция определяет основные положения по проектированию, организации и проведению работ на переходах через естественные и искусственные препятствия (реки и родосы шириной по зеркалу воды в межень от 10 до 1000 м) при дозаглублении частично или полностью размытого или провисшего трубопровода со сроком эксплуатации менее 25 лет для обеспечения его дальнейшей надежной эксплуатации.

1.2. Инструкция разработана на основании опыта строительной эксплуатации и ремонта подводных трубопроводов, действующей нор-

материально-технической документации (НТД) при строительстве, техническом обслуживании и ремонте нефтепроводов и предусматривает использование оборудования, механизмов, средств контроля, материалов и приспособлений, выпускаемых серийно.

1.3. Необходимость проведения капитального ремонта по данной технологии определяется на основании результатов обследования планово-высотного положения, технического состояния ППН и технико-экономического обоснования.

1.4. Гидрологические изыскания, определение планово-высотного положения и оценка технического состояния ППН производятся специализированными организациями (СУПЛАБ, трест "Подводтрубопровод") в соответствии с нормативно-техническими документами [13, 14, 27, 28] .

1.5. Проведение капитального ремонта методом подсадки рекомендуется при размывах и провисах в береговой и приустьевой частях ППН, при размывах и провисах на значительной части русла, которые возникли в результате искусственных изменений гидрологических условий, ошибочного прогноза переформирования русла или послеукладочного перемещения трубопровода к естественной поверхности, а также ошибок строительства для всех сортаментов труб, применяемых в Миннефтепроме.

Проведение капитального ремонта подводных переходов трубопроводов рекомендуется в межремонтный период.

1.6. Проведение капитального ремонта ППН методом подсадки не допускается при наличии на переходе кривых вставок, а также дефектов трубы (гофры, каверны, вмятины, риски, задиры и т.д.) значительных нарушений изоляции, недопустимых радиусов изгиба.

1.7. При разработке рабочего проекта на КР ППН методом подсадки проектирующей организацией обязательно проведение расчета напряженного состояния ППН по "Методике расчета напряжен-

ного состояния нефтепроводов с подсадкой", входящей в состав данного РД, по результатам которого определяется способ и технология подсадки.

1.8. При капитальном ремонте подводного перехода методом подсадки необходимость замещения нефти водой с промывкой 5-и кратным объемом воды, а также отсечение трубопровода решается отдельно в каждом конкретном случае.

1.9. Предремонтное обследование ППН производится в тот же межремонтный период, что и ремонт, с исключением между обследованием и ремонтом как естественных, так и вызванных деятельностью человека изменений планово-высотного положения и технического состояния ППН.

Изменение планово-высотного положения и технического состояния ППН в отличие от принятого исходным при расчете напряженного состояния трубопровода требует нового расчета и последующей проверки соответствия рабочего проекта и ППР.

1.10. Все виды работ по проведению капитального ремонта методом подсадки осуществляются в соответствии с действующими СНиП и НТД при строительстве магистральных нефтепроводов.

1.11. Все технические мероприятия по подготовке и проведению капитального ремонта нефтепроводов, не оговоренные в настоящей инструкции, должны осуществляться с соблюдением требований соответствующих разделов НТД [7, 8, 15, 23] .

1.12. Контроль качества и приемку отдельных видов работ с оформлением необходимой документации [2, 9] осуществляет заказчик (УМН) с привлечением, в необходимых случаях, специализированного управления пуска-наладочных работ (СУПНР) или треста "Подводотрубопровод".

1.13. Ответственность за подготовку и сдачу нефтепровода к проведению капитального ремонта несет непосредственный инженерно-технический работник, назначенный соответствующим приказом УМН

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

2.1. Организационно-техническая подготовка капитального ремонта включает организационно-подготовительные и подготовительные работы.

2.2. Организационно-подготовительные работы, выполняемые заказчиком, включают в себя:

подготовку уточненного профиля подводного перехода нефтепровода и рядом лежащих коммуникаций на основании материалов изыскания, с обоснованием причины оголения и провисания трубопровода;

подготовку уточненного ситуационного плана зоны производства работ на основании материалов изысканий со всеми подземными коммуникациями;

оформление документов по отводу земель с согласованием условий рекультивации;

подготовку перехода нефтепровода к проведению ремонтных работ, обследование дорог, мостов для выяснения возможности перебазировки машин и механизмов;

оформление финансирования;

задание на проектирование капитального ремонта, которое составляется заказчиком с участием проектной организации на основании планов капитального ремонта и материалов обследования технического состояния ПНН.

Содержание и типовая форма задания на проектирование капитального ремонта указаны в [8].

Задание на проектирование КР согласовывается заказчиком со строительной организацией-подрядчиком и утверждается в порядке, установленном [3].

2.3. Организационно-подготовительные работы, выполняемые подрядными организациями, включают в себя:

составление и утверждение проектной организацией рабочего проекта на капитальный ремонт;

составление и утверждение РСУ или трестом "Подводтрубопровод" проекта производства работ на капитальный ремонт и согласование его с заказчиком.

2.4. При капитальном ремонте перехода нефтепровода применяется одностадийное проектирование – рабочий проект. Состав рабочего проекта определяется согласно [8] .

2.5. При разработке рабочего проекта необходимо предусматривать рациональное использование и рекультивацию земель, руководствуясь требованиями отраслевого стандарта [12] ; также необходимо учесть вопросы сохранности и восстановления близлежащих коммуникаций и коммуникаций, находящихся в одном техническом коридоре с ППН.

В рабочий проект должен быть включен раздел, предусматривающий мероприятия по охране родоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнений и пожарной безопасности при капитальном ремонте нефтепровода.

2.6. Основным документом по организации и проведению ремонтных работ является проект производства работ на капитальный ремонт подводного перехода нефтепровода [3,8,9] , который разрабатывает и согласовывает с заказчиком РСУ или другая специализированная организация (трест "Подводтрубопровод").

Проект производства работы составляется, согласовывается и утверждается в установленном порядке не позднее чем за два месяца до начала основных работ и передается для ознакомления непосредственным исполнителям.

2.7. Подготовительные работы включают в себя

сдачу перехода нефтепровода в натуре заказчиком производителю работ с оформлением акта передачи;

оборудование пунктов погрузки и выгрузки;

перебазировка ремонтной колонны к месту работы;

организацию пунктов хранения горюче-смазочных материалов;

строительство временных складов для хранения материалов и оборудования;

размещение и обустройство полевого городка;

устройство подъездных путей (при необходимости);

оборудование пунктов технического обслуживания машин и механизмов;

создание системы диспетчерской связи.

2.8. Производство ремонтных работ разрешается начинать после завершения организационных мероприятий и подготовительных работ и получения письменного разрешения от руководства РУМН (УМН) на производство работ (наряд-допуск на ведение работ).

Перед началом ремонтных работ необходимо поставить в известность местные органы Госпожарнадзора или ведомственную пожарную охрану о сроках проведения работ по капитальному ремонту перехода нефтепровода, необходимо также поставить в известность органы рыбонадзора и охраны вод, владельцев рядом лежащих коммуникаций, а для судоходных рек - технический участок пути.

3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МЕТОДОМ ПОДСАДКИ

Методика устанавливает порядок расчета напряженного состояния стальных или углеродистых участков трубопроводов при ремонте методом подсадки (дополнительного заглубления), пролегающих на переходах через естественные или искусственные препятствия (реки и др.).

Нагрузки и воздействия, действующие на трубопровод, коэффициенты перегрузок принимаются согласно [1].

Расчет прочности выполняется при условии равнопрочности стыков и отсутствия коррозионных дефектов, снижающих несущую способность трубопровода.

В зависимости от результатов расчета назначаются технологические параметры процесса:

длина вскрываемого участка;

глубина подсадки за один проход трубозаглубительной техники;

количество циклов заглубления;

участок рационального начала ведения работ.

При определении изгибающих моментов и напряжений трубопровод принимается за упругий стержень (прямолинейный и упругоискривленный), поперечное сечение которого в нагруженном состоянии остается плоским и сохраняет свою круглую форму.

Максимальные суммарные продольные напряжения определяются от расчетных нагрузок и воздействий.

При определении расчетных нагрузок и воздействий необходимо учесть следующие параметры трубопровода:

нормативный вес I п.м. трубопровода назначается согласно справочным данным ($q_{гр}$);

нормативный вес I м изоляционного покрытия трубопровода определяется по формуле:

$$q_{из} = \pi \cdot \delta_{из} \cdot (D_n + \delta_{из}) \cdot \rho_{из} \cdot \gamma, \frac{H}{M} \quad (1)$$

где $\delta_{из}$ — толщина изоляционного покрытия, м;

$\rho_{из}$ — плотность изоляционного покрытия, кг/м³;

D_n — наружный диаметр трубопровода, мм;

γ — ускорение силы тяжести, м/с²;

нормативный вес транспортируемого продукта определяется

по формуле:

$$q_{np} = \pi \cdot D_{вн}^2 \cdot \rho_{np} \cdot g/4 \cdot \frac{H}{M} \quad (2)$$

При наличии баллаستировки она учитывается как распределенная или сосредоточенная нагрузка, в зависимости от типа балластировки;

выталкивающая сила воды на трубопровод учитывается как результирующая распределенная нагрузка, интенсивность которой равна разнице веса трубы на поверхности и в воде (3).

Основное сочетание расчетных нагрузок и воздействий устанавливается исходя из физически реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок и воздействий.

$$\begin{aligned} \text{В общем случае } q &= n_1 (q_{tr} + q_{из}) + q_{np} \cdot \frac{H}{M} \\ q_{\phi} &= q - n_2 \cdot q_{в} \cdot \frac{H}{M} \end{aligned} \quad (3)$$

где n_1 и n_2 - коэффициенты перегрузки согласно [1];

q_{ϕ} - вес трубы в воде.

В процессе ведения работ по дополнительному заглублению возможны положения трубопровода, приведенные на рис. 3.1, 3.2, 3.3.

Выбор расчетных схем определен рекомендациями треста "Подводтрубопровод" и разработками Гипроречтранс.

При расчете подводного трубопровода по первой расчетной схеме, приведенной на рис. 3.1, за неизвестное принимается угол поворота опорного сечения С. Значение изгибающих моментов определяется методом перемещений согласно табл. 10 [3].

Условие правильности расчетов: $MD = 0, MC = MC1, ME = 0$.
Для расчета на прочность трубопровода, заглубляемого по расчетной схеме рис. 3.1, используется программа расчета "подробный трубопровод I", приведенная в Приложении I. В табл. 3.1 приве-

дены обозначения основных переменных указанной программы. Исходные данные для программы "подводный трубопровод I":

$PRIZN, HE, G, G\phi, E, I, R2, KY, C6, DIA$

где $PRIZN = \begin{cases} 0 \\ 1 \\ 2 \end{cases}$, это некоторый признак для определения расположения рассчитываемого участка трубопровода.

Если $PRIZN = 0$ - рассчитывается сухопутный участок, $g = g\phi$.

где g - вес трубы на поверхности (с учетом всех факторов);

если $PRIZN = 1$ - рассчитывается участок трубопровода, частично находящийся в воде, при этом $g \neq g\phi$.

g - вес трубы на поверхности, $g\phi$ - вес трубы под водой (с учетом всех факторов);

если $PRIZN = 2$ - рассчитывается подводный участок трубопровода, $g = g\phi$, где g - вес трубопровода под водой;

$HE, G, G\phi$ - приведены на рис. 3.1.;

E - модуль упругости I-го рода;

I - осевой момент инерции;

$R2$ - расчетное сопротивление растяжению согласно [1];

$KY, C6$ - см. табл. 3.2;

DIA - диаметр трубопровода.

В программе предусмотрена возможность расчета подводного перехода при ремонте с использованием плавающих средств или пригрузов. В этом случае необходимо учесть $P1, P2, P3$ и места их положения - $A1, A2, A3$. В разработанной программе $P1, P2, P3, A1, A2, A3 = Const$.

Вторая расчетная схема

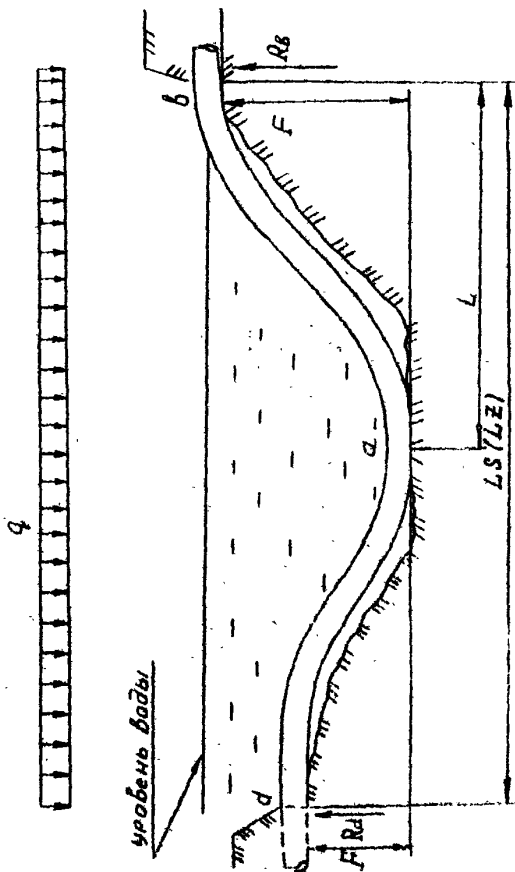


Рис. 3.2

Горизонтальный элемент

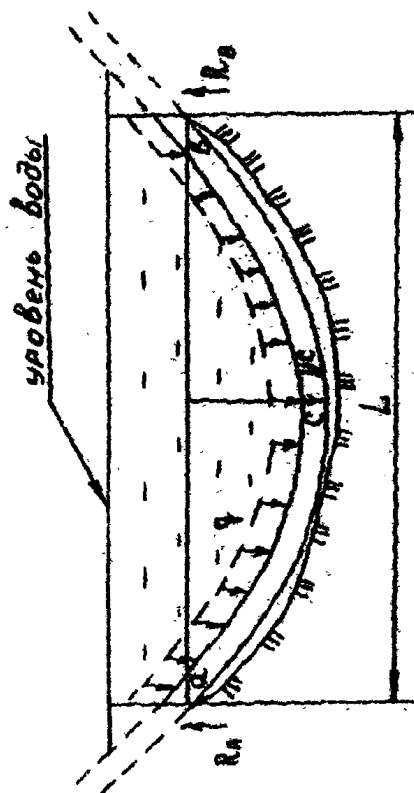


Рис. 3.3

Таблица 3.1

Обозначения основных переменных в программе
"Подводный трубопровод I"

Наименование	Условное обозначение	Размерность	Идентификатор
I	2	3	4
Признак	IRIZN		$\begin{cases} 0 \\ 1 \\ 2 \end{cases}$
Расстояния	a_1	м	A1
	a_2	м	A2
	a_3	м	A3
Вес пригрузов или подъемное усилие плавучих средств (понтонів)	P1	Н	P1
	P2	Н	P2
	P3	Н	P3
Вертикальное перемещение	he	м	HE
Распределенная нагрузка	q	Н/м	G
	q^p	Н/м	G ^p
Модуль упругости	E	Н/м ²	E
Осевой момент инерции	I	м ⁴	I
Масса прогибов	y (21)	г	y (21)
Координаты точек приложения усилий	X1	м	KOOR1
	X2	м	KOOR2
	X3	м	KOOR3
	X4	м	KOOR4
Моменты от внешних нагрузок	M(P1)	Нм	MOM1
	M(P2)	"	MOM2
	M(P3)	"	MOM3
	M(G)	"	MOM4
Момент от реакции опор	M(PC)	"	MOM
	M(RD)	"	MOM5
Шаг по оси X при определении прогибов	h	м	HA6

I	I	2	I	3	I	4
Расчетное сопротивление растя- жению	P2			H/M^2		P2
Коэффициент упрочения	Ky			-		Ky
Коэффициент старения	C6			-		C6
Диаметр трубопровода	Dn			м		D IA
Изгибающие моменты	Md			Hm		MD
	Mc			"		MC
	Mc			"		MC1
	Me			"		ME
Сторонние реакции	Rd			H		RD
	Rc			H		RC
	Re			H		RE
Длина участка на грунте, вскры- того, но не заглубленного	L1			м		L1
Длина заглубленного участка	L2			м		L2
Общая длина подсаживаемого участка	L			м		L
Расчетное напряжение	σ			$\frac{H}{M^2}$		SIGMA

В большинстве случаев ремонту подвергаются подводные трубо-
проводы, прослужившие 10 и более лет, поэтому в расчет вводятся
усредненные коэффициенты, отражающие изменения свойств металла
в зависимости от срока эксплуатации, согласно [20] (см.табл. 3.2).

Таблица 3.2

Усредненные значения коэффициентов
старения и упрочения для стали

Срок эк- сплуатации	Исход- ное состоя- ние	12 лет	16 лет	19 лет	29 лет	31 лет
К _у	1,0	1,0	1,01	1,02	1,03	1,04
C ₆	1,0	1,06	1,14	1,23	1,29	1,35

В общем случае, при расчете на прочность трубопроводов

$$\sigma_{np} \leq R_2 \cdot \psi_4, \text{ Па} \quad (4)$$

где σ_{np} — максимальные суммарные продольные напряжения в трубопроводе от расчетных нагрузок и воздействий, Па;

R_2 — расчетное сопротивление металла трубопровода, Па;

$$R_2 = \frac{\sigma_T \cdot m}{K_H \cdot K_2}, \text{ Па} \quad (5)$$

где σ_T — минимальный предел текучести материала труб, Па;

m — коэффициент условий работы трубопровода [1];

K_H — коэффициент надежности по назначению трубопровода [1];

K_2 — коэффициент надежности по материалу [1].

В зависимости от срока эксплуатации производится пересчет значения R_2 :

$$R_2 = R_2 \cdot \frac{K_Y}{C_6} \quad (6)$$

Значение K_Y и C_6 назначаются согласно табл. 3.2.

ψ_4 — коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла трубопровода (при наличии растягивающих напряжений $\psi_4 = 1$).

$$\sigma_{np} = \sigma_t + \mu \cdot \sigma_{ty} \pm \sigma_{ch}, \text{ Па} \quad (6)$$

σ_t — продольные напряжения от температурного воздействия.

$$\sigma_t = -\Delta T \cdot \alpha_t \cdot E, \text{ Па} \quad (7)$$

где $\Delta T = T_p - T_{yk}$, К

T_p — температура стенки трубопровода при ремонте, К;

T_{yk} — то же при укладке, К;

α_t — коэффициент линейного расширения металла трубопровода, $0,000012 \text{ К}^{-1}$;

E — модуль упругости, $2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$;

μ - коэффициент поперечной деформации, 0,3;

$\sigma_{\text{кш}}$ - кольцевые напряжения от расчетного внутреннего давления

$$\sigma_{\text{кш}} = \frac{\mu \cdot P \cdot D_{\text{вн}}}{D_{\text{н}} - D_{\text{вн}}}, \text{ Па} \quad (8)$$

где μ - коэффициент перегрузки, согласно [1];

P - рабочее давление транспортируемого продукта, Па;

$D_{\text{н}}, D_{\text{вн}}$ - соответственно наружный и внутренний диаметр трубопровода;

σ - максимальные напряжения изгиба

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_2}, \text{ Па} \quad (9)$$

где M_{max} - наибольший изгибающий момент, Па;

W_2 - осевой момент сопротивления, м^3

$$W_2 = \frac{I \cdot 2}{D_{\text{н}}}, \text{ м}^3 \quad (10)$$

В силу специфики работ на п дводных переходах (вытеснение перемещаемого продукта водой), влиянием температурного перепада и внутреннего давления можно пренебречь.

Следовательно, имеем

$$\sigma_{\text{пр}} = \sigma_{\text{и}}, \text{ Па} \quad (11)$$

В программе "Подводный трубопровод I" с шагом $\Delta x = L/20$ в пролете от точки С до точки Е определяется прогиб трубопровода, исходя из следующего уравнения:

$$y(x) = \frac{1}{EI} \left[R_d \cdot \frac{x^3}{6} + R_c \cdot \frac{(x - L_1)^3}{6} + M_d \cdot \frac{x^2}{2} - G \cdot \frac{x^4}{24} - R_1 \cdot \frac{(x - x_1)^3}{6} - R_2 \cdot \frac{(x - x_2)^3}{6} - R_3 \cdot \frac{(x - x_3)^3}{6} - (q - q_0) \cdot \frac{(x - x_4)^4}{24} \right], \text{ м} \quad (12)$$

где X - расстояние от rd по оси X ;

y_0 - расчетное значение прогиба в данной точке.

При необходимости, количество расчетных точек может быть увеличено; для этого необходимо:

изменить размерность массива Y ;

изменить шаг по оси X ;

изменить количество итераций в цикле вычисления прогибов.

Ввод исходных данных для программы "Подводный трубопровод I" осуществляется по формату D . Перфорация исходных данных приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3.

Перфорация исходных данных для программы
"Подводный трубопровод I"

Идентификатор	Позиция	Спецификация
PRIZN	1-3	I 3
HB	4-11	Φ 8.3
G	12-20	Φ 9.2
G	21-29	Φ 9.2
E	30-35	Φ 6.1
I	1-11	Φ 11.5
R2	12-22	Φ 11.5
KY	23-31	Φ 9.2
CG	32-40	Φ 9.2
DIA	41-49	Φ 9.2

По программе "Подводный трубопровод I" возможно проведение расчетов с выполнением условий:

трубопровод полностью расположен на суше ($PRIZN = 0$, $g = g^0$);

трубопровод полностью погружен в воду ($PRIZN = 2$, $g = g^d$);

трубопровод выступает над поверхностью воды на участке

$(c-e)$ ($PRIZN = 1$, $g \neq g^d$).

трубопровод, балластированный пригрузами в количестве до 3-х (P1, P2, P3);

трубопровод разгружен подъемными средствами в количестве до 3-х;

различных сочетаний вышеуказанных условий.

При расчете по первой расчетной схеме получена совокупность графиков (см. рис. 3.4), позволяющая сделать следующие выводы:

для трубопроводов, погруженных в воду, независимо от диаметра, допустимая глубина подсадки одинакова и составляет всего 2,0 метра;

некоторое влияние на глубину подсадки оказывает толщина стенки трубопровода, наибольшее влияние (до 5 %) - у трубопровода ϕ 273 мм, с увеличением диаметра это влияние уменьшается и для ϕ 1220 мм составляет доли процента;

отношение длины вскрытого участка, лежащего на грунте, к общей длине подсаживаемого участка ($\approx 1/4$) для всех диаметров одинаково и составляет 0,42;

значительно влияние на глубину подсадки срока эксплуатации трубопровода: если новый трубопровод допускается затопить на 2 м, то побывавшие в эксплуатации 12 лет - на 1,66 м, 16 лет - на 1,53 м, 18 лет - 1,33 м, 28 лет - 1,24 м, при частичном погружении трубопровода в воду (участок с-с' - в воде) значительно уменьшается допустимая глубина подсадки - она составляет 1,47 м.

При расчете трубопровода по второй расчетной схеме, которая приведена на рис. 3.2, трубопровод рассматривается как консольная балка. При решении дифференциального уравнения прогибов:

$$E \cdot I \cdot y'' = R \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} \quad (13)$$

с учетом следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} x = 0 & \quad y = y' = y'' = 0 \\ x = l & \quad y' = 0 \quad y = HE \end{aligned}$$

При решении уравнения (13) с учетом граничных условий имеем:

$$\begin{aligned} R_A &= q \cdot \frac{L}{3}, \text{ Н} \\ R_B &= \frac{2}{3} \cdot q \cdot L, \text{ Н} \\ M_B &= -q \cdot \frac{L^2}{6}, \text{ Н.м} \end{aligned} \quad (14)$$

Расчетное значение напряжения:

$$\sigma = \frac{M_B}{W_2}, \text{ Па}, \text{ где} \quad (15)$$

$$W_2 = \frac{I \cdot 2}{D}, \text{ м}^3 \quad (16)$$

где I, D см табл. 3.4.

При расчете по второй расчетной схеме может сложиться 2 случая:

- 1 — известна максимально допустимая длина участка для подсадки (защипленного с 2-х сторон), необходимо определить допустимую величину глубины подсадки;
- 2 — трубопровод необходимо подсадить на заданную глубину, определяется длина участка трубопровода, позволяющая подсадить его на заданную величину.

Для определения ветви в программе расчета, по которой необходимо вести расчет, введен некоторый признак **PRIZN**.

Если **PRIZN** = 0, то задана L , необходимо определить F ;

Если **PRIZN** = 1, то задана F , определяется L ;

Значения L и F определяются по следующим формулам:

$$L = \sqrt[3]{\frac{72 \cdot E \cdot I \cdot F}{q}}, \text{ м} \quad (17)$$

$$F = \frac{q \cdot L^4}{72 \cdot E \cdot I}, \text{ м} \quad (18)$$

Для расчета на прочность трубопровода, заглубляемого по второй расчетной схеме, представленной на рис. 3.2, используется программа расчета "Подводный трубопровод 2", приведенная в приложении I. В таблице 3.4 приведены обозначения основных переменных, используемых в данной программе.

Таблица 3.4

Обозначение основных переменных в программе
"Подводный трубопровод 2"

Наименование	Условное обозначение	Размерность	Идентификатор
	2	3	4
Программа расчета	PRIZN	-	0 1
Диаметр трубопровода	D	м	D
Распределенная нагрузка	q	$\frac{H}{м}$	q
Модуль упругости	E	$H/м^2$	E
Осевой момент инерции	I	$м^4$	I
Переменная	$A = \begin{cases} 1, & \text{если} \\ & PRIZN = 0 \\ F, & \text{если} \\ & PRIZN = 1 \end{cases}$	м	A
Расчетное значение сопротивления растяжению	R 2	Н/м	R 2
Коэффициент упрочнения	KY	-	KY
Коэффициент старения	CG	-	CG
Значение прогиба в т.А	F	м	F
Длина подсаживаемого участка	l	м	L
Опорные реакции	R _A R _B	Н	R _A R _B
Опорный момент	M _B	Н·м	M _B
Осевой момент сопротивления	W/2	$м^3$	W/2
Расчетное напряжение	σ	$Н/м^2$	SI6MA

	1	2	3	4
Суммарная длина подсаживаемого участка		4,9	м	4,5
Расстояние от т. А		Х	м	Х
Шаг по оси Х при определении прогибов		h	м	1146
Расчетное значение прогиба в т.Х		у	м	у

Исходные данные для программы "Подводный трубопровод II":

$PRIZN, D, G, I, E, A, R2, KY, CG$

где $E, R2, KY, CG$ - см. описание первой расчетной схемы;

$PRIZN, D, G, I, A$ - см. табл. 3.4.

В программе "Подводный трубопровод II" в пролете от т. А до т. В ведется расчет прогиба трубопровода по формуле:

$$y = \frac{1}{EI} \cdot \left(RA \cdot \frac{x^3}{6} - q \cdot \frac{x^4}{24} \right) \quad , \text{ м} \quad (12)$$

где X - расстояние от т. А по оси X , м;

y - расчетное значение прогиба в т. X , м.

При необходимости, количество расчетных точек может быть увеличено, для этого необходимо:

изменить шаг по оси X - **1146**

количество итераций в цикле вычисления прогибов.

В программе "Подводный трубопровод II" возможно проведение расчетов:

трубопровод полностью погружен в воду;

трубопровод полностью расположен на суше.

В таблице 3.5 приведен пример перфорации исходных данных для программы "Подводный трубопровод II".

Таблица 3.5

Перфорация исходных данных для
программы "Подводный трубопровод II"

Идентификатор	I	Позиция	I	Спецификация
PRIZN		1-3		I, 3
D		4-15	D	I 2.4
G		16-27	D	I 2.4
I		28-29	D	I 2.4
E		30-41	D	I 2.4
H		1-12	D	I 2.4
R2		13-24	D	I 2.4
KV		25-33	D	9.2
CG		34-42	D	9.2

При расчете подводного трубопровода по третьей расчетной схеме, которая приведена на рис. 3.3, он рассчитывается как балка свободно лежащая на двух опорах по формулам

$$M_{изг} = \frac{q \cdot L^2}{8} \quad , \text{ н.м} \quad (20)$$

$$R_A = R_B = \frac{q \cdot L}{2} \quad , \text{ н} \quad (21)$$

Максимальный прогиб

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad , \text{ м} \quad (22)$$

Максимальное напряжение при изгибе

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_z} \quad , \text{ Па} \quad (23)$$

В таблице 3.6 приведены обозначения оснoвных переменных,
а в таблице 3.7 - перфорация исходных данных для программы "Под-
водный трубопровод III". В приложении I приведена распечатка про-
граммы "Подводный трубопровод III".

Таблица 3.6

Обозначение основных переменных в программе
"Подводный трубопровод III"

Наименование	Условное обозначение	Размерность	Идентификатор
Длина пролета	L	м	L
Распределенная нагрузка	q	Н/м	G
Диаметр трубопровода	D	м	D
Осевой момент инерции	I	м ⁴	I
Модуль упругости	E	Н/м ²	E
Коэффициент упрочнения	KV	-	KV
Коэффициент старения	CG	-	CG
Расчетное значение сопротивления	R_2	$\frac{H}{M^2}$	R 2
Расчетное напряжение	σ	$\frac{H}{M^2}$	SIGMA
Шаг по оси X при определении прогибов	h	м	HLA
Расстояние от т. А	X	м	X
Расчетное значение прогиба	y	м	y

Расчетное значение прогиба в программе "Подводный трубопровод III" определяется из следующего уравнения:

$$y = \frac{1}{EI} \cdot \left(R_2 \cdot \frac{x^3}{6} - q \cdot \frac{x^4}{24} + C_1 \cdot x \right), \text{ м} \quad (24)$$

где X - расстояние от точки А по оси X, м;

y - расчетный прогиб в этой точке, м;

C_1 - постоянная интегрирования

$$C_1 = -q \cdot \frac{L^3}{24} \quad (25)$$

При необходимости, количество расчетных точек может быть увеличено, для этого необходимо:

изменить шаг по оси X;

изменить количество итераций в цикле вычисления прогибов.

В таблице 3.7 приведен пример перфорации исходных данных

Таблица 3.7

Пример перфорации исходных данных для программы "Подводный трубопровод II"

Идентификатор	Позиция	Спецификация
L	I-12	D 12.4
B	13-24	D 12.4
D	25-36	D 12.4
I	37-48	D 12.4
E	49-60	D 12.4
KV	I-10	D 10.3
CG	11-20	D 10.3
R.2	21-30	D 10.3

По программе "Подводный трубопровод II" возможно проведение расчетов с учетом условий: трубопровод полностью погружен в воду; трубопровод полностью находится на поверхности.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА РАЗМЫТЫХ И ПРОВИСНЫХ УЧАСТКОВ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА НЕФТЕПРОВОДА МЕТОДОМ "ПОДСАДКИ"

4.1. Капитальный ремонт подводного перехода нефтепровода можно вести двумя способами - без разрезки трубопровода или с разрезкой и сваркой катушки. Способ ремонта назначается по результатам расчета напряженного состояния.

4.2. Капитальный ремонт подводного перехода нефтепровода методом "подсадки" выполняется посредством операций, оборудования и материалов, представленных в табл.4.1.

В табл. I в графе "Способ ремонта":

I - без разрезки;

2 - с разрезкой и вваркой компенсирующей катушки;

л - в летнюю межень;

з - в зимнюю межень.

4.3. При разработке проекта единичного технологического процесса перечень указанных операций, оборудования и материалов уточняется исходя из гидрогеологических условий, технического состояния ПН и наличия машин и механизмов.

4.4. В рабочем проекте также указывается комплекс дополнительных плавучих средств, обслуживающих земснаряд и обеспечивающих его постоянную работу, буксировку этих судов, перемещение якорей земснаряда, доставку топлива и другие необходимые производственные операции.

4.5. Все перечисленные средства ведения КР, а также эго метрологического обеспечения выбираются проектной организацией по "Табелю технического оснащения баз (группы) технического обслуживания и ремонта ПН".

4.6. По окончании ремонта проводится восстановление берегоукрепления по схеме, установленной рабочим проектом.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ "ПОДСАДКИ"

5.1. При разработке проекта единичного технологического процесса необходимо решение трех основных задач:

определение необходимого планово-высотного положения трубопровода, гарантирующего надежную эксплуатацию ПН в течение заданного периода;

выявление действительного напряженного состояния и планово-высотного положения трубопровода;

Примерный перечень операций, оборудования и материалов, используемых при ремонте провисающих и разбитых участков перехода нефтепровода методом "подсапки"

Наименование операции	2				Материалы	Способ ремонта
	1	3	4	5		
1. Предпроектное обследование подводных переходов для уточнения объемов работ	Буддозер	Бодолазная станция или станция приборного обследования				1,2 л,з
2. Произвести снятие плодородного слоя почвы с удалением его в место складирования и планировку площади						1,2 л,з
3. Перекрыть задвижки в колодцах для прекращения поступления нефти при ремонте						1,2 л,з
4. Разработать траншею для врезки отводов на береговом участке трубопровода	Экскаватор					1, л,
5. Разработать котлован для сбора нефтяной эмульсии	Экскаватор					1,2 л.
6. Произвести врезку отводов на береговых участках III нефтепровода	Сварочный агрегат	Отводы необходимого диаметра				1,2 л,з
7. Удалить из нефтепровода перекачиваемый продукт с замещением и промывкой внутренней полости водой	МП-800-НП 1600	Вода, разделитель				1,2 л,з
8. Снять грунт с трубопровода на берегу, начиная от уреза воды, на всю длину заглубляемого участка, оставляя мешку дном траншеи и верхней образующей трубы слой грунта 0,2-0,3 м	Экскаватор					1,2 л,з

1	2	3	4	5
9.	Разрезать трубопровод на береговом участке и постараться заглушку	Агрегат для резки, сварочный агрегат		2, д,з
10.	Произвести разрезку льда для сооружения мины	Ледорезная машина		1, з.
11.	Установить сани, плавсредства, земснаряд	Буксирный катер, лебедка		1,2, л,з
12.	Снять грунт с русловой части трубопровода на глубину полного диаметра и переуглубления	Земснаряд, сани, гидромонитор		1,2, л,з
13.	Разрабатывать траншеи для дозаглубления подводного трубопровода на расчетную циклическую величину			
13.1.	Разрабатывать береговую траншею под заглубляемый участок трубопровода	Экскаватор		1,2, л.
13.2.	Разрабатывать подводную траншею под заглубляемым участкам трубопровода (циклично, согласно расчету напряженного состояния). После каждого цикла производить водлазное обследование и определение планово-высотного положения трубопровода)	Земснаряд. Водолазная станция с комплектом оборудования для диагностики трубопровода		1,2, л,з
14.	Произвести доработку береговой и русловой траншей, устройство перемычек и обводки	Экскаватор, передвижная насосная установка малой мощности, водозащитный бот, земснаряд		1,2, л,з

15. Произвести инспектирование соответствия положения ППН проектным отметкам и состоянием изоляции и тела трубы

Подоплазная станция (или станция присоединения) с комплектом оборудования для диагностики трубопровода

1,2,
л.з

16. Бросать катушку в трубопровод, удалить отводки

Наружный центратор, сварочный агрегат, трубоукладчик

Электроды, катушка

2,
л.

17. Произвести контроль стыков

Передвижная рентгеномагнитографическая лаборатория РМЛ-2В на шасси ГАЗ-66

1,2,
л,з

18. Заизолировать участок трубопровода в месте компенсирующей вставки

Изоляционная пленка, грунтовка

2,
л.

19. Произвести гидравлическое испытание ППН (зимой необходимо предохранить приборы от замерзания)

Опрессовочный агрегат

1,2,
л,з

20. Произвести замыкание трубопровода и восстановление берегоукрепления (земснаряд, шаланда (баржа)

Бульдозер, погрузчик, планкран, телескопический рукав

1,2,
л,з.

21. Произвести засыпку береговой траншеи

Бульдозер

1,2,
л,

22. Произвести повторное водолазное обследование

Водолазная станция (или станция приборного обследования) с комплектом оборудования для диагностики трубопровода

1,2,
л,з

определение очередности и величины дозаглубления участков трубопровода для принятия им планируемого планово-высотного положения при соблюдении допустимых напряжений в трубопроводе.

5.2. Планируемое планово-высотное положение определяется на основе прогноза величины возможных размывов русла реки и ее берегов на планируемый срок эксплуатации с использованием материалов всех обследований ППН, гидрологических изысканий и данных о процессах переформирования русла и берегов с тем, чтобы обеспечить при размывах слой грунта над верхом трубопровода не менее 0,5 м согласно [1] .

5.3. Планово-высотное положение трубопровода и его предремонтное напряженное состояние выясняются в результате обследования ППН согласно [27] и расчета напряженного состояния согласно "Методике расчета напряженного состояния подземных трубопроводов при ремонте методом "подсадки".

5.4. Очередность подсадки участков ППН, длина вскрываемого участка, глубина подсадки за один проход трубозаглубительной техники назначаются в зависимости от расчетных напряжений как предремонтных, так и возникающих в трубопроводе в процессе "подсадки".

Необходимо строго соблюдать последовательность разработки траншей, указанную в рабочем проекте и в ППР, для исключения возникновения в трубопроводе повышенных напряжений и его разрушения.

5.5. Для осуществления постепенного дозаглубления трубопровода в соответствии с прочностными величинами возможно использование грунтовых выступов и перемычек, а также поддержки с поверхности водоема.

5.6. При дозаглублении ППН необходимо стремиться к наименьшему числу проходов земснаряда при соблюдении допустимых напряжений в трубопроводе и допустимых длин криволинейных участков, а также

прогибов, определенных расчетом. Проектом необходимо предусматривать также и доработку грунта под трубопроводом гидромониторными установками.

5.7. Необходимо следить за отметками дна траншей в процессе заглубления и не допускать переуглубления их ниже проектного, чтобы не вызвать повышенных напряжений в трубопроводе.

В приложении приведен пример дозаглубления трубопровода.

6. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

6.1. При проектировании и ведении земляных работ необходимо руководствоваться следующими нормативными документами [1,2,4,5, 6,16,21,30] .

6.2. Земляные работы при капитальном ремонте ПНН методом подсадки заключаются в следующем:

срезка почвенно-растительного слоя бульдозером с перемещением грунта для хранения и последующей рекультивации;

планировка площади бульдозером для устойчивой и надежной работы машин и механизмов;

разработка траншей для врезки отводов на береговом участке ПНН;

снятие грунта с трубопровода, начиная от уреза воды на всю длину береговой траншей на участке дозаглубления;

снятие грунта с русловой части ПНН на протяжении разрабатываемой подводной траншей на участках, подлежащих заглублению земснарядом и гидромонитором;

разработка траншей в береговой, приуездной и русловой части на участках дозаглубления трубопровода;

заполнение и отсыпка каменными материалами подводных траншей;

отсыпка береговой траншей;

рекультивация почвы.

При выполнении ремонта в зимнюю межень земляные работы, проводимые на берегу (разработка траншеи для прокладки отводов на берегу участка ППН и разработка котлована для сбора нефти) следует производить заранее при плюсовой температуре с учетом гидрологического режима реки.

6.3. Земляные работы при ремонте ППН следует выполнять механизированным способом. Выполнение земляных работ вручную допускается лишь в тех местах, где механизация работ затруднена (пересечение трубопровода с подземными коммуникациями и т.п.).

6.4. Разработка грунта в местах пересечения трубопровода с другими подземными коммуникациями допускается лишь при наличии письменного разрешения и в присутствии представителя организации, эксплуатирующей эти подземные коммуникации.

6.5. Порядок выполнения земляных работ на ППН с применением земснарядов должен быть согласован с техническим участком эксплуатации конкретного бассейнового управления водного пути на стадии разработки ППР и непосредственно перед началом работ.

6.6. Использование земснарядов Минречфлота должно быть оговорено в проекте и согласовано со строительной организацией с учетом местных гидрогеологических и других факторов.

6.7. Способы выполнения земляных работ при ремонте ППН определяют проектом производства работ в зависимости от гидрогеологических условий ППН и конкретного напряженного состояния трубы.

6.8. Разработку траншей в приурочных и русловых участках производят в соответствии с наряд-заданием, утвержденным руководителем работ на объекте.

В наряд-задании указываются обязательные условия выполнения работ:

размеры траншеи (длину-ширину-глубину).

объем выемки;

расчетную производительность земснаряда для конкретных участков перехода;

планируемое рабочее время, необходимое для выполнения работ и плановых остановок;

место отвалов грунта;

очередность выполняемых работ на переходе.

6.9. Контроль качества земляных работ осуществляется в соответствии с [9] и оглашается в ППР.

6.10. Рекультивация земли производится в соответствии с [12]

Разработка траншей на участках ПН,
подлежащих "подсадке"

6.11. Поперечный профиль и размеры разрабатываемой траншеи устанавливаются рабочим проектом в зависимости от величины дозы-глубины, принятого способа ведения земляных работ и т.д.

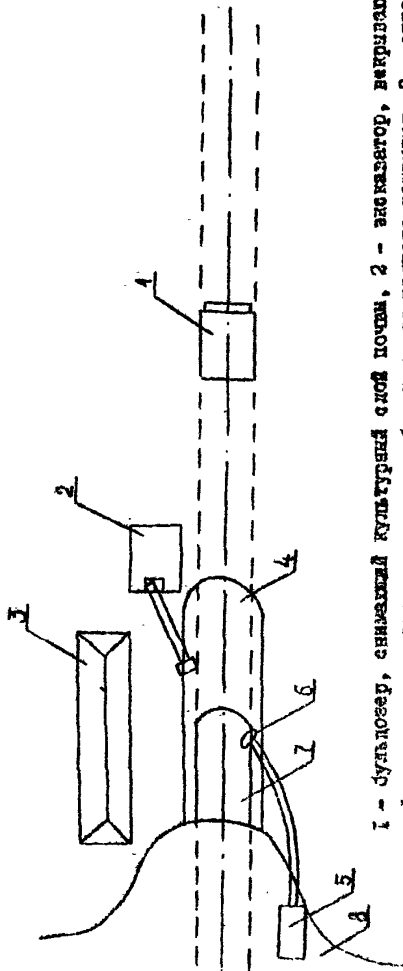
6.12. При вскрытии берегового участка трубопровода ковшом экскаватора, не приспособленным для полного вскрытия (рис. 6.1), необходимо разрабатывать грунт на расстоянии 0,15-0,20 м до вершин и боковых образующих трубы. Доработка траншеи производится насосной установкой малой мощности.

6.13. При разработке берегового участка трубопровода ковшом экскаватора, не приспособленным для забора грунта из-под трубы, возможны два варианта разработки траншеи (рис. 6.2).

6.14. При определении размеров разрабатываемой траншеи необходимо учитывать обрушивание и оплывание стенок траншеи на дне при сползании трубы.

При разработке траншеи с одной стороны ее следует переуглублять против проектных отметок дна трубопровода.

Схема раздаточной машины и механизмов при вскрытии берегового участка нефтепровода в летнюю межень



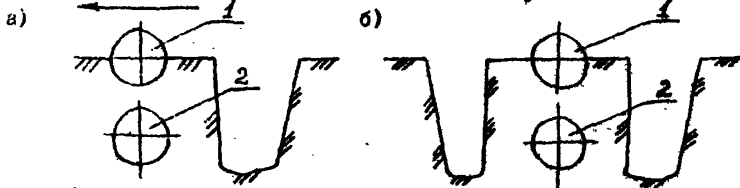
1 - бульдозер, снимающий культурный слой почвы, 2 - элканатор, вскрывающий нефтепровод, 3 - отвал грунта, 4 - часть нефтепровода со слоем грунта в 0,15-0,20 м, 5 - высота установа жёлобности, 6 - гидромониторный наездок для полного вскрытия грунта, 7 - вскрытый участок трубопровода, 8 - ручка.

Дис. 5.1.

Разработка береговой траншеи экскаватором

Течение реки

Доработка грунта вручную насосной
установкой



а) разработка траншеи с одной стороны от трубопровода;

б) разработка двух траншей с двух сторон от трубопровода.

1 — первоначальное положение трубы; 2 — дозаглубленная труба

Рис. 6.2

Объемы земляных работ двух вариантов разработки траншеи практически равны, с некоторым увеличением во втором.

Предпочтительнее I-й вариант, т.к. при разработке одной траншеи уменьшается число проходов техники.

6.15. Необходимость устройства грунтовых перемычек определяется напряженным состоянием трубы и указывается в рабочем проекте.

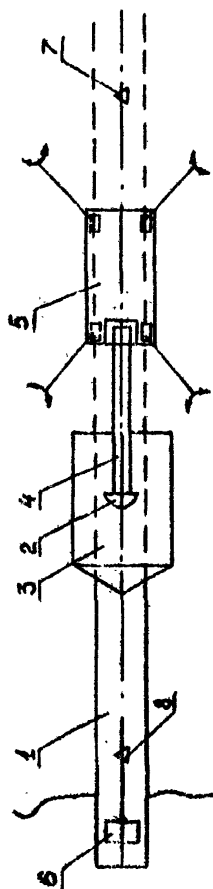
6.16. Устранение грунтовых перемычек производится передвижной насосной установкой малой мощности.

6.17. Разработка подводной траншеи при капитальном ремонте III методом "подсадки" ведется с использованием земснаряда.

6.18. Размеры подводных траншей, а также способ их разработки (один или несколько проходов земснаряда) на участках дозаглубления определяются из расчета напряженного состояния, а также с учетом скоростей потока и заносения траншей транспортируемыми наносами.

6.19. Разработка подводной траншеи производится в два этапа: расчистка трубопровода (рис. 6.3, 6.4) и непосредственно разра-

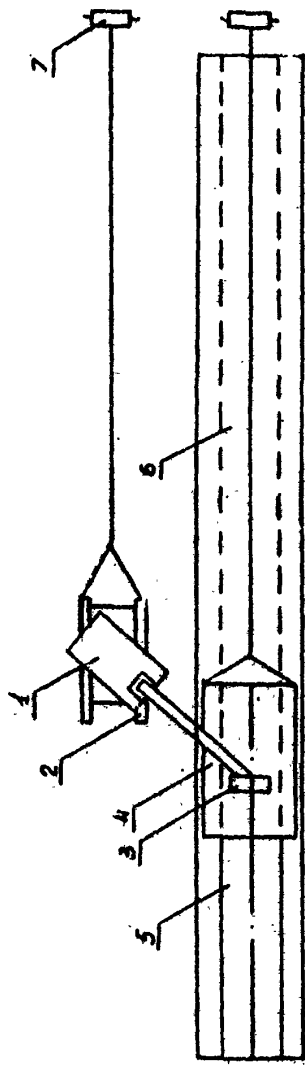
Схема расположения машин и механизмов при монтаже подземного участка трубопровода замкнутым в ленточный желоб



1 - ленточный участок трубопровода, 2 - грузоподъемное устройство, 3 - салазки, 4 - приводной вал и шестерня, 5 - приводной вал и шестерня, 6 - стрела подъемника, 7 - замкнутый, 8 - лента, 9, 10 - бул.

рис. 6.3

Схема разстановки машин и механизмов при монтаже
повального участка трубопровода земснарядом и земным
устройством



1 - земснаряд, 2 - кабель, обеспечивающий движение земснаряда, 3 - катушкозаборное устройство, 4 - кабель, ограничивающий и направляющий движение грунтозаборного устройства, 5 - земное устройство, 6 - кабель, 7, 8 - лебедки.

Рис. 5.4

ботка траншеи (рис. 6.5, 6.6).

6.20. Разработка подводной траншеи земснарядом начинается с разработки забоя на расстоянии от трубы, обеспечивающем ее безопасность, но не менее 2 м от трубопровода [8]. Затем от забоя грунто-заборное устройство при разработке грунта передвигается непосредственно к трубопроводу (на место разработки траншеи) и в дальнейшем передвигается вдоль трубопровода, разрабатывая траншею.

6.21. Извлеченный земснарядом грунт удаляют по плавучему пульпопроводу или маландам в подводные или береговые отвалы. Места складирования грунта намечает проектная организация и согласовывает со всеми заинтересованными организациями.

Засыпка траншеи

6.22. Засыпка траншеи производится после

окончательной подсадки трубы;

проверки соответствия ее положения проектному;

инспекции изоляции и тела трубы;

проведения гидравлического испытания трубопровода.

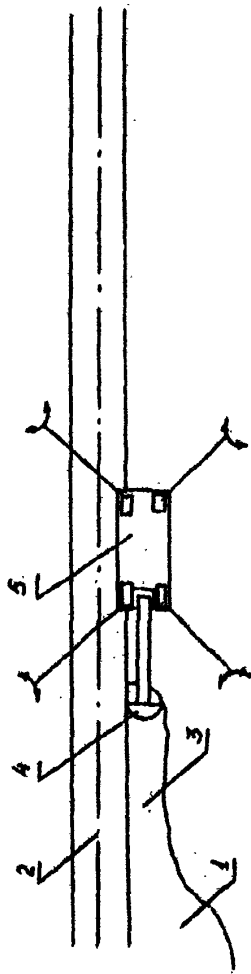
6.23. Засыпку траншеи в береговых и прибрежных участках перехода необходимо производить грунтом, устойчивым против размыва, для избежания быстрых повторных размывов трубопровода и возможных коренных переформирования русла и берегов на участке подводного перехода.

Засыпка береговой траншеи производится с запасом грунта на величину осадки. Величина запаса зависит от вида грунта и глубины траншеи.

Засыпка траншеи производится грунтом, исключаящим механическое повреждение трубопровода и его изоляции.

6.24. Засыпка подводной траншеи производится намывом грунта и земснарядом. Намыв грунта производится по одной из двух схем

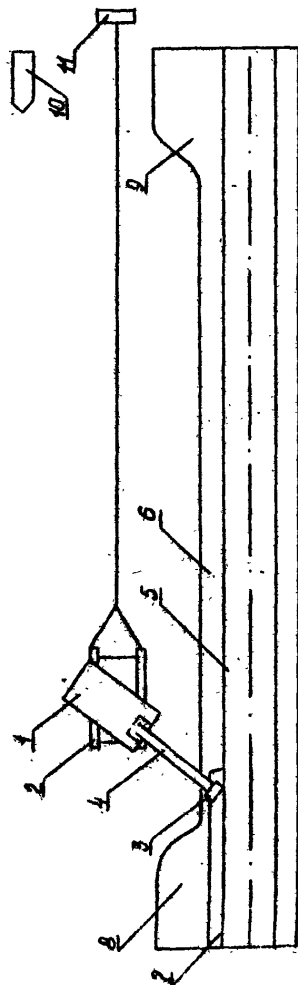
Станд. расчетная машина в механизмах при разработке
контрфорс траншей земснарядом в ленточном режиме



1 - рама, 2 - масляный насос, 3 - рама, 4 - разборная опора,
5 - грунт.

Рис. 6.5

Схема расстановки машин и механизмов при разработке
покрытой траншеи земснарядом в зимнее время



1 - земснаряд, 2 - насос, 3 - грузоподъемное устройство, 4 - насос земснаряда,
5 - дизельный двигатель, 6 - машина, 7 - насос, 8 - траншея, 9 - насос, 10 - передвижная машина,
II - линия.

Рис. 6.6

(рис. 6.7, 6.8) в зависимости от места забора грунта.

При заборе грунта с берега любым способом (самосвал, кран и т.п.) грунт должен пройти через калибровочную решетку приемного бункера, разрыхлиться гидроэжекторными размывателями и поступить через приемную часть гидрозлеватора в пульпопровод. При необходимости (должно быть обосновано проектом) после замыва (засыпки) подводной траншеи грунтом производится крепление дна отсыпкой каменными материалами.

Отсыпка каменными материалами производится по одной из двух схем (рис. 6.9, 6.10) в зависимости от времени года.

Намыв грунта в подводную траншею можно заменить отсыпкой разрыхленного грунта по схеме (рис. 6.7, 6.8) с обязательным использованием калибровочной решетки в раздаточном бункере, с последующей отсыпкой каменными материалами.

При намыве и отсыпке грунта и каменных материалов необходимо использование направляющих устройств для уменьшения расцеивания грунта и каменных материалов.

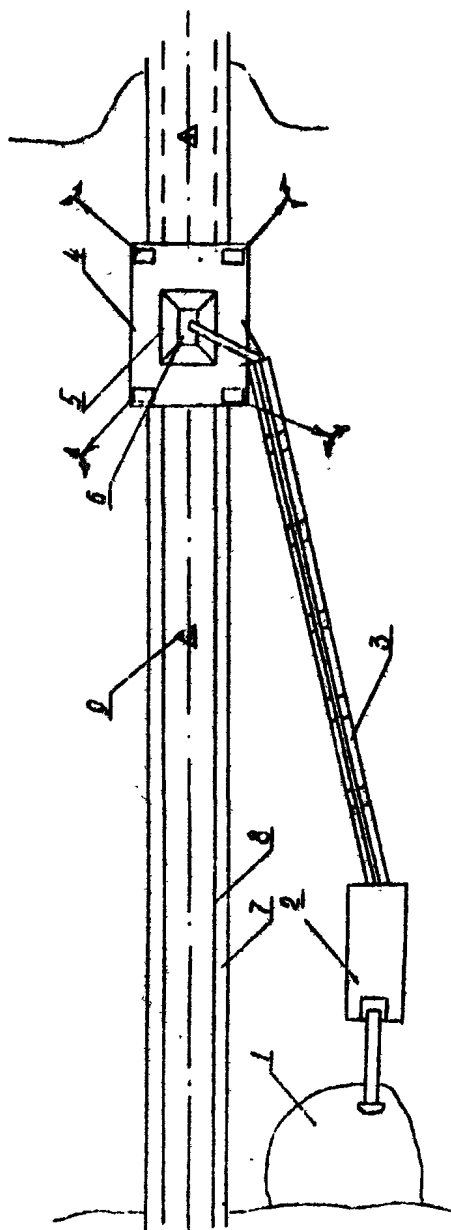
7. ИСПЫТАНИЯ ТРУБОПРОВОДА

7.1. Работы по испытанию трубопровода, уложенного на заданные отметки, прошедшего инспекцию изоляции и тела трубы, а также необходимый ремонт выявленных дефектов изоляции, проводятся в соответствии с требованиями [2, 10, 24].

7.2. Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания трубопровода на прочность давление остается неизменным (с учетом температурных изменений).

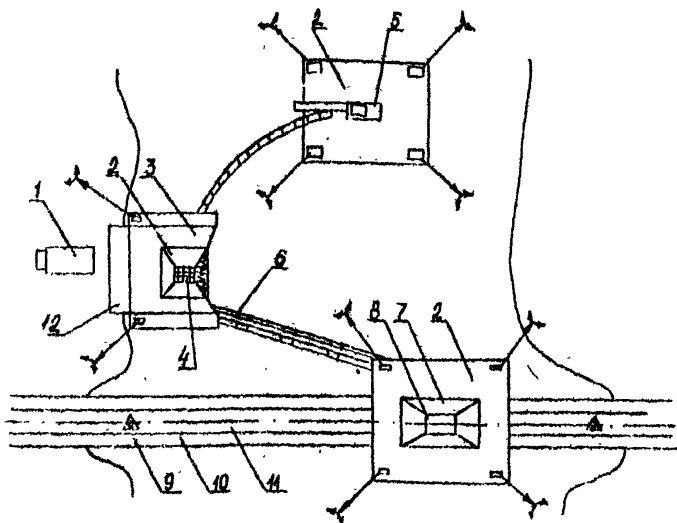
7.3. Вытеснение воды из трубопровода после испытаний может осуществляться перемещением водяной пробки в потоке нефти к НПС или пункта сдачи нефти с ее последующим дренажом через ревер-

Схема системы подвешивания траншей земляными



1 - отвал (склад) грунта, 2 - землянка, 3 - тросовый канат, 4 - платформа, 5 - раздаточный бункер, 6 - телескопическая рука, 7 - траншея, 8 - трубопровод, 9 - бул.

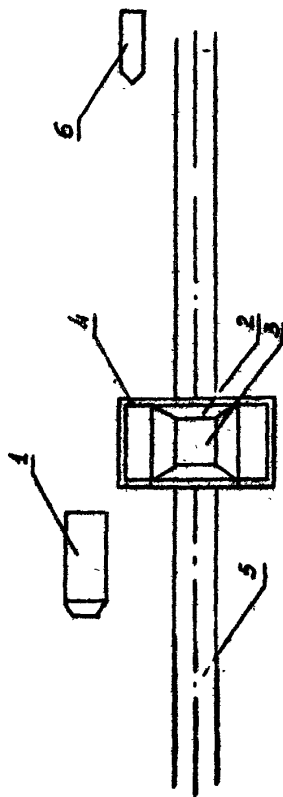
Схема запыляющей полевой траншеи с берега
гидромеханизированной установки



1 - емкость (кран), 2 - планшета, 3 - приемный бункер,
4 - калибровочная решетка, 5 - насосная установка,
6 - трубопровод, 7 - разгрузочный бункер, 8 - телескопический
рукав, 9 - буй, 10 - траншея, 11 - трубопровод, 12 - трап.

Рис. 6.8

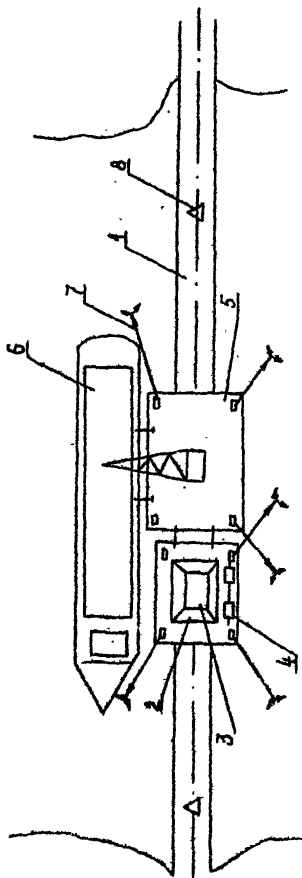
Схема системы трубопровода со жидкой



1 - соединитель в трубе, 2 - раздаточный бункер, 3 - теплообменник
рукав, 4 - бак, 5 - бак, 6 - бак, образованный по оси соединительной трубы,
6 - латорезная машина.

Рис. 6.9

Схема заделки неглубокой траншеи гидротермическим планкромом



1 - траншея, 2 - раздаточный бункер, 3 - телескопический ручка, 4 - ручные тяговые лебедки, оборудованные якорями, 5 - планкром, 6 - сарма с грунтом, 7 - удерживающие якоря, 8 - болт.

Рис. 6.10

вуары в нефтеловушку или сбросом ее из подводного перехода путем выдавливания нефти из работающей нитки нефтепровода в котлован (амбар) с последующей утилизацией.

7.4. Размеры охранной зоны при испытаниях устанавливаются в соответствии с "Правилами техники безопасности при строительстве магистральных стальных трубопроводов".

7.5. Перед проведением испытаний необходимо уточнить источники и места забора воды для заполнения трубопровода.

8. СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

8.1. При ремонте ППН методом "подсадки" сварочные работы производятся при врезке катушки или отводов.

8.2. При врезке катушки материал ее должен соответствовать материалу подсаживаемой трубы.

8.3. При выполнении сварочно-монтажных работ должны соблюдаться все требования проекта на капитальный ремонт и требования, установленные в [2,9,10] .

8.4. Типы и марки применяемых электродов по своим механическим свойствам, назначению должны соответствовать марке стали свариваемой трубы и обеспечивать свойства сварного соединения не ниже основного металла.

8.5. При выполнении сварочных работ допускаются сварщики, прошедшие специальное обучение технике сварки и сдавшие квалификационные испытания, предусмотренные [2,9] и "Правилами аттестации сварщика".

8.6. Перед сваркой труб и приваркой катушки необходимо произвести:

визуальный осмотр поверхности труб (при этом трубы не должны иметь недопустимых дефектов);

очистку внутренней полости труб от попавшего внутрь грунта и т.д.;

выправку деформированных концов и повреждений поверхности труб;

зачистку до металлического блеска кромок и прилегающих к ним внутренней и наружной поверхности труб на ширину не менее 10 мм. Зачистка производится шлифовальными машинами или металлическими щетками.

8.7. Расстояние между швами приварки катушки и кольцевыми стыками должно быть не менее диаметра трубы.

8.8. Сборка стыков производится с помощью наружных центраторов и автокрана или трубоукладчика. Совмещать кромки следует так, чтобы после сборки смещение не превышало 25 % толщины стенки труб (но не более 3,0 мм) на участке не более 1/4 длины окружности стыка.

8.9. Контроль качества сварных соединений производится согласно [2]:

пооперационным контролем, осуществляемым в процессе сборки и сварки стыков;

внешним осмотром сварного шва при помощи щупов и калибров для измерения технологического зазора, а также размера и формы шва;

физическими методами путем просвечивания рентгеновскими или гамма-лучами в объеме 100 %.

Послеоперационный контроль и внешний осмотр сварных швов проводятся подготовленными специалистами; результаты контроля фиксируются в сварочном журнале.

Контроль физическими методами выполняет лаборатория радиографии сварных швов.

8.10. Ремонт алмазосварных стыков не допускается.

9. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ РЕМОННЫХ РАБОТ

9.1. Капитальный ремонт ПНН методом подсадки должен производиться под руководством ответственного инженерно-технического работника, назначенного приказом по РУМН и прошедшего проверку знаний правил производства работ, техники и пожарной безопасности согласно требованиям Единой системы управления охраной труда в Министерстве нефтяной промышленности, утвержденной 1 сентября 1985 г. (М.: Миннефтепром, 1985) [23] .

9.2. Инструкции и положения разрабатываются на основании документов, регламентирующих условия и правила безопасности труда. Перечень этих документов представлен в [23, 25, 30] .

9.3. В случае введения новых приемов работ по ремонту ПНН методом подсадки применение новых материалов, новых видов ремонтно-строительных машин и механизмов, по которым безопасные приемы и методы работы не предусмотрены действующими нормативно-техническими документами по охране труда и технике безопасности, следует их разработать в УМН (РУМН), РСУ в соответствии с требованиями нормативных документов.

Ответственность за соблюдение требований техники безопасности должна возлагаться на командиров судов земкаравана, а на время несения вахты при обслуживании рабочих устройств и всей судовой техники - на вахтенного начальника.

Каждый член экипажа должен иметь и хорошо знать инструкции по безопасности труда на рабочих местах.

9.4. Производство работ на участках судового хода должно быть предварительно согласовано с судоводительской инспекцией. При этом необходимо создать условия, исключаящие внезапное появление судов и пересечение ими трассы во время работы.

9.5. При необходимости использования водолазного труда все работы проводятся в соответствии с [25,30].

9.6. При выполнении электросварочных работ и обслуживании электросварочного оборудования следует выполнять требования СНиП "Санитарных норм и правил при сварке и резке металлов" Минздрава СССР, а также указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию, изложенные в инструкции завода-изготовителя.

К обслуживанию электросварочных установок и работе на них допускаются специалисты, имеющие удостоверения и не ниже II квалификационной группы по технике безопасности.

Металлические части электросварочных установок, не находящиеся под напряжением во время работы (корпусы электросварочного генератора, выпрямителя, преобразователя), а также свариваемые изделия и конструкции должны быть заземлены.

Сварку разрешается применять на расстоянии не менее 10 м от легковоспламеняющихся или взрывоопасных материалов.

9.7. При контроле сварных стыков гамма-просвечиванием следует соблюдать дополнительные требования техники безопасности.

9.8. При работе с грунтовыми, клеями, растворителями, изоляционными и оберточными лентами следует строго соблюдать правила хранения и транспортирования их. Склады должны быть оборудованы противопожарным инвентарем. При работе с грунтовыми следует пользоваться респираторами типа Ру 260 м с фильтрующим патроном марки "В" (ГОСТ 17269-71) или РПГ-67А (ГОСТ 12.4.004-74).

9.9. При испытании ППН устанавливается охранный зона. В процессе испытания люди, механизмы и оборудование должны находиться за пределами охранной зоны.

9.10. К производству работ допускаются рабочие, одетые в спецодежду и спецобувь согласно отраслевым нормам бесплатной выдачи одежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты,

и предохранительные приспособления.

9.11. На ремонтных участках должны быть организованы места для приема пищи, отдыха, сна (палатки, вагончики). В палатках, вагончиках должны быть умывальники, душ.

9.12. Персонал, занятый ремонтом ИПН, должен быть обучен правилам и приемам оказания первой (доврачебной) помощи.

Ремонтные участки должны быть обеспечены аптечкой с медикаментами и перевязочными материалами.

При несчастных случаях необходимо оказать первую доврачебную помощь пострадавшему, вызвать скорую медицинскую помощь, сообщить об этом непосредственному начальнику и сохранить без изменения обстановку на рабочем месте до расследования, если она не создает угрозы для работающих и не приводит к аварии.

9.13. На месте производства ремонтных работ должен постоянно находиться вахтовый автотранспорт. Транспортные средства, предназначенные для перевозки людей, должны быть исправными и подвергаться ежедневному техническому осмотру.

9.14. При использовании водолазного труда необходимо руководствоваться "Едиными правилами охраны труда на водолазных работах".

9.15. При ведении ремонтных работ в зимнее время предусматривается утепление помещений, размещение отопительных приборов и сушилок для рабочей одежды.

10. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЗРЫВО-ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ

10.1. Все организационно-технические мероприятия по проведению капитального ремонта ИПН методом подсадки должны выполняться с соблюдением требований следующих документов:

"Правил пожарной безопасности в нефтяной промышленности";

"Правил пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов";

постановлений исполкомов местных советов народных депутатов по вопросам пожарной охраны;

указаний и постановлений Министерства нефтяной промышленности и Главтранснефти Миннефтепрома по вопросам пожарной охраны.

10.2. На каждом ремонтном участке должна быть разработана конкретная инструкция о мерах пожарной безопасности, в которой должны быть отражены меры по предупреждению пожара, изложены действия по его ликвидации, вызову ближайшего пожарного подразделения.

10.3. Ответственность за организацию пожарной охраны, своевременное выполнение противопожарных мероприятий, мер пожарной безопасности возлагается на руководство РСУ и РНПУ или УМН.

10.4. На каждом ремонтном участке должна быть пожарная автоцистерна или цистерна (емкость) объемом не менее 1500 л, заполненная раствором пенообразователя, с пожарной мотопомпой М-1600; кошма войлочная или асбестовое полотно размером 2х1,5 м - 2 шт; огнетушители ОП-50 - 5 шт; ведра - 10 шт; лопаты и ломы - по 5 шт.

10.5. Со всеми работающими на участке должны проводиться противопожарный инструктаж и занятия по тематике пожарно-технического минимума.

При введении в эксплуатацию нового оборудования, если в результате этого произошло существенное изменение условий, влияющих на пожарную опасность данного участка, с рабочими данного участка проводится дополнительный инструктаж.

10.6. Ответственность за соблюдение установленных противопожарных мероприятий на каждом рабочем месте возлагается на рабочего, обслуживающего данный участок работы.

10.7. В случае возникновения пожара необходимо прекратить все работы по ремонту трубопровода. Ответственность за правильность действий по ликвидации пожара, в соответствии с заранее разработанным разделом инструкции по пожарной безопасности и безопасности работающих, возлагается на старшего руководителя, находящегося на месте работ.

II. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

II.1. С целью охраны окружающей среды при выполнении ремонтных работ должны предусматриваться:

- соблюдение всех действующих стандартов, норм и правил в области охраны окружающей среды и других требований [1,2,12] ;
- рациональное использование природных ресурсов;
- своевременная ликвидация последствий загрязнения окружающей среды (локализация нефти в местах утечки с применением боновых заграждений, сбор нефти с поверхности водоема путем отвода в котлован, откачки с помощью распыления перлита);
- систематический контроль степени загрязнения водной среды нефтью и нефтепродуктами.

II.2. Подводно-технические работы, производимые при ремонте ПН, согласно статье II "Основ водного законодательства СССР и союзных республик", подлежат согласованию по использованию и охране вод исполкомами местных советов народных депутатов и другими органами.

II.3. Предоставленные нефтепроводному управлению во временное пользование на момент ремонта сельскохозяйственные и лесные угодья должны быть возвращены в состоянии, пригодном для использования по назначению в соответствии с "Положением о порядке передачи, рекультивации земель землепользователям предприятия.

разрабатываемыми месторождениями полезных ископаемых и торфа, проводящими геологоразведочные, поисковые работы, связанные с нарушением почвенного покрова" (Охрана окружающей среды. -Л., Судостроение, 1978), а также [22,17,18] .

II.4. При замещении нефти водой в трубопроводе необходимо предусмотреть способы приема использованной воды (промышленные специальные емкости, котлованы, пруды-накопители и т.д.) и исключить попадание ее в водостоки, водоемы и пониженные участки рельефа.

Прибрежные и береговые котлованы должны быть сооружены ниже по течению. Объем котлована должен быть не менее объема ремонтируемого ППН.

II.5. Работы по ликвидации загрязнения почвы и водной среды нефтью производятся в соответствии с заранее разработанными специальными мероприятиями.

II.6. При разработке и засыпке подводной траншеи грунто-разрабатываемыми средствами в воду не должны попадать топливо, масло, производственные и бытовые отходы. Необходимо стремиться к снижению потерь грунта в процессе транспортирования и укладки его в речной поток до значения, при котором мутность осветленной пульпы, уносимой потоком в зоне траншеи, не превышала бы величину, допустимую нормами для конкретного водоема.

Расчет размывания при разработке грунта под водой представлен в приложении 3.

II.7. В местах предполагаемого загрязнения окружающей среды необходимо организовать контроль воды, воздуха и почвы с целью определения степени загрязнения и своевременного принятия мер по устранению причин и последствий загрязнения.

II.8. При производстве ремонтных работ необходимо учитывать, что вредное воздействие на окружающую среду увеличивается с увеличением сроков ремонта и с возрастанием объемов работ.

П Е Р Е Ч Е Н Ь

использованных нормативных и руководящих документов

1. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы. - М.: Стройиздат, 1985.
2. СНиП III-42-80. Правила производства и приемки работ. Магистральные трубопроводы. - М.: Стройиздат, 1981.
3. СНиП I.02.01-85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий, сооружений. - М.: ЦИТП, Госстрой СССР, 1985.
4. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Правила производства и приемки работ. - М.: Стройиздат, 1977.
5. СНиП IV-2-82. Сметные нормы и правила. Правила разработки и применения элементарных сметных норм на строительные конструкции. Приложение. Том I. Сборник I. Земляные работы. - М.: Стройиздат, 1985.
6. СНиП IV-5-82. Сметные нормы и правила. Правила разработки единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы. Приложение. Сборники единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы. Сборник I. Земляные работы. - М.: Недра, 1982.
7. РД 39-30-114-78. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов. - Уфа: ВНИИСПНефть, 1978.
8. РД 39-0147103-370-86. Нормы на проектирование капитального ремонта подводных переходов. - Уфа: ВНИИСПНефть, 1987.
9. РД 39-0147103-345-86. Инструкция по контролю при строительстве, приемке и эксплуатации подводных переходов магистральных нефтепроводов. - Уфа: ВНИИСПНефть, 1986.

10. РД 39-30-859-83. Правила испытания линейной части действующих магистральных нефтепроводов. -Уфа: ВНИСПНефть, 1983.

11. ГОСТ 25812-83. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. -М.: Изд-во стандартов, 1983.

12. ОСТ 39-139-81. Нефтепровод магистральный. Капитальный ремонт подземных нефтепроводов. Порядок рекультивации земель.

13. ОСТ 102-96-84. Организация и методика выполнения измерений геометрических параметров подводных объектов.

14. ВСН 163-83. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). Миннефтегазстрой, Л.: Гидрометеиздат, 1985.

15. ВСН 31-81. Инструкция по производству строительных работ в охранных зонах магистральных трубопроводов Министерства нефтяной промышленности. -Уфа: ВНИСПНефть, 1981.

16. РД 39-3-64-85. Инструкция о порядке разработки, изложения и утверждения руководящих документов в системе Миннефтепрома. -М.: Миннефтепром, 1985.

17. РД 39-0147103-365-86. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных нефтью. -Уфа: ВНИСПНефть, 1987.

18. РД 39-30-925-83. Методические указания по биологической рекультивации земель, нарушенных при сборе, подготовке и транспорте нефти. -Уфа: ВНИСПНефть, 1981.

19. РД 39-30-451-80. Руководство по расчету на прочность участка подземного трубопровода диаметром 1020, 1220 мм при ремонте без подъема.

20. Рекомендации по учету старения трубных сталей при проектировании и эксплуатации магистральных нефтепроводов (утверждены 25.03.88 г. ГТН).

21. Р-513-83. Руководство по технологии разработки траншей

в легких и средних грунтах высокопроизводительными земснарядами при строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов. -М.: НИИСТ, 1984.

22. РД 39-30-968-83. Инструкция по ремонту трубопроводов и резервуаров с помощью полимерных клеевых композиций. -Уфа: ВНИИСПНефть, 1983.

23. Единая система управления охраной труда в МНП (утверждена Миннефтепромом и Президиумом ЦК профсоюза рабочих нефтяной и газовой промышленности 20 июля 1986 г.).

24. Руководство по проведению гидравлических испытаний водной трубопроводов большого диаметра в условиях отрицательных температур. -М.: Миннефтепром, 1979.

25. Единые правила безопасности труда на водолазных работах. -М.: ЦРМА, Морфлот, 1980.

26. Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности (утверждены Миннефтепромом 3 апреля 1974 г.) - М.: Миннефтепром, 1974 .

27. РД 39-30-1060-84. Инструкция по обследованию технического состояния подводных переходов магистральных нефтепроводов. -Уфа: ВНИИСПНефть, 1984.

28. РД 39-30-497-85. Методические указания по классификации подводных переходов нефтепроводов при техническом обслуживании и ремонте. -Уфа: ВНИИСПНефть, 1986.

29. Разработка типовых решений организации работ по капитальному ремонту подводных нефтепроводов. Рабочий проект, том. IV. Расчет взмучивания при разработке грунта под водой. -М.: Гипроречтранс. арх. № 15340, 1984 г.

30. ГОСТ 12.3.012-77. Работы водолазные. Общие требования безопасности труда.

G
C

```

ПОДСИСТЕМА ДИАЛОГОВОЙ ОБРАБОТКИ
REM 5
IMPLICIT REAL*(A-Z)
INTEGER J,PRIZN
DIMENSION Y(21)
PARAMETER N=PRIZN,HE,3,30,5,1,R2,KY,CG,DIA
COMMON A1,A2,A3,G,P1,P2,P3,HE,3,CG,5,1,R2,KY,CG,DIA
FX(AL,G,L,I1,Z)=AL=2=L=2/12.-2.-11=Z/AL
READ(1,*)
WRITE(3,*)
P1=0
P2=0
P3=0
A1=1
A2=1
A3=1
IF(PRIZN.EQ.3.3.ON.PRIZN.EQ.2) GO TO 70
L=1.0
AL=10.
GO TO 60
70 L=12.0
AL=1.0
30 IF(HE.EQ.2.3.AND.CG.EQ.3) GOTO 10
HMIN=(G*L**4/24.+P3)*A3*(L**2-A3**2)/6.+P2*A2*(L**2-A2**2)/6.
1+P1*A1=(L**2-A1**2)/6.)/E/I
IF(HMIN.GT.HE) GOTO 10
I=E*I/L
CALL POISK(AL,3)
CALL OPR(AL,3,Z)
F1=FX(AL,G,L,I1,Z)
5 AL=AL+0.5
CALL POISK(AL,3)
CALL OPR(AL,3,Z)
F2=FX(AL,G,L,I1,Z)
IF(F1=F2) 3,4,3
5 F1=F2
GOTO 5
3 AL=AL-1.0
CALL POISK(AL,3)
CALL OPR(AL,3,Z)
F1=FX(AL,G,L,I1,Z)
IF(F1=F2) 7,4,3
3 F2=F1
GOTO 3
7 AL=AL+0.1
CALL POISK(AL,3)
CALL OPR(AL,3,Z)
F2=FX(AL,G,L,I1,Z)
IF(F1=F2) 19,4,3
7 F1=F2
GOTO 7
19 AL=AL-0.001
CALL POISK(AL,3)
CALL OPR(AL,3,Z)
F1=FX(AL,G,L,I1,Z)
IF(F1=F2) 4,4,2
20 F2=F1
GOTO 19
14 B=1.0
I1=E*I/L
CALL OPR(AL,3,Z)
F1=FX(AL,G,L,I1,Z)
13 AL=AL+0.5
CALL OPR(AL,3,Z)

```

ФАЙЛ: АСКД.ФОРМА А1

ПОДСИСТЕМА ДИАЛОГОВОЙ ОБРАБОТКИ

```

АСК00010
АСК00020
АСК00030
АСК00040
АСК00050
АСК00060
АСК00070
АСК00080
АСК00090
АСК00100
АСК00110
АСК00120
АСК00130
АСК00140
АСК00150
АСК00160
АСК00170
АСК00180
АСК00190
АСК00200
АСК00210
АСК00220
АСК00230
АСК00240
АСК00250
АСК00260
АСК00270
АСК00280
АСК00290
АСК00300
АСК00310
АСК00320
АСК00330
АСК00340
АСК00350
АСК00360
АСК00370
АСК00380
АСК00390
АСК00400
АСК00410
АСК00420
АСК00430
АСК00440
АСК00450
АСК00460
АСК00470
АСК00480
АСК00490
АСК00500
АСК00510
АСК00520
АСК00530
АСК00540
АСК00550
АСК00560
АСК00570
АСК00580
АСК00590
АСК00600
АСК00610
АСК00620
АСК00630
АСК00640

```

```

10 F1=FX(AL,G,1,11,1)
11 IF(F1=F2) 13,4,15
12 F1=F2
13 GOTO 10
14 AL=AL+1.0
15 CALL CPM(AL,3,2)
16 F1=FA(AL,G,1,11,1)
17 IF(F1=F2) 14,4,15
18 F2=F1
19 GOTO 11
20 AL=AL+2.1
21 CALL CPM(AL,3,1)
22 F2=FX(AL,G,1,11,1)
23 IF(F1=F2) 21,4,15
24 F1=F2
25 GOTO 14
26 AL=AL+2.0*F1
27 CALL CPM(AL,3,2)
28 F1=FA(AL,G,1,11,1)
29 IF(F1=F2) 4,4,23
30 F2=F1
31 GOTO 21
32 CALL MOVENT(AL,3,4,MO,MC,MC1,ME)
33 CALL MEAN(AL,3,MO,MC,MC1,ME)
34 R2=1+2/DIA
35 R2=R2*XY/CG
36 SIGMA=MC/R2
37 L1=L*AL
38 L2=L*S
39 LS=L1+L2
40 MC=MC
41 MC1=MC
42 ME=ME
43 WRITE(3,1)
44 FORMAT(3X,"RESULTS")
45 WRITE(3,1) MO,MC,MC1,ME,RO,RE,L1,L2,LS,R2,SIGMA
46 FORMAT(2X,"MO=",D12.6,2X,"MC=",D12.6,2X,"MC1=",D12.6,2X,
47 "ME=",D12.6,2X,"RO=",D12.6,2X,"RE=",D12.6,2X,"SE=",
48 "D12.6,2X,"L1=",D12.6,2X,"L2=",D12.6,2X,"L=",
49 "D12.6,2X,"R2=",D12.6,2X,"SIGMA=",D12.6)
50 IF(SIGMA.LT.A2) GO TO 52
51 WRITE(3,5) R2,SIGMA
52 FORMAT(2X,"УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ")
53 12X,"R2=",D12.6,2X,"SIGMA=",D12.6)
54 HAS=L*S/22
55 X=L1
56 WRITE(3,5) HAS
57 FORMAT(2X,"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГИБОВ В ПРОЛЕТЕ ОТ Т.С ДО Т.Е")
58 11X,"Т НАГРУЗКА=",D12.6)
59 R0R1=L1+L1
60 R0R2=L1+L2
61 R0R3=L1+L3
62 R0R4=L1+L
63 DO 41 J=1,21
64 ROY=RO*(X-L1)**2/E/E/I
65 ROPR=(R0Y)**3/6-(R0Y)**2/2-G*(X**4/24)/E/I
66 ROY1=R0Y*(X-R0R1)**3/E/E/I
67 ROY2=R0Y*(X-R0R2)**3/E/E/I
68 ROY3=R0Y*(X-R0R3)**3/E/E/I
69 ROY4=(R0Y-G)*(X-R0R4)**4/24/E/I
70 L1=L1+L
71 L2=L2+L
72 L3=L3+L
73 L=L+L
74 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
75 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
76 L1=L1+L
77 L2=L2+L
78 L3=L3+L
79 L=L+L
80 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
81 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
82 L1=L1+L
83 L2=L2+L
84 L3=L3+L
85 L=L+L
86 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
87 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
88 L1=L1+L
89 L2=L2+L
90 L3=L3+L
91 L=L+L
92 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
93 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
94 L1=L1+L
95 L2=L2+L
96 L3=L3+L
97 L=L+L
98 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
99 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
100 L1=L1+L
101 L2=L2+L
102 L3=L3+L
103 L=L+L
104 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
105 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
106 L1=L1+L
107 L2=L2+L
108 L3=L3+L
109 L=L+L
110 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
111 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
112 L1=L1+L
113 L2=L2+L
114 L3=L3+L
115 L=L+L
116 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
117 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
118 L1=L1+L
119 L2=L2+L
120 L3=L3+L
121 L=L+L
122 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
123 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
124 L1=L1+L
125 L2=L2+L
126 L3=L3+L
127 L=L+L
128 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
129 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
130 L1=L1+L
131 L2=L2+L
132 L3=L3+L
133 L=L+L
134 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
135 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
136 L1=L1+L
137 L2=L2+L
138 L3=L3+L
139 L=L+L
140 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
141 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
142 L1=L1+L
143 L2=L2+L
144 L3=L3+L
145 L=L+L
146 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
147 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
148 L1=L1+L
149 L2=L2+L
150 L3=L3+L
151 L=L+L
152 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
153 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
154 L1=L1+L
155 L2=L2+L
156 L3=L3+L
157 L=L+L
158 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
159 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
160 L1=L1+L
161 L2=L2+L
162 L3=L3+L
163 L=L+L
164 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
165 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
166 L1=L1+L
167 L2=L2+L
168 L3=L3+L
169 L=L+L
170 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
171 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
172 L1=L1+L
173 L2=L2+L
174 L3=L3+L
175 L=L+L
176 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
177 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
178 L1=L1+L
179 L2=L2+L
180 L3=L3+L
181 L=L+L
182 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
183 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
184 L1=L1+L
185 L2=L2+L
186 L3=L3+L
187 L=L+L
188 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
189 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
190 L1=L1+L
191 L2=L2+L
192 L3=L3+L
193 L=L+L
194 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
195 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
196 L1=L1+L
197 L2=L2+L
198 L3=L3+L
199 L=L+L
200 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
201 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
202 L1=L1+L
203 L2=L2+L
204 L3=L3+L
205 L=L+L
206 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
207 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
208 L1=L1+L
209 L2=L2+L
210 L3=L3+L
211 L=L+L
212 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
213 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
214 L1=L1+L
215 L2=L2+L
216 L3=L3+L
217 L=L+L
218 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
219 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
220 L1=L1+L
221 L2=L2+L
222 L3=L3+L
223 L=L+L
224 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
225 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
226 L1=L1+L
227 L2=L2+L
228 L3=L3+L
229 L=L+L
230 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
231 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
232 L1=L1+L
233 L2=L2+L
234 L3=L3+L
235 L=L+L
236 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
237 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
238 L1=L1+L
239 L2=L2+L
240 L3=L3+L
241 L=L+L
242 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
243 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
244 L1=L1+L
245 L2=L2+L
246 L3=L3+L
247 L=L+L
248 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
249 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
250 L1=L1+L
251 L2=L2+L
252 L3=L3+L
253 L=L+L
254 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
255 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
256 L1=L1+L
257 L2=L2+L
258 L3=L3+L
259 L=L+L
260 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
261 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
262 L1=L1+L
263 L2=L2+L
264 L3=L3+L
265 L=L+L
266 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
267 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
268 L1=L1+L
269 L2=L2+L
270 L3=L3+L
271 L=L+L
272 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
273 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
274 L1=L1+L
275 L2=L2+L
276 L3=L3+L
277 L=L+L
278 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
279 ROPR=ROPR+ROPR1+ROPR2+ROPR3+ROPR4
280 L1=L1+L
281 L2=L2+L
282 L3=L3+L
283 L=L+L
284 ROY=ROY+ROY1+ROY2+ROY3+ROY4
285 ROP
```

```

29 IF(X.GT.KGOM1)GO TO 31
GO TO 32
31 Y(J)=Y(J)-KOH1
IF(X.GT.KGOM2) GO TO 32
GO TO 33
32 Y(J)=Y(J)-KOH2
IF (X.GT.FOOR3) GO TO 33
GO TO 34
33 Y(J)=Y(J)-KOH3
34 IF(X.GT.KGOM4) GO TO 35
GO TO 40
35 Y(J)=Y(J)-KOH4
40 WRITE(3,6F)X,Y(J)
41 X=L1+445+J
60 FORMAT(1/2X,"X=",B12.5,2X,"Y=",D12.5)
STOP
END
SUBROUTINE OPF(AL,B,Z)
IMPLICIT REAL*8(A-Z)
COMMON A1,A2,A3,L,P1,P2,P3,HE,G,GE,E,I
B1=B-L-A1
B2=B-L-A2
B3=B-L-A3
RP=G+AL**2*L**2/12.-G**2*L**2/12.-(GB-G)*
L**2*(B-1.)***2/3.*(B-1.)/5-B.75*(B-1.)***2/B**2)-
2F1=A1*B1**2/5**2/L**2-B2**2**2/B**2/L**2-
3F3=A3*B3**2/3**2/L**2-G.*E**2/B**2/L**2
I1=F*I/L
Z=RP+AL/4./I1*(1.-AL/B)
RETURN
END
FUNCTION F(E,Z)
IMPLICIT REAL*8(A-Z)
COMMON A1,A2,A3,L,P1,P2,P3,HE,G,GE,E,I
I1=F*I/L
B1=B-L-A1
B2=B-L-A2
B3=B-L-A3
F=B**2*G*L**2/12.+(GB-G)*L**2*(B-1.)***2/6.*(3.-
14.+(B-1.)/4-1.5*(E-1.)***2/B**2)+F1*B1**2/B**2/L**2
2-P2*B2**2/A2**2/P**2/L**2-P3*B3**2/G**2/B**2/L**2-
3G.*E**2/B**2/L**2+2.-I1*Z/B
RETURN
END
SUBROUTINE POTS(AL,B)
IMPLICIT REAL*8(A-Z)
COMMON A1,A2,A3,L,P1,P2,P3,HE,G,GE,E,I
B=1.0
CALL OPF(AL,B,Z)
F1=F(B,Z)
4 B=B+0.1
CALL OPF(AL,B,Z)
F2=F(B,Z)
IF(F1=F2) 1,2,3
3 F1=F2
GO TO 4
1 B=B+0.2
CALL OPF(AL,B,Z)
F1=F(B,Z)
IF(F1=F2) 5,2,6
6 F2=F1
GO TO 1
5 B=B+0.2
CALL OPF(AL,B,Z)

```

```

ACK01200
ACK01300
ACK01310
ACK01320
ACK01330
ACK01340
ACK01350
ACK01360
ACK01370
ACK01380
ACK01390
ACK01400
ACK01410
ACK01420
ACK01430
ACK01440
ACK01450
ACK01460
ACK01470
ACK01480
ACK01490
ACK01500
ACK01510
ACK01520
ACK01530
ACK01540
ACK01550
ACK01560
ACK01570
ACK01580
ACK01590
ACK01600
ACK01610
ACK01620
ACK01630
ACK01640
ACK01650
ACK01660
ACK01670
ACK01680
ACK01690
ACK01700
ACK01710
ACK01720
ACK01730
ACK01740
ACK01750
ACK01760
ACK01770
ACK01780
ACK01790
ACK01800
ACK01810
ACK01820
ACK01830
ACK01840
ACK01850
ACK01860
ACK01870
ACK01880
ACK01890
ACK01900
ACK01910
ACK01920

```



```

C      ПОДВОДНЫЙ ТРУБОПРОВОД 2 (Расчет по 2 р.с)
C      РАСЧЕТ ПО 2 Р.С. ГИПРОЕЦЕНТРАНСА
C      ЕСЛИ PRIZN=0, ТО ВЕДЕТСЯ РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ ПОДСАДКИ Г
C      НА ЗАДАННОЙ ДЛИНЕ УЧАСТКА L2
C      ЕСЛИ PRIZN=1, ТО ВЕДЕТСЯ РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ДЛИНЫ
C      УЧАСТКА L ДЛЯ ПОДСАДКИ НА ЗАДАННУЮ ГЛУБИНУ F
C      IMPLICIT REAL=8(A-Z)
C      INTEGER J, PRIZN
C      NAMELIST W/PRIZN, D, G, I, E, A, R2, KY, CG, V, PRK, DD
C      READ(1, W)
1  FORMAT(13, 4D12.4/2D12.4, 2D9.3/3D9.3)
   WRITE(3, W)
2  FORMAT(/20X, "ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА"/2X,
1'PRIZN=', I1, 2X, "D=", D10.4, 2X, "G=", D10.4, 2X,
2"E=", D10.4, 2X, "E=", D10.4/2X,
3"A=", D10.4, 2X, "R2=", D12.4, 2X,
4"KY=", D9.3, 2X, "CG=", D9.3/2X,
5"V=", D9.3, 2X, "PRK=", D9.3, 2X, "DD=", D9.3)
   IF (PRIZN.EQ.0) GO TO 5
   F=A
   WRITE(3, 4) F
4  FORMAT(2X, "ТРУБОПРОВОД НЕОБХОДИМО ПОДСАДИТЬ НА ГЛУБИНУ F=",
1D9.3, /2X, "ВЕДЕТСЯ РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ДЛИНЫ УЧАСТКА ДЛЯ ",
2"ПОДСАДКИ НА ГЛУБИНУ P")
   B=(72/G)*E*I*F
   L=DSQRT(DSQRT(B))
   LS=2*L
   GO TO 6
5  L=A/2
   F=G*L**4/(72*E*I)
   WRITE(3, 7) A
7  FORMAT(2X, "ТРУБОПРОВОД НЕОБХОДИМО ПОДСАДИТЬ НА УЧАСТКЕ ",
1"ДЛИНОЙ L=", D10.4/2X, "ВЕДЕТСЯ РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ",
2"ГЛУБИНЫ ПОДСАДКИ F")
6  RA=G*L/3
   RB=2*RA
   MB=-G*L**2/6
   W2=I*2/D
   SIGMA=DABS(MB)/W2
   LS=2*L
   WRITE(3, 3) RA, RB, MB, SIGMA, R2, LS, F
3  FORMAT(/20X, "РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА"/2X, "RA=", D10.4, 2X,
1"RB=", D12.4, 2X, "MB=", D10.4/2X, "SIGMA=", D10.4, 2X,
2"R2=", D10.4, 2X, "LS=", D10.4, 2X, "F=", D9.3)
20 R2=R2*KY/CG
   IF (SIGMA.LT.R2) GO TO 11
   WRITE(3, 12) SIGMA, R2
12 FORMAT(20X, "УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ:"/
125X, "SIGMA=", D12.4, 2X, "R2=", D12.4)
C      ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОГИБОВ В ПРОЛЕТЕ ОТ Т.А ДО Т.Б
11 X=0
   HAG=L/20
   WRITE(3, 40) HAG
40 FORMAT(/20X, "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГИБОВ В ПРОЛЕТЕ ",
1"ОТ ТОЧКИ А ДО ТОЧКИ В С ШАГОМ H=", D9.3)
   DO 30 J=1, 21
   Y=(RA-X**3/6-G*X**4/24)/E/I
   WRITE(3, 13) X, Y
30 X=X+HAG
13 FORMAT(2X, "X=", D9.3, 2X, "Y=", D9.3)
   WRITE(3, 8)
8  FORMAT(2X, "РАСЧЕТ КРИВИЗОННОЙ ДЛИНЫ ПРОБЕЖАНИЯ")
   PE=V-D*10**6
   IF (PE.LE.2E-05) GO TO 9
4444: AKA93  FORTRAN  A1

```

```

АСК000110
АСК000120
АСК000130
АСК000140
АСК000150
АСК000160
АСК000170
АСК000180
АСК000190
АСК000200
АСК000210
АСК000220
АСК000230
АСК000240
АСК000250
АСК000260
АСК000270
АСК000280
АСК000290
АСК000300
АСК000310
АСК000320
АСК000330
АСК000340
АСК000350
АСК000360
АСК000370
АСК000380
АСК000390
АСК000400
АСК000410
АСК000420
АСК000430
АСК000440
АСК000450
АСК000460
АСК000470
АСК000480
АСК000490
АСК000500
АСК000510
АСК000520
АСК000530
АСК000540
АСК000550
АСК000560
АСК000570
АСК000580
АСК000590
АСК000600
АСК000610
АСК000620
АСК000630
АСК000640

```

```

SH= 2.27
DO TO 10
9 SH=V.2
10 LER=DSQRT(22.4/(2*3.14*SH))=(DZTDSQRT(V))*
10 SQRT(DS+RT(DZ/((P+H+1.2)*D)))#10**2.
PAR=Q=LER**4/(72**2*I)
WRITE(10,14)PE,SH,DKR,PAR
14 FORMAT(40X,'AS=',D10.4,2X,'SH=',D10.4,2X,
,'DKR=',D4.3,2X,'PAR=',D8.3)
STOP
END

```

```

ACK00650
ACK00660
ACK00670
ACK00680
ACK00690
ACK00700
ACK00710
ACK00720
ACK00730
ACK00740
ACK00750

```


C ПОДПОЛНЫЙ ТРУБОПРОВОД 3 (Расчет по 3 п.с.)
 -C РАСЧЕТ ПОДПОЛНОГО ТРУБОПРОВОДА ПО 3 П.С. ГИПРОРЕЧТРАНСА
 IMPLICIT REAL=8(4-2)
 INTEGER J
 NAMELIST/A/L,G,D,I,E,KY,CG,R2
 READ(1,A)
 WRITE(3,A)
 MC=G*L**1/8
 RA=G*L/2
 RB=RA
 W2=I**2/D
 R2=R2=KY/CG
 SIGMA=MC/W2
 YC=(5+G*L**4)/(384+E*I)
 WRITE(3,3)
 3 FORMAT(1/20X,"РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА")
 WRITE(3,4)MC,RA,RB,YC,R2,SIGMA
 4 FORMAT(1/2X,"MC=",D12.6,2X,"RA=",D12.6,2X,"RB=",D12.6/2X,
 1"YC=",D9.3,2X,"R2=",D10.4,2X,"SIGMA=",D12.6)
 IF(SIGMA.LT.R2) GO TO 58
 WRITE(3,9)R2,SIGMA
 9 FORMAT(1/20X,"УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ:"/
 125X,"R2=",D12.4,2X,"SIGMA=",D12.4)
 58 X=0
 HAG=L/20
 C ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГИБОВ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ ОТ ТОЧКИ В К ТОЧКЕ А
 WRITE(3,8)
 8 FORMAT(1/2X,"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГИБОВ ОТ ТОЧКИ В К ТОЧКЕ А")
 CC 30 J=1,21
 Y=(RA*X**3/6-G*X**4/24-G*L**3*X/24)/E/I
 WRITE(3,6)J,X,Y
 30 X=X+HAG
 6 FORMAT(1/2X,"J=",I3,2X,"X=",D12.6,2X,"Y=",D12.6)
 STOP
 END

ACHK00010
 ACHK00020
 ACHK00030
 ACHK00040
 ACHK00050
 ACHK00060
 ACHK00070
 ACHK00080
 ACHK00090
 ACHK00100
 ACHK00110
 ACHK00120
 ACHK00130
 ACHK00140
 ACHK00150
 ACHK00160
 ACHK00170
 ACHK00180
 ACHK00190
 ACHK00200
 ACHK00210
 ACHK00220
 ACHK00230
 ACHK00240
 ACHK00250
 ACHK00260
 ACHK00270
 ACHK00280
 ACHK00290
 ACHK00300
 ACHK00310
 ACHK00320
 ACHK00330
 ACHK00340
 ACHK00350

CTP - 051

P. C. № 1

RESULTS

$$A = 6.114^{\circ} 30' 03'' \quad \gamma = -0.179280 - 01$$

ТРУБОПРОВОД НЕОБХОДИМО ПОДСАДИТЬ НА ГЛУБИНУ $F=0.7200 \pm 0.0005$ ВЕДЕТСЯ РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ДЛИНЫ УЧАСТКА ДЛЯ ПОДСАДКИ НА ГЛУБИНУ F

RA=5.5671D+06 RB=0.1174D+37 MB=-.1689D+89
SIGMA=4.2172D+87 R2=0.2500D+89 LS=0.1287D+84 F=0.703D+80

X=0.0	Y=0.0
X=0.3220+02	Y=0.3370-03
X=0.6440+02	Y=0.2590-02
X=0.9660+02	Y=0.8390-02
X=0.1290+03	Y=0.1900-01
X=0.1610+03	Y=0.3550-01
X=0.1930+03	Y=0.5060-01
X=0.2250+03	Y=0.6350-01
X=0.2570+03	Y=0.7250+00
X=0.2890+03	Y=0.1690+00
X=0.3220+03	Y=0.2190+00
X=0.3540+03	Y=0.2740+00
X=0.3860+03	Y=0.3330+00
X=0.4180+03	Y=0.3940+00
X=0.4500+03	Y=0.4560+00
X=0.4630+03	Y=0.5170+00
X=0.5150+03	Y=0.5730+00
X=0.5470+03	Y=0.6230+00
X=0.5790+03	Y=0.6630+00
X=2.6110+03	Y=0.6900-00
X=0.6440+03	Y=0.7020+00

RE=0.60300-06 SH=0.27000-00 LKN=0.110+03 FKR=0.7271-03

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГИБОВ ОТ ТОЧКИ 8 К ТОЧКЕ А

J= 1	X= 0.375800D+01	Y= 0.0
J= 2	X= 0.375800D+01	Y=-0.192730D+00
J= 3	X= 0.759600D+01	Y=-0.379990D+00
J= 4	X= 0.112500D+02	Y=-0.556530D+00
J= 5	X= 0.150800D+02	Y=-0.718910D+00
J= 6	X= 0.167500D+02	Y=-0.862450D+00
J= 7	X= 0.225000D+02	Y=-0.984240D+00
J= 8	X= 0.262500D+02	Y=-0.106170D+01
J= 9	X= 0.309000D+02	Y=-0.115270D+01
J= 10	X= 0.337500D+02	Y=-0.119600D+01
J= 11	X= 0.375000D+02	Y=-0.121850D+01
J= 12	X= 0.412500D+02	Y=-0.119600D+01
J= 13	X= 0.450000D+02	Y=-0.115270D+01
J= 14	X= 0.487500D+02	Y=-0.106170D+01
J= 15	X= 0.525000D+02	Y=-0.984240D+00
J= 16	X= 0.562500D+02	Y=-0.862450D+00
J= 17	X= 0.600000D+02	Y=-0.718910D+00
J= 18	X= 0.637500D+02	Y=-0.556530D+00
J= 19	X= 0.675000D+02	Y=-0.379990D+00
J= 20	X= 0.712500D+02	Y=-0.192730D+00
J= 21	X= 0.750000D+02	Y= 0.0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Расчет взмучивания при разработке грунта
под водой

В процессе производства подводно-технических работ, связанных с разработкой и удалением, перемешиванием или отсыпкой грунта под водой, неизбежен вынос некоторого количества частиц грунта течением из зоны работ и, как следствие, увеличение сверх обычной мутности водоема.

В соответствии с действующими "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" концентрация вредных частиц на расстоянии 500 м от створа производства работ в зависимости от значения водоема не должна увеличиваться:

а) более чем на 0,25 мг/л при использовании водоема для хозяйственно-питьевого водоснабжения и для воспроизводства ценных пород рыб;

б) более чем на 0,75 мг/л при использовании водоема для рыбохозяйственных целей (кроме указанных выше), а также купания, спорта, отдыха населения и в водоемах в границах населенных пунктов;

в) более чем на 5 % для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных минеральных веществ.

Предлагаемая методика расчета разработана институтом "Гипроречтранс". При этом приняты следующие допущения:

частица грунта движется вниз по течению и скорость ее определяется гидравлической крупностью (U) и осредненной скоростью течения воды в водоеме (U_0);

русло водоема прямолинейно на всем участке от створа производства работ до контрольного створа ($L = 500$ м);

рассматривается лишь поступательное движение грунта;

не принимается во внимание отклонение частиц от прямой траектории;

не учитывается взаимное влияние взвешенных частиц друг на друга.

Схема распространения взвешенных частиц (см. рис. I) с учетом допущений представляется следующим образом:

частицы грунта различной крупности, взмученные при работе под действием течения воды, равномерно распределенные по сечению водоема в створе производства, постепенно перемещаются вниз, при этом происходит частичное осаждение сначала более крупных частиц грунта, затем более мелких.

Таким образом, в контрольном сечении (II-II) во взвешенном состоянии остается лишь некоторая часть наиболее мелких частиц грунта.

Дополнительное загрязнение водоема в контрольном сечении определяется массовым расходом частиц, находящихся во взвешенном состоянии в этом сечении.

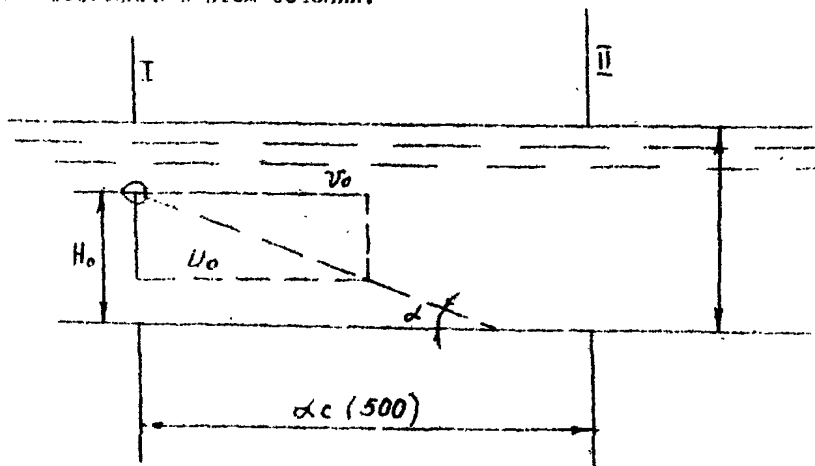


Рис. I

$$\mathcal{Q}_p = \mathcal{Q}_0 \cdot \frac{P\%}{100\%},$$

где $P\%$ - процентное содержание частиц диаметром, равным и меньшим d_c ;

\mathcal{Q} - массовый расход твердых частиц в сечении I-I кг/с.

В случае открытой разработки грунта под водой в качестве \mathcal{Q}_0 можно принимать производительность грунторазрабатывающих средств по грунту, во всех остальных случаях следует принимать

$$\mathcal{Q}_0 = K_n \cdot \mathcal{Q}_n,$$

где \mathcal{Q}_n - производительность конкретного технического средства по грунту;

K_n - значение коэффициента просора, принимаемое по таблице.

Дополнительная концентрация минеральных примесей в контрольном створе определяется из соотношения:

$$\Delta K = \frac{\mathcal{Q}_p}{Q_p},$$

где Q_p - объемный расход воды, м³/с.

$$Q_p = V_p \cdot S_n$$

где V_p - скорость течения воды в водоеме;

$V_p - V_0$ - скорости перемещения частиц по горизонтали;

S_n - площадь "пятна мутности" (площадь поперечного сечения, по которому распределены взвешенные в потоке минеральные частицы в контрольном створе).

Площадь "пятна мутности" для водоемов, ширина которых в контрольном створе больше 200 м, определяется по формуле

$$S_n = H_0 L_c \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

где β - угол расширения в плане потока, содержащего взвешенные частицы, рад.

Рекомендуемые значения этого угла в зависимости от II-14°.

Таблица I

Значения коэффициента просора

Технические средства для разработки подводного грунта	Расчетная вы- сота осаждения частиц, м	Коэффициент просора (от- мучивания)
	1	2
I	1	3
1. Плавучая землесосная установка БПЗУ применяется для разработки грунтов I-VI групп. Глубина водо- ема до 6 м. Дальность рефулиро- вания до 100 м	$H_o = H_p$	до 0,1
2. УПМ-360 - разработка подводного грунта способом размыва и отсоса. Глубина разработки 8 м. Способ удаления: взвешивание и вынос за пределы пневки, отсос эжектором в пульпопровод. Расчетная высота осаждения частиц: при работе на отсос при работе на размыв	$H_o = H_p$ $H_o = 4-5$ (но не более глу- бины водоема)	до 0,1 I
3. УПМ 360 (проект 594). Глубина разработки 20 м. Расчетная высота осаждения: на отсос на размыв	$H_o = H_p$ $H_o = 4-5$ м	до 0,1. I
4. Гидромеханический снаряд (скре- пер-пульпомет) - разработка гли- нистых, суглинистых, песчаных грунтов. Расчетная высота осаждения	$H_o = 2-3$ м (но не более H_p)	I
5. Канатно-скреперная установка работает на судоходных и несудо- ходных реках в песчаных и глинистых, гравелистых и глинистых грунтах. Способ удаления - скреплением. Расчетная высота осаждения частиц Длина скрепления $l = 50$ м $l = 150$ м	$H_o = 1-1,3$ м	$0,002+0,005=$ $K_n = 0,002$ $K_n = 0,005$
6. Разработка подводного грунта гидромеханическим струей малой мощности в связных и несвязных грунтах I-VI групп. Способ удаления грунта - взвешива-		

Продолжение табл. I

1	2	3
ние частиц и вынос за пределы приемки Расчетная высота осаждения частиц	$H_0 = 3-4 \text{ м}$ (но не более H_p)	$K_n = 1$
7. Разработка грунта водоструйными и пневматическими грунтососами. Способ удаления грунта - размыв и отсос пульпопроводом с выбросом грунта за бровку. Расчетная высота осаждения частиц	$H_0 = H_p$	$K_n \text{ до } 0,1$
8. Заглубление подводных трубопро- водов грунтозаглубителями. Расчетная высота осаждения частиц	$H_0 = 1-2 \text{ м}$	$K_n \text{ до } 0,1$

ПРИМЕЧАНИЕ: Расчетные значения высоты осаждения H_0 частиц и коэффициента просора (отмучивания) взяты с запасом при условии работы того или иного технического средства в экстремальных (наихудших) режимах.

Во всех остальных случаях следует принимать ширину пятна мутности равной ширине водоема в контрольном створе, тогда:

$$S_n = \beta_p \cdot H_0,$$

где β_p - ширина водоема в контрольном створе, м;

β_p - определяется по кривой гранулометрического состава грунта, построенной заранее на основе геологических изысканий по вычисленному минимальному диаметру частиц d_0 , рис. 2,3;

d_0 - определяется в зависимости от гидравлической крупности частиц U_0 .

Для вычисления значения U_0 по формуле $U_0 = V_p \cdot H$ необходимо задать величину H_0 , характеризующей начальное положение расчетной частицы относительно дна водоема в створе проведения земляных работ (см. таблицу).

для $d_0 \leq 0,15 \text{ мм}$

$$U_0 = 40,6 \cdot \frac{\beta_p \cdot P}{\beta_p \cdot M} \cdot d_0^2$$

Монограмма определения ϕ_0

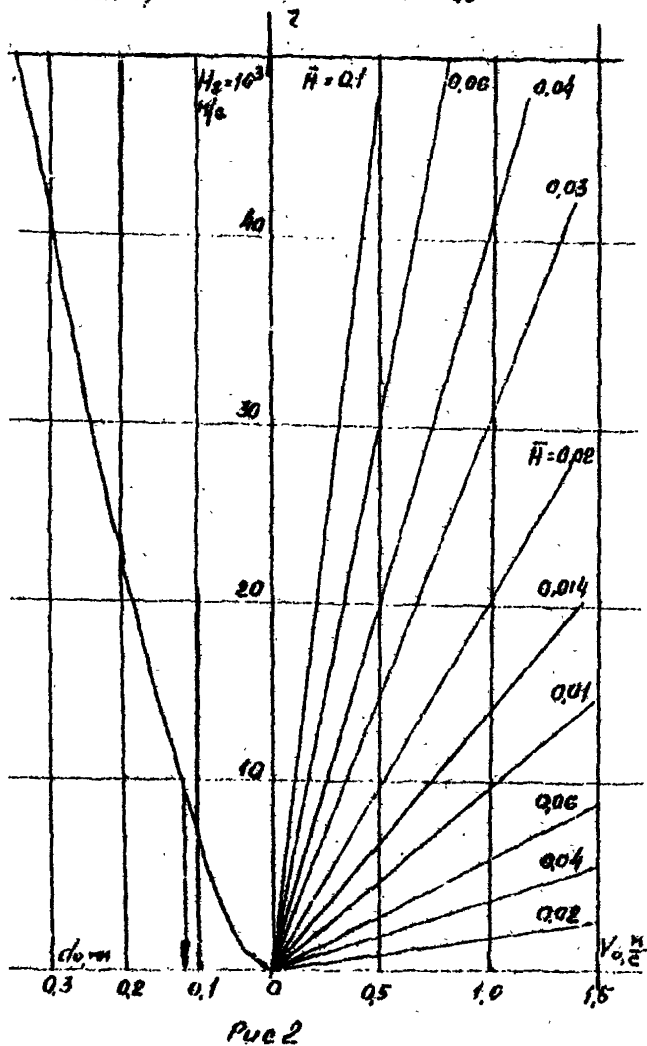


График гранулометрического состава грунта.

75

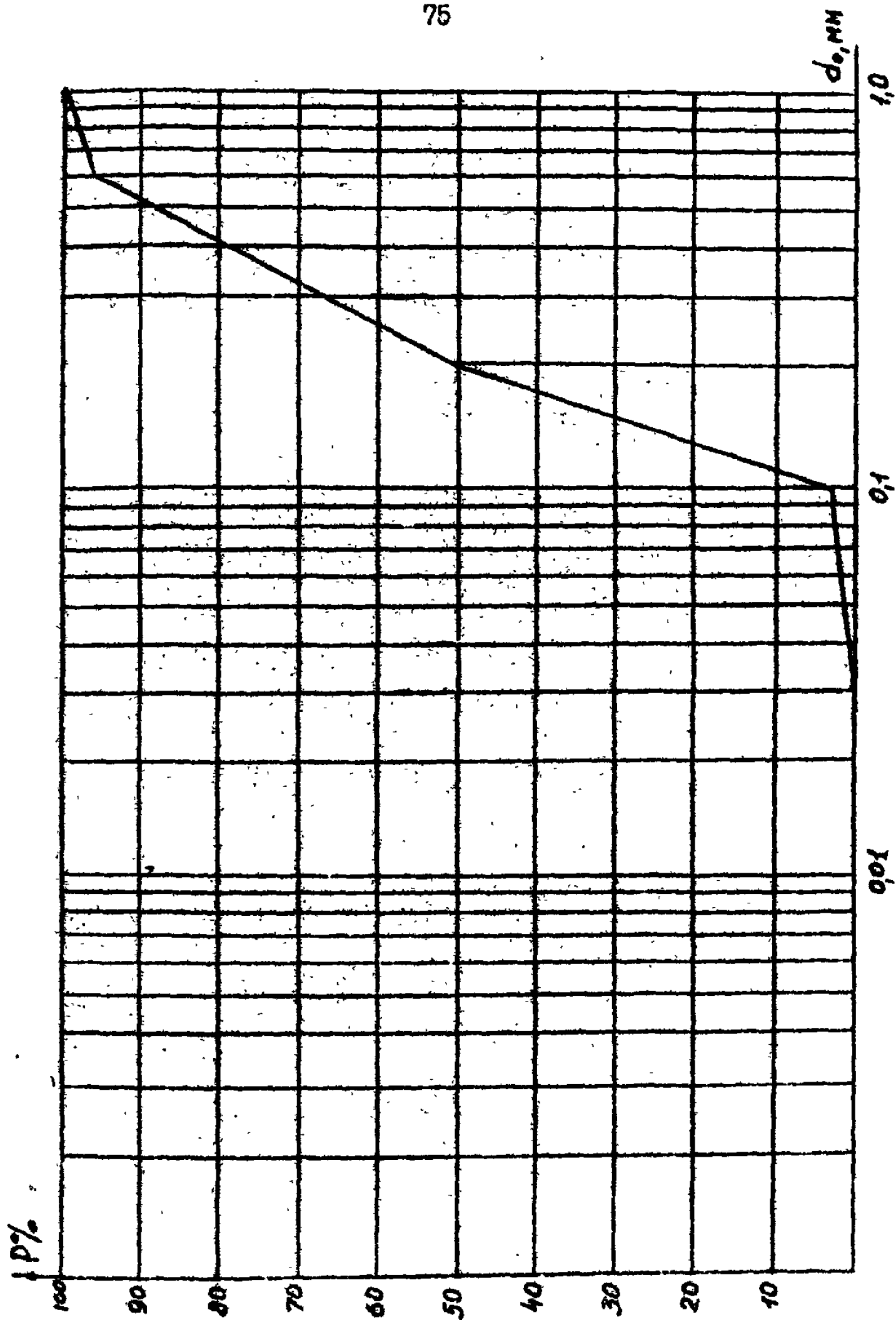


Рис. 3

для $0,15 < d_0 \leq 1,5$ мм

$$U_0 = [67,7 d_0 + 0,52 (\frac{1}{26} - 1)] \frac{\rho_3 \cdot \rho}{\rho}$$

для $d_0 > 1,5$ мм

$$U_0 = 33,1 \sqrt{\frac{\rho_3 \cdot \rho}{\rho}} \cdot d_0$$

где ρ_3 - плотность частиц грунта, кг/м³;

ρ - плотность воды, кг/м³;

μ - динамическая вязкость воды, г/см.с;

d_0 - диаметр частицы грунта, мм;

T - температура воды;

U_0 - гидравлическая крупность частиц, см/с.

Необходимо выполнение условия

$$\Delta K = K_{доп},$$

где $K_{доп}$ - предельно допустимая дополнительная концентрация минеральных примесей в воде, мг/л.

Пример расчета:

Исходные данные:

$$Q_p = 400 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_p = 8 \text{ м}$$

$$V_p = 0,8 \text{ м/с}$$

$$\beta_p = 50 \text{ м}$$

Разработка подводного грунта производится земснарядом типа епзу.

$$\rho_3 = 2100 \text{ кг/м}^3$$

Грунты, подстилающие ложе водоема, соответствуют IV-й группе

Гранулометрический состав

Норма выработки земснаряда, соответствующая грунту IV-й

$$\text{группы} = 22,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Тогда с учетом коэффициента использования времени массовая производительность составит

$$\mathcal{Q}_n = \int_s \frac{a}{K_b} = 2100 \frac{22,2}{0,75} = 62,16 \cdot 10^3 \text{ кг/ч}$$

Из таблицы принимаем коэффициент просора $K_n = 0,1$

$$\mathcal{Q}_o = 0,1 \cdot 62,16 \cdot 10^3 = 6,2 \cdot 10^3 \text{ кг/ч}$$

По номограмме определяем диаметр частиц в контрольном створе $d_c = 500$ м во взвешенном состоянии.

Для расчетного случая $d_c = 0,135$. Соответствующее этому и меньшим диаметрам процентное содержание твердых частиц по рис. 3. $P = 10\%$.

$$\text{Тогда } \mathcal{Q}_p = 6,22 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{100} = 622 \text{ кг/ч}$$

$$\mathcal{Q}_p = 0,17 \text{ кг/с}$$

$$\Delta K = \frac{0,17}{400} = 0,425 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 = 0,425 \text{ мг/л}$$

При определении ΔK был взят полный расход воды в реке, поскольку $\beta_p < 200$ м.

Дополнительная концентрация взвешенных частиц воды в контрольном створе незначительна и не превышает допустимой нормы даже из расчета на вредные вещества, т.е. $0,425 < 0,5$ мг/л.

В связи с этим появляется возможность для приведения в примере расчета исходных данных использовать более производительный земснаряд.

№ п/п	Марка технического средства	Коеф. исполь- зован. по вре- мени	Группа грунтов					
			I	II	III	IV	V	VI
I	2	3	4	5	6	7	8	9
	ВПУ	0,75						
1.	Выработка		41,7	34,5	28,6	22,2	17,2	15,2
	Производительность		55,6	46,0	38,1	29,6	22,9	20,3
	Затраты времени		2,4	2,9	3,5	4,5	5,8	6,6
	УПГМ (разрыв с глубиной траншеи 2 м)	0,75						
2.	Выработка		23,3	19,6	16,4	12,5	10	7,7
	Производительность		31,1	26,1	21,9	16,7	13,3	10,3
	Затраты времени		4,3	5,1	6,1	8	10	13
	УПГМ-360 (разрыв с глубиной тран- шеи 4 м)	0,75						
	Выработка		19,6	16,4	12,8	9,5	7,7	6
	Производительность		14,7	21,9	17,0	12,7	10,3	8
	Затраты времени		5,1	6,1	7,8	10,5	13	16,5
	УПГМ-360 (отсос)	0,75						
	Выработка		31,3	25,7	22,7	15,9	-	-
	Производительность		41,7	34,3	30,3	21,2	-	-
	Затраты времени		3,2	3,9	4,4	6,3	-	-
	УПГМ-360 (проект 594)	0,75						
3.	Выработка		28,2	22,2	18,6	14,8	-	-
	Производительность		37,6	29,6	24,8	19,7	-	-
	Затраты времени		3,5	4,5	5,4	6,8	-	-
	Скрепер-пульпомет на автоходу (h = 1,0 м)	0,75						
4.	Выработка		28,4	24,2	21	18,2	16,6	10,5
	Производительность		37,9	32,3	28	24,3	22,1	14
	Затраты времени		3,5	4,1	4,8	5,5	6	9,5
	Скрепер-пульпомет на автоходу (h = 1,5 м)	0,75						
	Выработка		27	23	20	17,3	15,8	10
	Производительность		36	30,7	26,7	23	21	13,3
	Затраты времени		3,7	4,3	5	5,9	6,3	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скрепер-пульпомет на автоходу ($h = 2$ м)	0,75							
Выработка		15,5	13,2	11,5	9,9	9,1	5,7	
Производительность		20,7	17,6	15,3	13,2	12,1	7,6	
Затраты времени		6,5	7,6	6,7	10	11	17,5	
5. Гидромонитор малой мощности ($h = 0,5$ м, ширина траншеи $\ell = 1$ м)	0,75							
Выработка		4,8	4	3,1	2,4	2	1,8	
Производительность		6,4	5,3	4,1	3,2	2,7	2,4	
Затраты времени		0,21	0,25	0,32	0,42	0,5	0,55	
" ($h = 0,75$ м, ширина траншеи $\ell = 1$ м)	0,75							
Выработка		3,8	3,2	2,4	1,8	1,3	1,4	
Производительность		5,1	4,3	3,2	2,4	1,7	1,9	
Затраты времени		0,26	0,32	0,41	0,55	0,66	0,72	
" ($h = 1$ м, ширина траншеи $\ell = 1$ м)	0,75							
Выработка		2,9	2,4	2,0	1,5	1,2	1,1	
Производительность		3,9	3,2	2,7	2,0	1,6	1,5	
Затраты времени		0,34	0,41	0,51	0,68	0,81	0,88	
" ($h = 0,5$ м, $\ell = 3$ м)	0,75							
Выработка		3,7	3,1	2,4	1,9	1,6	1,4	
Производительность		4,9	4,1	3,2	2,5	2,1	1,9	
Затраты времени		0,27	0,32	0,41	0,54	0,64	0,7	
" ($h = 0,75$, $\ell = 3$ м)	0,75							
Выработка		3,3	2,8	2,2	1,6	1,4	1,2	
Производительность		4,4	3,7	2,9	2,1	1,9	1,6	
Затраты времени		0,3	0,36	0,46	0,61	0,74	0,81	
" ($h = 1$ м, $\ell = 3$ м)	0,75							
Выработка		2,5	2,1	1,7	1,3	1,1	0,95	
Производительность		3,3	2,8	2,3	1,7	1,5	1,3	
Затраты времени		0,4	0,47	0,6	0,77	0,94	1,05	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гидромонитор малой мощности ($h=0,5$ $\ell=5$ м)		0,75						
Выработка			3,1	2,6	2,0	1,6	1,3	1,2
Производительность			4,1	3,5	2,7	2,1	1,7	1,6
Затраты времени			0,32	0,38	0,49	0,64	0,77	0,84
$\bar{h}=0,75$ $\ell=5$ м)		0,75						
Выработка			2,6	2,2	1,7	1,3	1,1	0,95
Производительность			3,5	2,9	2,3	1,7	1,5	1,3
Затраты времени			0,39	0,46	0,59	0,79	0,94	1,05
Гидромонитор малой мощности ($h=1$ м, $\ell=5$ м)		0,75						
Выработка			1,9	1,6	1,3	1	0,8	0,77
Производительность			2,5	2,1	1,7	1,3	1,1	1,0
Затраты времени			0,52	0,61	0,77	0,99	1,25	1,3
6. Водоструйные и пневматические грунтососы, d приемной трубы=125мм		0,75						
Выр ботка			5,6	4,3	2,9	2,3	1,9	1,7
Производительность			7,5	5,7	3,9	3,1	2,5	2,3
Затраты времени			0,18	0,23	0,35	0,44	0,54	0,6
Водоструйные и пневматические грунтососы, d приемной трубы=150 мм		0,75						
Выработка			7,1	5,3	3,5	2,8	2,3	2
Производительность			9,5	7,1	4,8	3,7	3,1	2,7
Затраты времени			0,14	0,19	0,28	0,36	0,44	0,5

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	<u>3</u>
2. Организационно-техническая подготовка КР	<u>6</u>
3. Методика расчета напряженного состояния подводного трубопровода при капитальном ремонте методом подсадки	
4. Технологическая схема КР размытых и провисших участков ППН методом "подсадки"	<u>8</u> <u>26</u>
5. Рекомендации по технологии "подсадки"	<u>27</u>
6. Земляные работы	<u>32</u>
7. Испытания трубопровода	<u>42</u>
8. Сварочные работы	<u>47</u>
9. Требования безопасности при ведении ремонтных работ	<u>49</u>
10. Требования по обеспечению взрывопожаробезопасности	<u>51</u>
II. Требования по охране окружающей среды	<u>53</u>
Перечень использованных нормативных и руководящих документов	<u>55</u>
Приложение 1. Распечатка программы расчета трубопровода и основных вложенных процедур	<u>59</u>
Приложение 2. Пример расчета с распечаткой исходных данных	<u>66</u>
Приложение 3. Расчет взмучивания при разработке грунта под водой	<u>69</u>

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ КАПИТАЛЬНОГО
РЕМОНТА ПОДВОДНЫХ НЕУТЕПРОВОДОВ МЕТОДОМ ПОДСАДКИ НА
ГРУППАХ I-III КАТЕГОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

РД 39-0147103-358-89

Издание ВНИИСПиНефти

450055, г.Уфа, пр.Октября, 144/3

39-0147103-358-89

Появлено к печати 15.07.1991 г.

Формат 60x60/16. Уч.-изд. л. 4,2. Тираж 100 экз. Заказ 111

Разработчик ВНИИСПиНефти