МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВНИИСТ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

инструкция

ПО ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ УТЯЖЕЛЯЮЩИХ ГРУЗОВ И АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОТИВ ВСПЛЫТИЯ

ВСН 2-136-81

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

·ВНИИСТ·

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ УТЯЖЕЛЯЮЩИХ ГРУЗОВ И АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОТИВ ВСПЛЫТИЯ

ВСН 2-136-81

Миннефтегазстрой

МОСКВА 1982

УДК 621.643.624.138.002.73

Настоящая Инструкция разработана на основе проведения сравнительных испытаний различных конструкций утяжеляющих железобетонных грузов и анкерных устройств, применяемых для балластировки и закрепления магистральных трубопроводов на проектных отметках в условиях обводненной и заболоченной местности.

При составлении Инструкции был обобщен опыт работ строительно-монтажных организаций Миннефтегаз - строя по сооружению магистральных трубопроводов в заболоченных районах Западной Сибири и Крайнего Севера.

В разработке Инструкции принимали участие: Васильев Н.П., Ткачев В.Г., Поляков В.Е., Решетников А.Д., Айнбиндер А.Б., Матросов А.И., Михайленко И.Е., Гадалова Н.В., Горохова Г.А. (ВНИИСТ); Сумароков В.С., Желудков Н.Н. (Южнигипрогаз); Суворов Л.Н., Иванов Ю.Н., Амелин Г.С. (Гипроспецгаз); Шукаев В.А. (Севертрубопроводстрой).

Замечания и предложения по Инструкции направлять по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, ЛЭИ.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1982

ВНИИСТ, Гипроспецгаз	Ведомственные строительные нормы Инструкция по выбору и применению различных типов утяжеляющих грузов и анкерных устройств для закрепления магистральных трубопроводов против всплытия	ВСН 2-I36-8I Миннефтегазстрой Разработана впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая Инструкция предназначается для выбора и применения различных типов утяжеляющих грузов и анкерных устройств для балластировки и закрепления на проектных отметках магистральных трубопроводов, прокладываемых в условиях обводненной и заболоченной местности, с целью обеспечения их устойчивого положения.

I.2. Для балластировки и закрепления трубопроводов следует применять только те конструкции железобетонных грузов и анкерных устройств, на которые имеются акты приемки и протоколы проверочных испытаний, утвержденные руководством Миннефтегазстроя.

I.3. При выборе конструкции железобетонного груза или анкерного устройства необходимо учитывать природно-климатические и гидрогеологические условия строительства, методы производства строительно-монтажных работ, надежность и стоимость конструкции.

I.4. При выборе конструкций и выполнении работ по балластировке и закреплению магистральных трубопроводов утяжеляющими железобетонными грузами и анкерными устройствами необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

а) СНиП III-42-80 "Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ". М., Стройиздат, I980;

б) СНиП II-45-75 "Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования". М., Стройиздат, I975;

Разработана лабораторией производственных экспериментов ВНИИСТа и отделом магистральных газопроводов Гипроспецгаза	Утверждена Миннефтегазстроем 5 декабря I98I г.	Срок введения I января I982 г.

в) "Инструкцией по применению винтовых анкерных устройств для закрепления трубопроводов" (ВСН 2-103-78 Миннефтегазстрой). М., ВНИИСТ, 1978;

г) Технологическими картами по монтажу утяжеляющих железобетонных грузов, разработанными Оргнефтегазстроем.

2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. В соответствии с формулой (27) СНиП II-45-75 проверку против всплытия трубопроводов, прокладываемых на болотах, обводненных и заболоченных участках, следует производить по расчетным нагрузкам и воздействиям из условия

$$Б \geq K_м \left[K_{н.в} \cdot q_в + Б_{изг} + Б_{пр.с} - q_{тр} - q_{доп} \right], \quad (1)$$

где Б – необходимая величина пригрузки (вес балласта под водой) или расчетного усилия анкерного устройства, приходящаяся на трубопровод длиной 1 м, кгс/м;

$K_м$ – коэффициент безопасности по материалу, принимаемый равным:

1 – для анкерных устройств;

1,05 – для железобетонных грузов;

1,07 – при сплошном обетонировании в опалубке;

1,1 – при сплошном обетонировании методом торкретирования.

При балластировке плотным (не разжиженным) грунтом:

1,2 – для газопроводов диаметром до 1020 мм;

1,4 – для газопроводов диаметром 1020 мм и более;

$K_{н.в}$ – коэффициент надежности при расчете устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимается равным 1,05 для болот, водоемов при отсутствии течения воды, пойм рек и периодически заливаемых участков 1%-ной обеспеченности;

$q_в$ – расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод (с учетом изоляции и футеровки), определяемая по формуле (5), кгс/м;

$q_{тр}$ – расчетный вес трубопровода (с учетом изоляции и футеровки) на воздухе, кгс/м;

$б_{изг}$ – расчетная величина пригрузки (вес балласта под водой), необходимая для изгиба трубопровода по заданной кривой дна траншеи, определяемая из условия прилегания трубопровода ко дну траншеи, кгс/м,

$$б_{изг} = \frac{8}{g}\frac{EJ}{\beta^2\rho^3} \quad \text{(для выпуклых кривых)}; \qquad (2)$$

$$б_{изг} = \frac{32}{g}\frac{EJ}{\beta^2\rho^3} \quad \text{(для вогнутых кривых)}. \qquad (3)$$

В формулах (2) и (3):

J – момент инерции сечения трубы на рассматриваемом участке, $см^4$;

β – угол поворота оси трубопровода, рад;

ρ – радиус упругого изгиба оси трубопровода, см;

$б_{пр.с}$ – расчетная величина пригрузки (вес балласта под водой), необходимая для предотвращения подъема трубопровода на криволинейных участках в вертикальной плоскости под воздействием внутреннего давления и изменения температуры стенок труб, кгс/м:

$$б_{пр.с} = \frac{S}{\rho}, \qquad (4)$$

где S – эквивалентное продольное осевое усилие, определяемое по формуле (26) СНиП II-45-75;

$q_{доп}$ – расчетный вес продукта на воздухе, дополнительных обустройств в воде, а также обледенения в воде при транспортировке продукта с отрицательной температурой, кгс/м.

2.2. Выталкивающая сила воды, приходящаяся на единицу длины полностью погруженного в воде трубопровода при отсутствии течения воды, определяется по формуле

$$q_в = q_в Д_н^2 \gamma_в, \qquad (5)$$

где $Д_н$ – наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия и футеровки, м;

$\gamma_в$ – объемный вес воды с учетом растворенных в ней солей, кгс/м^3

Примечание. При проектировании трубопроводов на участках, сложенных грунтами, могущими перейти в жидкопластическое состояние, при определении выталкивающей силы следует вместо объемного веса воды принимать объемный вес разжиженного грунта, определяемый по данным инженерных изысканий.

2.3. Расчетный вес трубопровода (с учетом изоляции и футеровки) на воздухе определяется по формуле

$$q_{тр} = 0{,}02466\,\delta\,(Д_н - \delta) + q_{из} + q_{фут}, \qquad (6)$$

где $Д_н$ – наружный диаметр трубопровода, м;

δ – толщина стенки трубопровода, м;

$q_{из}$ – вес изоляционного покрытия, кгс/м;

$q_{фут}$ – вес футеровочного покрытия, кгс/м.

2.4. Расчетный вес продукта на воздухе (кгс/м) определяется следующим образом.

Для газопроводов:

$$q_{газ} = n P Д_{вн}^2 . \qquad (7)$$

Для нефтепроводов:

$$q_н = \gamma_н \frac{\pi Д_{вн}^2}{4}, \qquad (8)$$

где n – коэффициент перегрузки, принимаемый по табл.12 СНиП II-45-75;

P – нормативное давление газа, кгс/см^2;

$Д_{вн}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

$\gamma_н$ – объемный вес транспортируемой нефти или нефтепродукта, кгс/м^3.

2.4. Вес одиночного железобетонного груза в воде определяется по формуле

$$Б_{гр} = P_1 - \gamma V_1 , \qquad (9)$$

где P_1 – вес железобетонного груза на воздухе, кгс;

V_1 – объем железобетонного груза, $м^3$;

γ – объемный вес жидкой среды погружения трубопровода, $кгс/м^3$.

2.5. Расчетное усилие винтового анкерного устройства определяется в соответствии со СНиП II-45-75 с учетом прочностных и деформационных свойств грунтов.

2.6. Расчетное удерживающее усилие гарпунных анкеров в зависимости от грунтов приведено в табл.I.

Таблица I

Группа грунтов	Грунты	Расчетная нагрузка на анкерное устройство, включающее два анкера, кгс		
		Конструкция анкера		
		Цилиндр АВ-I	С ершом из прутьев АВ-II	С поворотной лопастью АВ-III
I	Мягкопластичные глины и суглинки, пластичные супеси	I200	2500	5I50
II	Мелкие, плотные и средней плотности пески, полутвердые тугопластичные глины и суглинки	I800	5400	8250
III	Гравелистые, крупные, средней крупности пески, твердые супеси, твердые глины и суглинки	2I00	8000	I0200

2.7. Расчетное удерживающее усилие для анкеров (раскрывающегося типа АР-40I и винтовых) определяют по формуле

$$Б_{АНК} = z K_{гр} N_{АНК} m_{АНК}, \qquad (I0)$$

где z – число анкеров в одном анкерном устройстве;

$K_{гр}$ – коэффициент однородности грунта, принимаемый равным 0,6 (при определении $Б_{АНК}$ по результатам испытаний принимается равным 0,7);

$N_{АНК}$ – максимальная (критическая) нагрузка на один анкер,

определяемая по формуле (II) или по результатам испытаний, кгс;

$m_{анк}$ – коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,5 при $Z \leq 2$ и 0,4 при $Z > 2$.

2.8. Максимальная (критическая) нагрузка на один анкер (раскрывающегося типа и винтового) определяется по формуле

$$N_{анк} = (AC + B\gamma h)F, \qquad (II)$$

где A и B – коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения в рабочей зоне, принимаются по табл.2;

Таблица 2

Нормативный угол внутреннего трения грунта в рабочей зоне	Значения коэффициентов	
	A	B
I0	6,2	2,I
I2	6,6	2,4
I4	7,I	2,6
I6	7,7	3,2
I8	8,6	3,8
20	9,6	4,5
22	II,I	5,5
24	I3,5	7,0
26	I6,8	9,2
28	2I,2	I2,3
30	26,9	I6,5
32	34,4	22,5
34	44,5	3I,0
36	59,6	44,4

C – величина сцепления грунта в рабочей зоне, тс/м^2;

γ – средневзвешенный объемный вес грунтов, залегающих от дна траншеи до отметки заложения лопастей анкера, тс/м^3;

h – глубина заложения лопастей от дна траншеи, м;

F – площадь лопастей анкера, м^2.

2.9. Расстояния между анкерными устройствами необходимо определять из двух условий:

несущей способности анкера

$$L \leqslant \frac{Б_{АНК}}{Б}, \qquad (12)$$

где $Б_{АНК}$ – расчетное усилие на анкерное устройство, кгс;

$Б$ – необходимая величина расчетного усилия анкерного устройства, приходящаяся на трубопровод длиной I м и определяемая по формуле (I);

обеспечения устойчивости. При этом при определении критической силы необходимо учитывать начальный изгиб трубопровода.

Расстояние между анкерными устройствами, определенное из двух условий, принимается меньшее.

2.I0. Расстояние между железобетонными грузами определяют по формуле

$$L \leqslant \frac{Б_{гр}}{Б}, \qquad (13)$$

где $Б_{гр}$ – величина пригрузки, действующая на трубопровод против его всплытия от одиночного груза и определяемая по формуле (9), кгс.

2.II. Трубопровод, закрепляемый на проектных отметках анкерными устройствами и железобетонными грузами, проверяют на прочность, деформацию и общую устойчивость в соответствии с требованиями СНиП II-45-75.

2.I2. При установке анкерных устройств необходимо осуществлять контрольное выдергивание анкеров в соответствии с положениями "Инструкции по применению винтовых анкерных устройств для закрепления трубопроводов" (ВСН 2-I03-78 Миннефтегазстрой). М., ВНИИСТ, I978.

3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГРУЗОВ И АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

3.1. Выбор конструкций железобетонных грузов или анкерных устройств для балластировки и закрепления трубопроводов на проектных отметках обусловливается следующими основными факторами:

схемой прокладки трубопровода;

мощностью торфяной залежи;

прочностными и деформационными свойствами подстилающих грунтов;

расположением участка трубопровода в плане и в профиле (наличием горизонтальных и вертикальных кривых);

методом и сезоном производства строительно-монтажных работ.

Конструкции железобетонных грузов и анкерных устройств приведены в приложениях I и 2.

3.2. Седловидный железобетонный груз следует применять только для балластировки прямолинейных участков трубопроводов, уложенных на проектные отметки, на переходах через обводненные и заболоченные участки при мощности торфяной залежи не более глубины траншеи.

В производстве следует отдать предпочтение грузу типа УБК, более простому в технологии изготовления (по сравнению с седловидным) и обеспечивающему устойчивое положение на трубопроводе.

3.3. Груз типа УСС (утяжелитель седловидный самозакрепляющийся) следует применять для балластировки трубопроводов на поворотах в горизонтальной плоскости, выполненных путем упругого изгиба и на подземных компенсаторах, где необходим значительный момент против опрокидывания при поперечных перемещениях трубопровода, а также на переходах через малые водные преграды.

3.4. Груз типа СУГ следует применять для балластировки трубопроводов диаметром до 1020 мм включительно на переходах через болота, обводненные участки и малые водотоки.

3.5. Груз конструкции УБК (утяжелитель бетонный клиновидный) следует применять для балластировки трубопроводов на пе-

реходах через болота различных типов с мощностью торфяной залежи, не превышающей глубину траншеи, на обводненных и заболоченных участках, а также на переходах через малые водные преграды.

3.6. Груз марки УБО (утяжелитель бетонный охватывающий) следует применять для балластировки трубопроводов на:

переходах через болота различных типов и малые водотоки;

вогнутых и выпуклых кривых и прямолинейных участках, прилегающих к ним;

углах поворота в горизонтальной плоскости;

участках выхода трубопровода на поверхность.

3.7. Использовать анкерные устройства для закрепления трубопроводов на болотах следует только в том случае, если мощность торфа не превышает величины

$$H_{торф} = 1 + Д_{тр},$$

где $Д_{тр}$ - диаметр трубопровода, м,

и подстилающие минеральные грунты обеспечивают надежную работу анкеров.

3.8. На участках, сложенных пучинистыми грунтами и на участках, где возможны продольные перемещения трубопровода, анкерные устройства до разработки и внедрения специальных компенсационных приспособлений не применяются.

3.9. Гарпунные анкера типов АВ-I, АВ-II и АВ-III следует применять для закрепления трубопроводов диаметром до 720 мм включительно согласно табл.3.

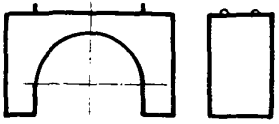
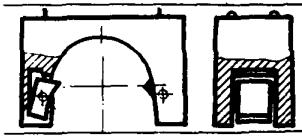
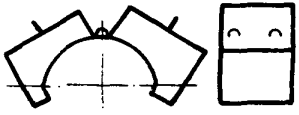
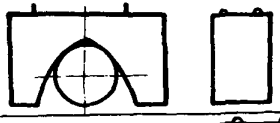
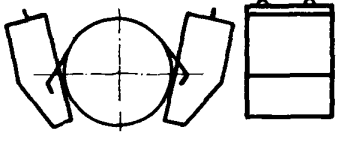
Таблица 3

Диаметр трубопровода	Тип анкера
До 426 мм	Цилиндрический АВ-I
От 426 до 530 мм	С ершом из прутьев АВ-II
От 530 до 820 мм	С поворотной лопастью АВ-III

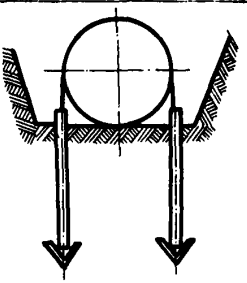
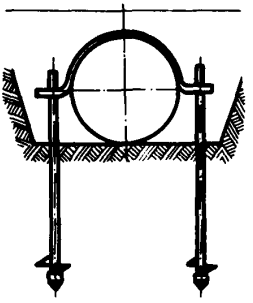
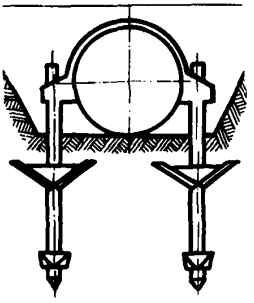
3.10. Устройство анкерное ВАУ-I и анкер раскрывающегося типа АР-40I следует применять для закрепления трубопроводов диаметром до I420 мм включительно на переходах через болота, обводненные участки и малые водотоки.

3.II. При сооружении трубопроводов в зимний период анкера следует устанавливать в грунт немедленно после разработки траншеи, в этом случае работы по закреплению трубопроводов анкерами должны быть синхронно увязаны с производством основных видов строительно-монтажных работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

№ п.п	Схема конструкции груза	Тип груза	Разработчик конструкции	Расход металла на I м³ бетона, кг	Краткое описание конструкции груза
I		Седловидный	ВНИИТрансгаз	I6	Железобетонный прямоугольный параллелепипед, на одной из граней которого выполнена цилиндрическая выемка
2		УСС	ВНИИСТ, Апсалямовский комбинат СК и М	I9,5	В стойках седловидного груза выполнены проемы, в которых шарнирно вмонтированы прижимные элементы
3		СУГ	Трест Ленгазспецстрой	I8	Две половинки седловидного груза соединены цилиндрическим шарниром
4		УНК	Трест Самотлортрубопроводстрой, ГТУ Миннефтегазстроя	I6	Седловидный груз с выемкой, обеспечивающей контакт груза с трубопроводом по двум линиям
5		УБО	ВНИИСТ	28	Два железобетонных блока со скосами, соединенные между собой металлическими поясами

Конструкции железобетонных грузов

№ п.п	Схемы конструкций анкерных устройств	Тип устройства	Разработчик конструкции	Расход металла на I комплект, кг	Несущая способность
I		АВ-I АВ-II АВ-III	Гипротюменнефтегаз, Главсибтрубопроводстрой	80-I20	4 тс "
2		ВАУ	ВНИИСТ	I00	I0 тс
3		АР-40I "	МИНХ и ГП, Главсибтрубопроводстрой, Тюменский филиал СКБ ГСМ	I000	30 тс

Конструкция анкерных устройств

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3

2. Основные расчетные положения 4

3. Области применения различных конструкций железобетонных грузов и анкерных устройств I0

Приложения I3

ИНСТРУКЦИЯ
по выбору и применению различных типов
утяжеляющих грузов и анкерных устройств
для закрепления магистральных трубопроводов
против всплытия
ВСН 2-I36-8I
Миннефтегазстрой

Редактор А.И.Зарецкая Корректор С.П.Михайлова
Технический редактор Т.В.Березева

Л-76686 Подписано в печать I2/Ш I982г. Формат 60x84/I6
Печ.л. I,0 Уч.-изд.л. 0,8 Бум.л. 0,5
Тираж I000 экз. Цена 8 коп. Заказ I4
Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru