

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

СТРОИТЕЛЬСТВО МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Конструкции и балластировка

ВСН 007-88

Миннефтегазстрой

Москва 1989

РАЗРАБОТАНЫ:

Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ) Миннефтегазстроя СССР

(кандидаты техн. наук И. Д. Красулин, В. В. Рождественский, В. Е. Поляков, А. Б. Айнбиндер, Н. П. Васильев, В. А. Шукаев, А. С. Гехман, Р. М. Хафизов, В. П. Чарний, Е. И. Федоров; инженеры Х. К. Мухаметдинов, Г. Е. Емельянов, И. В. Бочкова, В. Ф. Дмитриева);

ЮжНИИгипрогазом Мингазпрома СССР

(инженеры В. С. Сумароков, Н. Н. Желудков);

ВНИИГАЗом мингазпрома СССР

(д-р техн. наук З. Т. Галиуллин, канд. техн. наук И. А. Исмаилов, П. А. Дубин);

Гипротрубопроводом Миннефтепрома СССР

(инженеры Г. А. Вдовин, Б. А. Алимов);

ССО Запсибтрубопроводстроя (инженеры С. П. Вельчев, И. Г. Дорошенко);

ВНИИПКтехоргнефтегазстроем Миннефтегазстроя СССР

(д-р тех. муж Б. Л. Крижошеин, канд. техн. наук П. А. Вислобицкий, В. Д. Фомичев; инженер Б. П. Пляцек - участие в разделах 3, 4, 5);

Уфимским нефтяным институтом

(д-р техн. наук Л. А. Бабин);

ВНИИОСП им. Н. М. Герсевича Госстроя СССР

(кандидаты техн. наук Д. И. Федорович, Ю. О. Таргулян, М. Р. Гохман - участие в разделах 4, 5);

МИНГ им. И. М. Губкина

(д-р техн. наук Й. П. Бородавкин - участие в разделах 4, 5);

ССО Центртрубопроводстроя Миннефтегазстроя СССР (инженеры С. М. Щербаков, В. Н. Сатаров, В. П. Бородавкин, Й. Б. Лебякин);

ССО Уралтрубопроводстроя Миннефтегазстроя СССР (инженер М. С. Богданов).

ВНЕСЕНЫ ВНИИСТом Миннефтегазстроя СССР

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главным научно-техническим управлением

Миннефтегазстроя, главный технолог управления
А. А. Файзулины

С введением в действие "Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкции и балластировка" утрачивают силу:

ОСТ 102-99-85 "Утяжелители железобетонные для трубопроводов. Общие технические требования"

ОСТ 102-107-86 "Система показателей качества продукции. Строительство. Утяжелители железобетонные для магистральных трубопроводов. Номенклатура показателей"

РД 102-60-87 "Методические указания. Программа и методика приемочных испытаний опытных партий утяжелителей для балластировки трубопроводов"

"Инструкция по применению геотекстильных синтетических материалов (ГСМ) при балластировке грунтом стальных трубопроводов"

"Инструкция по балластировке трубопроводов с использованием закрепленных грунтов"

"Ведомственные строительные нормы по антикоррозионной защите свайных анкеров раскрывающегося типа АР-401, применяемых для закрепления магистральных нефтегазопроводов"

"Инструкция по выбору и применению различных типов утяжеляющих грузов и анкерных устройств для закрепления магистральных трубопроводов против всплытия"

"Инструкция по закреплению магистральных трубопроводов свайными анкерами раскрывающегося типа АР-401"

"Применение групповой установки железобетонных утяжелителей типа УБО с использованием балластирующей способности грунта"

СОГЛАСОВАНЫ Главным научно-техническим управлением Миннефтегазстроя СССР, начальник управления Н.И.Курбатов

Главным научно-техническим управлением Мингазпрома СССР, начальник управления А.Д.Седых

Главтранснефтью Миннефтепрома СССР, первый заместитель начальника В.Х.Галюк

Главгосгазнадзором СССР Мингазпрома СССР (письмо ? 11-5-2/330 от 1.12.88 г.), заместитель начальника В.Д.Шмырев

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Ведомственные строительные нормы	ВСН 007-88
	Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкции и балластировка	Миннефтегазстрой Вместо ОСТ 102-99-85, ОСТ 102-107-86, ВСН 204-86, ВСН 152-82, ВСН 180-85, ВСН 2-136-1, РД 102-60-87, ВСН 193-86, ВСН 2-132-81

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие ведомственные строительные нормы распространяются на проектирование и строительство магистральных и промысловых трубопроводов, прокладываемых на болотах, обводненной и заболоченной местности, на вечномерзлых грунтах.

1.2. Ведомственные строительные нормы разработаны в развитие глав СНиП 2.05.06-85 "Магистральные трубопроводы" и СНиП 41.42-80 "Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ". Данные нормы регламентируют вопросы балластировки и закрепления трубопроводов, куда входят:

- способы и конструкции;
- области применения способов и конструкций;
- основные расчетные положения;
- организация и технология производства работ;
- контроль качества производства работ;
- техника безопасности.

1.3. В проектах (рабочих проектах) на строительство трубопроводов для их балластировки и закрепления применяются способы и конструкции, выдержавшие приемочные испытания, стандартизированные в установленном порядке и отвечающие требованиям нормативных документов, регламентирующих их изготовление и применение.

Внесены ВНИИСТом	Утверждены Миннефтегазстроем СССР от 18 ноября 1988 г.	Срок введения в действие 20 ноября 1988 г.
------------------	--	--

1.4. Выбор конструкции балластирующего устройства (железобетонные утяжелители, анкерные устройства, минеральный грунт), а также метода закрепления трубопровода (одиночными устройствами или группами) производится проектной организацией, исходя из конкретных условий участков строительства, характеризуемых материалами инженерных изысканий, расчетных нагрузок, действующих на устройство, на основе результатов технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений, выполненных с учетом требований по экономному расходованию строительных материалов и обеспечивающего наиболее полное использование прочностных и деформационных характеристик грунтов и физико-механических свойств материалов для закрепления трубопровода.

1.5. Технические решения по балластировке отражаются в проекте (рабочем проекте) строительства трубопроводов.

2. КОНСТРУКЦИИ И СПОСОБЫ БАЛЛАСТИРОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

2.1. В зависимости от конкретных условий участка трассы трубопровода, характеристик грунтов, уровня грунтовых вод и схемы прокладки трубопровода применяются следующие конструкции и способы балластировки и закрепления трубопроводов:

железобетонные утяжелители охватывающего типа УБО и клиновидные типа 1-УБКм;
анкерные устройства винтового, раскрывающего типов (ВАУ, АР), а также вмораживаемые;
минеральный грунт, в том числе с применением рулонных нетканых синтетических материалов (НСМ);

полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ);

групповой способ установки железобетонных утяжелителей и анкерных устройств;
повышенное заглубление трубопровода.

2.2. железобетонные утяжелители охватывающего типа УБО изготавливаются по ТУ 102-300-81.

Рабочие чертежи на изделие и опалубку разработаны ЭКБ по железобетону (проект № 999 Б на изделие для трубопроводов диаметром от 530 до 1420 мм, проект ? 10186 на опалубку для трубопроводов диаметром от 720 до 1220 мм).

Утяжелители типа УБО (рис. 1,а) состоят из двух железобетонных блоков, двух металлических, защищенных изоляционным покрытием или мягких, изготовленных из долговечного синтетического материала, соединительных поясов.

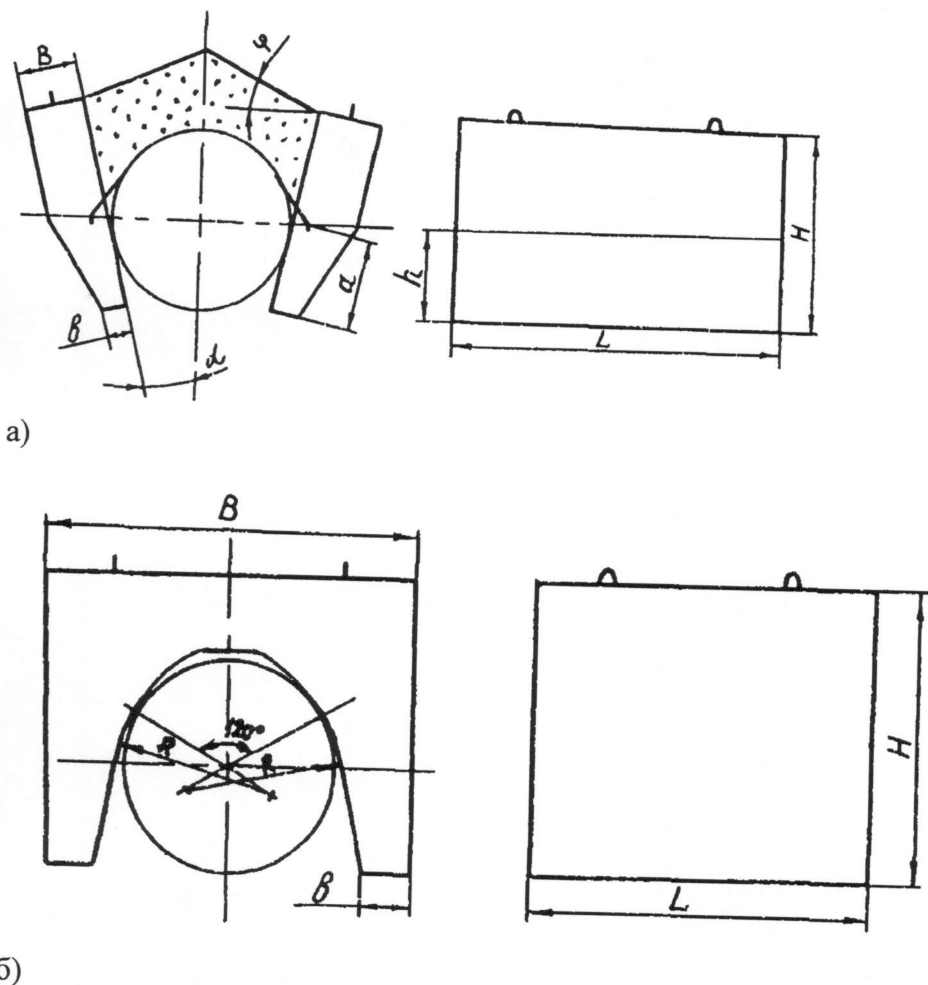


Рис. 1. Схемы конструкций железобетонных утяжелителей:

а - утяжелитель типа УБО; б - утяжелитель типа 1-УБКм

Техническая характеристика утяжелителя типа УБО приведена в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр трубопровода, мм	Марка утяжелителя	Габаритные размеры блока, мм	Объем бетона,	Масса утяжелителя,

H	a	B	L	h	b	м ³		кг	
1420	УБО-1420-12	1600	600	600	1200	800	150	1,88	4324
1220	УБО-1220-13,5	1400	550	600	1350	700	150	1,84	4232
1020	УБО-1020-15	1100	450	550	1500	600	150	1,46	3358
820	УБО-1020-15	1100	350	550	1500	600	150	1,46	3358
720	УБО-1020-15	1100	300	550	1500	600	150	1,46	3358
530	УБО-530-10	700	230	300	1000	300	100	0,36	828

Примечание. Масса утяжелителя определена для плотности бетона, равной 2300 кг/м³.

2.3. Железобетонные утяжелители клиновидного типа 1-УБКм изготавливаются по ТУ 102-421-86. Рабочие чертежи на изделие и опалубку разработаны ЭКБ по железобетону (проект ? 10418 на изделие, проекты ?? 10313, 10336, 10326., 10324 на опалубку для трубопроводов диаметром соответственно 1420, 1220, 1020 и 820 мм).

Утяжелитель представляет собой седловидный железобетонный блок (рис. 1,б), поверхность которого, примыкающая к трубопроводу, образована двумя взаимно пересекающимися цилиндрическими поверхностями с радиусом больше, чем радиус трубы.

Техническая характеристика утяжелителя типа УБК приведена в табл. 2.

Таблица 2

Диаметр трубопровода, мм		Марка утяжелителя	Габаритные размеры утяжелителя, мм			Объем бетона, м ³		Масса утяжелителя, кг	
L	H		B	R	b		кг		
1420	1-УБКм-1420-10		1000	1760	2400	1100	400	2,51	6020
1220	1-УБКм-1220-9		900	1570	2000	1100	290	1,69	4060
1020	1-УБКм-1020-9		900	1370	1340	1100	300	1,49	3580
620	1-УБКм-820-9		900	1120	1600	1000	300	1,12	2690
720	1-УБКм-720-9		900	1030	1500	800	310	1,03	2470
630	1-УБКм-720-9		900	1030	1500	800	310	1,03	2470
530	1-УБКм-529-9		900	760	1300	800	310	0,69	1660
478	1-УБКм-529-9		900	760	1300	800	310	0,69	1660
426	1-УБКм-426-9		900	690	1100	800	250	0,55	1320
377	1-УБКм-426-9		900	690	1100	800	250	0,55	1320

Примечание. Масса утяжелителя определена для плотности бетона 2400 кг/м.

2.4. Полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ) с грунтовым наполнителем (рис. 2) изготавливаются по ТУ 6-19-210-82 и представляют собой соединенные четырьмя силовыми лентами два контейнера из мягкого долговечного синтетического рулонного материала с металлическими распорными рамками.

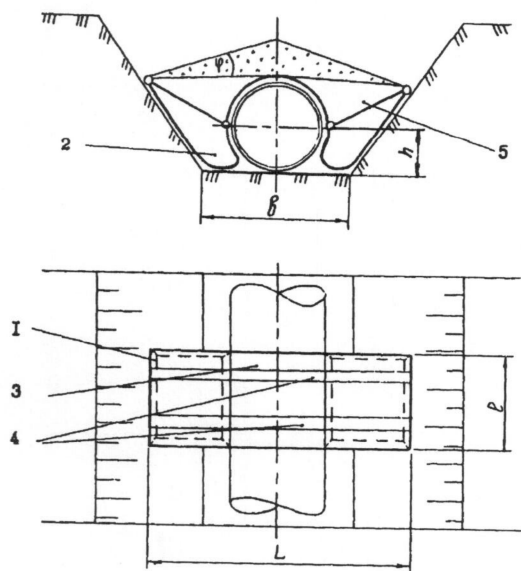


Рис. 2. Схема конструкции полимерно-контейнерного балластирующего устройства:

1 - рамка жесткости; 2 - емкость из мягкой ткани; 3 - нижняя грузовая лента; 4 - верхняя грузовая лента; 5 - противоразмывная перегородка

Ленты изготавливаются из синтетического материала. Между лентами вшиты вертикальные противоразмывные перегородки. Техническая характеристика ПКБУ приведена в табл. 3.

Таблица 3

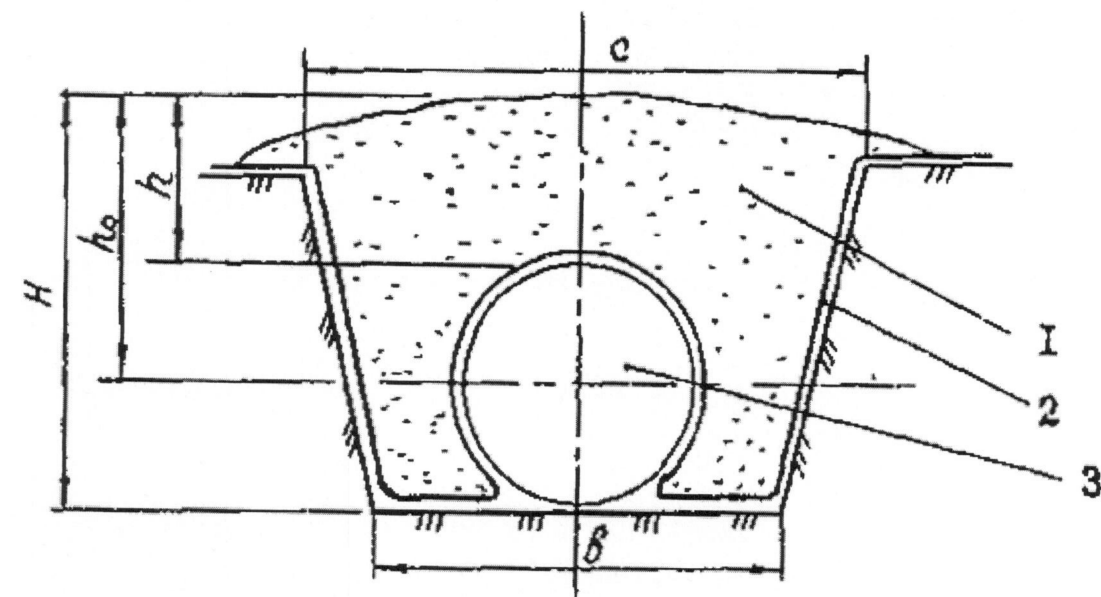
Диаметр трубопровода, мм	Габаритные размеры устройства, мм			Объем грунта в комплекте,
	L	h	L	

1420	4200	600	1500	5,1
1220	3800	600	1500	4,1
1020	3000	450	1500	2,6
820	2400	350	1500	1,7
720	2300	350	1500	1,4

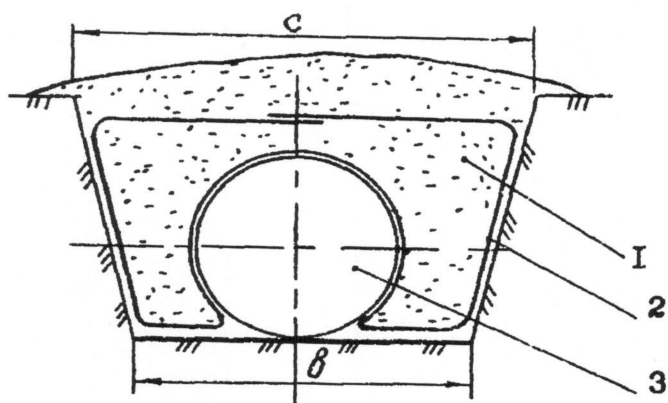
2.5. Для увеличения производительности труда и учета в балластировке массы грунта засыпки траншеи железобетонные утяжелители и ПКБУ устанавливают групповым способом.

2.6. Балластировка трубопроводов грунтом производится путем увеличения глубины траншеи. В зависимости от характеристик грунтов обратной засыпки и диаметра трубопровода достигается частичная или полная величина нормативной интенсивности балластировки.

2.7. Балластировка трубопроводов грунтом с применением нетканого синтетического материала (НСМ) выполняется по схемам рис. 3. В зависимости от характеристик грунта балластировка осуществляется по всей длине трубопровода или отдельными участками.



а



б

Рис. 3. Схемы балластировки трубопроводов грунтом с применением НСМ:

а - для песчаных; б - для глинистых; 1 - минеральный грунт; 2 - полотно из НСМ; 3 - трубопровод.

2.8. В качестве балластирующего устройства может применяться грунт, закрепленный добавками вяжущих компонентов по ТУ 38-101960-83 (тяжелые крекинг остатки, битумы и т.д.). Балластировка трубопроводов закрепленным грунтом выполняется в виде перемычек совместно с железобетонными утяжелителями или анкерными устройствами (рис. 4).

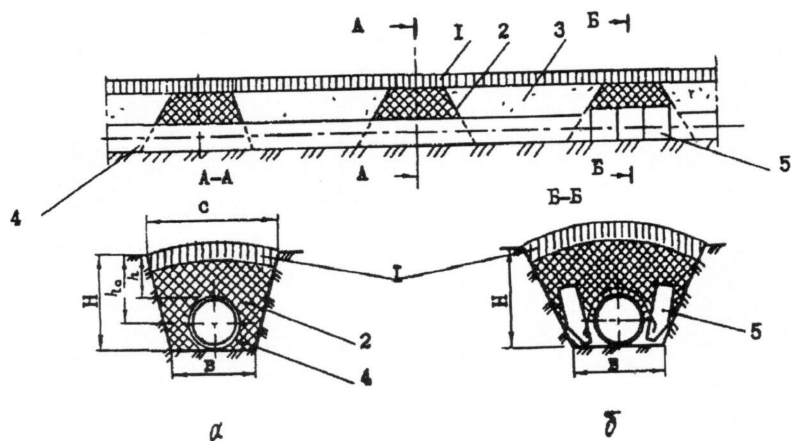


Рис. 4. Схема конструкций балластных перемычек:

а - балластная перемычка из закрепленного грунта; б - комбинированный способ балластировки;

1 - рекультивируемый слой грунта; 2 - закрепленный грунт; 3 - минеральный грунт; 4 - трубопровод; 5 - утяжелители типа УБО

2.9. Винтовые анкерные устройства типа ВАУ-1 (рис. 5) изготавливают по ТУ 102-164-80 и рабочим чертежам ВНИИСТА. ВАУ-1 состоит из двух винтовых анкеров, двух анкерных тяг и силового пояса.

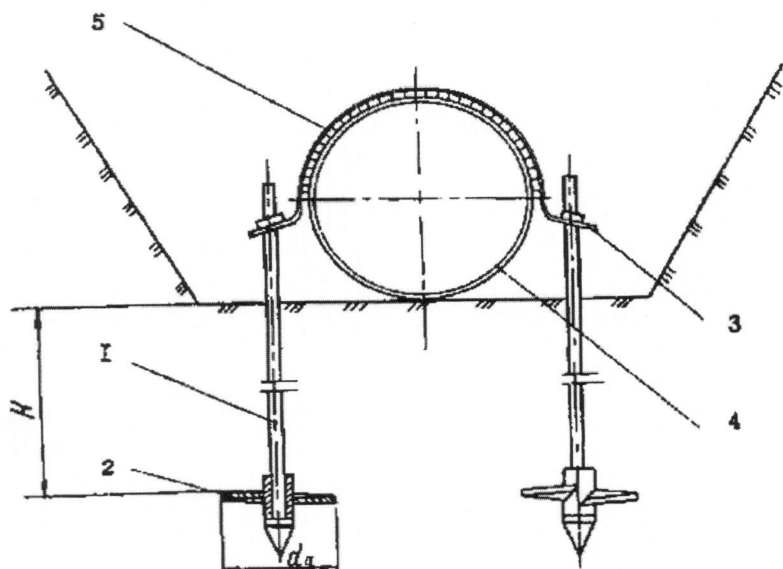


Рис. 5. Схема конструкции винтового анкерного устройства типа ВАУ:

1 - тяга анкерная; 2 - винт анкера; 3 - силовой пояс; 4 - трубопровод; 5 - прокладка

Свайные анкерные устройства раскрывающегося типа АР-401 и АР-401В изготавливаются по ТУ 102-318-82 и рабочим чертежам Тюменского филиала СКБ "Газстроймашина". Анкерные устройства типа АР состоят из двух свайных анкеров и силового пояса (рис. 6). Свайный анкер состоит из тяги, выполненной из трубы диаметром 168 мм или металлической полосы, к которой шарнирно крепятся лопасти, расположенные попарно в два яруса.

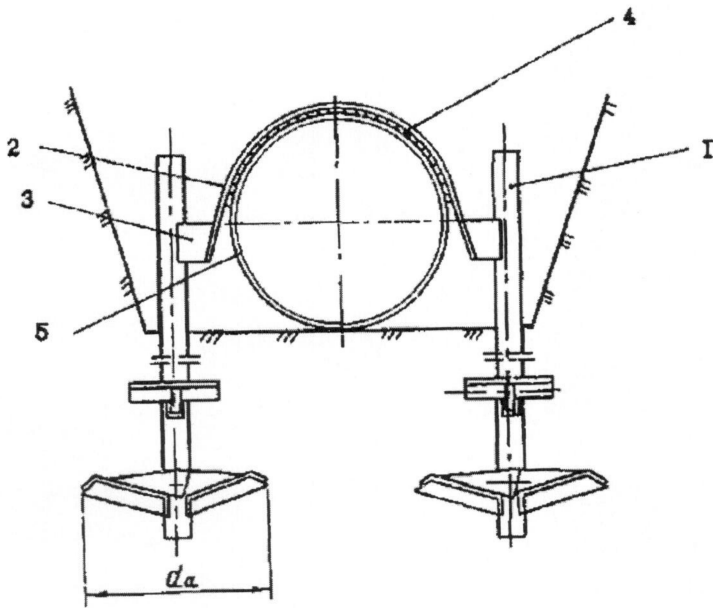


Рис. 6. Схема конструкции раскрывающегося анкерного устройства типа AP-401:

1 - анкер раскрывающийся; 2 - прокладка; 3 - хомут; 4 - мат; 5 - трубопровод

2.10. Вмораживаемые анкерные устройства дискового и стержневого типов изготавливаются по ТУ 102-455-88 и рабочим чертежам ВНИИСТа, ССО Центртрубопроводстрой.

Анкерное устройство дискового типа (рис. 7) состоит из двух тяг с круглыми дисками, расположенными на определенном расстоянии друг от друга, двух ограничителей усилий и силового пояса.

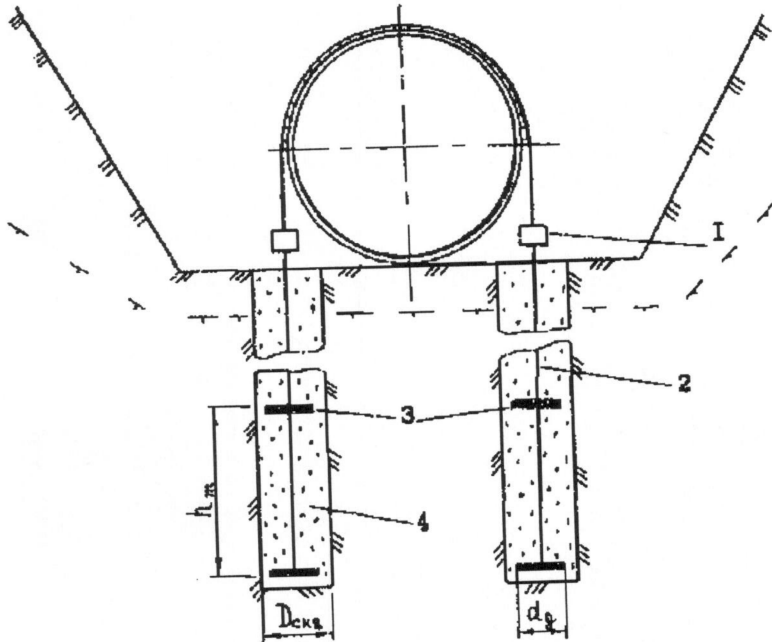


Рис. 7. Схема конструкции вмораживаемого анкерного устройства дискового типа:

1 - ограничитель усилий; 2 - тяга; 3 - металлические диски; 4 - грунтовый раствор

Анкерное устройство стержневого типа (рис. 8) отличается от предыдущего тем, что в нем отсутствуют диски, а тяги выполнены из арматуры периодического профиля. Ограничители усилий в анкерном устройстве применяются в случае закрепления трубопроводов, прокладываемых в пучинистых грунтах.

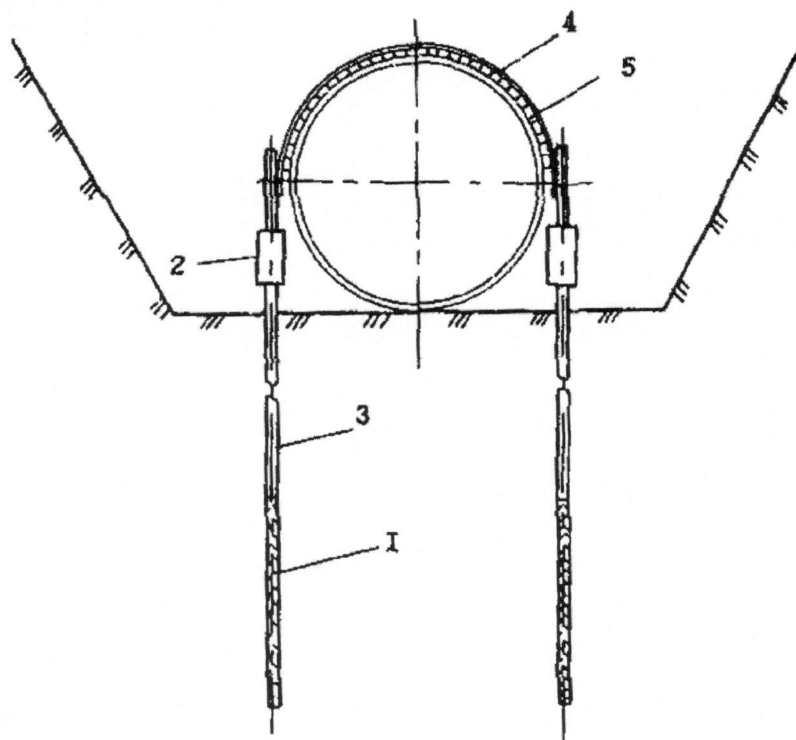


Рис. 8. Схема конструкции стержневого анкерного устройства:

1 - стержневой анкер; 2 - компенсатор; 3 - тяга, 4 - силовой пояс; 5 - футеровочный мат.

3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И СПОСОБОВ БАЛЛАСТИРОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Применяемые конструкции и способы балластировки и закрепления трубопроводов определяются проектной организацией и отражаются в проекте (рабочем проекте), исходя из следующих основных факторов:

- характера и типа грунтов (их прочностных и деформационных характеристик);
- глубины траншеи;
- уровня грунтовых вод;
- глубины и типа болот (при прокладке по болотистой или периодически затопляемой местности);
- условий рельефа местности;
- схемы прокладки (углы поворота в плане, вертикальные кривые и т.п.);
- методов и сезона производства строительного-монтажных работ;
- экономической целесообразности.

3.2. Балластировку трубопроводов железобетонными утяжелителями типов УБО и УБК можно производить на болотах всех типов, независимо от их глубины, вечномерзлых грунтах, поймах рек. При этом экономически целесообразно применять утяжелитель типа УБО в том случае, если имеется возможность использовать в качестве дополнительного балласта грунт засыпки траншеи (из отвала траншеи или привозной).

3.3. Закрепление трубопроводов винтовыми анкерными устройствами ВАУ-I можно производить на болотах, глубина которых равна или меньше глубины траншеи, при этом до засыпки траншеи должно быть обеспечено проектное положение трубопровода. Подстилающие болото грунты должны обеспечивать экономически целесообразную несущую способность винтовых анкеров. Также винтовые анкерные устройства следует применять для закрепления трубопроводов, прокладываемых на участках с прогнозируемым обводнением.

3.4. Анкеры раскрывающегося типа АР-401 и АР-401В можно применять для закрепления трубопроводов, прокладываемых на болотах и обводняемых территориях, при этом верхние лопасти анкеров после их раскрытия должны находиться в минеральном грунте на глубине, но менее 3 м.

3.5. Винтовые анкерные устройства преимущественно применяются на болотах, подстилаемых песчаными и супесчаными грунтами, а анкеры раскрывающегося типа АР - глинистыми и суглинистыми грунтами.

3.6. Железобетонные утяжелители и анкерные устройства применяются для балластировки и закрепления подводных переходов шириной 50 м и менее и проектируемых с учетом продольной жесткости труб. При этом утяжелители или анкерные устройства устанавливаются на неразмываемых береговых участках.

3.7. Полимерно-контейнерные балластирующие устройства применяются для балластировки трубопроводов, прокладываемых на обводненных и с прогнозируемым обводнением участках трассы. При заполнении контейнеров привозным минеральным грунтом эти устройства допускается применять и на болотах глубиной не более глубины траншеи.

3.8. Балластировку трубопроводов закрепленными грунтами можно производить на участках обводненной и с прогнозируемым обводнением территории при условии отсутствия воды в траншее в процессе производства работ (производство работ в зимнее время, удаление воды техническими средствами и т.д.).

3.9. Балластировку трубопроводов грунтом с применением нетканых синтетических материалов (НСМ) можно производить на участках с прогнозируемым обводнением, на обводненных и заболоченных участках трассы, на вечномерзлых грунтах при условии отсутствия воды в траншее в процессе производства работ (производство работ в зимнее время, удаление воды техническими средствами и т.д.).

При балластировке трубопроводов на уклонах более 3° следует предусматривать дополнительные мероприятия против размыва грунта обратной засыпки траншеи (перегородки, установка железобетонных утяжелителей типа 1-УБКм и т.д.).

Балластировку грунтом с применением НСМ по схеме рис. 3,а производят при прокладке трубопроводов в песчаных грунтах, по схеме рис. 3,б - в глинистых.

3.10. Закрепление трубопроводов вмораживаемыми анкерными устройствами производят в твердомерзлых песчаных и глинистых грунтах, включая болота с мощностью торфяного покрова не более глубины траншеи при условии, что несущие элементы вмораживаемых анкеров должны находиться в вечномерзлом грунте в течение всего срока их эксплуатации.

К твердомерзлым относятся песчаные и глинистые грунты, если их температура ниже значений, равных:

для песков крупных и средней крупности минус $0,1^\circ\text{C}$

для песков мелких и пылеватых минус $0,3^\circ\text{C}$

для супесей минус $0,6^\circ\text{C}$

для суглинков минус $1,0^\circ\text{C}$

для глин минус $1,5^\circ\text{C}$

Длина части анкера, взаимодействующая с вечномерзлым грунтом в процессе эксплуатации трубопровода, должна быть не менее 2 м (СНиП 2.02.04-87). Конструкция ограничителя усилий обеспечивает работоспособность анкера:

на участках болот в течение всего периода эксплуатации трубопровода;

на участках минеральных грунтов в течение периода времени, необходимого для полной стабилизации свойств грунтов обратной засыпки (3-7 лет).

Средняя расчетная температура грунта по длине вмороженной части анкера, при которой возможна установка вмораживаемых буроопускных анкеров, должна быть не выше минус $0,5^\circ\text{C}$ для песчаных грунтов и минус $1,0^\circ\text{C}$ для глинистых грунтов.

4. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Балластировка трубопровода и его закрепление при подземной прокладке производится с целью обеспечения проектного положения трубопровода в процессе строительства и надежной его работы в процессе эксплуатации.

Проверка устойчивости положения трубопровода (против всплытия), прочности, общей устойчивости в продольном направлении и деформативности производится в соответствии с действующими нормами на проектирование магистральных и промысловых трубопроводов.

4.2. Расчет устойчивости положения против всплытия трубопровода производится с использованием расчетных характеристик конструкций балластировки без учета их податливости и должен отражать условия строительства, испытания и эксплуатации трубопровода.

Расчет прочности, общей устойчивости в продольном направлении и деформативности трубопровода в процессе испытания и эксплуатации выполняется с учетом податливости конструкций балластировки

с использованием их предельных расчетных характеристик. Расчетные схемы и методы расчета трубопроводов необходимо выбирать с учетом возможности использования ЭВМ.

4.3. С целью выбора рациональной расстановки утяжелителей и анкеров следует использовать оптимизационные методы расчета.

4.4. Используемые для расчета физико-механические и теплотехнические характеристики грунта должны определяться на основании изысканий и с учетом прогнозирования изменения их свойств в процессе строительства и эксплуатации.

Нагрузка от выталкивающей силы воды

4.5. Выталкивающая сила воды, приходящаяся на единицу длины трубопровода, определяется по формуле

$$q_v = F_{обв} \cdot q, (1)$$

где

$$F_{обв} = (- \sin); (2)$$

$$= (3)$$

ρ_v - плотность воды с учетом растворенных в ней солей.

На обводненных участках трубопроводов, сложенных грунтами, которые могут перейти в текучепластическое состояние, при определении выталкивающей силы воды вместо плотности воды ρ_v следует принимать плотность разжиженного грунта, определяемую по данным изысканий;

q - ускорение свободного падения ($q = 9,81 \text{ м/с}^2$);

D_H - наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия и футеровки;

h_B - расстояние от верха засыпки до расчетного уровня воды;

h, h_0, H - соответственно расстояния от верха засыпки до верхней образующей, оси и нижней образующей трубы (см.рис. 3, 4).

Определение характеристик винтовых и раскрывающихся анкеров

4.6. Расчетная несущая способность анкера F_d определяется на основании испытаний статической нагрузкой или расчетным путем на основании данных изысканий по формулам:

$$F_d = ; (4)$$

$$, (5)$$

где n - число лопастей по высоте анкера;

$n = 1$ - для винтовых анкеров;

$n = 2$ - для раскрывающихся;

i - номер лопасти;

- коэффициент условия работы, принимаемый на основании табл. 4 в зависимости от наименования грунта

Таблица 4

шифр	Наименование грунта	
01	Пески маловлажные и супеси твердые	0,7
02	Пески влажные и супеси пластичные	0,6
03	Пески водонасыщенные и супеси текучие	0,5
11	Глины и суглинки твердые, полутвердые, тугопластичные и мягкопластичные	0,7
12	Глины и суглинки текучепластичные	0,6

Примечание. Коэффициент определяется грунтом, залегающим над соответствующей лопастью.

? - расчетное значение удельного сцепления пылевато-глинистого или параметр линейности песчаного грунта в рабочей зоне (слое грунта выше лопасти толщиной, равной диаметру анкера);

- расчетный удельный вес грунтов с учетом действия выталкивающей силы воды:

$$= , (6)$$

- удельный вес частиц грунта;

- удельный вес воды;

- коэффициент пористости;

h - глубина заложения лопасти от дна траншеи;

A - площадь лопасти;

, - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 5, в зависимости от расчетного угла внутреннего трения грунта в рабочей зоне.

- расчетное значение угла внутреннего трения.

Таблица 5

	Коэффициенты		, град.	Коэффициенты	
13	7,8	2,8	24	18,0	9,2
15	8,4	3,3	26	23,1	12,3
16	9,4	3,8	28	29,5	16,5
18	10,1	4,5	30	38,0	22,5
20	12,1	5,5	32	48,4	31,0
22	15,0	7,0	34	64,9	44,4

Примечание. При промежуточных значениях, не указанных в табл. 5, значения и определяются линейной интерполяцией.

4.7. Расчетная несущая способность анкерного устройства определяется по формуле:

$$V_d = \dots, (7)$$

где z - количество анкеров в одном анкерном устройстве;

m - коэффициент условия работы лопасти анкерного устройства, принимаемый равным 1 для $z = 1$ или при $z = 2$ и $D_H/3$; а при $z \geq 2$ и $1 < D_H/3$, то $m = 0,25(1 + D_H/d)$

D_H - наружный диаметр трубы;

d - максимальный линейный размер проема лопасти анкера на горизонтальную плоскость;

γ - коэффициент надежности анкера, принимаемый равным 1,2, если несущая способность анкера F_d определена на основании испытаний, и 1,4, если это значение определено по формуле (4). Для вмораживаемых анкеров величину временно до 31.12.90 г. принимать равной 1,25.

Примечание. При расчете удерживающей способности анкеров AP-401 принимается положение нижней лопасти анкера в плане согласно рис.6.

4.8. Расчет трубопроводов, закрепленных анкерами, погружаемыми в талые грунты, на прочность, продольную устойчивость и деформативность производится с учетом податливости (наличия перемещений под нагрузкой) анкеров в грунте.

Зависимость удерживающей способности анкерного устройства от его перемещения (диаграмма работы анкерного устройства) принимается в виде билинейной диаграммы (рис. 9) с восходящей прямой под углом α , предельной удерживающей способностью V_u и нисходящей прямой под углом β .

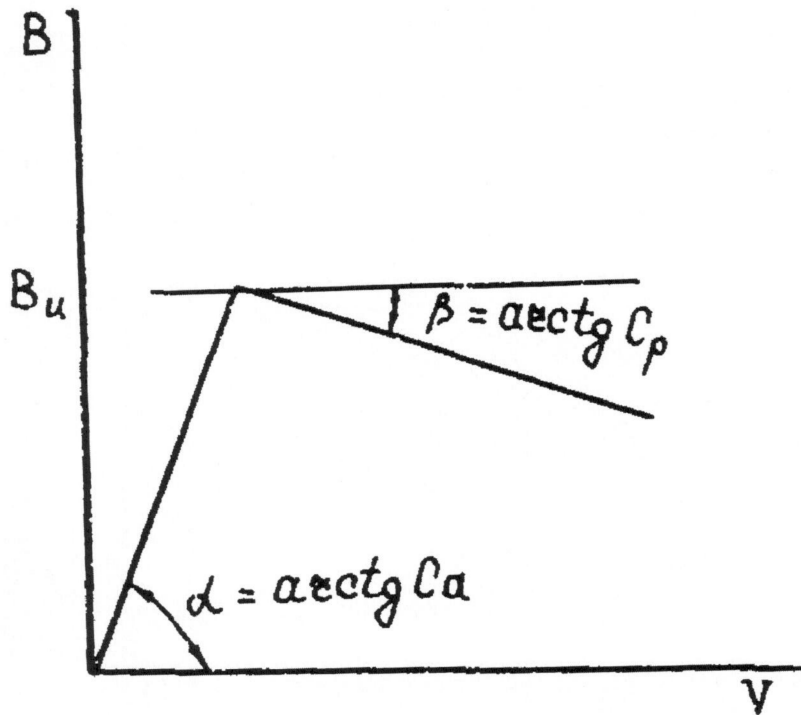


Рис. 9. Зависимость удерживающей способности анкерного устройства от перемещения его вверх

Параметры диаграммы вычисляются по формулам:

$$V_u = \dots, (8)$$

где V - расчетная предельная несущая способность анкера, определяемая также по формуле (5), где $\gamma = 1$,

$$tg = C_a = z, (9)$$

$$??? = 0,225, (10)$$

- модуль деформации грунта;

- коэффициент поперечной деформации грунта. Например, для анкера с одной лопастью:

$$C_a = z m C; (11)$$

двухлопастного

$$?? = z; (12)$$

$$tg = C_p =, (13)$$

где h_1 - расстояние от дна траншеи до ближайшей лопасти.

Удерживающая способность грунта

4.9. Расчетная удерживающая способность грунта засыпки, обладающего устойчивостью при обводнении и перемещении трубы, в том числе, закрепленного нефтяным вяжущим или другим способом, определяется по формулам:

при $h_b \geq h$

$$; (14)$$

при $h < h_b$ h_0 :

$$; (15)$$

при $h_b > h_0$

$$q_{гр} =; (16)$$

$$; (17)$$

где k - безразмерный коэффициент, характеризующий призму выпора, принимаемый равным единице для трубопроводов с условным диаметром от 1 м и более; для трубопроводов с условным диаметром менее 1 м он принимается равным численному значению диаметра в м;