Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности

Министерство газовой промышленности

Министерство нефтяной промышленности

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводняемых участках

ВИ I02-2-88

Москва I989

gost.e-ecolog.ru

Министерство строительства предприятий
нефтяной и газовой промышленности

Министерство газовой промышленности

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В Н И И С Т

Ю Ж Н И И Г И П Р О Г А З

Г И П Р О Т Ю М Е Н Н Е Ф Т Е Г А З

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра
Мингазпрома СССР

Каширов С.С. _____

"10" _____ 1988 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра
Миннефтегазстроя СССР

_____ Мухамедов Ф.В.

"10" 02 1988 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводняемых участках

ВИ 102-2-88

Директор ВНИИСТа _____ Р.М.Шакиров

Главный инженер
ЮжНИИгипрогаза _____ А.В.Солодовников

Главный инженер
Гипротюменнефтегаза _____ Р.П.Киршенбаум

БФ-ОФ-25—85 И

Министерство нефтяной промышленности
ГЛАВТЮМЕННЕФТЕГАЗ
**Государственный научно-исследовательский
и проектный институт нефтяной и газовой промышленности
имени В. И. Муравленко
(ГИПРОТЮМЕННЕФТЕГАЗ)**



Утверждаю
Заместитель министра-
начальник Главтюмен-
нефтегаза
Грайфер В.И.
"14" 06 1988 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводненных участках
ВИ I02-2-88

Заместитель начальника
Главтюменнефтегаза по
капитальному строитель-
ству Ф.С.Шакиров

Директор Гипротюмен-
нефтегаза Ю.А.Лукашкин

Тюмень 1988

Гипротюменнефтегаз. Зак. Тир.

Разработаны и внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ) и Главвостоктрубопроводстроем Миннефтегазстроя

СОГЛАСОВАНЫ:

Главный инженер Главного Технического Управления Миннефтегазстроя — Н.И.Курбатов

"11" января 1988г.

Зам.начальника Управления капитального строительства — М.С.Федоров

"10" февраля 1988.

Директор ПНИИС НПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР Д.Г-М.Н. — В.В.Баулин

Зам. главного инженера института Гипротрубопровод — В.П.Воронков

УДК 624.131.431.4.24:621.643.002.2

РАЗРАБОТАНА:

Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов Миннефтегазстроя СССР: И.Д.Красулиным, канд.техн.наук, В.В.Рождественским, канд.техн.наук, А.С.Гехманом, канд.техн.наук, П.И.Кашперюком, канд.геол.-минер.наук, А.Д.Перельмитером, канд.техн.наук, С.Г.Степановой, канд.геол.-минер.наук.;

ССО "Уралтрубопроводстрой" Миннефтегазстроя СССР: Н.П.Бобрышевым, Е.Г.Елизарьевым, М.С.Богдановым;

ССО "Запсибтрубопроводстрой" Миннефтегазстроя СССР: С.П.Вельчевым, А.С.Трофимовым, А.А.Гердтом;

Гипротюменнефтегазом Миннефтепрома СССР: И.Д.Скворцовым, канд.техн.наук Г.В.Ничевиловым;

Производственным и научно-исследовательским институтом по изысканиям в строительстве Госстроя РСФСР: Т.В.Нефедовой, канд.геол.-минер.наук;

Уфимским нефтяным институтом Минвуза СССР: Ю.И.Спектором;

ЮжНИИгипрогазом Мингазпрома СССР: В.С.Сумароковым, В.А.Ромоданом, Н.Н.Желудковым.

ВНЕСЕНА:

Миннефтегазстроем СССР,
Миннефтепромом СССР,
Мингазпромом СССР.

ПОДГОТОВЛЕНА к утверждению Главным научно-техническим управлением Миннефтегазстроя СССР: Н.И.Курбатовым;

Главным управлением капитального строительства Мингазпрома СССР: М.С.Федоровым.

С введением в действие "Временной инструкции. Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводняемых участках ВИ 102-2-88" утрачивают силу "Указания по балластировке грунтом стальных трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках ВСН 1-31-71".

СОГЛАСОВАНА с Гипротрубопроводом: В.П.Воронковым;
ПНИИИСом НПО "Стройизыскания": В.В.Баулиным.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1989

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности, Министерство газовой промышленности, Министерство нефтяной промышленности	Временная инструкция. Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводняемых участках	ВИ I02-2-88 Взамен ВСН I-3I-7I Мингазпром

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая Инструкция распространяется на проектирование вновь строящихся и реконструируемых магистральных и промысловых газопроводов, нефте- и нефтепродуктопроводов и ответвлений от них, укладываемых подземно на обводненных, прогнозно-обводняемых участках трассы, а также участках верховых болот с мощностью торфа менее 0,5 м для трубопроводов диаметром до I420 мм включительно. Учет несущей способности допускается только в случае засыпки уложенного в проектное положение трубопровода.

Примечания: I. К обводненным участкам относятся такие участки, на которых трубопровод в проектном положении находится в водонасыщенных грунтах на уровне не ниже верхней образующей.

2. К прогнозно-обводняемым участкам относятся такие, на которых может произойти обводнение в первые три года эксплуатации трубопровода.

I.2. Временная Инструкция разработана в развитие глав СНиП 2.05.06.85 "Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования" и СНиП Ш.42-80 "Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ", регламентирует вопросы, связанные с учетом удерживающей способности минеральных грунтов нарушенной структуры и является дополнением к ВСН 007-88 "Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкции и балластировка".

Внесена ВНИИСТом (ОПН), ССО "Уралтрубопроводстроем", "БашНИИгипрогазом", Гипротюменнефтегазом	Утверждена Миннефтегазстроем I0.II.I988 г. Утверждена Мингазпромом I0.II.I988 г. Утверждена Миннефтепромом 24.X.I988 г.	Срок действия с I0.II.I988 г. по I0.II.I99I г.

I.3. Удерживающая способность минеральных грунтов при проектировании трубопроводов учитывается для прямолинейных и выполняемых упругим изгибом труб криволинейных участков. При необходимости возможно дополнительное заглубление трубопровода, величина которого определяется расчетом.

I.4. Закрепление трубопроводов грунтом можно предусматривать в сочетании с утяжеляющими грузами, скорлупами, со сплошным обетонированием и анкерными устройствами, а также с геотекстильным нетканым синтетическим материалом на выпуклых кривых.

I.5. Учет удерживающей способности грунтов допускается независимо от величины положительного температурного перепада. При этом необходимо обеспечить продольную устойчивость трубопровода в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06.85.

I.6. Учет удерживающей способности грунта не допускается в следующих случаях:

на участках, на которых в период производства работ возможно обводнение траншеи и всплытие трубопровода;

при мощности торфяной залежи более 0,5 м, если нельзя обеспечить повышенное заглубление;

на поймах рек (за исключением трубопроводов диаметром 500 мм и менее в случае отсутствия размыва пойм на участках прокладки);

на участках, сложенных песчаными грунтами с уклоном дна траншеи более 3^0.

I.7. При проведении изысканий трасс трубопроводов надлежит определять уровни грунтовых вод и необходимые характеристики грунтов, используемых в качестве засыпки, а именно: влажность, плотность грунта при естественном залегании и в состоянии засыпки, плотность сухого грунта, плотность частиц грунта, коэффициент пористости, углы внутреннего трения и удельное сцепление грунта как при естественной влажности, так и в полностью водонасыщенном состоянии.

Если при изысканиях трассы трубопровода не были получены все необходимые для расчета характеристики, их следует принимать согласно нормативным документам и указаниям разд.3 настоящей Инструкции. При этом принимаются минимальные значения плотности и угла внутреннего трения, которые могут быть у данного вида грунта.

I.8. Засыпка трубопровода в зимний период должна производиться размельченным грунтом с размерами грунтовых комьев не более 5 см, без примесей снега и ледяных включений. При засыпке трубопровода минеральным грунтом над уровнем дневной поверхности должен быть создан валик высотой более 0,3 м, а при балластировке мерзлым грунтом не менее 0,6 м.

I.9. На участках с уклонами более 3^0, сложенных песчаными грунтами, и на примыкающих к переходам через водные преграды и болота Ш и П типа следует предусматривать устройство противоэрозионных перемычек протяженностью I2-25 м из грунта с геотекстильными материалами, устанавливаемых с шагом, обеспечивающим сохранность обратной засыпки трубопровода.

I.I0. Засыпанный грунт перемычек уплотняется в траншее посредством поперечного наезда бульдозера на полностью засыпанную траншею с валиком.

2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.I. Устойчивость положения (против всплытия) трубопроводов, прокладываемых на обводненных и прогнозно-обводняемых участках трассы, следует проверять в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06.85.

2.2. Расчетную удерживающую способность $P_{гр}$ (Н/м) на единицу длины трубопровода, когда уровень грунтовых вод совпадает с дневной поверхностью грунта, определяют по формулам:

$$P_{гр} = m(P_1 + 2T), \qquad (1)$$

где

$$P_1 = g\rho_{св}(D_н h + 0{,}11 D_н^2); \qquad (2)$$

$$T = F tg\varphi + C_0(h + \frac{1}{2}D_н). \qquad (3)$$

В формуле (3) F рассчитывают следующим образом:

$$F = \frac{1}{2} g\rho_{св}(h + \frac{1}{2}D_н)^2 tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) - 2C_0(h + \frac{1}{2}D_н)tg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \qquad (4)$$

Если при вычислении по формуле (4) $F < 0$, то следует принимать $F = 0$. В формулах приняты следующие обозначения:

$D_н$ - наружный диаметр трубопровода, м;

h - высота слоя грунта над трубопроводом, м;

φ - угол внутреннего трения обводненного грунта, град;

C_0 - удельное сцепление полностью водонасыщенного грунта, $Н/м^2$;

$g = 9{,}84$ - ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$\rho_{sв}$ - плотность грунта с учетом взвешивающего действия воды, $кг/м^3$;

$$\rho_{sв} = \frac{\rho_s - \rho_в}{1 + e}; \qquad (5)$$

ρ_s - плотность частиц грунта, $кг/м^3$;

$\rho_в$ - плотность воды с учетом растворенных солей (на засоленных участках $\rho_в$ = 1020-1200 $кг/м^3$), $кг/м^3$;

e - коэффициент пористости грунта;

m - коэффициент условий работы. При транспортировке нефтегазовой смеси в нестационарном режиме m = =0,5, в остальных случаях m = 0,8.

Значения φ, C_0, ρ_s, $\rho_в$, e определяются по материалам изысканий или в соответствии с главой СНиП 2.02.01-83 "Основания зданий и сооружений" с учетом рекомендаций, приведенных в разд.3 настоящей Инструкции.

Ориентировочные значения удерживающей способности грунтов приведены в табл.1.

2.3. Удерживающую способность грунта рассчитывают для наивысшего уровня возможного стояния грунтовых и поверхностных вод: для нефтепродуктопроводов - в период строительства до момента заполнения трубопровода продуктом или водой; для газопроводов - в период строительства и эксплуатации.

2.4. При определении проектной высоты слоя грунта, находящегося над уровнем воды, необходимо учитывать осадку свеженасыпанного грунта (в зависимости от свойств грунта и способа производства работ).

Таблица I

Ориентировочные значения удерживающей способности грунтов обратной засыпки при подземной прокладке трубопроводов

Диаметр трубы, мм	I420	I220	I020	720	530	426
Толщина стенки трубы, мм	I5,0	I2,0	I0,0	8,0	6,0	6,0
Плавучесть, кН/м	I0,8	8,I	5,7	2,7	I,4	0,8
Удерживающая сила грунтов засыпки, кН/м:						
пески средне- и мелкозернистые обводненные; $C=0$, $\varphi=20^0$, $\rho_{sb}=$ =970 кг/м^3	I6,5	I4,0	II,7	6,6	5,0	4,I
супеси, суглинки, глины в пластичном состоянии; $C=$ I000 Н/м^2, $\varphi=$ I4^0, $\rho_{sb}=$ =880 кг/м^3	I6,I	I3,8	II,7	6,9	5,4	4,6
	h = I м			h = 0,8 м		

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГРУНТОВ, СЛУЖАЩИХ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКИ ТРАНШЕЙ И БАЛЛАСТИРОВКИ ТРУБОПРОВОДОВ

3.I. Подвергнутые предварительной экскавации грунты, служащие для обратной засыпки трубопроводов, относятся к группе искусственных (насыпных) отложений, характеризующихся неоднородным составом, наличием пустот и макропор.

3.2. Инженерно-геологические свойства и вещественный состав грунтов изменяются во времени под влиянием сил гравитации и физико-химических процессов.

3.3. Гравитационное уплотнение обратной засыпки завершается, как правило, для песчаных грунтов в течение 2,5-7 лет,

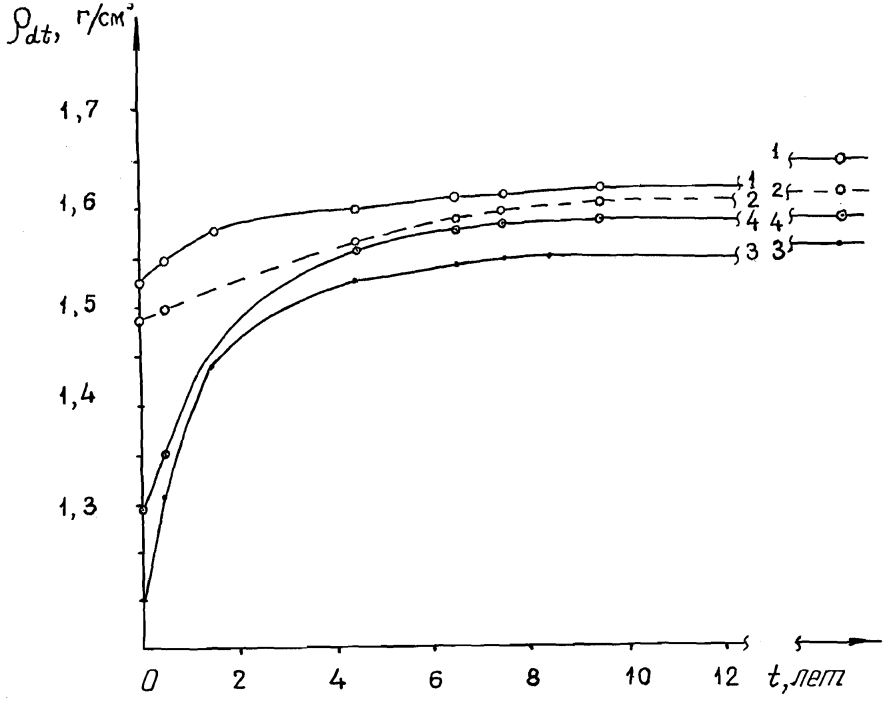


Рис.I. Изменение плотности скелета ρ_{dt} песков во времени:
I - I тип. $\rho_{dt} = I,65 - 0,II\, e^{-0,I6t}$; 2 - II тип. Незаболоченные участки. $\rho_{dt} = I,62 - 0,I4\, e^{-0,23t}$; 3 - III тип. Заболоченные участки. $\rho_{dt} = I,55 - 0,35\, e^{-0,88t}$; 4 - IУ тип. $\rho_{dt} = I,64 - 0,35\, e^{-0,35t}$

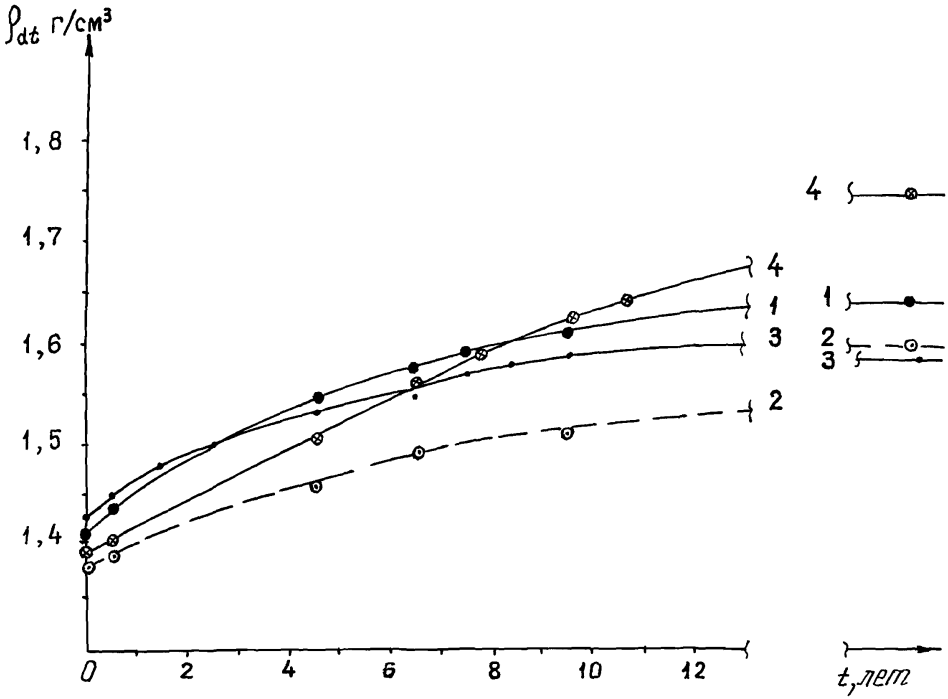


Рис.2. Изменение плотности скелета ρ_{dt} связных грунтов во времени:
I - I тип. Супесь. $\rho_{dt} = 1{,}64 - 0{,}22\, e^{-0{,}20t}$; 2 - II тип. Супесь. $\rho_{dt} = 1{,}56 - 0{,}18\, e^{-0{,}15t}$; 3 - III тип. Супесь. $\rho_{dt} = 1{,}60 - 0{,}17\, e^{-0{,}23t}$; 4 - IУ тип. Суглинок. $\rho_{dt} = 1{,}76 - 0{,}36 \cdot e^{-0{,}11t}$

где ρ и ρ_{dt} - показатели плотности грунта, соответственно в природном залегании и в момент времени t;

t - время от момента обратной засыпки, подвергнутого экскавации грунта в годах;

n - коэффициент интенсивности процесса самоуплотнения;

K_ρ - коэффициент разуплотнения, характеризующий изменение плотности в первоначальный момент времени после экскавации;

$$K_\rho = \frac{\rho}{\rho_0}, \qquad (7)$$

где ρ_0 - плотность грунта в момент времени $t = 0$, т.е. сразу после экскавации.

3.5. Коэффициенты разуплотнения и интенсивности самоуплотнения следует принимать по табл.2.

Таблица 2

Коэффициенты, характеризующие изменения плотности грунтов обратных засыпок трубопроводов

Наименование грунта	Состояние грунта	Коэффициент разуплотнения K_ρ	Коэффициент интенсивности самоуплотнения n, I/год
Пески мелкие и пылеватые	Влажные и малой влажные	I,07-I,09	0,I6-0,23
	Водонасыщенные	I,27-I,29	0,32-0,88
Супеси	Твердые, реже пластичные	I,I2-I,I5	0,20-0,23
Суглинки	Мягко- и тугопластичные	I,25	0,II

3.6. Самоуплотнение до естественного состояния насыпных песков происходит наиболее интенсивно на заболоченных участках поймы, где грунты водонасыщены (S_z = 0,8I-0,90); стабилизация плотности грунтов происходит в течение 2,5 лет.

3.7. При проектировании рекомендуется учитывать, что угол внутреннего трения φ снижается при обводнении грунта обратной засыпки на 5-8% и повышается при высыхании насыпных грунтов на хорошо дренированных участках на 3-5%.

3.8. Характер и интенсивность изменения инженерно-геологических свойств грунтов обратной засыпки во времени зависят от вида грунта, его свойств в естественном залегании, способов разработки и засыпки траншеи, рельефа, уровня грунтовых вод, состояния грунта на притрассовых участках.

3.9. Самоуплотнение насыпных грунтов до стабилизированных значений происходит в течение длительного времени (см.рис.I,2). Поэтому для обеспечения надежности закрепления трубопроводов минеральным грунтом необходимо искусственное (техническое) уплотнение грунтов в траншее сразу после их засыпки (в соответствии с п.I.7).

3.I0. Наиболее благоприятными для закрепления трубопроводов являются глинистые грунты полутвердой и тугопластичной консистенции (супеси, суглинки, глины), обладающие высокими значениями коэффициентов сцепления и угла внутреннего трения.

3.II. Инженерно-геологические свойства нарушенных дисперсных грунтов центральных и северных районов Западной Сибири, необходимые для расчета удерживающей способности грунта, приведены в табл.3.

Таблица 3

Ориентировочные значения характеристик грунтов нарушенной структуры для балластировки трубопроводов

Наименование грунта	Состояние грунта	Плотность сухого грунта, $кг/м^3 \cdot x10^3$	Сцепление грунта, $Н/м^2 \cdot x10^6$	Угол внутреннего трения, град.	Коэффициент пористости	Плотность грунта с учетом взвешивающего влияния воды, $кг/м^3 x10^3$
Пески мелкие и пылеватые	Влажные и маловлажные	1,35-1,55 1,50	0,00	21-40	0,97-0,72 0,77	0,72-0,73 0,75
	Водонасыщенные	1,15-1,25 1,20	0,00	31-33	1,31-1,13 1,22	-
Пески крупные	Влажные и маловлажные	1,60-1,66 1,63	0,00	40-42	0,68-0,72 0,7	0,97
Связные грунты (супеси, суглинки, глины)	Полутвердые и твердые	1,35-1,65 1,45	0,03	20-25	1,08-0,75 0,87	0,72-0,98 0,91
	Мягко- и тугопластичные	1,20-1,47 1,40	0,001	12-18	1,26-0,86 0,94	0,76-0,92 0,88
	Текучие	1,10-1,40 1,38	0,00	10-18	1,44-0,91 0,94	0,69-0,88 0,86

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Основные расчетные положения 5
3. Инженерно-геологическая оценка грунтов, служащих для обратной засыпки траншей и балластировки трубопроводов 7

Временная инструкция

Учет удерживающей способности грунтов нарушенной структуры при прокладке стальных трубопроводов на обводняемых участках

ВИ I02-2-88

Издание ВНИИСТа

Редактор Г.К.Храпова
Корректор С.П.Михайлова
Технический редактор Т.Л.Датнова

Подписано в печать | Формат 60x84/I6
Печ.л. 0,75 | Уч.-изд.л. 0,7 | Бум.л. 0,375
Тираж I50 экз. | Цена 60 коп. | Заказ

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru