

ЦНИИИС **МИНTRANССТРОЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАСТЯЖКИ
ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

МОСКВА 1974

ВСЕСОВЕЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора института

/Г.ХАСХАЧИХ/

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАСТЯЖКИ
ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Москва 1974

УИК 624.21.001.24-462

(C) ВСЕСОВЕЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА 1974

ПРЕДСЛОВИЕ

"Методические рекомендации по предотвращению растяжки водопропускных труб" разработаны в Новосибирском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства в дополнение к действующим нормативным документам в соответствии с решением Технического управления Минтрансстроя.

В Рекомендациях изложена методика расчета и конструирования водопропускных труб с учетом явления растяжки в сложных инженерно-геологических условиях, в том числе в районах вечной мерзлоты. Применение Рекомендаций послужит улучшению качества и долговечности водопропускных труб, повышению их устойчивости против растяжки - деформации весьма распространенной, особенно в Северной строительно-климатической зоне.

Рекомендации составлены кандидатами техн. наук А.С.Моталовым, Р.Е.Подвальным и Я.Э.Лобановым по результатам исследований, выполненных СибГИИСом в 1962-1972 гг. совместно с проектными и строительными организациями Минтрансстроя. При разработке учтены многолетний опыт строительства и эксплуатации водопропускных труб на железных дорогах Сибири.

Отзывы, предложения и замечания просясьба направлять по адресу: 630066, Новосибирск 66, СибГИИС.

Директор СибГИИСа

Л.Б.Корлкин/

Основные положения

1.1. Настоящие Методические рекомендации предлагаются для проектирования труб в сложных инженерно-геологических условиях, в том числе в районах вечной мерзлоты.

1.2. В работе приведены методика определения условий, при которых возможно возникновение растяжки труб, рекомендации по проектированию и строительству труб с учетом опасности растяжки.

1.3. Принято, что целостность трубы (отсутствие растяжки) должна быть обеспечена как во время строительства, так и в период эксплуатации. При этом учитывается, что для сооружений на твердых грунтах наиболее неблагоприятным периодом является время отсыпки насыпи и первые годы эксплуатации. Для сооружений на вечномерзлых грунтах недопустимые условия, кроме того, могут возникнуть в процессе последующей длительной эксплуатации.

1.4. Основным условием устойчивости трубы против растяжки при отсыпке обеспечивается стабильность опорания и устойчивость откосов насыпи.²

1.5. Проектирование труб на вечномерзлых грунтах выполняют на основе расчетов контактного режима, исходя из принципа исполнения грунтов основания. При отсутствии таких расчетов принципиально самое невероятное положение верхней границы мерзлоты.

Под растяжкой понимается удлинение труб с покрытием междушвейных швов или с разрывом сечений.

Под стабильностью основания понимается отсутствие зон пластических деформаций (таковых склонов, не ссыдающихся на поверхность), в том числе по синхронизированным опасностям скольжения (слабым прослойкам грунта, их грунтовые отрывы и т.д.).

1.6. Рекомендуется и осуществляется следующий по рядок проектирования:

1. Проверка устойчивости труои против раскрытия и исходя из условий стабильности основания:

- расчет по схеме глубокого сдвига для определения возможности возникновения локальных зон пластических деформаций;
- расчет по схеме плоского сдвига для определения возможности до альных сдвигов на определенных плоскостях.

2. В зависимости от результатов расчетов принимают решение о проектировании труои:

- при выполнении указаний п.1.4 труоу проектируют по существующим нормам; к очертанию поперечника насыпи и к основанию не предъявляют никаких дополнительных требований;
- в случае, если результаты расчета свидетельствуют о возможности возникновения пластических деформаций, рассматривают варианты:
 - а) предотвращения раскрытия труо путем обеспечения стабильности основания;
 - б) конструктивного приспособления труо к условиям возможного перемещения окружающего ее грунта.

1.7. Во всех случаях (в том числе с мероприятиями, указанными в п.1.6) проектирование конструкции самой труо осуществляют с использованием типовых решений из унифицированных элементов.

1.8. Указанные в п.1.6, а также в разделах 1 и 5 мероприятия могут применяться в отдельности или комплексно. Окончательное решение принимают на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом возможного срока развития деформаций.

1

Проверка и обеспечение устойчивости откосов насыпи включаются в соответствии с указаниями действующих нормативных документов.

1.9. На стадии проектирования следует предусматривать устройство приспособлений, позволяющих вести наблюдения и контроль за перемещением и деформациями трубы, насечки и основания, а в Северной строительно-климатической зоне, кроме того, за температурой вечногорелых грунтов основания.

1.10. Приведенные в разделе 6 рекомендации по производству работ относятся, главным образом, к районам вечной мерзлоты и имеют целью исключение лейформаций труб в связи с неравномерным оттаиванием мерзлого грунта в основании.

2. НАГРУЗКИ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБОВ

2.1. При расчете оснований и конструкций труб учитывают нагрузки:

- постоянные - вес насечки и элементов трубы;
- временные - давление грунта от подвижного состояния.

2.2. Расчеты ведут на нагрузки, которые получают умножением нормативных величин на коэффициент перегрузки n , принимаемый по табл. I.

Т а б л и ц а I

Род нагрузок	Коэффициенты n при расчетах	
	стабильности основания	конструктивных элементов
Давление от веса грунта	1,0	1,2 (0,8)
Вес конструкций трубы	-	1,1 (0,9)
Давление грунта от временной нагрузки	1,0	1,2 (0,8)

2.3. В качестве факторов сопротивления учитывают:

- при расчетах стабильности основания - нормативы ее характеристики;

- при расчетах конструктивных элементов - расчетные характеристики.

2.4. Для расчетов оснований необходимы следующие характеристики грунтов:

- угол внутреннего трения φ ;
- удельное сцепление c ;
- объемный вес γ_0 ;
- коэффициент пористости ϵ ;
- консистенция B ;
- степень влажности G

Указанные характеристики определяют с учетом естественного состояния грунтов и возможного его изменения в процессе строительства и эксплуатации.

2.5. Характеристики сопротивления сдвига c и φ определяют:

- для талых грунтов - методом быстрого среза образцов после полной их консолидации под уплотняющим давлением;
- то же неконсолидированных образцов;
- для оттаивших грунтов - методом быстрого среза образцов после полной их консолидации во время оттаивания под уплотняющим давлением;
- для оттаивающих грунтов - методом быстрого среза неконсолидированных образцов немедленно после оттаивания.

2.6. При расчетах по схеме глубокого сдвига значения c и φ принимают по результатам испытаний согласно п. 2.5, а и в; при расчетах по схеме плоского сдвига согласно п. 2.5, б и г.

2.7. Для предварительных расчетов значения c и φ допускается принимать по таблицам СНиП II-Б.1-62^Х и "Методических указаний по проектированию земляного полотна на слабых грунтах" (Оргтрансстрой, М., 1968). На стадии рабочего проектирования характеристики сдвига можно определить с помощью указанных таблиц после их проверки или корректировки по результатам изысканий района строительства.

3. ПРОВЕРКА УСЛОВИЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБЫ ПРОТИВ РАСТЯЖКИ

3.1. Проверку стабильности основания по схеме глубокого сдвига выполняют при наличии в основании под трубой и под примыкающими к ней участками насыпи водонасыщенных глинистых грунтов, мелких заиленных и пылеватых песков, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем, а также оттаивающих мерзлых грунтов (исключая сыпучемерзлые и монолитные скальные без линз и прослоек льда).

3.2. Расчет стабильности основания по схеме глубокого сдвига производят по условию

$$K_0 = \frac{1}{\gamma H h_q} \min \frac{c^H + \sigma_b \gamma q \varphi^H}{\alpha D} \geq 1, \quad (1)$$

где K_0 - коэффициент стабильности;

γ - объемный вес грунта насыпи, $\text{т}/\text{м}^3$;

H - высота насыпи, м;

$n_q = 1 + \frac{q}{\gamma H}$ - коэффициент, учитывающий влияние временной вертикальной нагрузки;

q - давление по подошве насыпи от временной вертикальной нагрузки, $\text{т}/\text{м}^2$, определяемое по СН 200-62, где класс нагрузки K следует принимать равным 10 при талых и 14 при мерзлых грунтах в основании;

c^H и φ^H - нормативные величины удельного сцепления, $\text{т}/\text{м}^2$, и угла внутреннего трения, град, в данной точке основания;

$\sigma_b = \sum_{l=1}^{n_l} (\gamma_0 h)_l$ - напряжение в той же точке от собственного веса грунта основания, $\text{т}/\text{м}^2$;

$\gamma_0 l$ - объемный вес грунта в l -ом слое основания, $\text{т}/\text{м}^3$;

для водонасыщенных грунтов $\gamma_0 = 10 \text{ т}/\text{м}^3$;

h_l - мощность l -го слоя основания, м;

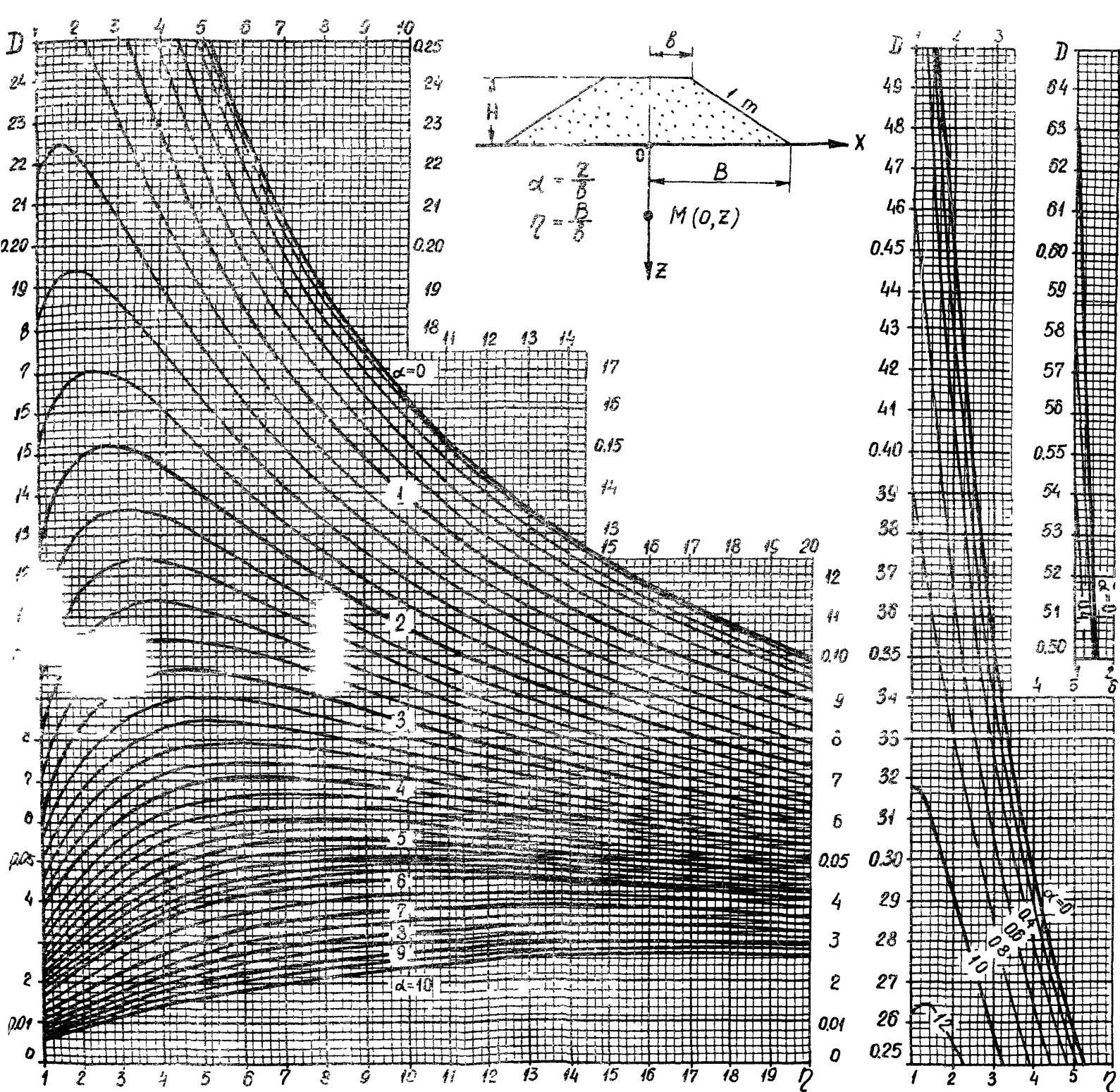


Рис.1. Графики величин стабильности основания по схеме глубокого сдвига

n - количество слоев грунта основания, расположенных выше данной точки;
 $\alpha = z/b$ - отношение глубины расположения данной точки основания (от подошвы насыпи) к полуширине основной площадки;

D - коэффициент, определяемый по графикам на рис. Г в зависимости от отношения $\alpha = z/b$ и $\eta = 8/b$;

b - полуширина подошвы насыпи, м.

3.3. Для предварительных расчетов допускается:
 а) не производить проверку стабильности основания по формуле (1), если высота насыпи не превышает предельных величин, указанных в табл. 2.

т а б л и ц а 2

вид грунта в основании	Предел разкачивания, %	Предельно допустимая высота насыпи, м, при консистенции грунтов			
		полу- твёр- дой	туго- плас- тичной	мягко- плас- тичной	текуще- пластич- ной
зунесь	9,5 - 12,4		5		
Суглинок	9,5 - 12,4	9	6	4	2
	12,5-15,4	17	12	8	5
	15,5-18,4	26	17	11	7
	18,5-22,4	30	22	14	10
Глина	12,5-15,4	13	6	3	0
	15,5-18,4	19	9	5	2
	18,5-22,4	24	11	8	6
	22,5-26,4	28	16	10	8
	26,5-30,4	30	18	13	10

Примечания. 1. Таблица составлена для однопутных железнодорожных насыпей заложение откосов которых на участке, примыкающем к основной площадке, равно 1,5 и увеличивается на 0,25 через каждые 6 м по высоте. Порядковые характеристики грунтов основания приведены по табл. 13 СНиП II-Б.1-62. временная вертикальная нагрузка - С14.

2. Для засыпанных мелких и пылеватых песков предельные высоты насыпи определяют как для супеси. Для крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем характеристики основания принимают по характеристикам заполнителя.

б) определять предельное сопротивление откосов насыпи m по графикам рис.2, рассчитанным для водонасыщенных грунтов при $K_0 = 1,00$, $\gamma = 1,8 \text{ т/м}^3$.

П р и м е ч а н и е. При неоднородном основании величины m определяют по характеристикам грунта каждого слоя и в качестве предельной принимают наибольшую из них.

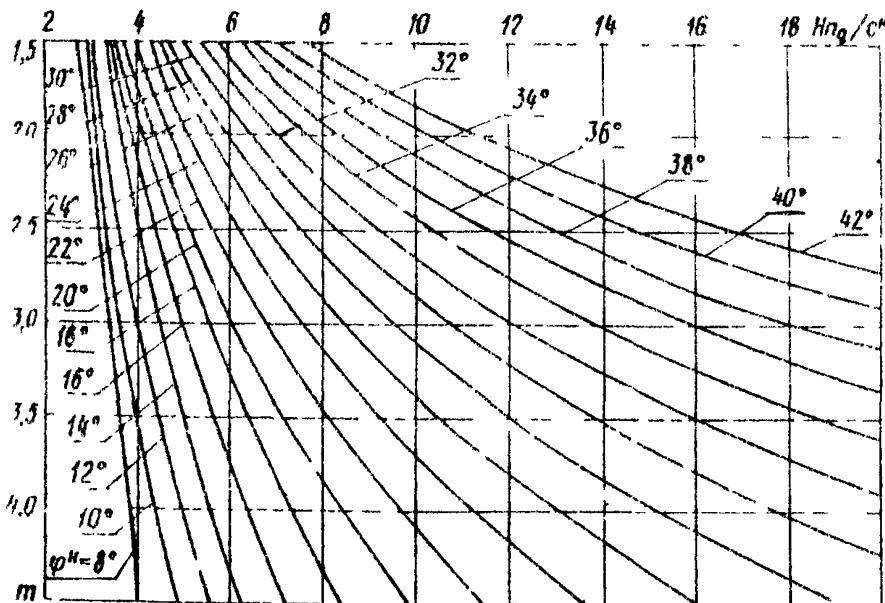


Рис.2. Графики $m = f(Hnq/C^H; \phi^H)$ при $\gamma_0 = 1,8 \text{ т/м}^3$

3.4. В случае медленной отсыпки насыпи расчеты основания по схеме глубокого сдвига следует выполнять согласно "Методическим указаниям по проектированию земляного полотна на слабых грунтах" (Оргтрансстрон, 11., 1968).

3.5. Проверку оснований по схеме плоского сдвига выполняют для случаев, когда в основании под подошвой насыпи залегают слабые прослойки из грунтов, перечисленных в п.3.1, подстилаемые более прочными или мерзлыми грунтами.

3.6. Расчет стойкости основания по схеме плоского сдвига (рис.3) производят по условию

$$n_q \tau_{xz} \leq \tau_{np} \quad , \quad (2)$$

где

$$\tau_{np} = \sigma_z \operatorname{tg} \varphi^h + c_i^h \quad ; \quad (3)$$

$$\sigma_z = k \gamma H \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right) \quad ; \quad (4)$$

$$\tau_{xz} = 2k \gamma \xi \frac{H^2}{B^2} x \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right) . \quad (5)$$

Формулах (2) – (5):

H – высота насыпи от ее верха до уровня расчетной плоскости, м;

B – полуширина насыпи в уровне расчетной плоскости, м;

x – координаты точек в расчетной плоскости, отсчитываемые от оси насыпи, м;

ξ – коэффициент бокового давления грунта, который для насыпи разрешается принимать равным 0,333;

$k = 0,75 \left(1 + \frac{B}{H} \right)$ – коэффициент формы поперечника насыпи;

c_i^h и φ_i^h – нормативные величины удельного сцепления, т/м^2 , и угла внутреннего трения, град, для грунта слабой прослойки.

П р и м е ч а н и я. За расчетную плоскость принимают плоскость контакта слабой прослойки с более прочным грунтом, а для геополимерных грунтов – границу оттаяивания с учетом возможного ее перемещения.

2. При величине коэффициента $k > l$ (рис. 3, б) в расчет вводят $k = l$ и $B = 1,5mH$; координаты x в этом случае отсчитывают от условной оси, отстоящей от подошвы откоса, продолженного до расчетной плоскости, на расстоянии $1,5mH$.

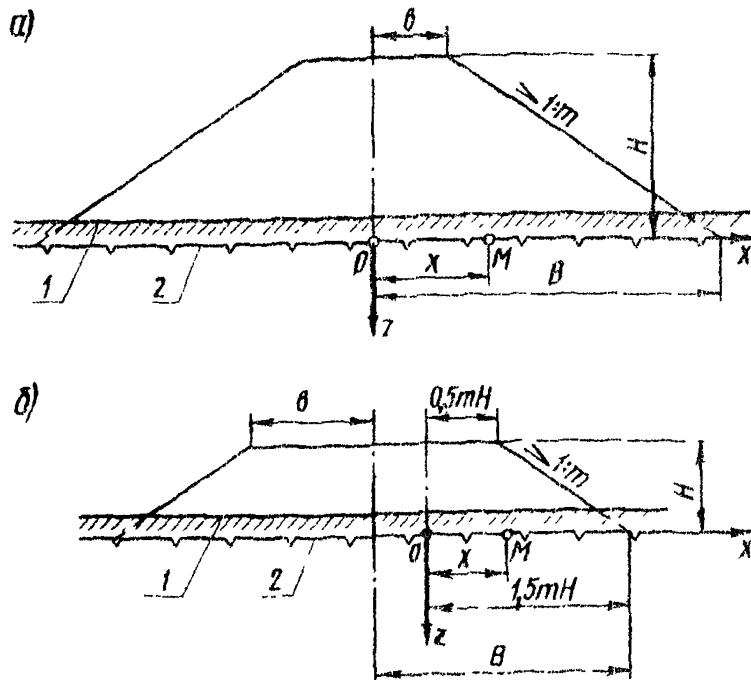


Рис. 3. Схемы к расчетам по п. 3.6: а - при $k \leq l$;
б - при $k > l$; 1 - подошва насыпи;
2 - нижняя граница слабой прослойки

3.7. Для труб на косогорах, когда плоскость сдвига наклонена к горизонту под углом β , в формулы (2) и (3) вместо σ_z и τ_{xz} следует подставлять значения σ_z и τ_{xz} , определяемые следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{z_1} &= \sigma_z \cos \beta - \tau_{xz} \sin \beta \\ \tau_{xz_1} &= \sigma_z \sin \beta + \tau_{xz} \cos \beta \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где σ_z и τ_{xz} - напряжения по горизонтальной плоскости, вычисляемые по формулам (1) и (5).

3.8. Для предварительных расчетов по условию (2) допускается определять предельное заложение откосов насыпи m по графикам рис.4.

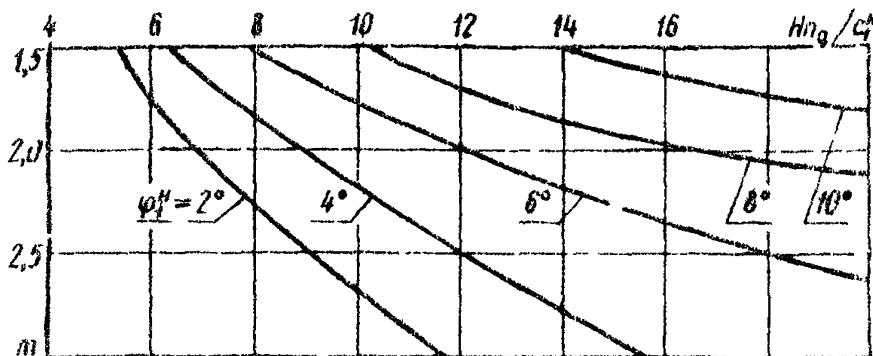


Рис.4. Графики $m = f(H, c', \phi_i^H, n_q)$

3.9. Расчеты основания под насыпью с бермами или с откосами переменной крутизны выполняют для упрощенного поперечника с уположенными откосами заложение которых

$$m = \frac{B - b}{H}$$

4. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАСТЯЖКИ ТРУБ ПУТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ОСНОВАНИЯ

4.1. К основным мероприятиям по предотвращению растяжки труб путем обеспечения стабильности основания относятся:

- вывес трубы на борт лога;
- уположение откосов насыпи или устройство насыпи с бермами;
- замена слабых грунтов в основании;
- уплотнение или укрепление грунта основания (для вечномерзлых грунтов с предварительным оттаиванием).

4.2. При вынесе труб на борт лога в проекте должна быть предусмотрена засыпка тальвежной части недренирующим грунтом. Требования по отсыпке и уплотнению грунтов логов не отличаются такими же, как и при устройстве насыпей.

1.3. Установление откосов насыпи или устройство насыпи с бермами производят по расчету (см. формулы (1) и (2)). Для участка такой насыпи принимают равной дву- кратной ее высоте в каждую сторону от оси трубы. При крутых бортах лога длина этого участка может быть умень- шена; границы его находят, выполняя указанные выше ус- ловия.

П р и м е ч а н и я. 1. Предварительно размеры берм можно определить, пользуясь графиками рис. 2, исходя из равенства площадей поперечника с уполо-женными откосами, полученными по графикам, и поперечника с бермами.

2. При насыпях с бермами допускается в пределах оголовков переходить на обычный поперечник – без берм; разрыв берм при этом должен быть минимальным.

4.4. Границы области замены грунта в основании определяют следующим образом:

- глубину H_n находят расчетом по указаниям п. 4.5;
- ширину (размер поперек оси пути) принимают не менее ширины подошвы насыпи;
- длину D_n принимают равной четырехкратной глу-бине замены в каждую сторону от оси трубы.

4.5. Глубину замены слабых грунтов (отметку по донюшку грунтовой подушки) определяют из условий обеспе-чения стабильности основания. Расчеты ведут по указа-ниям пп. 3.2 и 3.6.

При расчетах по п. 3.2 учитывают следующие допол-нения (рис. 6):

1) поверхность основания и подошву насыпи условно переносят на урочень подошвы грунтовой подушки и все расчеты ведут от этой условной поверхности (плоскость MN);

2) напряжения от собственного веса грунта осно-вания рассчитывают от действительной поверхности (плос-кости KL), причем объемный вес грунта в подушке при-нимают равным $1,8 \text{ т}/\text{м}^3$, а при отсыпке подушек из дре-нирующих грунтов, об обесцене-ии которых проходит по от-секции на рис. 11.

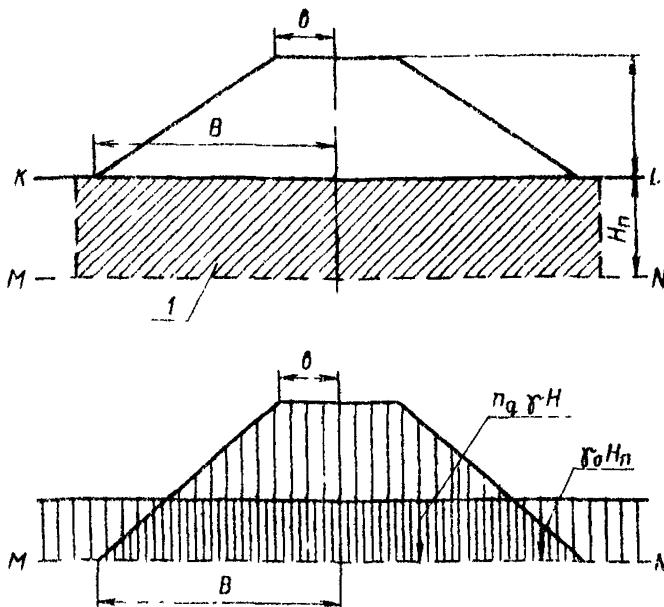


Рис.5. Схема нагрузок к расчету глубины замены грунта:
I – зона замены грунта

4.6. Применяемые для замены грунты должны отвечать условиям отсыпки их в насыпь. Плотность грунта в подушке должна быть не ниже плотности его в насыпи.

4.7. При устройстве подушки из крупнообломочных грунтов с опиранием ее подошвы на прочные и устойчивые (скальные или крупнообломочные) грунты размеры подушки вдоль оси насыпи могут назначаться в соответствии со схемой рис.6. В этом случае необходим расчет устойчивости фундамента против скольжения по подушке в соответствии с указаниями п.51 СН 200-62. Сдвигающие усилия определяют по п.5.2.

4.8. В случае, если основание сложено неустойчивыми и сильно деформируемыми при оттаивании вечномерзлыми грунтами, в проекте замены грунта необходимо предусматри-

вать меры защиты по предохранению основания подушки от отеляющего воздействия фильтрующих вод.

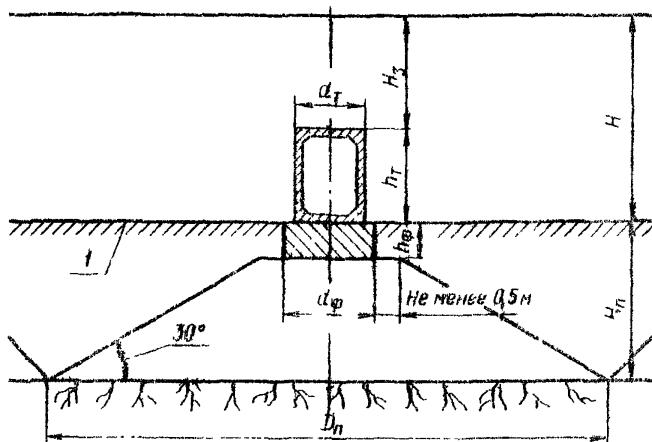


Рис.6. Конструкция подушки из крупнообломочных грунтов при неглубоком залегании прочных пород в основании: I - подошва насыпи

5. КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕФОРМУРАНИЮ РАСТ. МКИ ТРУБ

5.1. Конструктивные мероприятия, направленные на обеспечение устойчивости труб против растяжки при возможных подвижках окружающего грунта, включают:

- применение фундаментов, объединенных по длине;
- экранирование труб;
- применение фундаментов с наклонными свалами;
- применение металлических труб без разрезки их на секции.

Причины. Конструктивное приспособление труб к восприятию усилий продольной растяжки в необходимых случаях должно быть дополнено мероприятиями против повышенных первоначальных осадок (например, применение свайных фундаментов).

5.2. Конструктивные элементы, предназначенные для восприятия продольного силового воздействия, рассчитывают на усилие

$$T = \sum N t \varphi^H , \quad (7)$$

где N - расчетные величины нормальных сил по поверхности трубы (включая фундамент) на половине ее длины, но не более чем на участке (от подошвы откоса) длиной $1,5 m$;

При опирании фундамента трубы на подушку из крупнообломочных грунтов, устраиваемую по п.4.7, а также при его заглублении в основание до прочных скальных или крупнообломочных грунтов, силы трения по поверхности контакта трубы с этими грунтами принимают удерживающими и приводящие силы определяют по формуле

$$T = \sum N t \varphi^H - m \sum N_n \psi , \quad (8)$$

где N_n - расчетные величины нормальных сил на контакт фундамента и подушки или скальных (крупнообломочных) грунтов основания;

ψ - коэффициент трения кладки по грунту;

m - коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,8.

При расчете по формуле (8) нормальные силы N по контакту фундамента и подушки или скальных (крупнообломочных) грунтов не учитывают.

5.3. Распределение приводящих усилий по длине трубы допускается производить по формуле

$$T_x = T \left(1 - \frac{x^2}{b^2} \right) \quad (9)$$

5.4. Окранивание труб заключается в углачке рдоль трубы перизрезных полос, рассчитываемых на восприятие усилий, определяемых по п.5.2 и 5.3.

5.5. Материалом для окраннирующих элементов может служить металл, железобетон, дерево, пластмассы и т.п.

Выбор материала производят на основе технико-экономического анализа. При этом учитывают ожидаемый период деформаций труб. Для высокотемпературных вечномерзлых грунтов в основании, когда растяжки, как правило, продолжаются длительное время, следует предусматривать более долговечный материал с соответствующей анткоррозийной защитой.

5.6. Проектирование фундаментов на наклонных сваях выполняют, учитывая совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок. Наклон свай под фундаментами всех секций и оголовков принимают одинаковым, рассчитывая их на суммарное продольное усилие. В пределах одной-двух средних секций могут быть применены вертикальные сваи.

6. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

6.1. Строительство водопропускных труб и возведение насыпей в местах их расположения должны вестись в соответствии с указаниями действующих нормативных документов и приведенных ниже рекомендаций.

При разработке проектов грунта в сложных инженерно-геологических и мерзлотных условиях наиболее важные указания и рекомендации по технологии и организации строительства следует отражать в рабочих чертежах.

6.2. Строительство трубы должно вестись непрерывно. Как правило, не допускаются перерывы по времени между смежными технологическими операциями, включая монтаж и засыпку трубы. При вечномерзлых грунтах в основании одновременно с засыпкой трубы следует производить отсыпку насыпи на высоту не менее 2м на расстояние 15-20 м в каждую сторону от трубы.

Планировку и укрепление откосов насыпи следует выполнить сразу после ее отсыпки (на расстоянии, равном двум высотам насыпи).

6.3. На всех стадиях строительства трубы должен быть обеспечен надежный водоотвод. Планировку и укрепление русел следует выполнить сразу после окончания монта-

жа и засыпки труб.

При строительстве труб на вечномерзлых грунтах, а также на талых, когда обводнение может привести к ухудшению их свойств, необходимо принимать меры против застоев воды близи труб, затопления котлованов и пазух, обводнения подушек и т.п.

6.4. Засыпку тальвежной части (см.п.4.2) следует производить одновременно с отсыпкой насыпи.

6.5. При строительстве труб на вечномерзлых грунтах должен быть обеспечен предусмотренный проектом тепловой режим под трубой, руслом и прилегающими участками насыпи. В необходимых случаях следует принимать меры по сохранению естественного растительного покрова.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

ПРИМЕР I. ПРОВЕРКА СТАБИЛЬНОСТИ ОСНОВАНИЯ ПО СХЕМЕ ГУЛЬКОГО СУВИГА (п.3.2)

Исходные данные. Прямоугольная бетонная труба отверстием 1,5 м. Насыпь высотой $H = 2,1$ м из суглинка; заложение откосов m : на верхних 6 м - 1,5, ниже - 1,75, среднее - 1,60; $b = 3,25$ м; $B = 18,2$ м;

$\gamma = 1,9$ т/м³. Основание из талых водонасыщенных суглинков: $c^u = 2,0$ т/м²; $\phi^u = 20^\circ$; $\gamma_0 = 1,0$ т/м³ (с учетом размокания в воде). Коэффициент перегрузки $n = 1,0$.

$$\text{Решение. I. } \eta = \frac{B}{b} = \frac{18,2}{3,25} = 5,6.$$

$$2. \quad n_q = I + \frac{q}{\gamma H} = I + \frac{1,64}{1,9 \cdot 2,1} = 1,092,$$

где $q = 1,64$ т/м² по и.12 ГСН 200-62 для $K = 10$ (класс нагрузки принят исходя из того, что основание из талых грунтов стабилизируется в первый период после отсыпки насыпи).

З а с л и п а 3

z.	h	γ_0	γ_{0R}	δ_5	ε^r		η^r	η_{eff}^r	$\eta_{\text{eff}}^r - \delta_{\text{eff}}^r$	η^r	η_{eff}^r	$\eta_{\text{eff}}^r - \delta_{\text{eff}}^r$	η^r	η_{eff}^r	$\eta_{\text{eff}}^r - \delta_{\text{eff}}^r$	K_0	
					η	η^r											
1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	0,364	0,364	0,3	0,232	0,070	33,8	1,72				
2	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	20	0,364	2,728	0,6	0,219	0,132	20,7	1,06				
3	1,0	1,0	1,0	3,0	2,0	20	0,364	3,092	0,3	0,199	0,179	17,2	0,87				
4	1,0	1,0	1,0	4,0	2,0	20	0,364	3,456	1,2	0,180	0,216	16,0	0,82				
5	1,0	1,0	1,0	5,0	2,0	20	0,364	3,820	1,5	0,182	0,43	15,7	0,80				
6	1,0	1,0	1,0	6,0	2,0	20	0,364	4,184	1,8	0,146	0,263	15,9	0,81				
7	1,0	1,0	1,0	7,0	2,0	20	0,364	4,548	2,2	0,126	0,277	16,4	0,84				
8	1,0	1,0	1,0	8,0	2,0	20	0,364	4,912	2,5	0,112	0,285	17,0	0,88				
9	1,0	1,0	1,0	9,0	2,0	20	0,364	5,276	2,8	0,103	0,288	18,3	0,93				
10	1,0	1,0	1,0	10,0	2,0	20	0,364	5,640	3,1	0,092	0,265	19,6	1,07				

$$3) \text{ По формуле (1) } K_f = \frac{1}{1,9 \times 9,4 \times 1,092} \min \left(\frac{c^H + 6g t q \varphi^H}{a D} \right) = \\ = 0,051 \min \left(\frac{c^H + 6g t q \varphi^H}{a D} \right), \text{ где } a = \frac{x}{3,25} \text{ (} x \text{ - град) }$$

бина расположения данной точки); D – коэффициент, определяемое по графикам рис. 1.

Результаты расчетов сводят в табл. 3.

Анализируя данные таблицы, находит $k_0 = 0,8 < 1,0$.

В и в о д. Стабильность основания не обеспечена и, следовательно, возможна растяжка трубы.

ПРИМЕР 2. ПРОБЛЕМА СТАБИЛЬНОСТИ ОСНОВАНИЯ ПО ОХИЩЕНИЮ ПЛОСКОГО СЛУГИА (п. 3.6).

Исходные данные. круглая железобетонная труба отверстием 1,6 м. Насыпь высотой $H = 4,0$ м из суглинка (с учетом толщины слабой прослойки);

$b = 3,25$ м; $B = 10,2$ м; $\gamma = 1,9 \text{ т/м}^3$; $\xi = 0,333$. Основание – верхний (деятельный) слой, толщиной 1,5 м – суглинок ($c_i^H = 0,39 \text{ т/м}^3$; $\varphi_i^H = 40^\circ$; $t g \varphi_i^H = 0,069$) подстилается вечномерзлым грунтом. Коэффициент перегрузки $n = 1,1$.

$$\text{Решение. 1. } K = 0,75 \left(1 + \frac{b}{B} \right) = \\ = 0,75 \left(1 + \frac{3,25}{10,2} \right) = 0,99.$$

$$2. \quad n_q = 1 - \frac{q_0}{\gamma H} = 1 + \frac{1,18}{1,9 \times 4,0} = 1,55.$$

где $q_0 = 4,18 \text{ т/м}^2$ для $K = 14$.

$$3. \quad \sigma_z = k_y H \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right) = 7,5 \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right);$$

$$\tau_{xz} = 2k_y \xi \frac{H^2}{B^2} x \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right) = 0,193 x \left(1 - \frac{x^2}{B^2} \right).$$

Результаты расчета сводят в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	x/B							
	0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
x	0	2,01	4,08	6,12	7,14	8,16	9,18	10,2
x^2/B^2	0	0,04	0,16	0,36	0,49	0,64	0,81	1,0
$1-x^2/B^2$	1	0,96	0,84	0,64	0,51	0,36	0,13	0
$\alpha(1-x^2/B^2)$	0	1,96	3,42	3,92	3,64	2,94	1,71	0
τ_{xz}	0	0,38	0,66	0,76	0,70	0,77	0,34	0
$n_q \tau_{xz}$	"	0,59	1,02	1,17	1,09	0,88	0,52	0
σ_2	7,5	7,2	6,3	4,8	3,8	2,7	1,4	0
$\sigma_{xz} \varphi^h$	0,52	0,50	0,43	0,33	0,26	0,19	0,10	0
$\tau_{np} - \sigma_2 \varphi^h$	0,9	0,89	0,82	0,72	0,65	0,58	0,49	0,39

Результаты расчета свидетельствуют о том, что на участке от 0,4B до 0,9B величины $n_q \tau_{xz}$ превышают предельное сопротивление сдвигу.

Вывод. При совместном воздействии постоянной и временной нагрузок стабильность основания не обеспечивается и, следовательно, возможна растяжка трубы.

ПРИ Р 3. РАСЧЕТ ЗАМЕНЫ СЛАБОГО ГРУНТА В ОСНОВАНИИ (ли. 4.4 и 4.5)

Исходные данные по примеру 1.

$n_q = 1,09$. Смену производят дренирующим грунтом, однинение которого приводит до отрывки насилия; $\gamma_0 = 1,0 \text{ т/м}^3$.

Решение. 1. Сменировочно не знает пригодную замену $H_n = 4,0 \text{ м}$.

$$3. K_0 = 1,05 \frac{c^h + \sigma_b t_0 \varphi^h}{\alpha D} \text{ -- при}$$

$\alpha = \frac{x - H_n}{3,25} = \frac{x - 1,0}{3,25} \text{ -- результат расчетов снят}$

χ	h	γ_0	γ_{0n}	σ_5	c^*	β^*	$\log \alpha$	$c^* + \sigma_5 \log \alpha$	α	D	αD	$\frac{c + \sigma_5 \log \alpha}{\alpha D}$	K_0
		T/M^3	T/M^2	T/M	T/M^2	0_C		T/M^2					
0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	20	0,364	3,456	5	0,239	0		
1	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	20	0,364	3,320	0,3	0,232	0,070	54,6	2,78
2	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	20	0,364	3,184	0,6	0,217	0,130	32,2	1,64
3	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	20	0,364	3,548	0,9	0,199	0,179	25,1	1,29
4	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	20	0,364	3,912	1,2	0,180	0,216	22,8	1,16
5	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	20	0,364	5,276	1,5	0,162	0,243	21,7	1,11
6	4,0	4,0	4,0	10,0	2,0	20	0,364	5,640	1,8	0,145	0,261	21,6	1,10
7	4,0	4,0	4,0	12,0	2,0	20	0,364	6,000	2,2	0,126	0,277	21,7	1,11
8	4,0	4,0	4,0	12,0	2,0	20	0,364	6,370	2,5	0,114	0,285	22,4	1,11

3. Анализируя данные таблицы, находят $K_0 = 1$, $\mu > 1,6$.
Глубина замены принята с запасом.

4. Уменьшают глубину замены грунта до $H_0 = 3,0$ м и повторяют расчет по п.2.

5. Анализируя данные таблицы повторяющего расчета, получают $K_0 \approx 1,70$.

В и в о ц. Устойчивость основания под трубчатой подушкой обеспечена.

Глубину области замены можно принять равной $H_0 = 3,0$ м.

Длина (вдоль оси насыпи) области замены грунта $B_0 = 3,0 \times 1 \times 2 = 24$ м.

Ширина области замены грунта $B = 24,0 \times 0,40 = 9,6$ м.

ПРИМЕР 4. РАСЧЕТ ЖЕСТКОЙ ПРОФИЛЬНОЙ РАСТЯЖКИ (п.5.2)

Исходные данные. Прямоугольная железобетонная труба отверстием 1,0 м, сечение (см.рис.6): $d_t = 1,8$ м; $h_t = 2,2$ м; $d_\phi = 1,6$ м; $h_\phi = 1,0$ м; длина трубы $L = 40,1$ м; вес 1 тонн трубы с подушкой (с учётом грунта) $q = 8,0$ т/м; насыпь однотипная (песчано-гравийной): $H = 1,2,0$ м; $H_3 = 0,0$ м; грунт насыпи сухий и крепкий: $\gamma = 1,9$ т/м³; $\varphi^H = 17^\circ$ ($\tan \varphi^H = 0,30$, $\xi = \tan^2(45^\circ - \varphi^H/2) = 0,45$). Основание: а) под трубой подушка из крупнообломочного грунта (см.рис.6) - коэффициент трения гладки по грунту $\varphi = 0,50$; б) рядом с подушкой глинистые грунты текучей и текучепластичной консистенции: $\gamma_0 = 1,7$ т/м³; $\varphi_0^H = 8^\circ$ ($\tan \varphi_0^H = 0,14$; $\xi = 0,75$); расчетом установлена возможность подвижки насыпи и основания.

Коэффициенты перегруженности π : для веса грунта насыпи $\pi = 1,2(0,8)$; для веса элементов трубы $\pi = 1,1(0,9)$; для давления грунта от временно нагружки $\pi = 1,1(0,8)$.

Решение. 1. Определяют нормативное сопротивление трубы силе обрушения: стро:

а) давление грунта на перекрытие трубы

$$N_1 = (b + B)/2H_3 d_t \gamma \xi \quad (6) \quad \text{при } \xi = 0,75,$$

$$N_1 = 3,2 + 1,9 \cdot 2 \quad \text{и} \quad 0,1,8 \cdot 1,2 = 575 \text{ т.}$$

б) изъятие трута на соревн. супремента

$$N_{\text{об}} = \frac{b+B_2}{2} H(d_p, d_r) = \frac{3,2+23,0}{2} \cdot 12,7 \cdot 10,2 \cdot 1,0 = 60 \text{ т.}$$

в) изъятие трута от временно прирученой перекладине трубы и соревн. супремента $N_1 = d_p K$ ($K = 1,4$ - изъятие трубы), $N_1^q = 2,0 \cdot 14 = 28 \text{ т.}$

г) давление трута на соревн. поверхности трубы при соревн. супремента

$$N_2 = (b+B_2)(H_1 + \frac{h_1}{2}) h_r \xi \psi = (3,2+23,0) \cdot 11,5 \cdot 10,545 \cdot 1,0 = 110 \text{ т.}$$

д) давление трута от временно прирученой боковине поверхности трубы (при соревн. супремента)

$$N_2^q = 2 h_r \xi \psi = 10,545 \cdot 14 = 31 \text{ т.}$$

е) давление трута на боковине поверхности супремента

$$N_{\text{об}} = (b + \frac{b}{2}) (H_1 + \frac{h_p}{2}) h_p \xi_0 \psi_0 = (3,2 + 23,0) \cdot 11,5 \cdot 10,545 \cdot 1,0 = 43 \text{ т.}$$

ж) давление трута от временно прирученой боковине поверхности супремента $N_2^q = h_p \xi K \cdot 10,545 \cdot 1,0 = 11 \text{ т.}$

з) общий вес трута (из подсчета пп.и.и.)

$$q_r = \frac{q_L}{2} = 5,0 \cdot 1,11 = 5,55 \text{ т.}$$

(из отдельных расчетов) получено пропорционально давлению

$$1 = \sum N \xi \varphi^H = m \sum N_n \varphi_n$$

$$\sum N \xi \varphi^H = n(N_1 + N_{\text{об}} + N_2 + N_1^q + N_2^q) \xi \varphi^H + n(N_p + N_p^q) \xi \varphi_p^H =$$

$$1,2 \cdot (1,0 + 1,4 + 1,45 + 0,9 + 1,4) \cdot 0,80 + 1,2 \cdot (1,3 + 1,0) \cdot 1,08 = 385 \text{ т.}$$

$$\begin{aligned}
 \sum N_n \varphi - [n(\frac{N_1}{6} + N_{00} + N_1^4) + nQ^4] \varphi = \\
 -[0,8(\frac{575}{1,5} + 60+28) + 0,9 \times 186] \times 0,50 = (378+167) \times 0,50 = 272 \text{ т.} \\
 \Gamma = 589 - 0,8 \times 272 = 371 \text{ т.}
 \end{aligned}$$

Конструктивные элементы, объединяющие грубы, или
акранирующие полосы рассчитывают на усилие, равное 370 т.

О Т Я З В Л Е Н И Е

ПРЕДСЛОВИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
НАГРУЗКИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБОВ	6
2. ПРОВЕРКА ЧОССИИ И УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБЫ	
ПРОЧИТА РАССТАВКИ	8
4. ЦРУГОТВРАЖДИЕ РАССТАВКИ ТРУБ, ИЗУЧИМ ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СТРОИМОСТИ ОСНОВАНИЯ	13
5. КОНСТРУКЦИИ ТРУБЫ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЦРУГОТВРА- ЖДИЮ РАССТАВКИ ТРУБ	16
6. ПРОЕКТ, СДЕЛАННЫЙ	18
ПРИМЕРЫ РАССТАВОВ	19

Редактор И.А.Сумбатян
Корректор О.Д.Сухова

Подп. к печ. 27.У1.74г. №181976
Заказ 148 . Объем 1,7 п.л.
Тираж 200 экз. Рота-принт ШИИСа