

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

---

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДСВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

**ВНИИСТ**

**УФИМСКИЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ**

**МИНХ и ГП им. И.М. ГУБКИНА**

**ГЛАВВОСТОКТРУБОПРОВОДСТРОЯ**

**РУКОВОДСТВО**  
**ПО БАЛЛАСТИРОВКЕ ТРУБОПРОВОДОВ**  
**С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ**

**Р 435-81**

**Москва 1982**

УДК 621.643.002.2:624.138 (083.74)

Настоящее "Руководство по балластировке трубопроводов с использованием закрепленных грунтов" выполнено по программе совместных работ ВНИИСТА, Уфимского нефтяного института и Главвостоктрубопроводстроя на основе экспериментальных и теоретических исследований, а также опытно-промышленных экспериментов, проведенных на объектах строительства Главвостоктрубопроводстроя.

Искусственное улучшение физико-механических свойств грунтов является одной из сторон решения сложной технической проблемы сооружения трубопроводов на слабосущих грунтах, выдвинутой XXII съездом КПСС в "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981 - 1985 годы и на период до 1990 года".

В разработке Руководства привлечены участники:  
д-р техн. наук Бабий И.А., д-р техн. наук Верзиль В.А.,  
канд. техн. наук Васильев Н.П., канд. техн. наук Быков А.И.,  
инженеры Мухамедов Ф.Ф., Накаров Р.М., Золочевский О.С.,  
Бобрак Б.Ф., Рафиков С.К., Ильин В.А., Тебаньков Б.А.,  
Васильева М.П., Решетников А.Д., Гавалова Е.В., Сахар-  
цева И.Г., Шурпаков П.А.

Предложена и за заявку просьба направлять по  
адресу: 105058, Москве, Окружной проспект, 19, ВНИИСТ

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой про- мышленности	Руководство по балластировке трубопроводов с использованием закрепленных грунтов	Р 435-81
Разработано впервые		

## I. ОБЩИЕ ПОДСКАЗКИ

I.1. Настоящее Руководство распространяется на проектируемые, вновь строящиеся и реконструируемые трубопроводы и ответвления от них с условным диаметром до 1400 мм (включительно) и избыточным давлением среды не выше 10 МПа, укладываемых подземно и в насыпях на обводненных и заболоченных участках, с использованием укрепленного грунта в качестве балластного покрытия.

I.2. В качестве пригруза, как конструктивного элемента в виде балластных перемычек или в сочетании с железобетонными утяжелителями, используют минеральные грунты, улучшенные путем добавок к ним вяжущих компонентов (гравий крошка-остатки, битумы и т.д.) и активаторов (цемент, известь и т.д.). Грунты с использованием технической мелиорации называются закрепленными.

I.3. Балластировка трубопроводов закрепленным грунтом применяется на обводненных прямолинейных и криволинейных участках при сожжении, полузаглубленном и наземном способах их прокладки как в латине, так и в античе время.

I.4. Балластировку трубопроводов закрепленным грунтом можно применять в сочетании с утяжеляющими грузами, сорудами, сплошным обетонированием и анкерными устройствами, в частности, на вертикальных вогнутых кривых, где необходима пригрузка для изгиба трубопроводов, и на выпуклых кривых, где требуется пригрузка для предотвращения выскакивания труб из грунта.

I.5. При проведении изысканий трасс трубопроводов необ-

Разработано ВНИИСТом, УНИ, МИНХАГП, Глав- востоктрубопроводстроем	Утверждено ВНИИСТом 12 октября 1981 г.	Срок введения 1 апреля 1982 г.
---	---	-----------------------------------

ходимо определять основные физико-механические характеристики грунтов, подлежащих мелиорированию, а именно, плотность и объемную массу, влажность, гранулометрический состав, число и индекс пластичности, сдвигаемость грунта, угол внутреннего трения и сцепления, величины набухания и размокаемости.

В тех случаях, когда при изысканиях трубопроводов не были получены все необходимые для расчета характеристики грунтов, разрешается надостающая характеристики принимать согласно данным предшествующих изысканий (для аналогичных грунтов) в данном районе.

В этом случае принимаются минимальные значения плотности и объемной массы, а также угла внутреннего трения и сцепления, которые могут быть у данного вида грунта.

1.6. При балластировке трубопроводов укрепленным грунтом следует руководствоваться требованиями существующих нормативных документов (СНиП II-45-75, СНиП III-42-80 и др.), а также настоящего Руководства.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К СВОЙСТВАМ ЗАКРЕПЛЯЕМЫХ ГРУНТОВ И К СРЕДСТВАМ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

2.1. В зависимости от вида грунта, подлежащего закреплению, производится определение всех или некоторых исходных физико-механических свойств с целью оценки пригодности грунтов к закреплению крекинг-остатками переработки нефти, а также выбора закрепляющих материалов к проектированию союза компонентов.

2.2. В соответствии со стандартами на вытаптывание грунтов, нормами и рекомендациями институтов СтрздорНИИ, Гидроавто, НИИОСП и ВСЕГИГИГБО определяются следующие основные физико-механические характеристики грунтов (табл. I). Некоторые нормативные и расчетные исходные характеристики обычных грунтов приведены в приложении I.

2.3. Физико-механические показатели закрепляемых грунтов разработаны с учетом опыта поверхностного и глубинного закрепления грунтов органическими вяжущими в дорожном, аэропромышленном и промылении строительстве и приводятся в табл. 2.

Таблица I

Физико-механические свойства грунта	ГОСТ на испытание или методика ис- пытания	Основной прибор
I. Плотность и объемная масса	ГОСТ 6182-64	Рикометр
2. Водоудерживающая гидроскопи- ческая влажность	ГОСТ 6176-64 Метод 5 ГОСТ 6176-64	Суммометри- ческий аппарат
3. Гранулометрический состав	ГОСТ 12536-57	Прибор Соба- кина
4. Число пластичности и ко- эффициент пластичности	ГОСТ 6183-64 ГОСТ 6184-64	Конус КОВ-1
5. Угол внутреннего трения и сцепление	ГОСТ Г248-66 Методика Гидро- брояния	ГИБ-30
6. Сжимаемость грунта	То же	Ж-Ди, КПр-1
7. Водопоглощение набухания	Методика Гидро- брояния	ЖГ
8. Время размываемости	То же	ЖР
9. Содержание органиче- ской материи в гумусо- вых включениях	и и	-
10. pH грунта	и и	pH-метр
11. Определенная влажность и наименьшая плот- ность	Маркара Сивцова- зина	Прибор ста- дартного уп- лотнения
12. Показатели просадочности (для просадочных грунтов)	СНиП II-15-75	-

Примечание. В зависимости от присадок для уплотнения испытание грунтове должны проводиться в пучках 1, 2, 4, 5, 6 и 12 могут быть определены только для образцов с неоднородной структурой и сохраненной водостойкой влажностью, собранных в соответствии с нормами.

2.4. Просадость образцов земляных и каменных грунтов, указанных в пучках 1, 2 и 3 (табл. 1.2), определяется по стандартной методике Сивцовой в соответствии с нормами СН 25-74.

2.5. Набухание и капиллярное впитывание грунтов в пучках 4 и 5 определяется методом водопоглощения в измельченной по СН 25-74. Допускается определение влажности и плотности на Зуходея по методике Гидробюрга на приборе ГИБ.

Таблица 2

Показатель физико-механических свойств	Значение
1. Предел прочности при сжатии неводонасыщенных образцов при 20°С, кПа	Не менее 0,3-0,6
2. Предел прочности на растяжение при изгибе неводонасыщенных образцов при 20°С, кН/м	Не менее 0,1
3. Нафужка, %	Не более 6
4. Капиллярное водонасыщение, %	Не более 6-8
5. Коэффициент морозостойкости	не менее 0,6
6. Модуль деформации закрепленного грунта, кН/м²	20-60
7. Время размокаемости	не менее 7 сут.
8. Угол внутреннего трения, град.	не менее 25
9. Оцепление	0,05

Примечание. 1. Показатели даны для образцов, выдержавших 7 сут., за исключением толщины облицовки, обрезанной в возрасте 24 сут.

2. Нижемаркое время размокаемости не сумме 6 суток 7 сут., определяется временем, необходимым для набора прочности грунтов до 7% от прочностной.

2.6. Близким размокаемости грунтов в условиях сейсмической опасности ГидроСибГИИ определил 7

2.7. ГРЭС выработала норму, что для грунтов сухих и засыпанных песком и щебнем сушка должна быть не менее 24 часов для образцов в массе 100% от начальной в условиях укладки, подле хранения при температуре (влажность 40% сухой), в возрасте не менее 7 сут. Исключение приведено во способе мелкого олигии в условиях суховейской осадки поглощ (снижая не превышает 0,02 кг за 10 с.).

2.8. Нижемаркое значение углов внутреннего трения и сдвиговых норм сушки, засыпанных количеством продукта Мт-10 без добавки битума, определены для образцов выдержанного времени в возрасте 7 сут.

2.9. В качестве средней заменитель в стабилизации строительных свойств грунтов в условиях односторонней мосткости рекомендуются модификации по содержанию тяжелых фракций продукта МР-10, представляющего собой смесь зернистого и глинистого базового компонента (связь осадка термического крахмала в легком газобетоне в соотношении 1:1 или 3:1) с 10% строительным битумом БН-80/10. При этом добавление базума увеличивает прочность к водонапору при работе загруженных грунтов (рис. I).

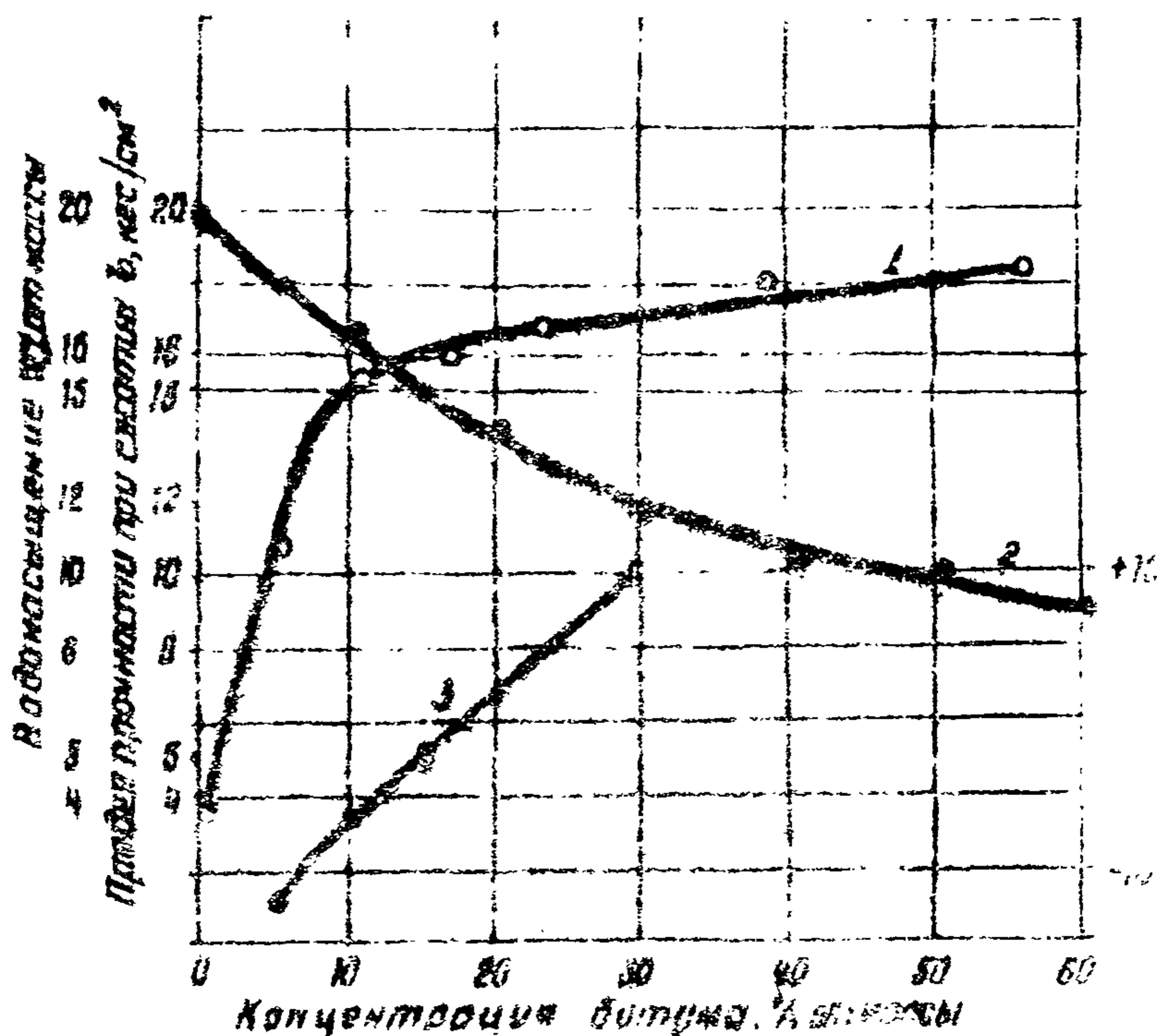


Рис. I. Зависимость прочности грунтов от концентрации битума в водогрунтах от исходного газобетона БН-80/10 в связке 75% по массе крахмал-глинистая в листах, ёмкость 100 л, скважина (оружейная № 20 скв.)

2.10. Гравийодорожный бетон и фракционно-глинистые смеси из остатков термического крахмала легкого газобетона и строительного битума БН-80/10 приведены в приложении 2.

**2.11. Физико-химические свойства органического изопуэто-го ИТ-10 в зерной и листовой модификациях приведены в табл.3, а технологический регион - в приложении 3.**

Таблица 3

Физико-химические свойства	Модификация	
	зерновая	листовая
Соотношение крекинг-остатка и легкого газоилья	3:1	1:1
Содержание битума, % от массы закрепленного	10	20
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	941	925
Групповой углеводородный состав, % от массы:		
парaffино-ненасыщенные	29,5	34,5
полициклические ароматические	10,6	11,3
бензиллические ароматические	18,3	17,1
полициклические ароматические	19,75	16,8
околы	17,93	12,6
асфальтены	6,97	5,3
карбены + нафтены	0,18	0,1
Температура застывания, °С	-5	-32
Температура запека, °С	127	110
Вязкость упругости при 50°С, Р <sub>50</sub>	15,7	4,08
Содержание воды, % от массы	Осадки	Осадки

**2.12. Декарбонизация закрепленного состава зависит от влаги, влажности и состояния грунта и от температуры. Поэтому при вариации декарбонизации необходимо учитывать эти экспериментальные исследование (рис.2-8).**

**2.13. Модификация продукта ИТ-10 (без добавки фуги) может быть рекомендована только в сочетании с аризурской сортовой или в траншеях с арматурой или вертикальными стяжками при возможности удаления воды из ямы при балансировке, а также для минимизации срока службы при повышенных температурах. На рис.2 показана зависимость прочности на скатия от времени, закрепленного этим продуктом. Из графиков видно, что наибольшая прочность достигается при дозировке 5-6% во массе сухого грунта**

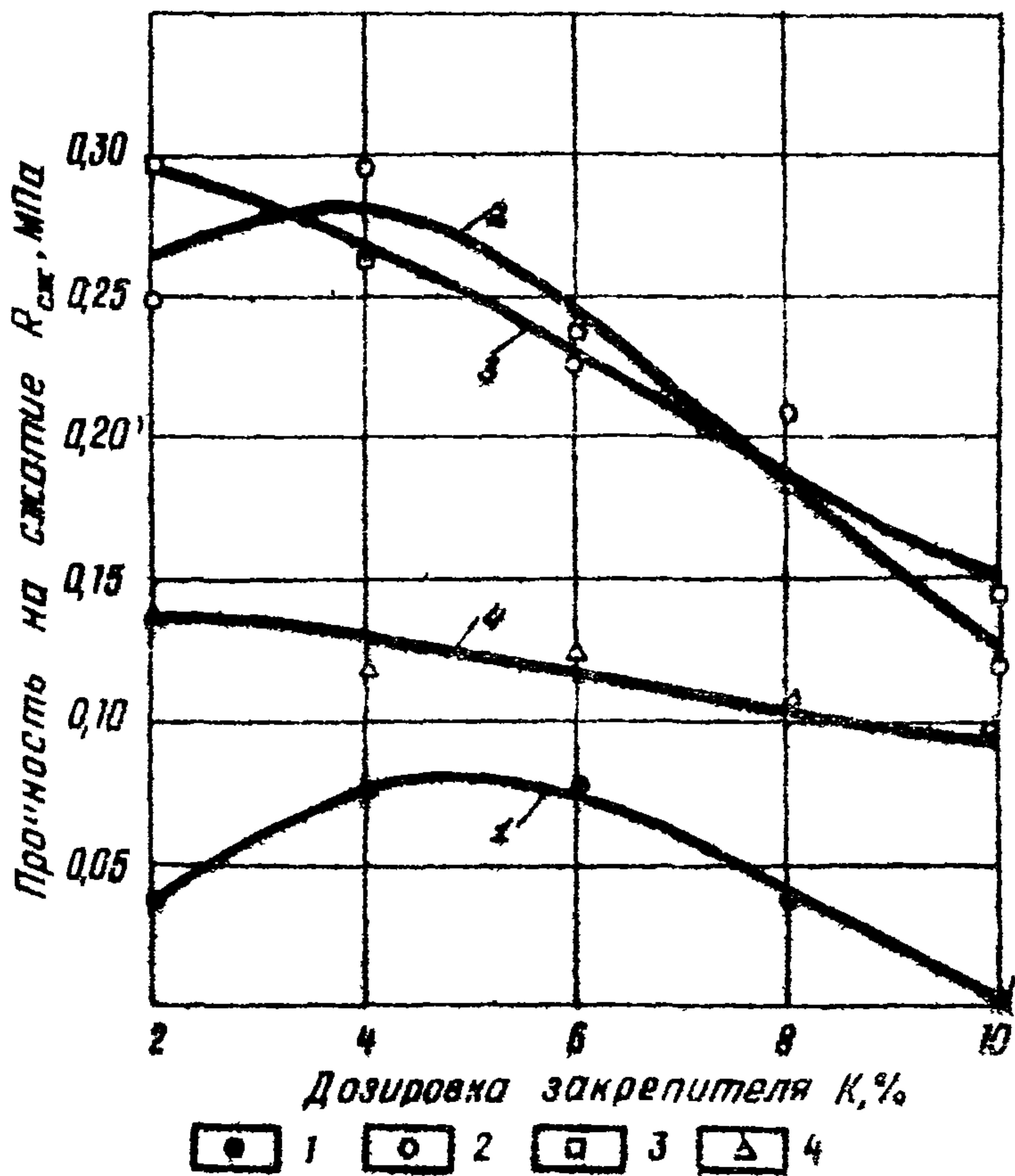


Рис.2. Зависимость прочности на сжатие образцов-стаканчиков грунта от дозировки 80/20 без добавки фитума при исходной влажности:  
1 - 10%; 2 - 20%; 3 - 25%; 4 - 30%

грунта. Характеристики сопротивления сдвигу суглинков, закрепленных продуктом 80/20, приведены на рис.3.

2.14. При выборе дозировки других модификаций латного продукта УТ-10 (80/25 + 5% БН-90/10 или 75/25 + 10% БН-90/10), для закрепления суглинков кратерный выбор дозировки в зависимости от исходной влажности к условным параметрам связана с кривой. Зависимости прочности на сжатие от дозировки в суглинистой влажности, т. е. от 10% до предела  $R_{\text{сж}} = 0.14$ .

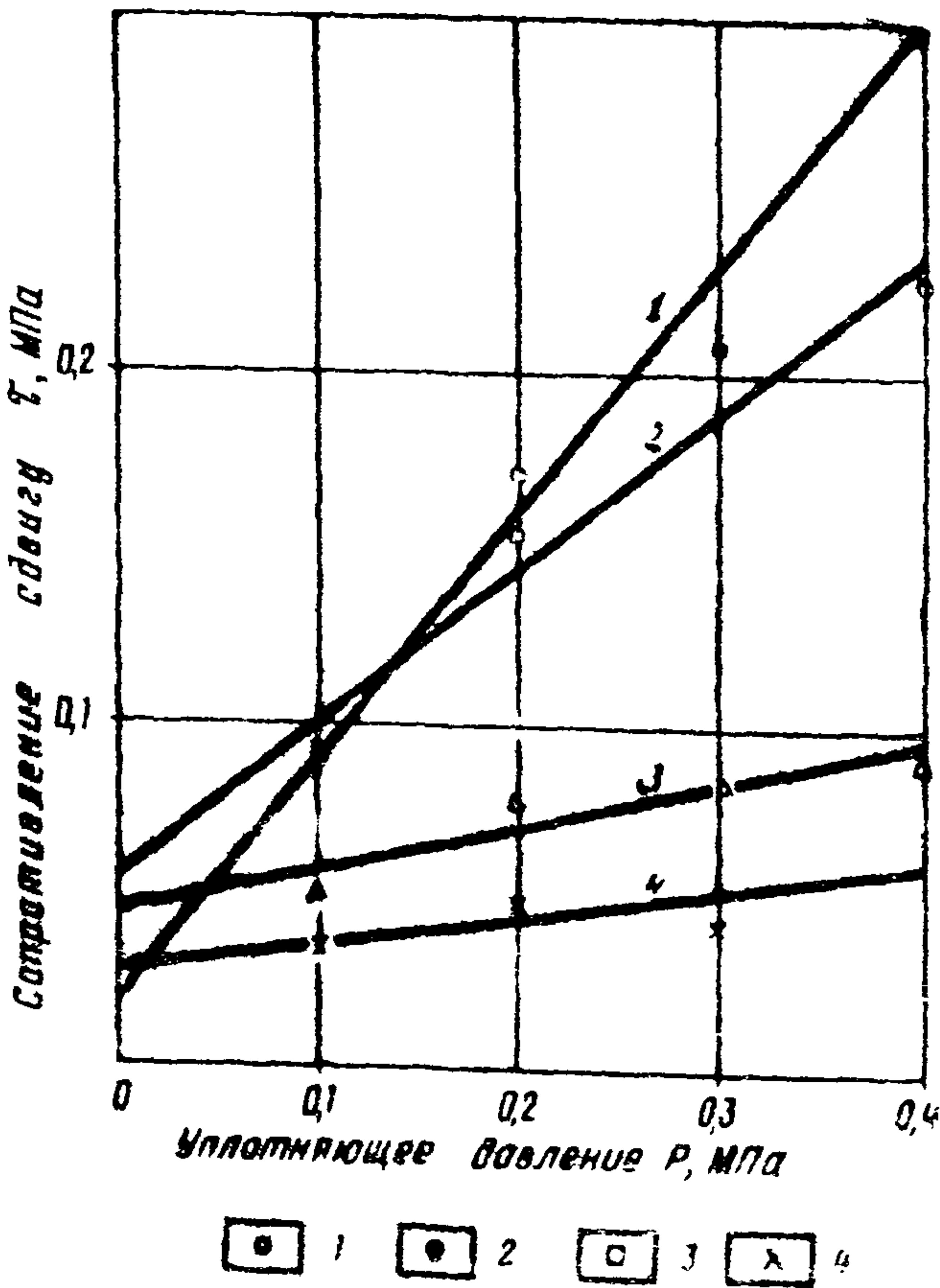


Рис.3. Сопротивление сдвигу грунта, закрепленного  
взятое продуктом 80/20 при исходной влажности:  
1 - 10%; 2 - 20%; 3 - 30%; 4 - 40%.

МТ-10 80/20 + 5% ВИ 90/10 от лозярошки, способы и режимы хра-  
нения приведены на рис.4 и 5.

2.15. Для закрепления балластных грунтовых перемычек в  
условиях постоянного высокого горизонта подземных вод, на  
участках с высокой температурой рекомендуется применять лет-  
нюю модификацию продукта МТ-10 75/25 + ГЦ БН. Прочность на  
сжатие тяжелого стального сужинка, закрепленного этим продуктом, для  
различных условий и сроков твердения приведена на рис.6.

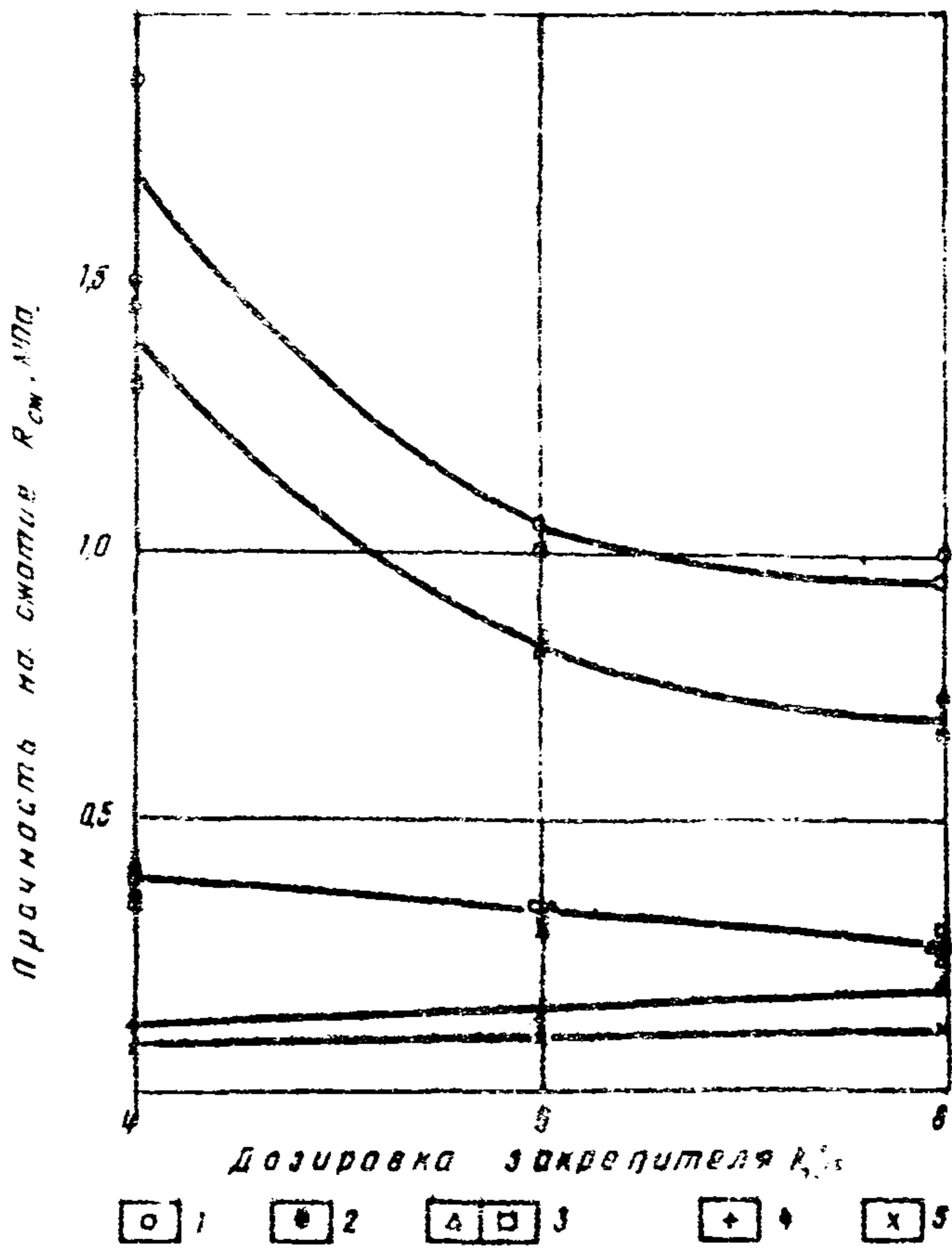


Рис.4. Зависимость прочности на сжатие от дозировки закрепителя (модификация МТ-10 30/2045% БН-50/10):

1-28 сут сухого хранения, 15 МПа; 2- 7 сут сухого хранения, 15 МПа; 3- 28 сут влажного хранения, 15 МПа, 7 сут влажного хранения, 15 МПа; 4- 28 сут влажного хранения, 0,2 МПа; 5- 7 сут влажного хранения, 0,2 МПа

2.16. Прочность на сжатие тяжелой железной струи с исходной влажностью 1,2%, закрепленной латиной модификацией бетонката МТ-10, приведена на рис.7. Для супасов для указанных влаж-

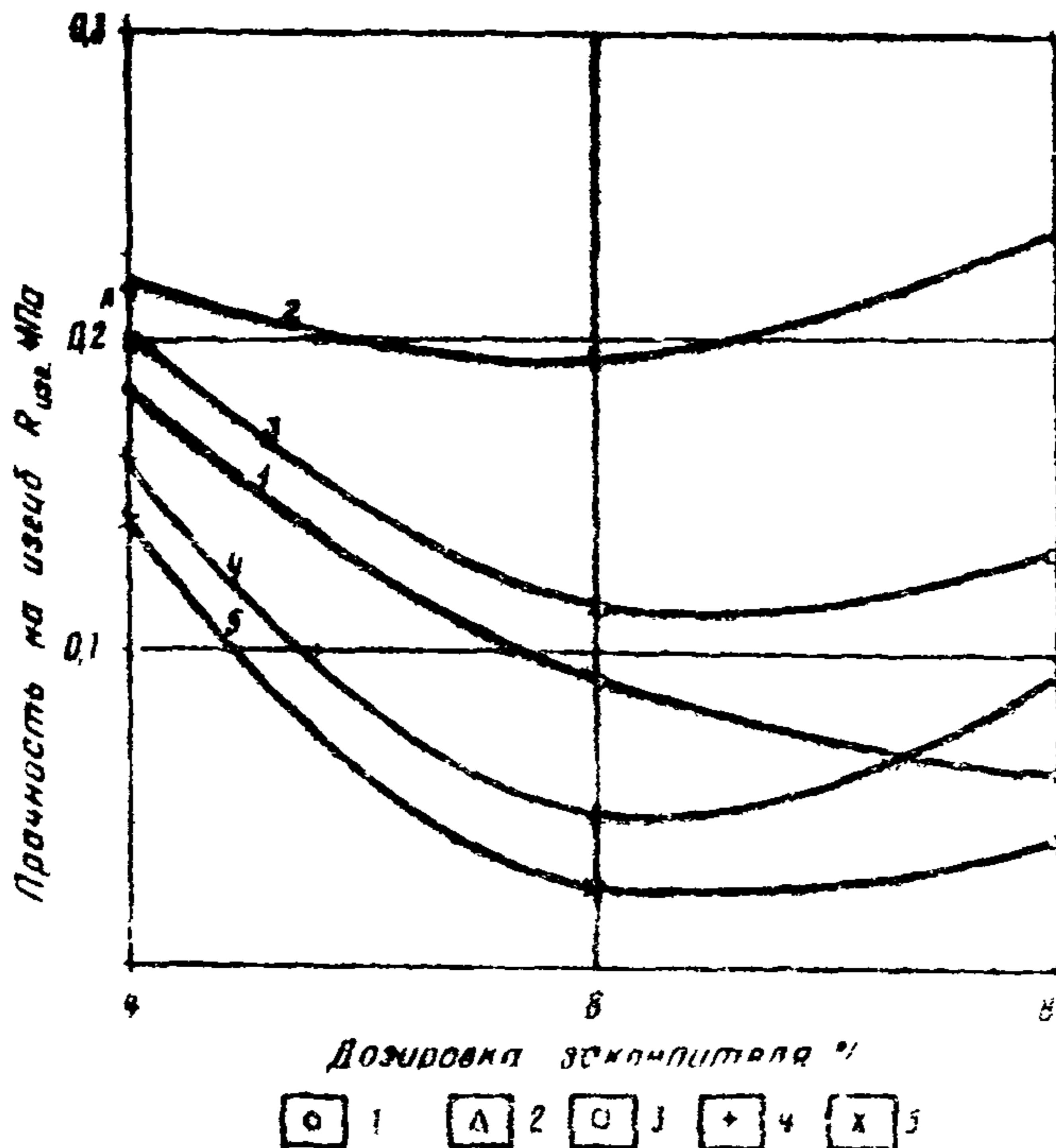


Рис.5. Зависимость прочности на изгиб от влажности закрепленного грунта (модификация МТ-10-80(2D + 5% NH<sub>4</sub>OAc/IU)):

1 - 7 сут сухого хранения, 2 - 7 сут влажного хранения, 15 МПа; 3 - 7 сут влажного хранения, 15 МПа; 4 - 28 сут влажного хранения, 0,2 МПа; 5 - 7 сут влажного хранения, 0,2 МПа

яостях рекомендуется дозировка продукта не более 6-7% по массе смеси грунта.

**2.Г%**. Для экономии влаги и обеспечения большей прочности закрепленного грунта в условиях влажности, близкой к оптимальной, можно применять дозировку влажного 4-7% по массе сухого грунта, при условии, что влажность в момент замешивания и уплотнения не менее 34% от верхней границы пластичности. В этом случае нижняя граница дозировки (4%) рекомендуется для сухой, верхняя (7%) - для тяжелых суглиников.

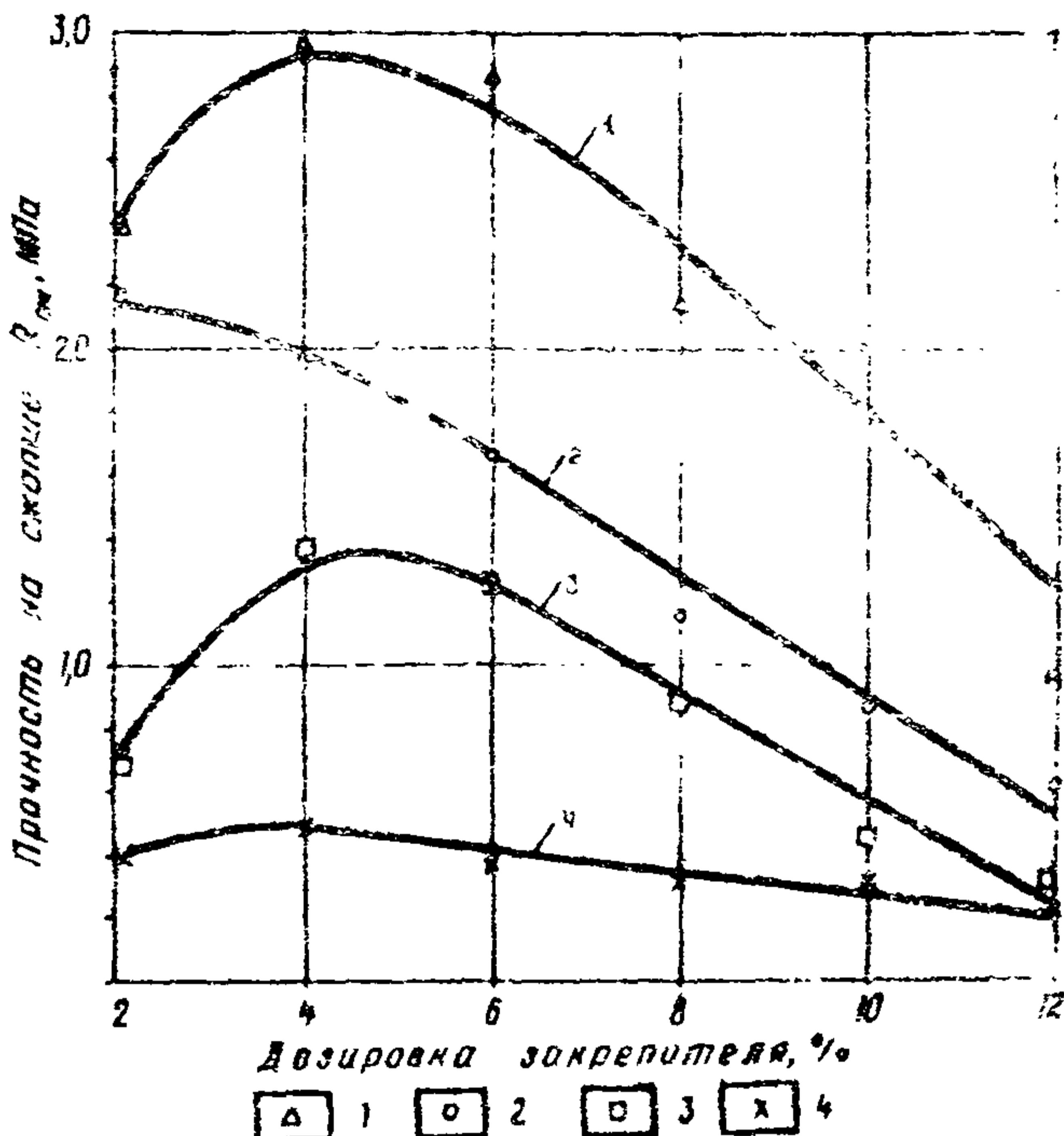


Рис.6. Прочность на сжатие малого болванка от максимальной влажности, закрепленного лентой модифицированного продукта 75/10 + 10% Би-90/10 (МГ-10).

1 - 28 сут. сухого твердения; 2 - 7 сут. сухого твердения; 3 - 28 сут. влажного твердения; 4 - 7 сут. влажного твердения

2.18. Водонасыщенные ячейковые сутяжки и существующие грунты, закрепленные продуктом МГ-10, приведены на рис.8.

### 3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАЛЛАСТИРОВКИ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ

3.1. Проверку прочности крепления трубопроводов, прокладываемых на обводняемых участках, следует проводить согласно СНиП II-45-75 по расчетным нагрузкам и воздействиям, из условия

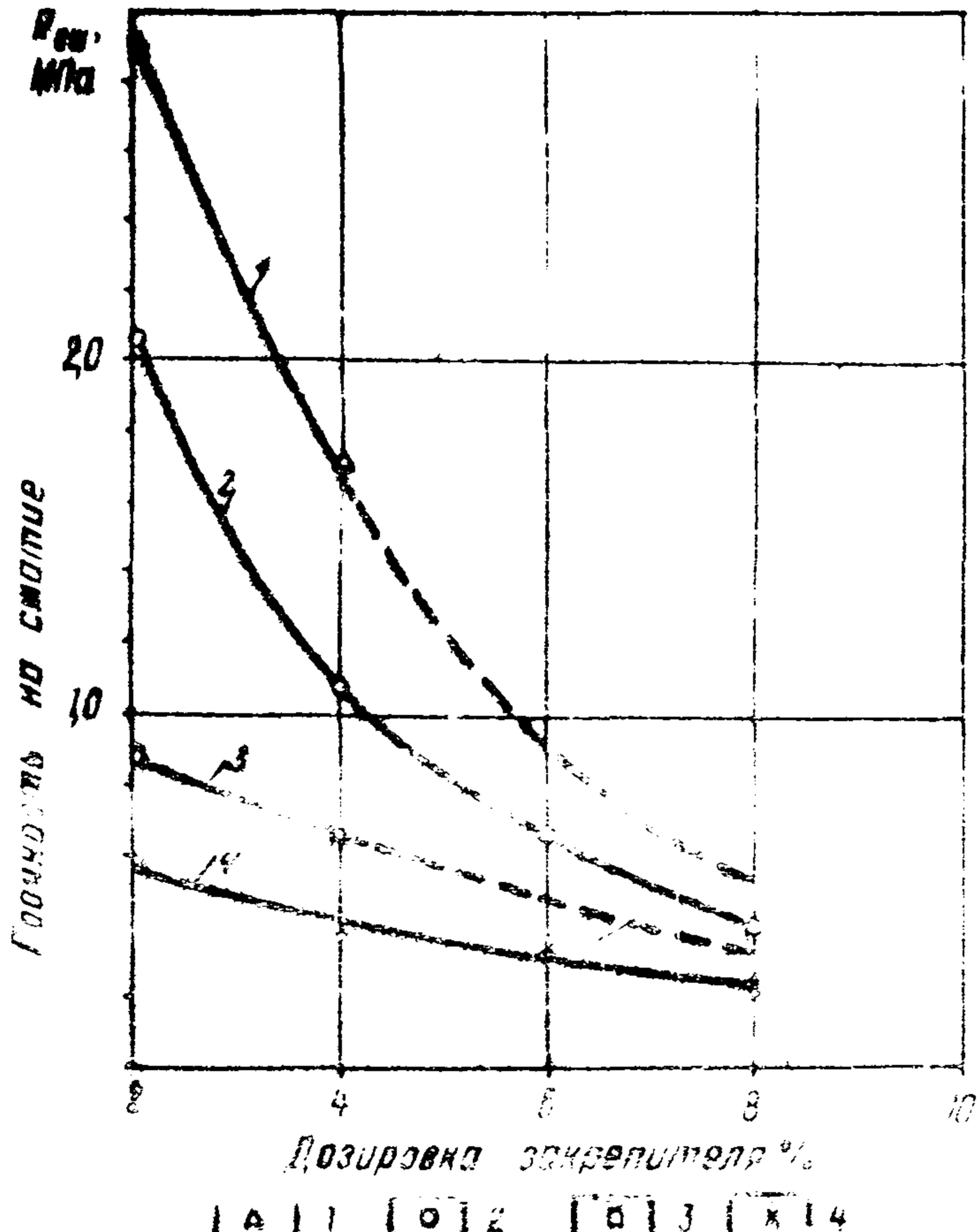


Рис. 7. Прочность на сжатие газовой медной супеси  
в зависимости от влажности, закрепленной продуктом  
 $\text{HT}-10$

1 - 28 сут сухого твердения; 2 - 7 сут сухого  
тврдения; 3 - 28 сут влажного твердения; 4 -  
7 сут влажного твердения

$$\sigma = K_m [K_n (\sigma_0 + \bar{\sigma}_{изг} + \bar{\sigma}_{пос} - \sigma_{тр} - \sigma_{дел})], \quad (1)$$

где  $\bar{\sigma}$  - избыточная величина пригрузки, приходящаяся на единицу длины трубопровода, кгс/м;  
 $K_m$  - коэффициент безопасности до падежа при балла-  
стовке грунтом  $K_m = 1,2$ ;

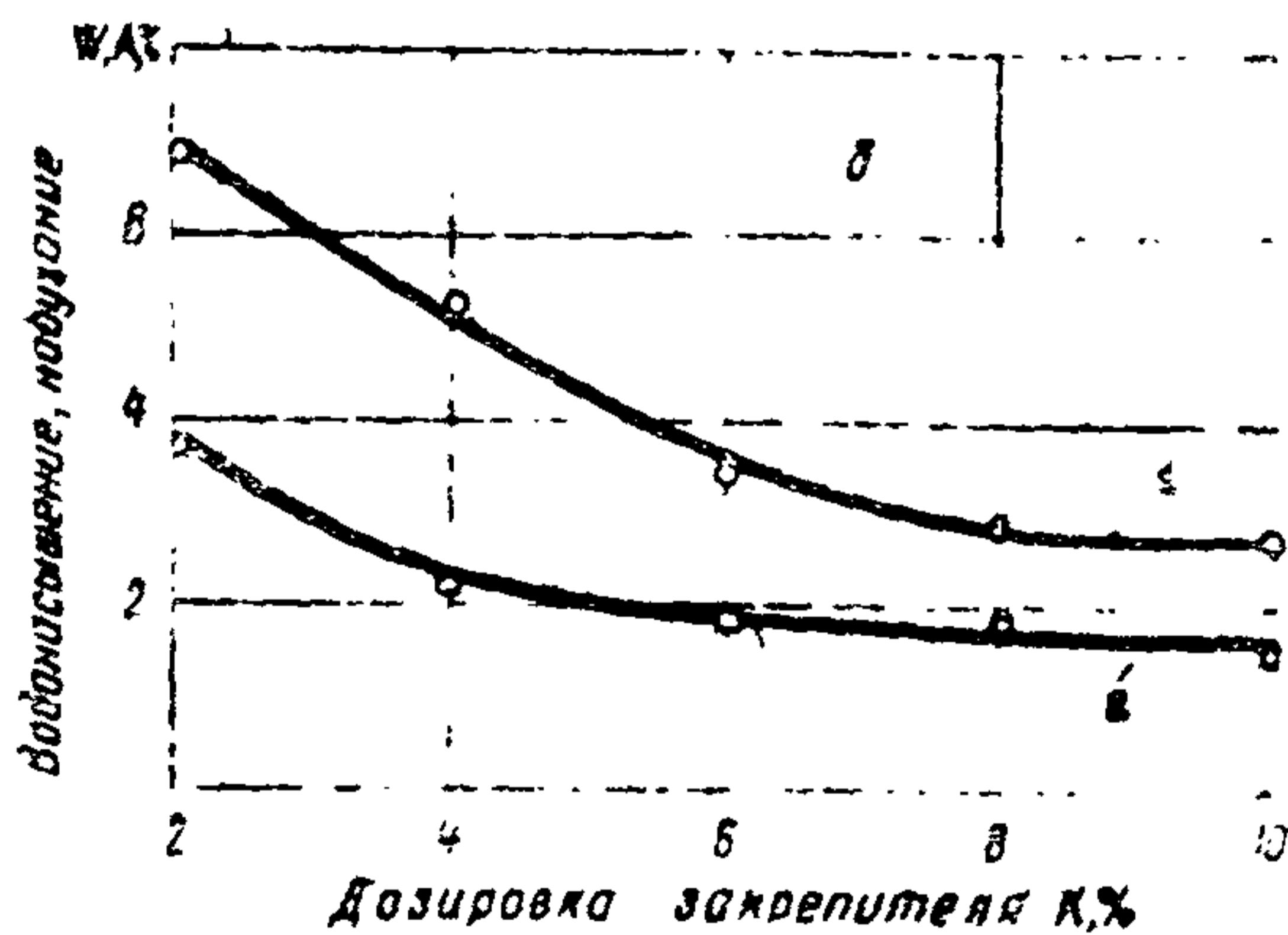
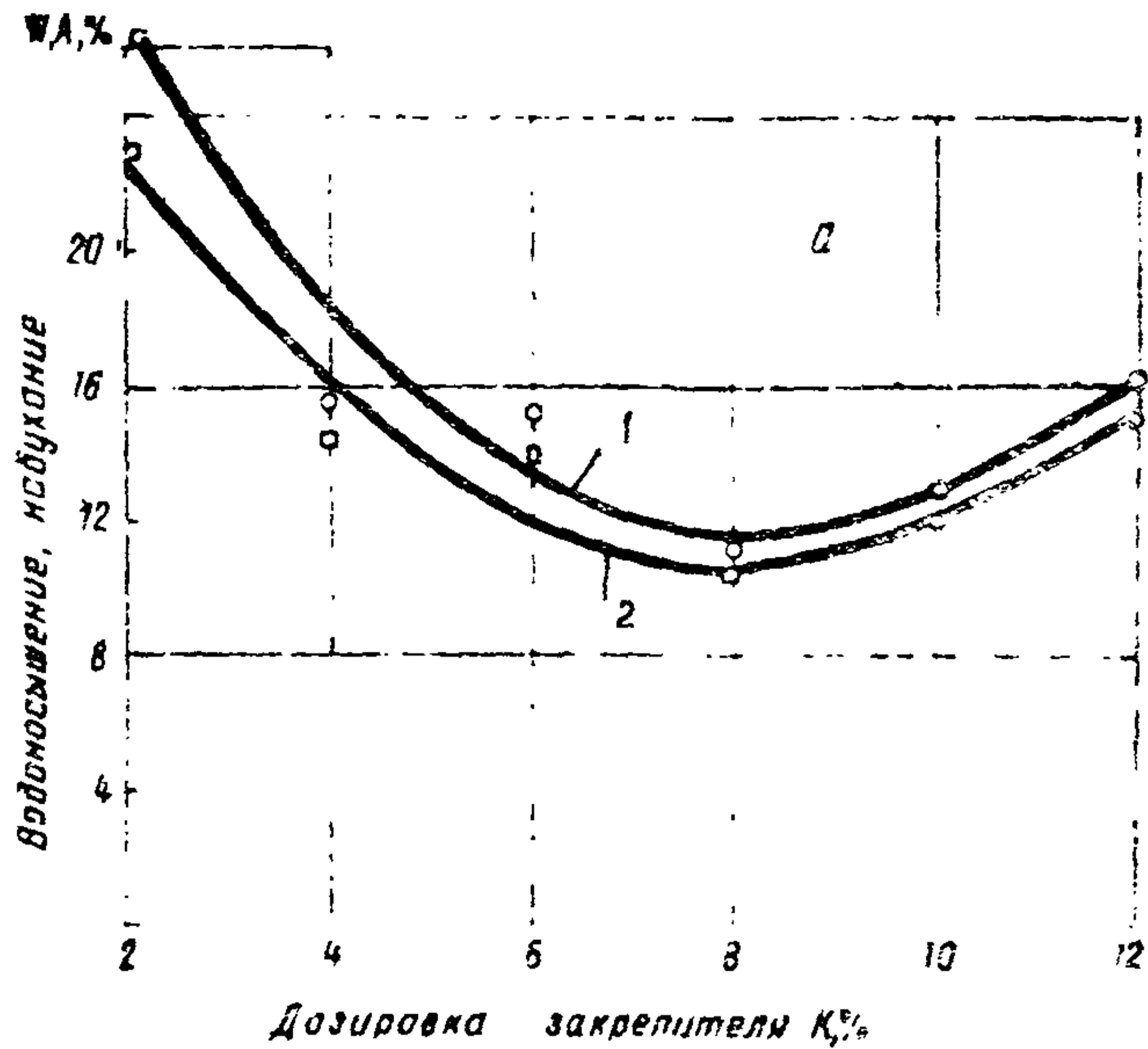


Рис. 8. Водонасыщение и набухание грунтов, закрепленных продуктом МТ-10:  
а - суглиник тяжелый; б - супесь тяжелая мелкая; 1 - водонасыщение  $W_A$ ; 2 - набухание  $\Delta$

$K_{н.в}$  - коэффициент вязкости при расчете уточкости положения трубопровода против земли, принятый для болота  $K_{н.в} = 1,05$ ;

$q_v$  - расчетная вытесняющая сила воды, действующая на трубопровод (с учетом изгиба в футеровки), кг/м:

$$q_v = 0,8 D_n^2 \gamma_v, \quad (2)$$

где  $D_n$  - наружный диаметр трубы с учетом изолированного покрытия и футеровки, м;

$\gamma_v$  - плотность воды с учетом растворенных в ней солей, кг/м<sup>3</sup>;

$B_{изг}$  - расчетная величина пригрузки (вес балласта под водой), необходимая для изгиба трубопровода по данной кривой дна траншеи, определяемая из условия прилегания трубопровода к дну траншеи, кгс/м;

$$B_{изг} = \frac{8}{9} \frac{EJ}{\beta^2 \rho^2} \quad (\text{для выпуклых кривых}); \quad (3)$$

$$B_{изг} = \frac{32}{9} \frac{EJ}{\beta^2 \rho^2} \quad (\text{для вогнутых кривых}) \quad (4)$$

где  $J$  - момент инерции трубы на рассматриваемом участке;

$\beta$  - угол поворота оси трубопровода, рад;

$\rho$  - радиус упругого изгиба оси трубопровода, см;

$B_{изг}$  - расчетная величина пригрузки (веса 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;

$$B_{изг} = \frac{S}{\rho}, \quad (5)$$

где  $S$  - эквивалентное продольное осевое усилие, определяемое по формуле СНиП II-45-75;

$q_{дел}$  - расчетная масса продукта на воздухе, дополнительный обуточность в воде, а также обследование в воде при транспортировании продукта с отрицательной температурой, кгс/м;

$q_{тр}$  - расчетная масса трубопровода (с учетом изгиба в футеровки) на воздухе, кгс/м;

$$q_{tr} = 0,002466 \delta (\bar{D}_n - \delta) + q_{iz} + q_{out}, \quad (6)$$

где  $\bar{D}_n$  - наружный диаметр трубопровода, м;

$\delta$  - толщина стенки трубопровода, м;

$q_{iz}$  - вес изоляционного покрытия, кг/м;

$q_{out}$  - вес футеровочного покрытия, кг/м.

Расчетный вес продукта на воздухе, кгс/м, определяют следующим образом:

а) для газопроводов

$$q_{gas} = \pi R \bar{D}_{vn}^2; \quad (7)$$

б) для нефтепроводов

$$q_n = \gamma_n \frac{\pi \bar{D}_{vn}^2}{4}, \quad (8)$$

где  $\pi$  - коэффициент перегрузки, принимаемый по таблице СНиП II-45-75;

$R$  - нормативное давление газа, кгс/см<sup>2</sup>;

$\bar{D}_{vn}$  - внутренний диаметр трубопровода, м;

$\gamma_n$  - объемный вес транспортируемой нефти или нефтепродуктов, кгс/м<sup>3</sup>.

3.2. Масса балластной перегородки в зависимости от степени обводненности траяна может быть определена для наиболее часто встречающихся вариантов в следующем виде:

$$\text{I расчетная схема } H_d < \bar{D}_n, \quad (9)$$

$$P = 8EJy_0\beta^2;$$

II расчетная схема

$$P = 2B \left[ C - \frac{C^3\beta^3 - 3C\beta - 3}{3\beta(C\beta + 1)^3} \right];$$

III расчетная схема - трубопровод погружен под водой

$$P = \sqrt{384EJB^3H_p}. \quad (II)$$

здесь  $\beta = \sqrt{\frac{B}{4y_0EJ}}$  - характеристика трубопровода;  $(12)$

$EJ$  - жесткость трубопровода;

$Y_a$  - высота выступающей части плавающего трубопровода над поверхностью воды, м;

$H_p$  - расчетная глубина, м;

$H_B$  - глубина воды в траншее, м;

$C$  - расчетная длина изогнутого трубопровода, м.

Расстояние между балластными перемычками

$$t = \frac{P - Y_a V}{B}, \quad (13)$$

где  $V$  - объем перемычки, находящейся под водой,  $m^3$ .

#### 4. БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОПРОВОДОВ ПЕРЕМЫЧКАМИ ИЗ ЗАКРЫТЫХ ГРУНТОВ

4.1. В зависимости от вида и состояния грунта можно применять два варианта балластировки с использованием закрепленных грунтов (рис.6):

перемычки из закрепленного грунта без армирующей сетки; перемычки из закрепленного грунта с армирующей сеткой.

При этом сварная арматурная сетка используется для обеспечения прочности перемычки на сжатие в условиях водонасыщенных грунтов при больших откосах траншей с целью максимального использования несущей способности закрепленного грунта.

4.2. В зависимости от глубины заложения трубопровода армирование может выполняться с одним рядом сварной сетки или несколькими рядами.

4.3. Параметры траншей при строительстве трубопроводов различных диаметров на пойменных участках и на болотах I и II типов (рис.10) приведены в табл.4.

Таблица 4

Диаметр трубопровода, м	Параметры траншей, м							
	Пойменные участки				Болота I и II типов			
	a	b	c	d	e	f	g	
100	1,6	2,0	3,5	1,0	1,3	5,1/8,0		
120	1,7	2,1	3,8	1,7	2,0	8,7/6,7		
140	1,6	2,4	4,3	1,9	2,8	6,3/7,4		

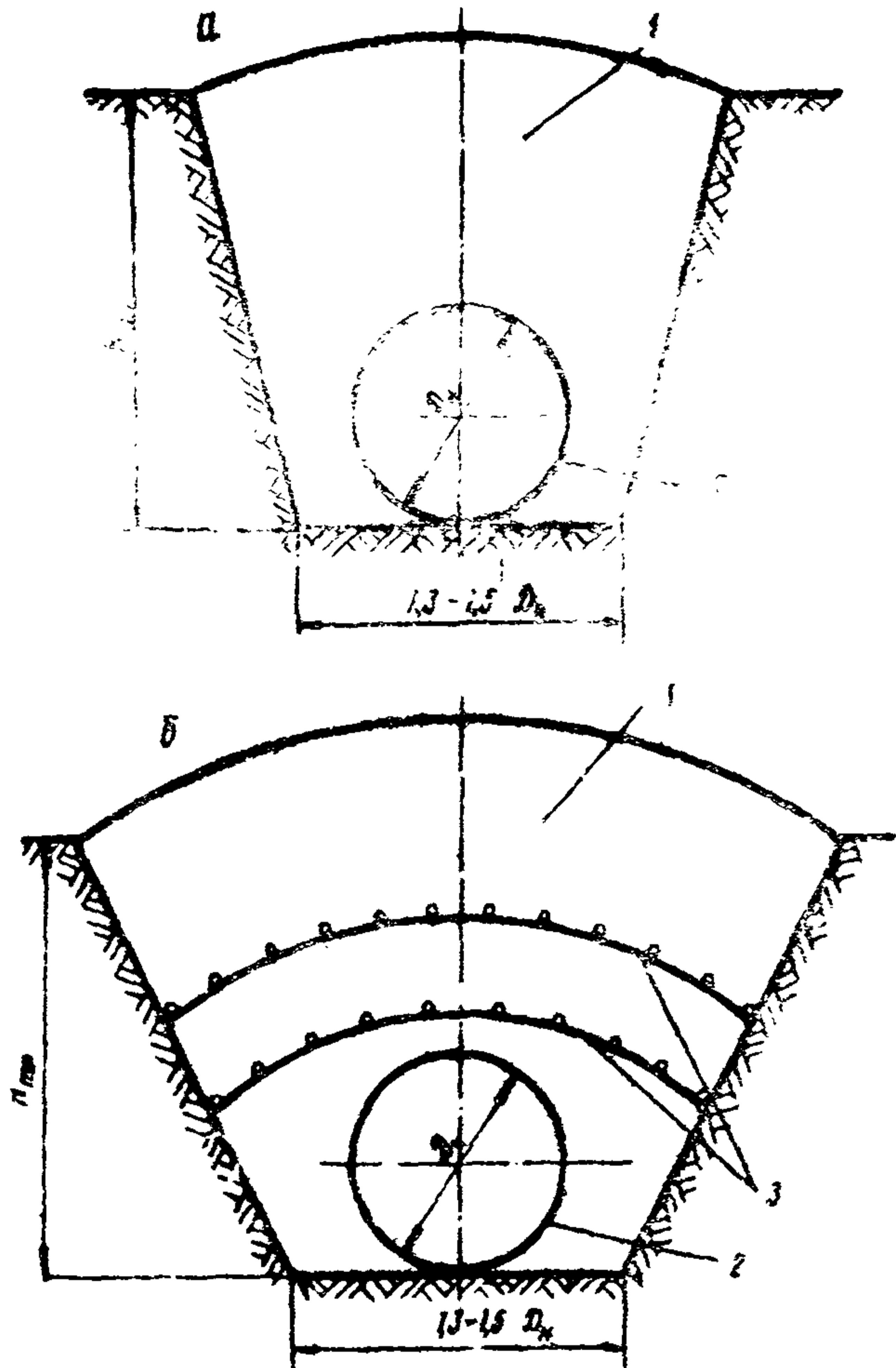


Рис.9. Устройство балластных перегородок:  
а - база арматурной сетки; б - армированная при больших  
откосах; 1 - закрепленный грунт; 2 - трубопровод; 3 -  
сетка сварная

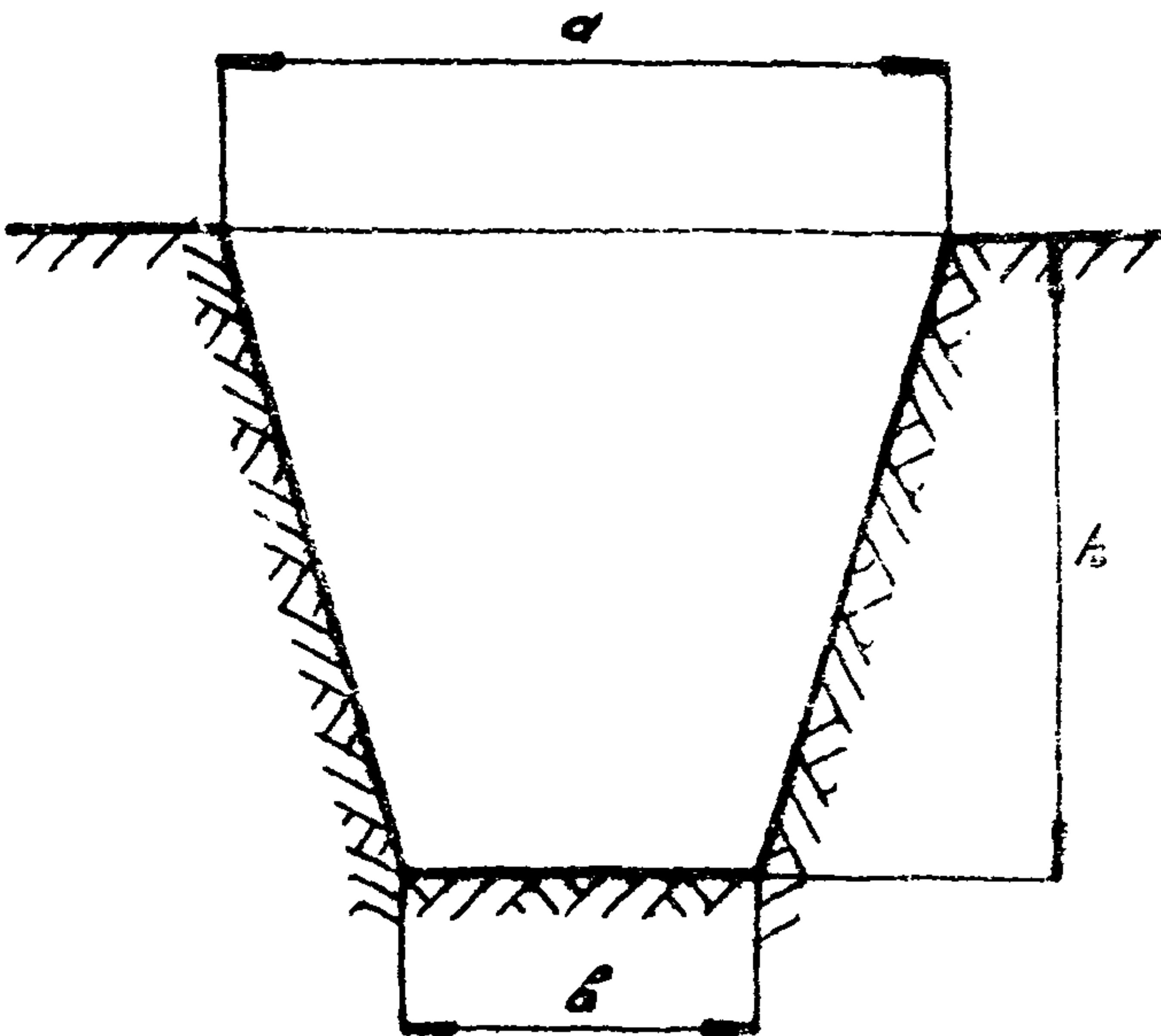


Рис. I.0. Расчетные параметры донорчного сечения  
трапецией

Длиной перемычки из грунта можно задаться, используя техническую характеристику будьозера, о шириной Руслоем 0,8 м, и о железнодорожно-транспортном рабочим З м.

4.4. Графически воспроизведя (рис. II) с учетом перекрытия отдельных проходов будьозера длины перемычки по верху составят 4,6

Для вычисления объема насыпной грунта, лежащего на устройстве перемычки, имеем:

$$\theta_1 = (a + b)h/e,$$

где  $\theta_1$  – площадь донорчного сечения перемычки;

$$\theta_2 = \pi D^2/4,$$

где  $\theta_2$  – площадь донорчного сечения трубопровода.

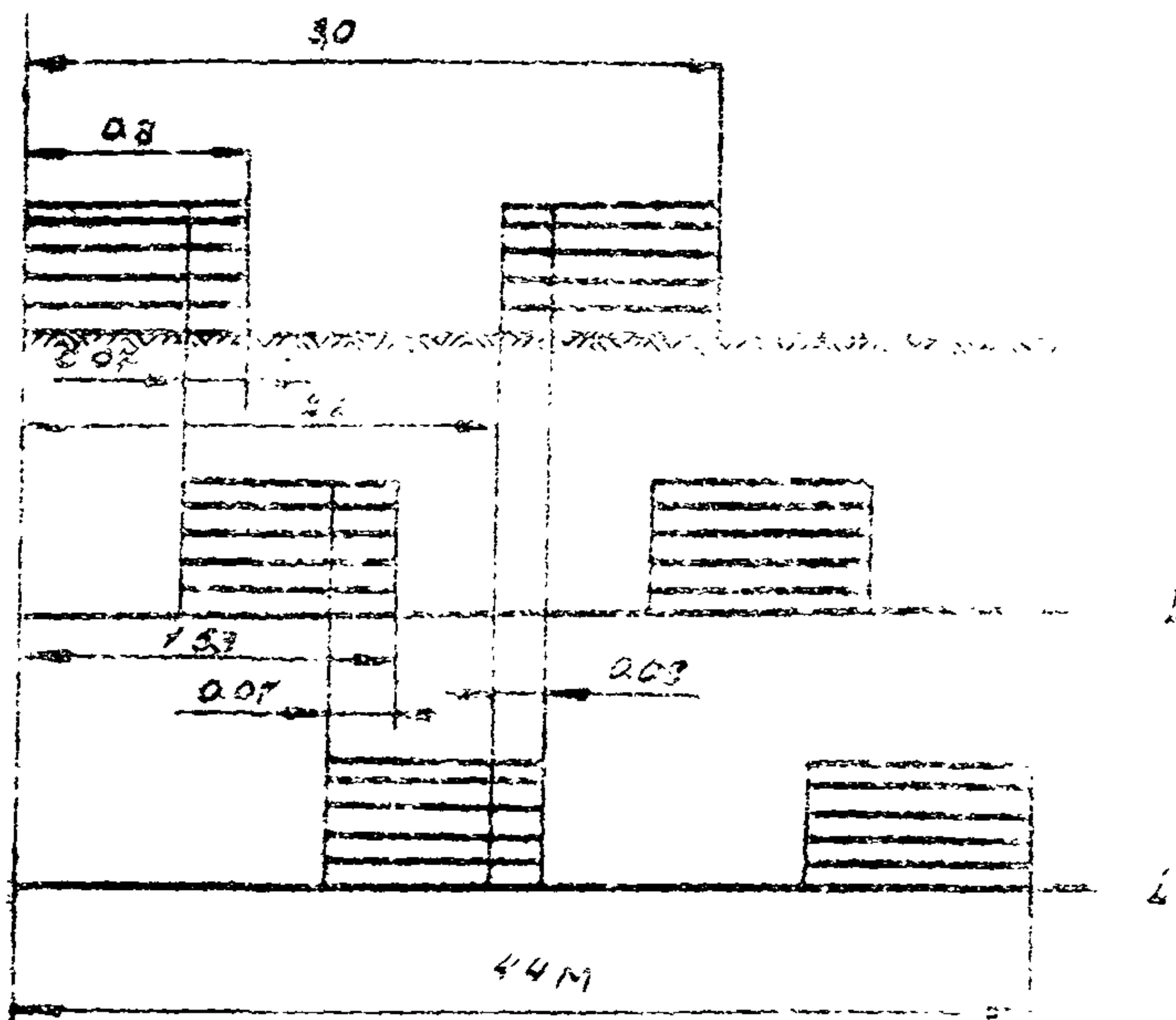


Рис. II. Схема определения длины переправы из кирпича, м.  
I - ii - проходы будильсверт.

Тогда объем нефтегрунта будет

$$V = (S_1 - S_2) \ell,$$

где  $\ell$  - длина нефтегрунтовой перемычки

Вычисление можно представить в формуле

4.5. Для зачехления самостабилизируемых трубопроводов из бутил-Ко нефтегрунта необходимо:

балластированный трубопровод уложить в траншеи, а насыпь санитарное покрытие прокладки в случае необходимости отремонтировать; провести работы по предохранению изоляционного покрытия от механического повреждения (всех они предусмотрены проектом);

Таблица 5

Диаметр трубопровода, мм	$\delta_1, \text{м}^2$				$\delta_2, \text{м}^2$	$\delta, \text{м}^2$			
	Потенци- альные уча- стки		Бордю- ра			Потенци- альные уча- стки		Бордю- ра	
	I участ- ка	II участ- ка	III участ- ка		I участ- ка	II участ- ка	III участ- ка		
1020	5,0	8,94	6,76	0,817	18,4	22,54	26,1		
1220	6,18	9,4	8,6	1,169	21,96	27,42	31,82		
1420	7,44	9,02	10,23	1,584	25,77	33,72	38,04		

развести нефтегрузят для ведения работ;  
проверить и подготовить Бульдозер,

в зоне работ звена подготовить инвентарь, приспособления и средства для безопасного производства работ, получить повышенное разрешение от заместителя на балластировку уложенного трубопровода.

4.6. Нефтегрунт, завезенный на трассу автосамосвалами, должен быть высыпан на бровки траншей, в местах устройства паромчиков. Схема организации балластировки может различаться для трубопроводов с использованием закрепленных грунтов приведена на рис. 12.

4.7. Работы по организации балластировки балластированных трубопроводов паромчками из закрепленных грунтов состоят из следующих операций:

- приготовление грунтовой смеси;
- укладка грунтовой смеси;
- уплотнение грунтовой смеси.

4.8. Бригада по приготовлению грунтовой смеси кирзовым способом состоит из 5 человек:

машиниста бульдозера	- 1
машиниста дорожной фрезы Д-530	- 1
водителя автосамосвала	- 2
машиниста односекционного погрузчика Т-157	- 1

4.9. Бригада (см. п.4.8) должна состоять следующими механизмами и механизмами (табл.6).

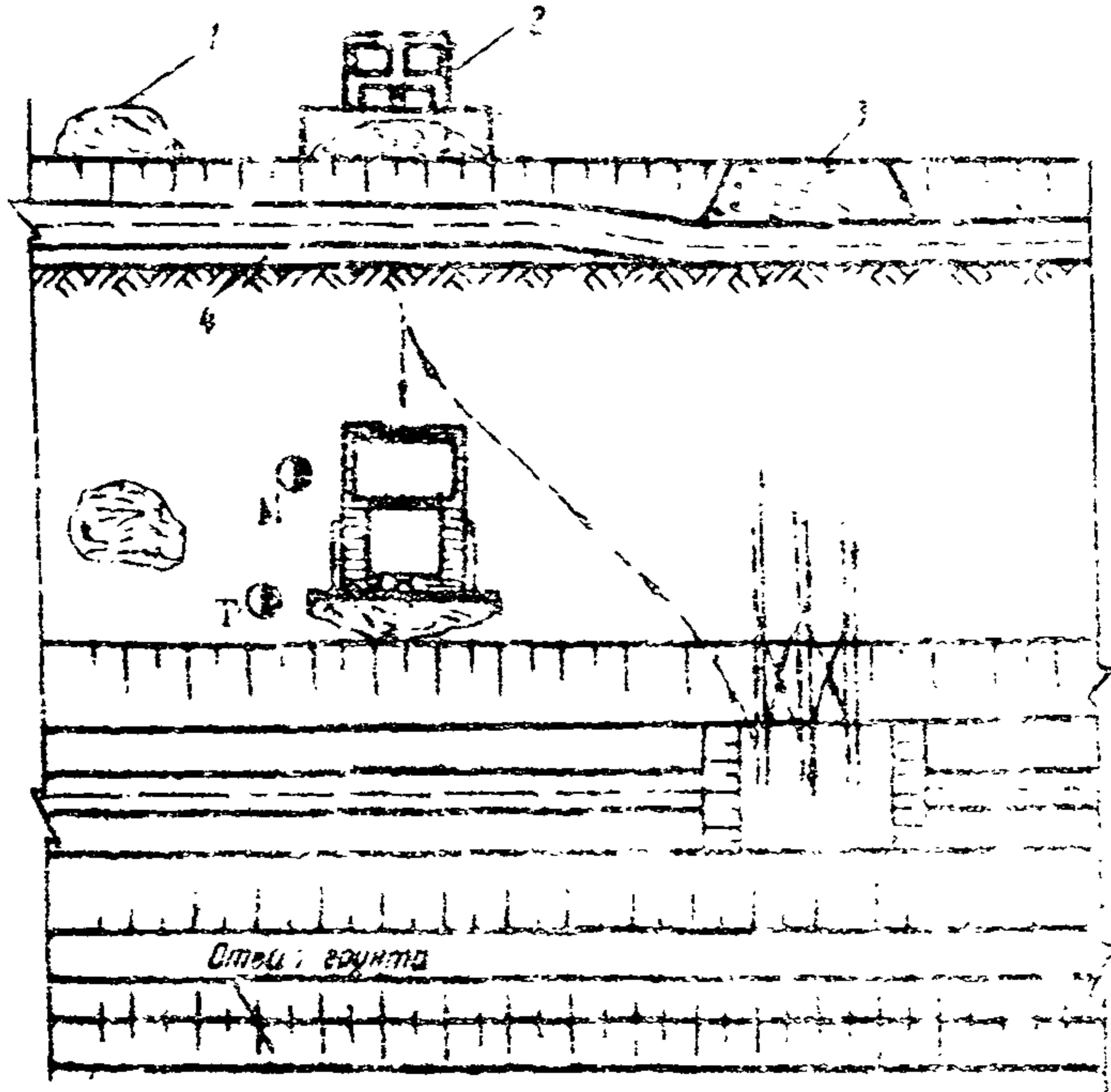


Рис. 12. Схема организации работ по балластировке трубопроводов диаметрами 1020, 1220 и 1420 мм переносными из нефтепродукта:

1 - приготовленный грунт; 2 - бульдозер; 3 - воротышка;  
из нефтегрунта; 4 - машина для разработки грунта;  
5 - машина для бульдозера;  
6 - транспортер для транспортировки грунта

Таблица 6

Наименование машин	Марка	Технологический процесс
Бульдозер	Д8-15	Разработка грунта
Дорожная фреза	Д-530	Измельчение и ссыпка грунта с четвертью
Автобетумовоз	ЗИЛ-131	Вывозка и введение нефте-бетума в распределительную систему дорожной фрезы
Одноковшовый погрузчик	Т-157	Перемещение и погрузка готового нефтегрунта

4.10. Работы по балластировке трубопровода перемычками, приготавливаемыми из заделанного грунта на бровке траншеи, выполняет специализированная бригада в составе:

машиниста роторного транзессасыпальца	-	I
машиниста бульдозера	-	I
машиниста гидроуплотнительной машины	-	I
водителя-механика поливальной установки	-	I

Всего - 4 чел.

4.11. Состав машин и механизмов, используемых для балластировки трубопровода, приведен в табл.7.

Таблица 7

Машины и механизмы	Марка	Технологический процесс
Роторный транзессасыпатель	ТР-2А (ТР-351)	Разработка става, перемешивание грунта с нефтепродуктом, отсыпка перемычки из нефтегрунта
Бульдозер	Д5-1С	Разравнивание и уплотнение перемычки
Поливальная установка	СС-116	Полив грунта нефтепродуктом
Гидротрамбующая машина	ГТ-1 (ГУ-2)	Уплотнение нефтепродукта в пазухах между трубой и стекой траншеи

4.12. Бригада, указанная в п.4.8, выполняет работы в следующей последовательности.

Вариант I.

Поливальная установка СС-116 поливает отвал грунта нефтепродуктом непосредственно перед ротором транзессасыпальца;

роторный транзессасыпатель разрабатывает податый отвал грунта, перемешивает грунт с нефтепродуктом и насыпает над трубопроводом перемычку из нефтегрунта;

при достижении толщины слоя нефтегрунта более 600 мм над верхней обвязкой трубы проводится уплотнение нефтегрунта перемычкой;

бульдозер заезжает на перемычку, выравнивает и уплотняет ее. После этого нефтегрунт в пазухах между трубой и стекой траншеи дополнительно уплотняют гидротрамбующей машиной;

уплотнение перемычки производится бульдозером, оборудованным плетой, навешанной вместо камча-рыхлителя.

### Вариант II

Роторный траншессыпатель разрабатывает отвал грунта, разрежает его и отсыпает над трубодразом перемычки;

подвижная установка передвигается параллельно траншессыпателю по свободной бровке траншеи и подбрасывает грунт, разрыхляемый непосредственно в траншее в процессе отсыпки перемычки.

## 5. БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОДРЫСОВ УГЛАДЯЮЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ГРУЗАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКРЕПЛЕННЫХ ГРУЗОВ

5.1. Для балластировки магистральных трубопроводов с использованием неучтегрунта рекомендуется применять конструкцию углаждающего груза типа УБО (рис.13), представляющего собой два железобетонных блока со скосами, соединенных между собой. Скосы на блоках выполнены с целью ската трубопровода грузами,

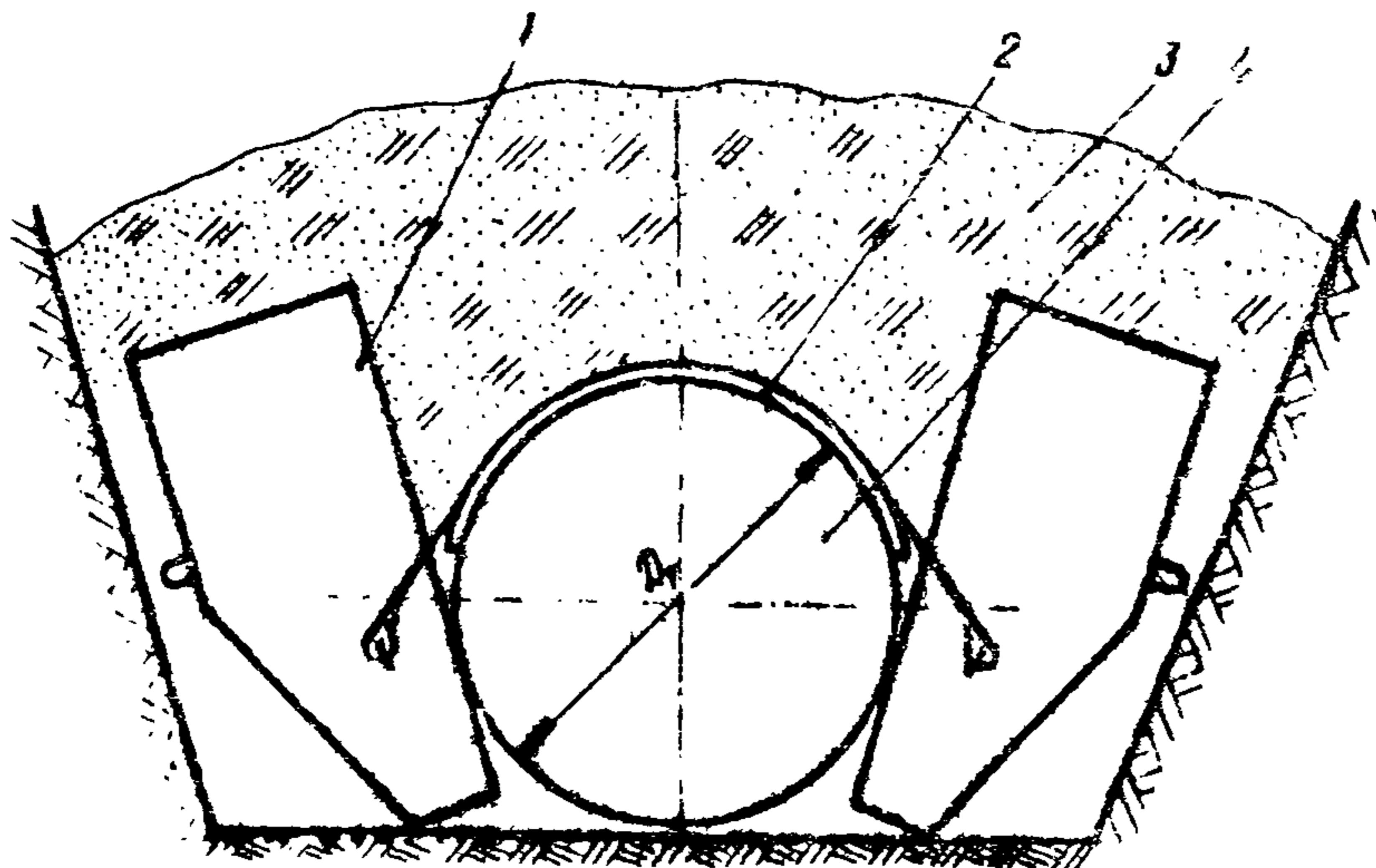


Рис.13. Конструкция железобетонного груза типа УБО:  
1-блок бетонный; 2-пояс соединительный; 3-закрепленный грунт; 4-трубопровод

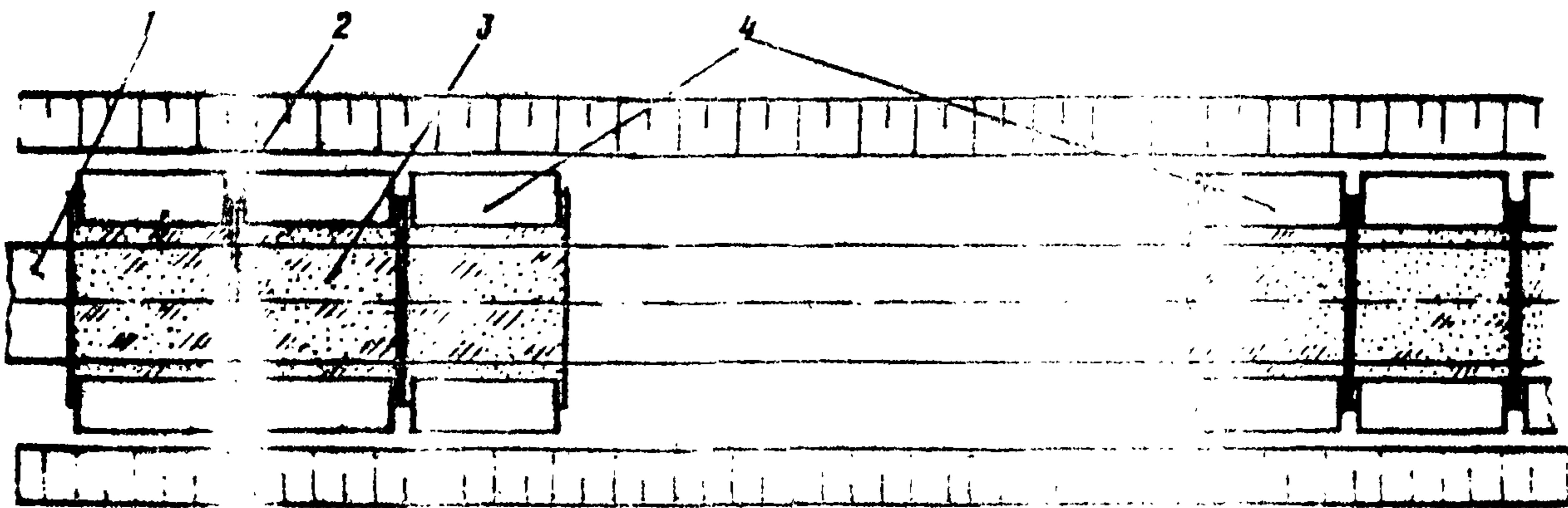


Рис.14. Грунтовый метод выравнивания трубопроводов с прямым земляным покрытием:  
1 - трубопровод; 2 - тензометр; 3 - насыпь грунта; 4 - грунтовая нагрузка

что позволяет в большей степени использовать грунт заливы траншей с целью повышения величины балласта. При этом группы УБО устанавливаются групповым методом (рис. I4).

5.2. При групповой установке грузы укладывают плотную друг к другу, а их общее количество на 1 км трубопровода должно соответствовать расчетному (требованиям проекта).

5.3. Основным фактором, ограничивающим число грузов в группе при балластировке трубопроводов, является прогиб трубопроводов.

5.4. Для определения максимального количества грузов в группе необходимо задаться допустимым прогибом трубопровода.

Максимальный прогиб пригруженного трубопровода будет в середине свободного от грузов участка.

5.5. Предельную длину группы грузов определяют из уравнения (I4), ограничивая прогиб трубопровода 10 см.

$$\ell = \sqrt{\frac{768EJ_y}{2g_2(k^4 + 4k^3 + 6k^2) + g_1(6k + 2)}}, \quad (I4)$$

где  $E$  - модуль упругости материала трубопровода, кгс/см<sup>2</sup>  
( $E = 2,1 \cdot 10^5$  кгс/см<sup>2</sup>);

$J$  - момент инерции трубопровода, см<sup>4</sup>;

$y$  - прогиб трубопровода, см;

$g_2$  - распределенная нагрузка, кгс/см.

$$g_2 = f_a V_{tr} - g_{tr}, \quad (I5)$$

где  $f_a$  - плотность воды, кгс/см<sup>3</sup>;

$V_{tr}$  - объем 1 м трубопровода в воздухе, кг;

$$g_1 = \frac{\rho}{\delta_{tr}} - g_2, \quad (I6)$$

где  $g_1$  - нагрузка от балласта, кгс/см;

$\rho$  - вес груза + вес грунта засыпки в воде, кг;

$\delta_{tr}$  - масса груза, см.

5.6. Перечень машин и механизмов, используемых для балластировки трубопроводов, приведен в табл. 8.

Таблица 8

Изники и механизмы		Технологический процесс
Наименование	Количество	
Кран	I	Навеска грузов
Балотоснегокод	2	Поставка грузов
Понти или пена	I	Установка крана
Бульдозер	I	Времещение крана

5.7. Технология и организация производства работ по групповой установке железобетонных грузов выполняются в соответствии с "Руководством по групповой установке утяжеляющих железобетонных грузов при балластировке магистральных трубопроводов" Р 239-76 .

## 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При балластировке трубопроводов с использованием закрепленных групп грузов могут рукостворяться требованиями техники безопасности и санитарии, изложенными в следующих документах:

"СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве". (М., Стройиздат, 1980);

"Правилами техники безопасности при строительстве магистральных трубопроводов";

"Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов", (М., Водра, 1970);

"Положением о службе техники безопасности в системе Министерства газстрой".

6.2. К выполнению работ по балластировке трубопровода нефтегрунтом могут быть допущены рабочие, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности и санитарии.

6.3. До начала работ необходимо обучать рабочих, занятых на балластировке, безопасным методам и приемам работ. По окончании обучения рабочим выдается удостоверение на право производства работ.

6.4. В зоне, занятой во баллоэтировке трубопровода, незначается старший, расположенный которого обязательно для санитарных членов звена.

6.5. Во время работы по баллоэтировке трубопровода нефть грунтом машинист бульдозера должен следить за состоянием бровки траншеи и прекратить работу даже при незначительном ее обрушении.

6.6. Нефтепродукты, применяемые для притиривания грунтовой смеси, не содержат вредных токсических веществ, влияющих на здоровье ободушившего персонала.

6.7. При работе с закрепителями грунтов необходимо применять индивидуальные средства защиты (спецодежда, спецобувь) согласно типовым отраслевым нормам, утвержденным Госкомитетом Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам и Президиумом НАССР.

6.8. Хранить закрепитель грунтов необходимо в закрытых емкостях. При вскрытии тары нельзя пользоваться кинетическим, давящим при ударе молотом.

6.9. Чемизальная маска и другие механизмы, используемые при приготовлении грунтовой смеси к ее засыпке в траншею, должны быть оборудованы ограничителями.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение I

Таблица I

## Физико-механические свойства песчаных грунтов

Коэффициент пористости	Удельное сцепление (c), кгс/см <sup>2</sup>	Угол внутреннего трения, грд	Модуль деформации (E), кгс/см <sup>2</sup>
Гравийные и крупные			
0,4I-0,50	0,02	43/41	500
0,5I-0,60	0,01	40/38	400
0,6I-0,70	-	38/36	300
0,7I-0,80	-	-	-
Средней крупности			
0,4I-0,50	0,03	40/38	500
0,5I-0,60	0,02	38/36	400
0,6I-0,70	0,01	35/33	300
0,7I-0,80	-	-	-
Мелкие			
0,4I-0,50	0,06/0,01	38/36	480
0,5I-0,60	0,04	36/34	380
0,6I-0,70	0,03	32/30	280
0,7I-0,80	-	28/26	180
Щебеночные			
0,4I-0,50	0,08/0,03	36/34	390
0,5I-0,60	0,06/0,01	34/32	280
0,6I-0,70	0,04	30/28	180
0,7I-0,80	0,03	26/24	110

Приимечание: в числителе приведены нормативные значения, в знаменателе - расчетные.

## Приложение приложения I

Таблица 2

Удельное сцепление ( $c$ ),  $\text{НГ/см}^2$  к углу внутреннего трения для глинистых грунтов  
(при консистенции 0-0,75)

Влажность грунтов на границе раскатывания, %	Коэффициент пористости					
	0,41-0,50	0,51-0,60	0,61-0,70	0,71-0,80	0,81-0,95	0,96-1,10
9,5-12,4	0,12/0,03 $25^\circ/23^\circ$	0,03/0,01 $24^\circ/22^\circ$	0,05 $23^\circ/21^\circ$	-	-	-
12,5-15,4	0,42/0,14 $24^\circ/22^\circ$	0,21/0,07 $23^\circ/21^\circ$	0,14/0,04 $32^\circ/20^\circ$	0,07/0,02 $21^\circ/19^\circ$	-	-
15,5-18,4	- -	0,10/0,19 $22^\circ/20^\circ$	0,25/0,11 $21^\circ/19^\circ$	0,19/0,08 $20^\circ/18^\circ$	0,11-0,04 $19^\circ/17^\circ$	0,08-0,02 $18^\circ/16^\circ$
18,5-22,4	- -	- -	0,59/0,23 $20^\circ/18^\circ$	0,34/0,19 $19^\circ/17^\circ$	0,28/0,10 $18^\circ/16^\circ$	0,19/0,06 $17^\circ/15^\circ$
22,5-26,4	- -	- -	- -	0,82/0,36 $18^\circ/16^\circ$	0,41/0,25 $17^\circ/15^\circ$	0,36/0,12 $16^\circ/14^\circ$
26,5-30,4	- -	- -	- -	- -	0,54/0,40 $16^\circ/14^\circ$	0,42/0,22 $15^\circ/13^\circ$

ПРИМЕЧАНИЯ: в числителе приведены нормативные значения, в знаменателе - расчетные.

Продолжение приложения I

Таблица 3

Модуль деформации (нормативный) глинистых грунтов,  
кгс/см<sup>2</sup>

Наименование грунта и кон- систенция	Коэффициент пористости										Г, II-I, 30	Г, III-I, 50	Г, IV-I, 70			
	0,35-0,45	0,41-0,50	0,51-0,60	0,61-0,70	0,71-0,80	0,81-0,90	0,91-1,00	1,01-1,10	1,11-1,20	1,21-1,30						
<b>Аллювиальные, делювиальные, озёрные и озерно-аллювиальные четвертичные отложения</b>																
<b>Супеси</b>																
0 В 0,75	-	320	240	160	100	70	-	-	-	-	-	-	-			
<b>Суглинки</b>																
0 В 0,45	-	340	270	220	170	140	110	-	-	-	-	-	-			
0,25 В 0,5	-	320	250	190	140	110	80	-	-	-	-	-	-			
0,5 В 0,75	-	-	-	170	120	80	60	50	-	-	-	-	-			
<b>Глины</b>																
0 В 0,25	-	-	280	240	210	180	150	120	-	-	-	-	-			
0,25 В 0,5	-	-	-	210	180	150	120	90	-	-	-	-	-			
0,5 В 0,75	-	-	-	-	180	120	80	70	-	-	-	-	-			
<b>Флювиогляциальные четвертичные отложения</b>																
<b>Супеси</b>																
0 В 0,75	-	330	240	170	110	70	-	-	-	-	-	-	-			
<b>Суглинки</b>																
0 В 0,45	-	340	330	270	210	-	-	-	-	-	-	-	-			
0,25 В 0,5	-	360	280	220	170	140	-	-	-	-	-	-	-			
0,5 В 0,75	-	-	-	170	130	100	70	-	-	-	-	-	-			
<b>Моренные четвертичные отложения</b>																
<b>Супеси В 0,5</b>																
750	550	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<b>Прочие отложения скандийского яруса</b>																
<b>Глины</b>																
0,25 В 0	-	-	-	-	-	-	-	270	250	220	-	-	-			
0,25 В 0,25	-	-	-	-	-	-	-	240	220	190	160	-	-			
0,25 В 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	160	120	100	-	-			

## Продолжение приложения I

## Таблица 4

## Коэффициенты трения трубопровода о грунт

Грунт	Коэффициент трения
<b><u>Пески</u></b>	
Гравийные и крупные, плотные и средней плотности	0,70/0,65
Средней крупности, плотные	0,72/0,60
Средней крупности, средней плотности	0,65/0,60
Мелкие, плотные	0,66/0,55
Мелкие, средней плотности	0,57/0,50
Высокие, плотные	0,62/0,50
Низкие, средней плотности	0,53/0,40
<b><u>Суглинки</u></b>	
Плотные	0,55/0,35
Пластичные	0,47/0,25
<b><u>Глины</u></b>	
Плотные	0,60/0,40
Пластичные	0,50/0,25

Замечание. В числителе приведены данные для сухого грунта, в знаменателе - для водонасыщенного.

## Приложение к приложению 2

Таблица 5

**Средняя плотность грунта состоящей влажности  
в рыхло-песчаном состоянии**

Грунт	Средняя плотность, кгс/м <sup>3</sup>
Пески, пески с примесью гальки, щебня или гравия (до 10% об.)	1600
Щебни с примесью гальки, щебня или гравия (более 10% об.)	1700
Супеси, супеси с примесью гравия, гальки или щебня (до 10% об.)	1600
Супеси с примесью гравия, гальки или щебня (более 10% об.)	1700
Суглиники легкие и лёссовидные с примесью гальки, щебня или гравия (до 10% об.)	1600
Суглиники тяжелые, суглиники легкие и лёссовидные с примесью гальки, щебня или гравия (более 10% об.)	1750
Глины жирные мягкие без примесей	1800
Глины жирные мягкие с примесью гравия, гальки или щебня (до 10% об.)	1750
Глины жирные мягкие с примесью гравия, гальки или щебня (более 10% об.)	1900
Гравий и галька	1750
Моренные глины с валунами (до 10% об.)	1850
Моренные глины с валунами (от 10 до 30% об.)	2100
Моренные пески, супеси и суглиники с галькой, галькой и валунами (до 10% об.)	1750
Моренные пески, супеси и суглиники с галькой, галькой и валунами (от 10 до 30% об.)	1950
Торф	

## Окончание приложения I

## Таблица 6

Значения коэффициента сжатия модуля деформации грунтов  $K_{gr}$ .

Грунт	$K_{gr}$
Нескарустивной структуры	1,0
Насыпной	0,6
Обводненный	0,3

## Приложение 2

Таблица I  
 физико-химические свойства остатка термического крекинга  
 гудрона каменной нефти (крекинг-остатка)

№ п/п	Физико-химические свойства	Значение
1.	Щадность, кгс/м <sup>2</sup>	1045,0
2.	Групповой углеводородный состав, % от массы:	
	парафино-нафтенические	46,4
	моноциклические ароматические	10,6
	бензиллические ароматические	17,8
	полициклические ароматические смеси	15,5
	вымыселки	5,4
	карбон + карбониль	0,2
3.	Температура застывания, °С	-2,9
4.	Температура вспышки, °С	190,0
5.	Вязкость у停留在 при 100°С, °BZ <sub>100</sub>	3,37
6.	Содержание воды, % от массы	Сухой

## Продолжение таблицы 2

Таблица 2

## Химико-вещественные свойства легкого газового кокосина

№/п	Показатели качества	Легкий газоиль
1.	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	805
2.	Влажность удельная при 50°, °вт <sub>50</sub>	1,22
3.	Температура вспышки, °	86
4.	Температура застывания, °	-18
5.	Соединенный состав, %	
	Н.К.	202
	10 <sub>н</sub>	466
	80 <sub>н</sub>	330
	50 <sub>н</sub>	332
	Н.Р.	236
6.	Групповой углеводородный состав, % от массы	
	парaffин-нафтеновые	59,5
	моноциклические ароматические	34,5
	дициклические ароматические	28,0
	полициклические ароматические	21,4
	смолы	4,0

**Продолжение таблицы 2**  
**Таблица 3**

**Физико-химические свойства нефтяного строительного  
битума марки БН-80/10**

№ п/п	Физико-химические свойства	Данные
1.	Групповой углеводородный состав, % от массы:	
	парaffино-нефтановые	15,0
	моноциклические ароматические	3,8
	бензидилические ароматические	6,0
	полициклические ароматические	18,8
	смолы	35,0
	асфальтены	32,0
2.	Температура размягчения по ИКС, °C	65
3.	Температура вспышки, °C	264
4.	Вязкость упругости при 80°С, $\eta_{27,60}$	33,0
5.	Содержание воды, % от массы	Отсутствует
6.	Гаубиня дренирования влаги при 95°С, 0,1 м	6,8
7.	Рабочая температура при 20°С, см	1,4
8.	Равнокордность с битумом, % от массы	93,8
9.	Изменение массы образца при нагреве, % от массы	0,5
10.	Содержание водорастворимых соединений, % от массы	0,38

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ НА ОДИННУЮ ПАРТИЮ  
ЗАКРЕПИТЕЛЯ ГРУНТОВ НЕФТЯНОГО МАРКИ МТ-10**

Настоящий технологический регламент распространяется на закрепитель грунтов нефтяной марки МТ-10, предназначенный для укрепления грунтов и насыпей при прокладке магистральных трубопроводов в летний период.

Закрепитель грунтов МТ-10 получается компаундированием легкого газойля деструктивных процессов (замедленного окисления, каталитического крекинга), тяжелых нефтяных остатков (гудрона, крекинг-остатка) и битума.

**I. Технические требования**

1.1 По физико-химическим показателям закрепитель грунтов должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице.

Показатели	Норма	Методы испытаний
Вязкость $\eta_{3U}$ при $50^{\circ}\text{C}$ ,	Не ниже 10	По ГОСТ 5258-52
Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$	Не выше 0	По ГОСТ 20267-74
Температура воспламенения в открытом тигле, $^{\circ}\text{C}$	Не выше 50	
Содержание воды, %	Не более 1,0	По ГОСТ 24777-65
Содержание механической примеси, %	Не более 0,5	По ГОСТ 6371-59
Абсолюта		
Испаряемость		

**2. Требования техники безопасности**

2.1. Закрепитель грунтов марки МТ-10 является горючим веществом с температурой воспламенения не ниже  $90^{\circ}\text{C}$ , температурой воспламенения  $194^{\circ}\text{C}$  и температурой самовоспламенения  $360^{\circ}\text{C}$ .

Температурные пределы взрываемости паров закрепителя :  
нижний предел - 131<sup>0</sup>С, верхний - 169<sup>0</sup>С.

2.2. При хранении и применении закрепителя грунтов запрещается пользоваться открытым огнем; искусственное освещение должно быть во взрывоопасном исполнении.

2.3. При разливе закрепителя грунтов необходимо собрать его в отдельную тару, а остатки засыпать щоком и убрать.

2.4. Хранить закрепитель грунтов необходимо в закрытых емкостях или резервуарах. Слив и перекачку закрепителя грунтов производят насосами.

2.5. При вскрытии тары запрещается использовать инструмент, дающий при ударе искру.

2.6. В случае загорания закрепителя грунтов применяют средства пожаротушения: распыленную воду, пену; при объемном тушении - углекислый газ, состав СИБ, состав "3,5" и перегретый пар.

2.7. Закрепитель грунтов не содержит вредных токсических веществ, влияющих на здоровье обслуживающего персонала. Брендельно допустимая концентрация паров каждого закрепителя в воздушной среде 300 мг/м<sup>3</sup>. Содержание углеводородов определяют прибором УГ-2.

2.8. При работе с закрепителем необходимо применять индивидуальные средства защиты согласно типовым отраслевым нормам, утвержденным Госкомитетом Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам и Президиумом ВИСГБ.

### 3. Правила приемки

3.1. Прием продукции осуществляется партиями. Партия считается любое количество закрепителя грунтов, отсортированного по всем качественным признакам и сопровождающегося одним документом о качестве.

3.2. Объем выборок определяется по ГОСТ 2517-69.

3.3. При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному показателю производят повторные испытания вновь отобранный пробы по тому же показателю, по которому были получены неудовлетворительные результаты. Результаты

последующих испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

#### 4. Методы испытаний

4.1. Пробу закрепителя грунтов отбирают по ГОСТ 25177-69. Для контроля пробы требуется 1,5 кг продукта.

#### 5. Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение

5.1. Упаковку, маркировку, транспортировку и хранение закрепителя грунта производят по ГОСТ 1510-76.

#### 6. Гарантия поставщика

6.1. Закрепитель грунтов должен быть принят техническим контролем предприятия-поставщика. Поставщик гарантирует соответствие закрепителя грунтов требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий хранения, установленных настоящими техническими условиями.

6.2. Гарантийный срок хранения закрепителя грунтов устанавливается 1 год со дня изготовления.

6.3. По истечении гарантийного срока хранения закрепитель грунтов может быть использован по назначению только после предварительной проверки его качества на соответствие требованиям технических условий.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Требования к свойствам закрепляемых грунтов и к орудиям закрепления .....	4
3. Расчет основных параметров балластировки трубопроводов с использованием закрепленных грунтов .....	13
4. Балластировка трубопроводов деревячками из закрепленных грунтов .....	18
5. Балластировка трубопроводов утапливаемыми железобетонными грузами с использованием закрепленных грунтов .....	25
6. Техника безопасности .....	28
Приложения .....	31

---

Руководство  
по балластировке трубопроводов  
с использованием закрепленных грунтов  
Р 435-81

Издатель ВНИИСТА

Редактор А.Н.Зарецкая

Корректор Г.Ф. Маликова

Технический редактор Т.В.Беретова

---

Л-76767 Подписано в печать 2/IV 1982г.

формат 60х84/16

Печ.л. 2,75

Уч.-изд.л. 2,3

Бум.л. 1,375

Тираж 600 экз. Цена 23 коп.

Заказ 21

---

Редакция ВНИИСТА