

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ
ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
С ПОМОЩЬЮ АНКЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Москва 1976

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ
ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
С ПОМОЩЬЮ АНКЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Одобрены Минтрансстроем

Москва 1976

УДК 625.791:624.197.002.73

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ С ПОМОЩЬЮ АНКЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. Союздорнии. М., 1976.

Приведены рекомендации по расчету и технологии сооружения анкерных конструкций, разработанные на основе результатов научно-исследовательских и опытных работ Союздорнии 1972-1975гг., изложены требования к материалам анкерной конструкции, а также приведены ориентировочные стоимости различных способов укрепления оползней.

Табл.11, рис.9.

© Союздорнии, 1976г.

Предисловие

Оползни являются серьезным препятствием для обеспечения нормальных условий эксплуатации автомобильных дорог в ряде районов.

Разработка экономичных и эффективных противооползневых конструкций представляет весьма актуальную научно-техническую проблему в области дорожно-строительства.

Одной из конструкций, которая решает эту проблему, является анкерная. До настоящего времени метод анкеровки успешно применялся либо для увеличения устойчивости бортов ущелий, сложенных скальными породами, либо для увеличения несущей способности конструкций плотин или подпорных стен. Однако его можно с успехом применить и для повышения устойчивости откосов и склонов, сложенных связными грунтами и. Первые положительные результаты использования анкерной конструкции для повышения устойчивости откосов, сложенных глинистыми грунтами, были получены в Чехословакии.

Настоящие "Методические рекомендации по обеспечению устойчивости земляного полотна автомобильных дорог в сложных инженерно-геологических условиях с помощью анкерных конструкций" разработаны по результатам проведенных в Союздорнии с 1972г. теоретических, экспериментальных и опытных работ.

"Методическими рекомендациями" следует руководствоваться при составлении проектов закрепления оползневых участков на строящихся или на ранее построенных автомобильных дорогах, включая сейсмические активные районы.

"Методические рекомендации" составили канд. техн. наук Э.М.Добров и инж. Ю.В.Пудов. В работе принимали

ли участие Е.Т.Семенова (лабораторные испытания),
В.А.Пронин (полевые работы).

Замечания и предложения по настоящим "Методическим рекомендациям" просьба направлять по адресу:
143900 Московская обл., Балашиха-6, Союздорнии.

I. Общие положения

1.1. Анкерная конструкция относится к удерживающим противооползневым конструкциям.

Применение анкерной конструкции позволяет прижать смещающуюся массу грунта к коренным, устойчивым породам и тем самым создать упорную грунтовую призму, воспринимающую активное оползневое давление.

Кроме того, гибкая анкерная связь позволяет в случае смещения оползневых масс, вызванного строительством сооружений или динамическим воздействием, увеличивать давление на грунты оползневого массива, т.е. обладает эффектом самоанкеровки.

1.2. Анкерные конструкции заменяют некоторые конструкции для обеспечения устойчивости оползневых склонов (табл.1 и приложение 1) и позволяют иногда полностью исключить устройство дорогостоящих и трудоемких дренажных сооружений.

1.3. Анкерная конструкция состоит из одного или нескольких рядов анкерных затяжек, обычно располагаемых поперек склона, устойчивость которого требуется обеспечить.

1.4. Анкерная затяжка состоит из четырех основных элементов (рис.1): верхнего анкера; анкерной плиты, укладываемой на поверхность грунта, устойчивость которого требуется обеспечить; анкерной тяги, состоящей из пучка высокопрочной проволоки или стержневой арматуры; нижнего анкера, заделанного в коренные устойчивые грунты.

1.5. Анкерную конструкцию можно устраивать как без натяжения анкерных тяг, так и с предварительным их натяжением.

Следует учитывать, что предварительное натяжение анкерной тяги позволяет исключить дальнейшие подвижки оползня при определенной величине оползневого давления (рис.2).

Таблица 1

Применяемые конструкции	Анкерные конструкции	Технико-экономическое сравнение
Установление откосов или устройство пригрузочных берм (контрбанкетов) из дренирующих грунтов		Экономия 30-60% Уменьшение объемов земляных работ Сокращение полосы отвода
Устройство подпорных стен или свайных конструкций		Экономия 50-80% Исключение застенного дренажа Возможность быстрого закрепления оползневого склона при применении карбамидных смол
То же		Экономия 70-90% Уменьшение объемов земляных работ Возможность укрепления откоса выемки в процессе разработки грунта
—		Экономия 50-80% Исключение застенного дренажа Возможность укрепления склона до разработки выемки
		Возможность усиления существующих подпорных или свайных стен

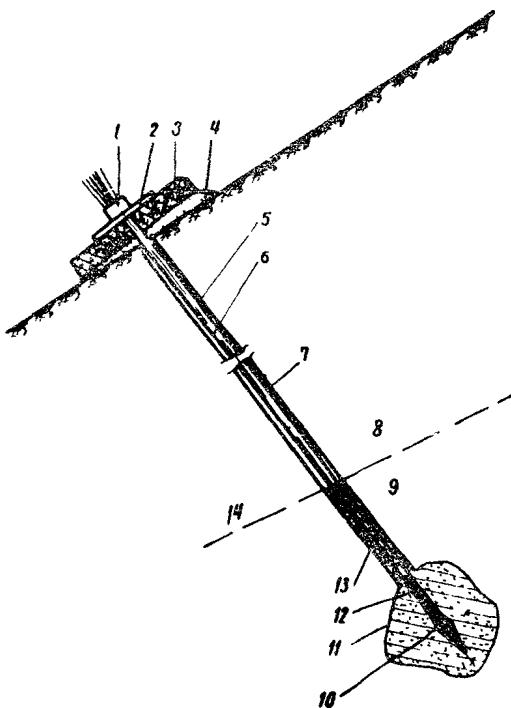


Рис.1. Конструкция анкерной затяжки:
 1-верхний анкер; 2-распределительная
 плита; 3-бетонная плита; 4-щебень;
 5-скважина; 6-трубка; 7-песок или би-
 тум; 8-оползневый грунт; 9-коренные
 породы; 10-нижний анкер; 11-камуфлет-
 ное уширение; 12-раствор; 13-пучок из
 высокопрочной проволоки; 14-плоскость
 скольжения

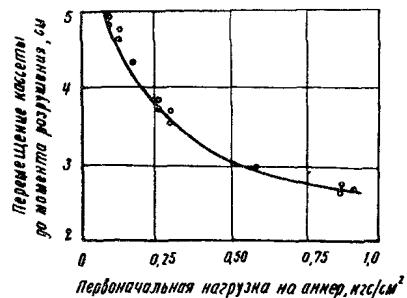


Рис.2. Зависимость перемещения
 кассеты с грунтом от первона-
 чальной нагрузки на анкер

2. Расчет анкерной затяжки

2.1. Анкерное усилие в тяге без учета самоанкеровки рассчитывают по формуле

$$R = S(\sin\beta + \cos\beta \cdot \operatorname{tg}\varphi), \quad (1)$$

где R - сдвигающее усилие, полученное при расчете устойчивости оползневого склона, кгс;

S - требуемое усилие натяжения анкерной тяги, кгс;

β - угол наклона анкерной тяги от вертикали к плоскости скольжения (в сторону движения оползня), град;

φ - угол внутреннего трения грунта, град.

$$\text{при } \beta = 0 \quad R = S \cdot \operatorname{tg}\varphi. \quad (2)$$

Наиболее интенсивный рост несущей способности анкерной конструкции происходит при начальном отклонении анкерных тяг от вертикали к плоскости скольжения на угол β , равный 12-15°.

2.2. Анкерное усилие в тяге с учетом самоанкеровки, т.е. увеличения анкерного усилия в тяге при смещении оползневого склона, определяют по формуле

$$R = S(\sin\beta_0 + \cos\beta_0 \cdot \operatorname{tg}\varphi) + \quad (3)$$

$$+ EF \frac{(1 - \frac{\cos\beta}{\cos\beta_0})(\operatorname{tg}\varphi + \operatorname{tg}\beta)}{1 + \frac{E}{E_{cr}}(1 - \frac{\cos\beta}{\cos\beta_0})(\operatorname{tg}\varphi + \operatorname{tg}\beta)},$$

где E - модуль деформации грунта, кгс/см²;

E_{cr} - модуль деформации стали анкерной тяги кгс/см²;

F - площадь анкерной плиты, см²;

β_0 - первоначальный угол наклона анкерной тяги, град;

β - угол наклона анкерной тяги, полученный при смещении оползневого склона, град.

2.3. При назначении расчетного усилия натяжения анкерной тяги следует учитывать осадку анкерной плиты, для этого определяют удлинение пучка высокопрочной проволоки по формуле

$$\Delta_T = \frac{0,8 \cdot \delta \cdot \ell_1}{E_a \cdot \mathcal{F}_a}, \quad (4)$$

где δ - начальное, вычисленное по формуле (1), натяжение анкерной тяги, кгс;

ℓ_1 - длина пучка от поверхности грунта до плоскости скольжения оползня, см;

E_a - модуль упругости проволок пучка, равный 1800000 кгс/см²;

\mathcal{F}_a - площадь пучка, см².

Далее, при том же значении δ вычисляют конечную величину осадки плиты:

$$\eta = H \cdot \ell_{pe}, \quad (5)$$

где H - мощность слоя оползневых грунтов;

ℓ_{pe} - модуль относительной деформации, определяемый при компрессионных испытаниях оползневого грунта.

2.4. Ориентировочно конечную величину осадки анкерной плиты квадратного очертания можно определять по формуле Н.Н.Маслова

$$\eta = 0,55 \cdot \ell_s \cdot 2\beta, \quad (6)$$

где ℓ_s - модуль осадки, соответствующий нагрузке δ , мм/м;

2β - ширина анкерной плиты, м.

2.5. Расчетное начальное натяжение анкерной тяги с учетом осадки анкерной плиты назначают по формуле

$$\delta_{расч} = \frac{(\Delta_T + \eta)(E_a \cdot \mathcal{F}_a)}{0,8 \cdot \ell_1} \quad (7)$$

или, подставив выражение (7) в формулу (1), находят β :

$$R = \frac{E_a \cdot F_a (\Delta_r + \eta) (\sin \beta + \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi)}{0.8 \cdot \ell} . \quad (8)$$

2.6. После расчета устойчивости оползневого склона и определения необходимой величины усилия в анкерной тяге назначают количество и места размещения анкерных затяжек в плане откоса или склона.

2.7. Анкерные затяжки следует устанавливать в 2-3 ряда в шахматном порядке. Расстояние между рядами и анкерных затяжек d рассчитывают по формуле

$$d = H \cdot \operatorname{tg} \varphi + 2\delta, \quad (9)$$

где H - мощность оползневого массива, м;

φ - угол внутреннего трения грунта, град.

2.8. Ширину анкерной плиты назначают исходя из величины безопасного удельного давления на грунт $P_{\text{доп}}$, определенного по формуле Н.Н.Маслова

$$P_{\text{доп}} = \frac{\pi \gamma_{cp} (2\delta \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi})}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\varphi}{2}}, \quad (10)$$

где γ_{cp} - объемная масса грунта оползневого массива, кг/см³;

c - сцепление грунта, кгс/см²;

2.9. Толщину анкерной плиты следует рассчитывать по условию прочности на продавливание по формуле

$$S_{\text{расч}} \leq 0,75 \cdot R_p'' \cdot h_0 \cdot 2\delta, \quad (11)$$

где R_p'' - нормативное сопротивление бетона на растяжение, кгс/см²;

h_0 - полезная толщина анкерной плиты, см.

2.10. Длина анкерной тяги (рис.3) должна быть равна

$$l = t_0 + l_1 + l_2, \quad (12)$$

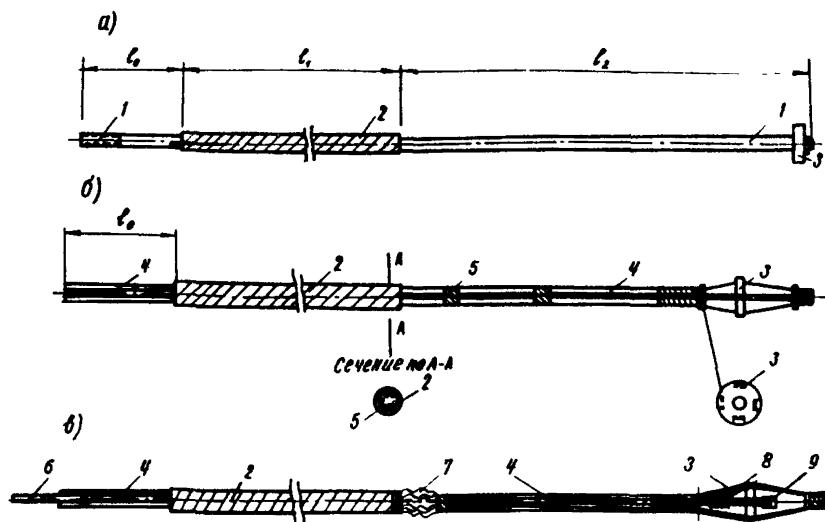


Рис.3. Анкерная тяга из стержневой арматуры (а) и пучка из высокопрочной проволоки (б) и (в):

1—стержневая арматура; 2—часть анкерной тяги, защищенная битумной мастикой и заключенная в полихлорвиниловую оболочку или резиновый шланг; 3—нижний анкер; 4—пучок из высокопрочной проволоки; 5—металлическая скрутка; 6—центральная резиновая или полихлорвиниловая трубка; 7—сальник; 8—обратный клапан; 9—пробка

где $l_o = h_1 + h_2 + h_3 + K$;

h_1 — толщина анкерной плиты, см;

h_2 — высота щебеночной подушки, см;

h_3 — высота анкерного крепления, см;

K — необходимая длина пучка для заправки проволок пучка в гидродомкрат;

l_1 — длина анкерной тяги от поверхности грунта до плоскости скольжения оползня;

l_2 — глубина заделки нижнего анкера в коренные породы.

3. Технология сооружения анкерной конструкции

3.1. При устройстве анкерной затяжки следует соблюдать очередной порядок работ:

- а) бурение скважины на расчетную глубину буровыми станками (приложение 2), обеспечивающими заданный угол наклона скважины β и требуемый диаметр скважины, а также при необходимости уширение нижней части скважины для закрепления нижнего анкера;
- б) введение в скважину пучка высокопрочной проволоки или стержневой арматуры с нижним анкером;
- в) закрепление нижнего анкера в скважине цементопесчанным раствором или синтетическими смолами;
- г) заполнение верхней части скважины битумной мастикой или глиной;
- д) устройство щебеночной распределительной подушки под анкерную плиту;
- е) укладка анкерной плиты над устьем скважины с пропуском пучка через центральное отверстие в анкерной плите, установка стальной распределительной плины и обоймы верхнего анкера;
- ж) установка гидродомкрата и натяжение анкерной тяги с закреплением ее в верхнем анкере;
- з) снятие гидродомкрата и обрезка арматуры;
- и) гидроизоляция верхнего анкерного закрепления.

Технологическая последовательность изготовления анкерной затяжки может изменяться в зависимости от принятой схемы закрепления нижнего анкера в скважине.

3.2. Наиболее простой схемой закрепления нижнего анкера является его омоноличивание химическим или цементопесчанным раствором. В этих случаях анкер удерживается на месте только благодаря сцеплению раствора со стенками скважины.

3.3. При закреплении нижнего анкера анкерной тяги в скважине без уширения глубину заделки анкера в коренные породы следует рассчитывать по формуле

$$l_2 = \frac{S_{расч.} \cdot 1,5}{R_{с4} \cdot \pi D}, \quad (13)$$

где l_2 — глубина заделки анкерной тяги в коренные породы, см;

$R_{с4}$ — сцепление раствора с поверхностью коренных пород, кгс/см²;

D — диаметр скважины, см;

$S_{расч.}$ — расчетное усилие натяжения анкерной тяги, кгс.

3.4. Минимальный диаметр скважины, необходимый для устройства анкерной затяжки, составляет 50 мм. Увеличение диаметра скважины (рис.4) при закреплении нижнего анкера в скважине без уширения существенно уменьшает глубину его заделки в коренные породы.

3.5. Если коренные породы не обладают достаточной прочностью, рекомендуется устройство нижнего анкера в скважинах с уширением. Скважины уширяют взрывом зарядов ВВ или с помощью специальных буровых наконечников (рис.5,6).

3.6. В трещиноватых коренных породах рекомендуется иньектировать химический или цементопесчаный раствор под давлением (приложение 3). Заполнение трещин вокруг скважины создает зацементированную зону, прочно закрепляющую нижний анкер.

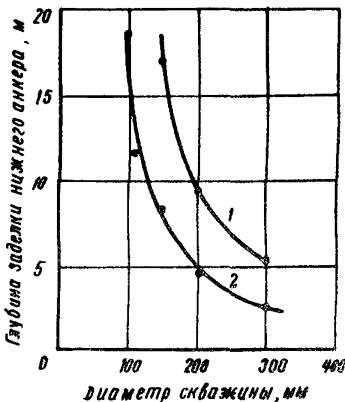


Рис.4. Зависимость глубины заделки нижнего анкера от диаметра скважины:
1—для глинистых сланцев; 2—для песчаников

3.7. Анкерная тяга перед установкой в скважину

должна быть очищена от грязи и ржавчины, а та ее часть, которая будет находиться в оползневых грунтах (см. рис.4), должна быть защищена от коррозии битумной или тиоколовой мастики и заключена в резиновую или полихлорвиниловую оболочку.

3.8. Цементо-песчаный раствор в скважины можно подавать различными способами, зависящими от угла наклона и диаметра скважины, а также от консистенции раствора. Для нисходящих скважин при жидкой консистенции раствора возможна свободная заливка раствора.

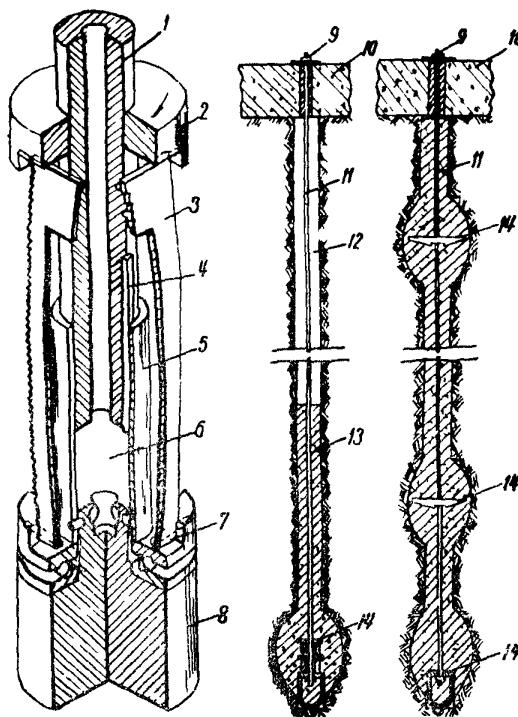


Рис.5. Уширитель скважины и анкерное крепление (патент США № 320075, кл. 61-39) :
 1-сердечник; 2-верхний фланец; 3-нож; 4-замковое соединение; 5-направляющая труба;
 6-полость; 7-роликовая опора; 8-нижний фланец; 9-верхний анкер; 10-бетонная плита ;
 11-стержень; 12-скважина; 13-бетонный раствор; 14-нижний анкер

3.9. Для закрепления нижнего анкера с помощью инъектирования необходимы растворосмесители (табл.2), растворонасосы (табл.3,4), нагнетательные трубопроводы, регулировочная и измерительная аппаратура.

Для дорожного строительства рационально использовать передвижные цементирующие установки (табл.5).

3.10. Для исключения обрушения стенок скважины цементный раствор нагнетают в скважину сразу после установки анкерной тяги.

3.11. При наличии в оползневом массиве грунтовых вод следует укреплять стени скважины (до поверхности скольжения оползня) обсадными трубами, извлекаемыми из скважины после подачи цементопесчаного раствора.

3.12. После закрепления нижнего анкера верхняя часть скважины сразу же должна быть заполнена глиной или битумом для дополнительной защиты арматуры анкерной тяги от коррозии.

3.13. Перед натяжением анкерных тяг на поверхность анкерной плиты должна быть уложена металлическая распределительная плита размером не менее 200x200мм с отверстием в центре для пропуска арматуры. Плиту следует укладывать на свежеуложенный раствор толщиной 1,5-2см.

3.14. Для закрепления анкерной тяги разрешает ся

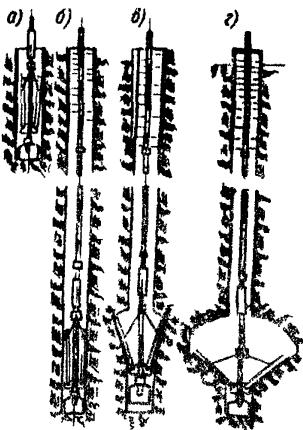


Рис.8. Механический разбурыватель скважин конструкции ЦНИИС:
а-бурение скважины; б-установка опорного башмака;
в-расширение скважины;
г-скважина с уширением

Таблица 2

Параметры растворосмесителей	Типы растворосмесителей			
	C-220	C-220A	C-219	C-289
Емкость барабана, м ³	0,15	0,15	0,325	0,325
Средняя сменная производительность, м ³	26	26	45	45
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	3,2	4,3	4,5
Габариты, мм				
длина	1870	1770	1890	1975
ширина	1660	1498	2250	2215
высота	2080	2050	2370	2585
Масса, кг	1300	1050	2180	2175

использовать любые типы анкеров, обеспечивающие передачу и распределение на анкерную плиту усилия от предварительного натяжения арматуры анкерных тяг и надежность их заделки в процессе эксплуатации.

3.15. Детали анкеров перед установкой на место должны быть очищены от грязи и смазки.

3.16. Пучки с конусными анкерами натягивают гидродомкратами двойного действия (табл.8).

Для закрепления прядей из высокопрочной проволоки анкерная колодка должна выполняться из стали марки Ст.45, анкерные конуса - из стали Ст. 45 или Ст.40Х с закалкой до $HR_c = 45+55$ единиц по Роквеллу. Анкерные конуса должны иметь на своей поверхности нарезку.

Пучки с анкерами типа Коровкина натягивают домкратами конструкции ЦНИИС (табл.7) и закрепляют в натянутом состоянии с помощью специальных вилкообразных шайб.

3.17. Непосредственно перед натяжением пучка проволоки должны быть равномерно распределены в отверстии обоймы и закреплены в этом положении конусом.

Таблица 3

Параметры растворонасосов	Типы поршневых растворонасосов					
	ЗИФ-200/40	ЗИФ-100/30	ГГН-2	Р-200/40	НЦП-1	НГ-80
Производительность, м ³ /ч	12	6	12	12	33	57
Рабочее давление, атм	40	30	40	40	80	40
Мощность, л.с., кВт	25 20	— 7,5	— 14	27 —	60 —	100 —
Габариты, мм						
длина	1450	1435	1700	1650	2110	2100
ширина	500	840	696	970	1100	1090
высота	1550	1090	786	1550	1250	780
Масса, кг	750	585	490	800	1250	1500

Таблица 4

Параметры растворонасосов	Типы диафрагменных растворонасосов		
	C-251	C-263	C-317
Производительность, м ³ /ч	1	3	6
Максимальное рабочее давление, ати	10	15	15
Мощность электродвигателя, кВт	1,2	2,2	5,8
Габаритные размеры, мм			
длина	820	820	1200
ширина	445	445	560
высота	760	760	100
Масса, кг	130	130	-

Таблица 5

Тип установки на базе автомобиля ЯАЗ-210	Растворонасос		
	Тип	Производительность, л.с.	Рабочее давление, ати
ЦА-150	Е-11-250	6,6-17,0	150-50
ЦА-151	НЦП-2	2,2-24,8	300-28
ЦА-2,9/150	НЦ-2	4,4-14,8	150-50
ЦА-1/150	1Т	4,0-18,5	150-30
ЦА-1,68/150	2Ц2	17,5	80

Таблица 6

Параметры домкрата	Грузоподъемность, тс					
	домкратов Союздорнии				домкратов завода им.Калинина	
	30	60	90	125	30	60
Максимальное рабочее давление, ати	500	500	500	500	400	400
Площадь поршня натяжения, см ²	71	113	176	254	80	163
Площадь поршня запрессовки, см ²	38,5	56,5	95	133	57	101
Ход поршня натяжения, см	12	20	20-30	30	20	30
Ход поршня запрессовки, см	4	4	6	8	4	5
Максимальное количество, шт. и диаметр натягиваемых проволок, мм	12 (d=5)	20 (d=5)	18 (d=7)	7 (d=15) ^{x)}	12 (d=5)	24 (d=5)
Масса, кг	35	65	112	190	38	87

Таблица 7

Параметры домкрата	Грузоподъемность домкратов ЦНИИС, тс	
	80	90
Максимальное рабочее давление, ати	165	235
Площадь поршня, см ²	363	385
Ход поршня, см	12	20
Размеры основания опорного столика, см	26x33	29,6x35
Масса домкрата со столиком, кг	130	210

4. Требования к материалам

4.1. Для напрягаемой арматуры анкерной затяжки следует применять марки стали в соответствии с действующими нормативными документами (СНиП Ш-Д.2-82, СНиП 1-В.4-62, СНиП Ш-А.11-70, а также ВСН 79-62, ВСН 117-65, ВСН 71-62, ВСН 15-60).

4.2. Цемент для раствора следует выбирать в зависимости от вида коренных пород и их трещиноватости, устойчивости его в агрессивной среде, а также от срока схватывания и твердения.

4.3. При неагрессивных грунтовых водах применяют портландцементы марки не ниже "400".

При сульфатной агрессии грунтовых вод рекомендуется применять сульфатостойкий и пурпуролановый портландцемент.

4.4. В качестве пластифицирующих добавок рекомендуются ССБ в количестве 0,2% сухого вещества от массы цемента или мылонафт - 0,12-0,15%; при пластифицированных цементах количество добавок должно быть уменьшено до 0,1% для ССБ и до 0,05-0,07% для мылонафта.

4.5. К инъецируемым растворам предъявляются следующие требования:

- а) оптимальная консистенция;
- б) прочное сцепление с арматурой, анкером и стенками скважин;
- в) морозостойкость;
- г) надежная защита арматуры от коррозии;
- д) малая усадка;
- е) прочность раствора при сжатии в 7-суточном возрасте не менее 200 кгс/см^2 , а в 28-суточном — не менее 300 кгс/см^2 .

4.6. Предельную крупность песка, его качество и зерновой состав следует подбирать с учетом диаметра скважины.

4.7. Вода, применяемая для приготовления раствора, не должна содержать вредных примесей, препятствующих нормальному твердению раствора.

4.8. Прочность раствора определяется испытанием контрольных кубиков размером $20 \times 20 \times 20 \text{ см}$ или $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$.

4.9. Натяжение арматуры анкерных тяг без предварительного испытания контрольных кубиков и определения прочности раствора не допускается.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Технико-экономическое сравнение способов укрепления оползней

Тип противооползневого сооружения	Область применения	Условия применения	Ориентировочная стоимость укрепления породы, руб m^3
Подпорные стены	На всех типах оползней, за исключением оползней-потоков и оползней выдавливания, при мощности оползневых накоплений до 7-10м	Заглубление фундамента подпорных стен в прочные коренные породы и создание застенного дренажа	Каменная кладка на растворе - 0,78-1,4; кирпичная кладка на растворе - 1,0-1,65. Бетон - 1,5-2,1. Железобетон - 1,9-2,7
Свайные конструкции	На всех типах оползней, за исключением оползней-потоков и оползней выдавливания, при мощности оползневых накоплений до 15-20м	Заглубление свай в прочные коренные породы и создание в ряде случаев застенного дренажа	1-3
Цементация	На всех типах оползней	При ширине трещин в породах более 10мк и коэффициенте фильтрации $K_f = 50\div 80$ м/сутки	0,55-0,7

Силикатизация	То же	Для песчаных грунтов с $K_f = 2\text{--}50\text{м/сутки}$. Неприменимо при наличии подземной воды, имеющей кислотность $pH = 7\text{--}9$	2,8-3
Синтетические смолы (смолизация)	На всех типах оползней	Для сыпучих грунтов (песков и гравийно-песчаных смесей). Возможно укрепление мелких пылеватых песков с $K_f = 0,5\text{--}5\text{м/сутки}$	30-40
Термический способ укрепления	То же	Для глинистых грунтов	4-7
Анкерные конструкции	На всех типах оползней, включая оползни выдавливания, кроме оползней-потоков	Возможно применение в сейсмических районах	0,4-0,7
Контрбанкеты	На всех типах оползней, кроме оползней-потоков	Для всех типов оползневых грунтов	1-3
Контрфорсы	На оползнях, оползневые грунты которых состоят из жестких оползневых масс	Заглубление фундамента контрфорса в прочные коренные породы	-

Приложение 2

Технические характеристики буровых станков

Таблица 1
Техническая характеристика станков вращательного (шнекового)
бурения

Параметры станков	СВБ-2 (гусеничный)	СБР-180 (гусенич- ный)	СБР-125 (шагаю- щий)	ВС-110/25	ПВС-110 (на са- лазках)
Угол наклона скважи- ны, град.	90-60	90-60	90-60	90-60	90-60
Диаметр скважины,мм	150	160-200	125	110	110-120
Максимальная глубина бурения, м	24	25	25	25	50
Скорость вращения бу- рового инструмента, об/мин	153	248	220	220	220
Длина штанги, м	1,95	4,2	2,0	-	-
Скорость передвижения станка, км/ч	1,36	0,66	0,3	0,3	-
Среднее удельное дав- ление на грунт,кгс/см ²	0,52	0,59	0,58	-	-
Общая мощность элек- тродвигателя, кВт	40,56	90	24,8	10	10
Габариты станка, м	4,9x2,8x0,7	6x3,1x6,2	3,4x2x4,5	3,3x2x3,8	3,3x2x3,8
Общая масса станка, т	9,8	16,8	2,3	1,2	0,5

Таблица 2
Техническая характеристика станков вращательного (шарошечного)
бурения

Параметры станков	П-20	СШ-1	БТС-2	СБШ-250
Диаметр скважин, мм	228-230	190-214	225-350	243-269
Среднесменная производительность, м/смену	40-60	До 120	20-160	-
Глубина бурения, м	18	25	30	32
Угол бурения скважин, град.	90-55	90-60	0-90	60;75;90
Скорость вращения инструмента, об/мин	40-120	30-300	60;120;180	81;157
Максимальное осевое давление, тс	29	13	10	30
Установленная мощность двигателя, кВт	334	218	94 л.с.(дизель)	75
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	9	18	4-9	18
Габариты, м				
ширина	10	8,5	5,1	4,7
длина	6,4	3,5	3,1	7,8
высота	23	11,2	5,6	14,4
Масса станка, т	70	36	15	50
Скорость передвижения, км/ч	0,5	1,0	1,5	0,6

Техническая характеристика

Параметры станков	НСБ-2	БМК-4	СУВБ	СБ2-125
Диаметр скважин, мм	155	108	108	105; 125
Глубина бурения, м	18	50	40	22
Угол бурения скважин, град.	60-90	0,90	-	14-144
Среднесменная производительность, м	10-25	10-25	28,4	-
Скорость вращения бурового става, об/мин	70	41	22	27 40 80
Тип ходовой части станка	Гусеничный	Переносной	Гусеничный	Пневматический
Давление в гидросистеме, атм	-	7	-	50-85
Установленная мощность двигателя, кВт	45,8	0,6x0,6	-	17,2
Габариты станка, м				
длина	4	-	4	3,6
ширина	7	-	2,3	1,85
высота	-	-	6,8	-
Масса станка, т	22,3	0,42	5,4	4,6

Таблица 3

стакнов пневмоударного действия

1СБУ 125п	2СБУ 125/160	СБУ-200	Урал-64	БАП-290
105; 125 22	105; 125 22	200 36	155-165 34	250-290 25
20-104	60-90	60-90	-	-
-	-	-	36,8	17-22
0,65 40 80	25-50	25-50	25-50	25
Гусеничный				
100	50; 100	50	-	-
38,2	155	250	197	42,7
4 2,5 6,9 4	5 3,2 - 12	7,8 12,6 - 36	8 4,1 23 29	7 3,1 15 18

Приложение 3

Закрепление нижнего анкера с помощью инъецирования раствора под давлением

В отличие от способа "свободной заливки" раствора в скважину инъецирование растворов под давлением позволяет увеличить удерживающую способность нижнего анкера благодаря прониканию раствора в мелкие трещины и поры коренных пород.

В настоящее время в Союздорнии разработана конструкция погружного инъектора разборного типа (рис.1), позволяющая вести работы по укреплению горных пород как с введенными в скважину арматурными элементами (прядями, канатами, стержнями и т.п.), так и без них.

При использовании погружного инъектора необходимо выполнять работы в следующей очередности (рис.2):

1) бурят скважину на расчетную глубину;

2) промывают ее;

3) вводят в скважину пучок из высокопрочной проволоки или стержневой проволоки, защищенный в верхней части от коррозии резиновой или полихлорвиниловой трубкой и имеющий нижний анкер (см.рис.3,б настоящих "Методических рекомендаций");

4) опускают в скважину (на необходимую глубину) погружной инъектор с пропуском пучка высокопрочной проволоки через центральное отверстие в корпусе инъектора;

5) присоединяют запорный трубопровод к компрессору и нагнетательный трубопровод к растворонасосу высокого давления;

6) подают в корпус инъектора через запорный трубопровод воздух под давлением. При этом, благодаря наличию прорезей в корпусе инъектора (см.рис.1), внутренняя и наружная гибкие оболочки плотно прижимаются к поверхности металлической арматуры и стенкам

скважины. Тем самым достигается герметизация части скважины, подлежащей инъектированию;

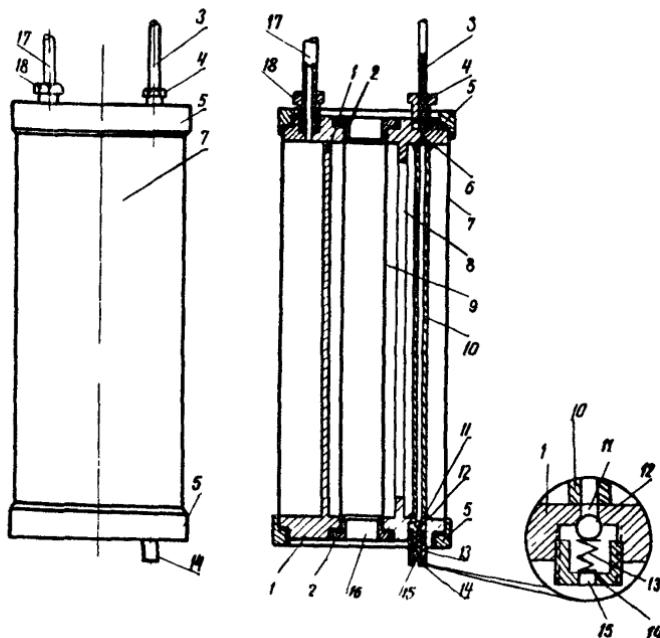


Рис.1. Схема конструкции инъектора:

1-металлический корпус; 2-резьбовая втулка; 3-нагнетательный трубопровод; 4-штуцер; 5-накидная гайка; 6-отверстие; 7-наружная гибкая оболочка; 8-отверстие; 9-внутренняя гибкая оболочка; 10-нагнетательная трубка; 11,15,16-отверстие; 12-клапан; 13-пружина; 14-корпус; 17-запорный трубопровод; 18-штуцер

7) нагнетают раствор в скважину под давлением. При доведении давления раствора в напорном трубопроводе до расчетного открывается клапан и раствор по-

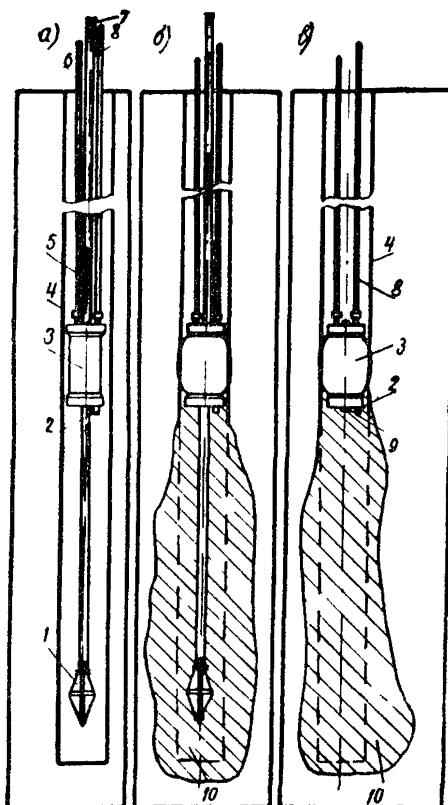


Рис.2. Схема закрепления нижнего анкера с помощью погружного инъектора:
а-установка инъектора; б-нагнетание цементопесчаного раствора в скважину с введенным кабелем из высокопрочной проволоки; в-то же, без металлической арматуры; 1-нижний анкер; 2-клапан; 3-инъектор; 4-стенка скважины; 5-полихлорвиниловая оболочка кабеля; 6-запорный трубопровод; 7-пучок; 8-нагнетательный трубопровод; 9-металлический стержень; 10-закементированная зона

ступает в скважину.

Усилие открытия клапана регулируется посредством ввинчивания корпуса клапана в корпус инъектора;

8) снимают давление в нагнетательном трубопроводе по окончании инъекции. При этом клапан (под действием пружины) возвращается в исходное положение, предотвращая тем самым выход укрепляющего раствора из зоны инъекции;

9) снимают давление воздуха в запорном трубопроводе; при этом гибкие оболочки отходят от стенок скважины и металлической арматуры и инъектор можно легко извлечь из скважины;

10) извлекают инъектор из скважины и промывают нагнетательный трубопровод для повторного использования инъектора в другой скважине;

11) устанавливают анкерную плиту на д

устьем скважины с пропуском арматуры через центральное отверстие в плите;

12) натягивают арматуру и закрепляют ее верхним анкером;

13) устраивают гидроизоляцию.

Возможно устройство уширения другим способом - с помощью подачи цементопесчаного раствора под давлением.

При изготовлении анкерной затяжки этим способом (рис.3):

1) вводят во внутреннюю полихлорвиниловую трубку пучка из высокопрочной проволоки инъектор, представляющий собой отрезок трубы длиной 0,7-1,0м, наружный диаметр которой равен внутреннему диаметру полихлорвиниловой трубки, имеющей в своей верхней части резьбовой конусный наконечник с отверстием;

2) устраивают заглушку (пробку) и резиновый (обратный) клапан на конце пучка из высокопрочной проволоки. Клапан представляет собой резиновую трубку высотой не менее 60см, надеваемую на пучок из высокопрочной проволоки и закрепляемую в верхней части проволочной стяжкой. Непосредственно перед устройством клапана в полихлорвиниловой трубке пучка (в месте устройства клапана) делают три продольных выреза высотой не более 10-15см для подачи раствора в скважину. Трубка клапана должна перекрывать эти вырезы, чтобы после окончания инъектирования не допустить проникания раствора в полихлорвиниловую трубку из скважины;

3) устраивают резиновый или войлочный сальник. Сальник должен иметь диаметр, равный диаметру скважины или несколько больше (см.рис.3,в настоящих "Методических рекомендаций");

4) бурят скважину на расчетную глубину;

5) вводят в скважину пучок из высокопрочной проволоки;

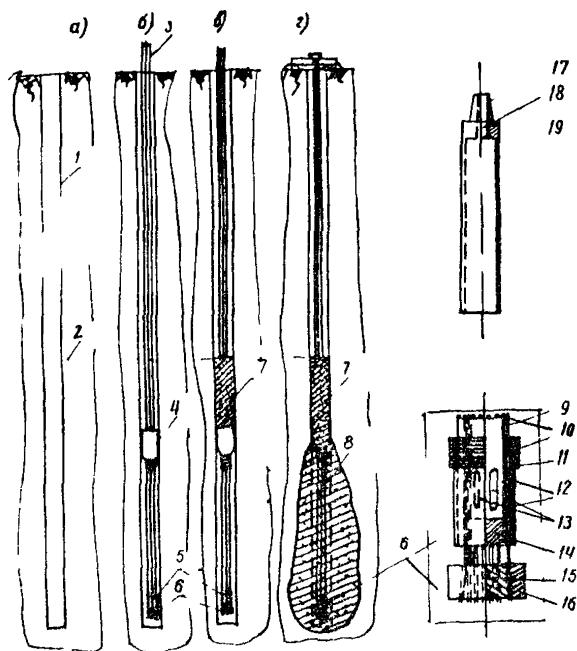


Рис.3. Схема устройства анкерной затяжки по-дачей раствора под давлением:
 а-бурение скважины; б-установка кабеля из высокопрочной проволоки в скважину; в-создание цементопесчаной пробки; г-нагнетание цементо-песчаного раствора в скважину; 1-скважина;
 2-линия скольжения; 3-кабель; 4-сальник;
 5-обратный клапан; 6-нижний анкер;
 7-цементопесчаная пробка; 8-закементированная зона; 9-трубка пучка; 10-высокопрочная проволока кабеля;
 11-проводочная стяжка; 12-резиновая трубка клапана; 13-прорези в трубке пучка; 14-пробка;
 15-клиновый анкер; 16-корпус нижнего анкера;
 17-конусный резьбовой наконечник инъектора;
 18-отверстие; 19-инъектор

- 6) промывают скважину водой;
- 7) соединяют инъектор с растворонасосом высокого давления трубкой с резьбовыми муфтами;
- 8) заливают в скважину (с помощью дополнительной трубы или шланга, вводимого в скважину между стенкой скважины и пучком до уровня сальника) цементопесчаный раствор на уровень от сальника до линии скольжения оползня, т.е. приблизительно 1,5-2 м. Необходимость данной операции заключается в создании плотной цементопесчаной пробки;
- 9) прерывают работу до окончательного твердения раствора-пробки;
- 10) нагнетают цементопесчаный раствор в скважину (через инъектор) при расчетном давлении. Нагнетание раствора должно проводиться без перерыва;
- 11) заканчивают инъектирование раствора, извлекают трубы инъектора из скважины и промывают их;
- 12) устанавливают фундаментную плиту над устьем скважины с пропуском пучка из высокопрочной проволоки через центральное отверстие плиты;
- 13) после достижения раствором проектной прочности натягивают пучок гидродомкратами двойного действия и закрепляют проволоку в плите верхним клиновым анкером;
- 14) выполняют гидроизоляцию.

Оглавление

	Стр.
Предисловие.	3
1. Общие пояснения	5
2. Расчет анкерной затяжки.	8
3. Технология сооружения анкерной конструкции.	12
4. Требования к материалам.	20
 Приложения:	
1. Технико-экономическое сравнение способов укрепления оползней.	22
2. Технические характеристики буровых станков.	24
3. Закрепление нижнего анкера с помощью инъектирования раствора под давлением.	28

Ответственный за выпуск инж. В.Е.Губанов

Редактор О.А.Ильина

Технический редактор А.В.Евстигнеева

Корректор И.А.Рубцова

Подписано к печати 19/1У 1976г. Формат 60x84/16

Л 88985

Заказ 111-6 2,1 печ.л. Тираж 600 Цена 23 коп.
1,2 уч.-изд.л.

Ротапринт Союздорнии